การเพิ่มผลผลิตสายการผลิตเตาเหล็กหล่อ
กรณีศึกษา บริษัท ที เอ็ม เอ็น แมชชีนแอนด์ฟราวน์ดรี้ จำกัด

PRODUCTIVITY IMPROVEMENT FOR CAST IRON BURNER PRODUCTION LINE
A CASE STUDY TMN MACHINE AND FOUNDRY CO.,LTD.

ยุทธณรงค์ จงจันทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การเพิ่มผลผลิตสายการผลิตเตาเหล็กหล่อ
กรณีศึกษา บริษัท ที เอ็ม เอ็น แมชชีนแอนด์ฟราวน์ดรี้ จำกัด

ยุทธณรงค์ จงจันทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเพิ่มผลผลิตสายการผลิตเตาเหล็กหล่อ กรณีศึกษา บริษัท ที เอ็ม เอ็น แมชชีนแอนด์ฟราวน์ดรี้ จำกัด
ชื่อ - นามสกุล	นายยุทธณรงค์ จงจันทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มผลผลิตสายการผลิตเตาเหล็กหล่อจาก 5,000 ชุดต่อเดือน เป็น 8,000 ชุดต่อเดือน ตามความต้องการของลูกค้าที่สูงขึ้นโดยการกำจัด และลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มต่อตัวผลิตภัณฑ์ ได้แก่ งานที่เป็นจุดคอขวด ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย การเคลื่อนไหวที่เกินจำเป็น งานเสีย งานที่ต้องนำกลับมาทำใหม่ รวมถึงการลดระยะทางในการขนย้ายวัตถุดิบ

การดำเนินงานวิจัยนี้เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย การลดความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste) เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 (7 QC Tools) สำหรับการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา การควบคุมด้วยสายตา เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต การปรับปรุงผังโรงงาน การศึกษาการทำงาน และเทคนิค ECRS สำหรับปรับปรุงสายการผลิต

ผลการดำเนินการวิจัย พบว่าสามารถควบคุมรอบเวลาการผลิต ไม่ให้เกินจังหวะความต้องการของลูกค้าได้ทุกสถานีงาน ลดจำนวนสถานีงานได้ 7 สถานี คิดเป็นร้อยละ 25 ลดจำนวนพนักงานได้ 7 คน คิดเป็นร้อยละ 25 ลดรอบเวลาการผลิตรวมได้ 226.02 วินาที คิดเป็นร้อยละ 14.33 สัดส่วนของงานเสียเฉลี่ยทุกสายการผลิตเหลือร้อยละ 0.13 ผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่ สามารถลดระยะทางการขนย้ายวัสดุได้ 416 เมตร คิดเป็นร้อยละ 74.42 ผลิตภาพการผลิตเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 205.60 สามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ถึง 8,000 ชุดต่อเดือน และสามารถกำหนดเวลามาตรฐานการทำงานแก่พนักงานได้

คำสำคัญ: การเพิ่มผลผลิต สมดุลสายการผลิต รอบเวลาการผลิต จังหวะความต้องการของลูกค้า

Thesis Title	Productivity Improvement for Cast Iron Burner Production Line A Case Study TMN Machine and Foundry Co.,Ltd.
Name - Surname	Mr.Yuthanarong JongJun
Program	Industrial Engineering
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Natha Kuptasthien
Academic Year	2011

ABSTRACT

The objective of this research is to improve productivity for cast iron burner production line from 5,000 to 8,000 sets per month by eliminating and reducing non-value added task including bottle neck, wastes from delay, excess motion, defect, rework as well as decreasing raw material transportation distance.

This research implements 7 Wastes, 7 QC Tools for data collection and causes analysis. Visual control, line balancing, plant layout, work study and ECRS technique are main tools for production improvement.

The result shows an ability to control cycle time not to exceed takt time for all stations. Working stations are reduced to 7 stations which accounts for 25%. Workers are reduced to 7 persons which accounts for 25%. Total cycle time can be decreased 226.02 Seconds which accounts for 14.33%. The average defect is reduced to 0.13%. The new plant layout can reduce materials transportation distance 416 meters which accounts for 74.42%. Productivity increases 205.60%. The process capacity reaches 8,000 sets per month as desired. The standard time is set for worker.

Keywords: productivity improvement, line balancing, cycle time, takt time

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ และแนะนำแนวคิดในด้านต่าง ๆ พร้อมทั้งตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณดร.ระพี กาญจนะ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพบูลย์ แย้มเผื่อน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรีไร จารุภิญโญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ ตรัยวนพงศ์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆ เป็นอย่างดีและขอขอบพระคุณประธานและคณะกรรมการดำเนินการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สำนักงานบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทุกท่านที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำระเบียบการจัดทำงานวิจัยเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้แต่งและเรียบเรียงตำรา เอกสาร ผลงานวิจัยต่างๆ ที่ผู้วิจัยนำมาใช้อ้างอิงในงานวิจัยฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณปู่ คุณย่า คุณตา คุณยาย คุณพ่อ คุณแม่ ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโทรุ่น 4 สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่ได้สนับสนุนและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยอย่างดีเสมอมา คุณความดีหรือประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บุพการี ผู้มีพระคุณทุกท่านและครู-อาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

ยุทธณรงค์ จงจันทร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 6
1.3 สมมติฐานงานวิจัย 6
1.4 ขอบเขตงานวิจัย 6
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
2 แนวคิด ทฤษฎี และวิจารณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
2.1 การเพิ่มผลผลิต (Productivity Improvement) 9
2.2 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) 12
2.3 หลักการควบคุมการทำงานด้วยสายตา (Visual Control) 16
2.4 หลักวิศวกรรมการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Engineering) 19
2.5 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7QC Tools) 21
2.6 การศึกษางาน (Work Study) 27
2.7 การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis) 40
2.8 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) 46
2.9 การวางผังโรงงาน (Plant Layout) 49
2.10 วิจารณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 55
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 60
3.1 ศึกษาการไหลของกระบวนการผลิต 61

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3.2 ศึกษาเวลาและจัดทำเวลามาตรฐาน 62

3.3 คำนวณค่า Takt Time เพื่อกำหนดรอบเวลาการผลิตเป้าหมาย (Target Cycle Time) 65

3.4 วิเคราะห์สาเหตุความสูญเสีย 66

3.5 วิเคราะห์ปัญหาด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพและการตั้งคำถาม 5W1H 68

3.6 กำหนดแนวทางการปรับปรุง 73

3.7 เสนอแนวทางการปรับปรุงต่อผู้บริหาร 74

3.8 ดำเนินการปรับปรุง 74

3.9 เก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง และเปรียบเทียบผลการดำเนินการ ก่อน-หลัง 77

4 ผลการดำเนินงานวิจัย 78

4.1 การไหลของกระบวนการผลิต 78

4.2 เวลามาตรฐาน (Standard Time) 80

4.3 ผลการวิเคราะห์ปัญหา และสาเหตุของความสูญเปล่า 86

4.4 แนวทางการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา 97

4.5 การดำเนินการปรับปรุง 102

4.6 ผลการปรับปรุงแก้ไข 117

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 128

5.1 สรุปผลการศึกษา 128

5.2 อภิปรายผลการวิจัย 131

5.3 ข้อเสนอแนะ 133

รายการอ้างอิง 134

ภาคผนวก 139

ภาคผนวก ก แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขปก่อน และหลังการปรับปรุง 140

ภาคผนวก ข การคำนวณเวลามาตรฐานก่อน และหลังการปรับปรุง 143

ภาคผนวก ค ผังโรงงานและระยะทางการไหลของวัสดุก่อนและหลังการปรับปรุง 149

ภาคผนวก ง การตั้งคำถาม 5W1H 155

ภาคผนวก จ เอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน 161

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

ภาคผนวก ฉ ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ 163

ประวัติผู้เขียน 180

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

1.1 ยอดการสั่งผลิตหัวเตาเหล็กหล่อตั้งแต่เดือน มกราคม ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2553 3

2.1 การรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสีย 23

2.2 การคำนวณเปอร์เซ็นต์สะสมของเสีย 24

2.3 การคำนวณหาเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อย 36

2.4 ค่าพิสัย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าผิดพลาด ± 5 % 37

2.5 ค่าการให้คะแนนแบบ Westing House 38

2.6 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป 41

2.7 ความสัมพันธ์การวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการ 5W1H กับปรับปรุงงานด้วย ECRS 42

3.1 แบบฟอร์มการจับเวลา (Observation Sheet) 62

3.2 แบบฟอร์มการคำนวณหาเวลามาตรฐานของสายการผลิตตัวอย่าง 64

3.3 แบบฟอร์มบันทึกระยะทางการไหลของวัสดุสายการผลิตตัวอย่าง 65

3.4 ตารางการเก็บข้อมูลงานเสียในกระบวนการผลิตต่อ 1 เดือน 69

3.5 แบบฟอร์มสรุปปัญหางานเสียในกระบวนการผลิต 70

3.6 แบบฟอร์มการแจงแจกเปอร์เซ็นต์สะสมของงานเสีย 71

3.7 แบบฟอร์มการตั้งคำถาม 5W1H 73

3.8 แบบฟอร์มการปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยหลักเกณฑ์ ECRS 76

4.1 รอบเวลาการผลิตที่มีค่าต่ำกว่า Takt Time 87

4.2 ขั้นตอนงานรอคอยชิ้นงาน (Waiting) 88

4.3 สถานีงานที่เกิดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวร่างกายที่ไม่เหมาะสม 89

4.4 ข้อมูลของเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิต ก่อนการปรับปรุง 90

4.5 การแจกแจงเปอร์เซ็นต์สะสมของเสีย (Defect) 91

4.6 รอบเวลาการผลิตขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน 105

4.7 การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS (KB5-01) 106

4.8 การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS (KB5-02) 109

4.9 การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS (KB5-03) 110

4.10การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS (KB5-04) 111

4.11การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS KB5-02และKB5-04 113

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

4.12 เปรียบเทียบจำนวนของเสีย ก่อน-หลังการปรับปรุง 117
4.13 ระยะทางการไหล ก่อน และหลังการปรับปรุง 125
4.14 เปรียบเทียบผลิตภาพการผลิตก่อน และหลังการปรับปรุง 126
4.15 ผลการปรับปรุงแก้ไขสายการผลิตตัวอย่าง 127
5.1 สรุปปัญหาและการปรับปรุงแก้ไขสายการผลิตตัวอย่าง 129

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 ผลิตภัณฑ์ชุดหัวเตาแก๊สเหล็กหล่อประกอบเสร็จ 2
1.2 ชิ้นส่วนหัวเตาแก๊สเหล็กหล่อ รุ่น KB-5 3
1.3 แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) 4
2.1 ตัวอย่างแผนภูมิแท่งการจัดลำดับของเสีย (Pareto Diagram) 24
2.2 ตัวอย่างแผนผังสาเหตุ และผล (Cause and Effect Diagram) 26
2.3 องค์ประกอบของการศึกษางาน (Work Study) 27
2.4 ตัวอย่างการวางตำแหน่งขอบเขตการปฏิบัติงาน 29
2.5 การวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ 51
2.6 รูปแบบการจัดสายการผลิตแบบรูปตัว U (U-Shaped Layout) 52
2.7 การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต 52
2.8 การวางผังโรงงานแบบคงตำแหน่ง 53
2.9 การวางผังโรงงานแบบกลุ่มของผลิตภัณฑ์ 54
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 60
3.2 ตัวอย่างแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) 62
3.3 แผนภูมิแท่งการจัดลำดับ (Pareto Diagram) 71
3.3 โครงสร้างแผนผังแสดงสาเหตุ และผล (Cause & Effect Diagram) 72
4.1 รอบเวลาเปรียบเทียบกับค่า Takt Time สายการผลิต KB5-01 ก่อนการปรับปรุง 81
4.2 รอบเวลาเปรียบเทียบกับค่า Takt Time สายการผลิต KB5-02 ก่อนการปรับปรุง 83
4.3 รอบเวลาเปรียบเทียบกับค่า Takt Time สายการผลิต KB5-03 ก่อนการปรับปรุง 84
4.4 รอบเวลาเปรียบเทียบกับค่า Takt Time สายการผลิต KB5-04 ก่อนการปรับปรุง 85
4.5 แผนภูมิแท่งการจัดลำดับของเสียในสายการผลิตตัวอย่าง 91
4.6 แผนผังแสดงสาเหตุและผลวิเคราะห์ปัญหาของเสียในสายการผลิตตัวอย่าง 93
4.7 สเกลชุดแท่นเลื่อนที่ถูกปรับเปลี่ยนในสายการผลิตตัวอย่าง 98
4.8 อุปกรณ์ชุดกลึงเกลียวที่ถูกปรับเปลี่ยนในสายการผลิตตัวอย่าง 98
4.9 แผ่นตารางตั้งความเร็วรอบที่ถูกปรับเปลี่ยนในสายการผลิตตัวอย่าง 99
4.10 เครื่องเจียรที่ถูกปรับเปลี่ยนในสายการผลิตตัวอย่าง 99
4.11 โต๊ะทำงานที่จัดสร้างขึ้นในสายการผลิตตัวอย่าง 100

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

4.12 การปรับปรุงขั้นตอนงานปะยาในสายการผลิตตัวอย่าง 101
4.13 การปรับปรุงขั้นตอนงานเจียรในสายการผลิตตัวอย่าง 101
4.14 การปรับปรุงขั้นตอนงานเจียรในสายการผลิตตัวอย่าง 102
4.15 ผังโรงงานสายการผลิตตัวอย่างหลังการปรับปรุง 116
4.16 เปรียบเทียบจำนวนของเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง 118
4.17 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์มูลค่างานเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง 118
4.18 จำนวนสถานีงานในสายการผลิตตัวอย่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง 119
4.19 จำนวนพนักงานในสายการผลิตตัวอย่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง 119
4.20 ขั้นตอนการทำงานในสายการผลิตตัวอย่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง 120
4.21 รอบเวลาหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับค่า Takt Time (KB5-01) 121
4.22 รอบเวลารวมเปรียบเทียบ ก่อน-หลังการปรับปรุง (KB5-01) 121
4.23 รอบเวลาหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับค่า Takt Time (KB5-03) 122
4.24 รอบเวลารวมเปรียบเทียบ ก่อน-หลังการปรับปรุง(KB5-03) 123
4.25 รอบเวลาหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับค่า Takt Time (KB5-02 และKB5-04) 123
4.26 รอบเวลารวมเปรียบเทียบ ก่อน-หลังการปรับปรุง (KB5-02 และKB5-04) 124
4.27 เปรียบเทียบระยะทางการไหลระหว่างกระบวนการสายการผลิตตัวอย่าง 125
4.27 ผลิตภาพการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง 127

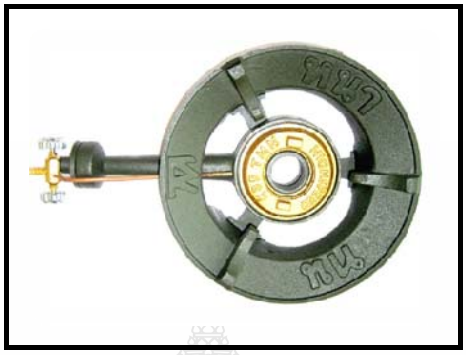
บทที่1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากสภาวการณ์ที่ราคาพลังงานเกิดความผันผวน มีแนวโน้มที่จะปรับตัวสูงขึ้นทั้งจากกลไกการตลาด และจากนโยบายของภาครัฐ อีกทั้งการขาดแคลนแหล่งพลังงานทดแทนที่เหมาะสม ส่งผลให้สถานประกอบการที่ผลิตอุปกรณ์เตาแก๊สหันมาให้ความสนใจในการลดต้นทุนการผลิตเพื่อแข่งขันกับผู้ประกอบการในธุรกิจประเภทเดียวกันภายในประเทศ และจากการแข่งขันในโลกเสรีทางการค้าซึ่งทำให้ผู้ประกอบการชาวไทยต้องพบกับคู่แข่งทางการค้าที่เข้มแข็งจากต่างประเทศ ทั้งนี้ทำให้เกิดการแข่งขันที่รุนแรงและสร้างความยากลำบากในการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการภายในประเทศเป็นอย่างมาก ผู้ประกอบการชาวไทยหลายรายต้องเลิกกิจการเนื่องจากกระบวนการผลิตมีต้นทุนที่สูง และไม่สามารถแข่งขันกับคู่แข่งทางการค้าได้ ผู้ประกอบการบางรายต้องดำเนินธุรกิจทั้งๆที่ต้องประสบภาวะขาดทุนอยู่ตลอดเวลา เพียงเพื่อต้องการรักษาธุรกิจไว้ และคาดหวังว่าธุรกิจจะกลับมามีกำไรในอนาคต ส่วนหนึ่งสาเหตุมาจากการขาดประสบการณ์ในการวางแผนการผลิต มีสัดส่วนของเสีย (Defect) เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก สายการผลิตเกิดความไม่สมดุลทำให้กำลังการผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าในอนาคต ซึ่งเป็นสาเหตุให้ต้องสูญเสียส่วนแบ่งทางการตลาดให้กับผู้ประกอบการรายอื่นที่มีความพร้อมมากกว่าจากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยการตลาดพบว่าภาคครัวเรือน และการค้ามีสัดส่วนปริมาณการใช้แก๊สมากที่สุดประมาณ 70% ของภาคธุรกิจ [1] ที่ใช้แก๊สหุงต้มทั้งหมด และเมื่อพิจารณาลงไปในภาคครัวเรือน และการค้า พบว่าธุรกิจร้านอาหารมีอัตราปริมาณการใช้แก๊สหุงต้มที่สูงถึง 6 แสนล้านบาทต่อปีอีกทั้งอัตราการเติบโตของมูลค่าการตลาดร้านอาหารมีปริมาณ 10-15%ต่อปี และมีอัตราการเติบโตของจำนวนร้านอาหารประมาณ 17% ต่อปี [2] จึงทำให้ผู้ประกอบการที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตอุปกรณ์หัวเตาแก๊สหันมาให้ความสนใจและมุ่งมั่นที่จะพัฒนาศักยภาพผลิตภัณฑ์ของตนเองให้มีประสิทธิภาพทั้งในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และกระบวนการผลิตที่มีการสั่งเพิ่มปริมาณการผลิตอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาด และแข่งขันกับคู่แข่งทางการค้าในธุรกิจประเภทเดียวกันได้

บริษัท ที เอ็ม เอ็น แมชชีนแอนด์ฟราวน์ดรี้ จำกัด ได้เปิดดำเนินกิจการขึ้นเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ. 2549 จดทะเบียนมีฐานะเป็นนิติบุคคลสำนักงานตั้งอยู่ เลขที่ 43/6 หมู่ที่ 3 ตำบลบางแก้ว อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ดำเนินธุรกิจประเภทงานหล่อโลหะ และขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ โดย

แบ่งส่วนงานออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ 1.ส่วนของงานหล่อเหล็กตามแบบทั่วไป ซึ่งจะรับหล่อเหล็กชนิดต่างๆตามคุณสมบัติของลูกค้า และ 2.ส่วนของผลิตภัณฑ์ที่เป็นตราของบริษัทตัวอย่างเอง ซึ่งจะเป็นการผลิตหัวเตาแก๊สในรุ่นต่างๆ เช่น หัวเตาแก๊สรุ่น KB5 หัวเตาแก๊สรุ่น KB8 หัวเตาแก๊สรุ่น C30 หัวเตาแก๊สรุ่น C40 ดังแสดงในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์ชุดหัวเตาแก๊สเหล็กหล่อประกอบเสร็จ [3]

บริษัทมี วิสัยทัศน์ (Vision) คือ ต้องการเป็นผู้นำในการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กหล่อ และขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แบบครบวงจรในพื้นที่ฝั่งธนบุรี โดยมีพันธกิจ (Mission) ในการมุ่งเน้นการสร้างผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพ และสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้าโดยมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่องอีกทั้งสร้างความประทับใจให้กับลูกค้าทุกรายเพื่อผูกขาดทางการค้า เป้าหมาย (Goal) ของบริษัทต้องการเพิ่มความเติบโตของยอดผลิตอย่างน้อยร้อยละ 15 ต่อปี และเพิ่มปริมาณส่วนแบ่งทางการตลาดภายในประเทศอย่างน้อยปีละ 5% โดยมีกลยุทธ์ (Strategy) ในการดำเนินธุรกิจ คือ กิจการของบริษัทมีความแข็งแกร่งทางธุรกิจอยู่ในระดับปานกลาง ผู้บริหารมีความรู้ และความเชี่ยวชาญในด้านการประกอบธุรกิจประเภทงานหล่อโลหะเป็นอย่างดี อุตสาหกรรมมีอัตราการเติบโตอย่างต่อเนื่อง มุ่งเน้นการสร้างความแตกต่างของคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยสามารถกำหนดราคาสินค้าที่ได้เปรียบคู่แข่งทางการค้าในธุรกิจประเภทเดียวกัน ปริมาณการสั่งผลิตในปัจจุบันบริษัทสั่งผลิตตามความต้องการของลูกค้าซึ่งมากน้อยแตกต่างกันในแต่ละเดือน ดังแสดงในตารางที่ 1.1 ซึ่งเป็นข้อมูลยอดการสั่งผลิตตั้งแต่เดือน มกราคม ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2553

ตารางที่ 1.1 ยอดการสั่งผลิตหัวเตาเหล็กหล่อตั้งแต่เดือน มกราคม ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2553

รุ่นผลิตภัณฑ์	จำนวนการผลิตต่อเดือน (ชุด)					
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน
C-30	858	842	756	892	760	740
C-40	676	650	760	830	450	750
KB-8	1,754	1,620	1,430	850	1,250	940
KB-5	3,187	3,260	3,840	4,160	4,652	4,987

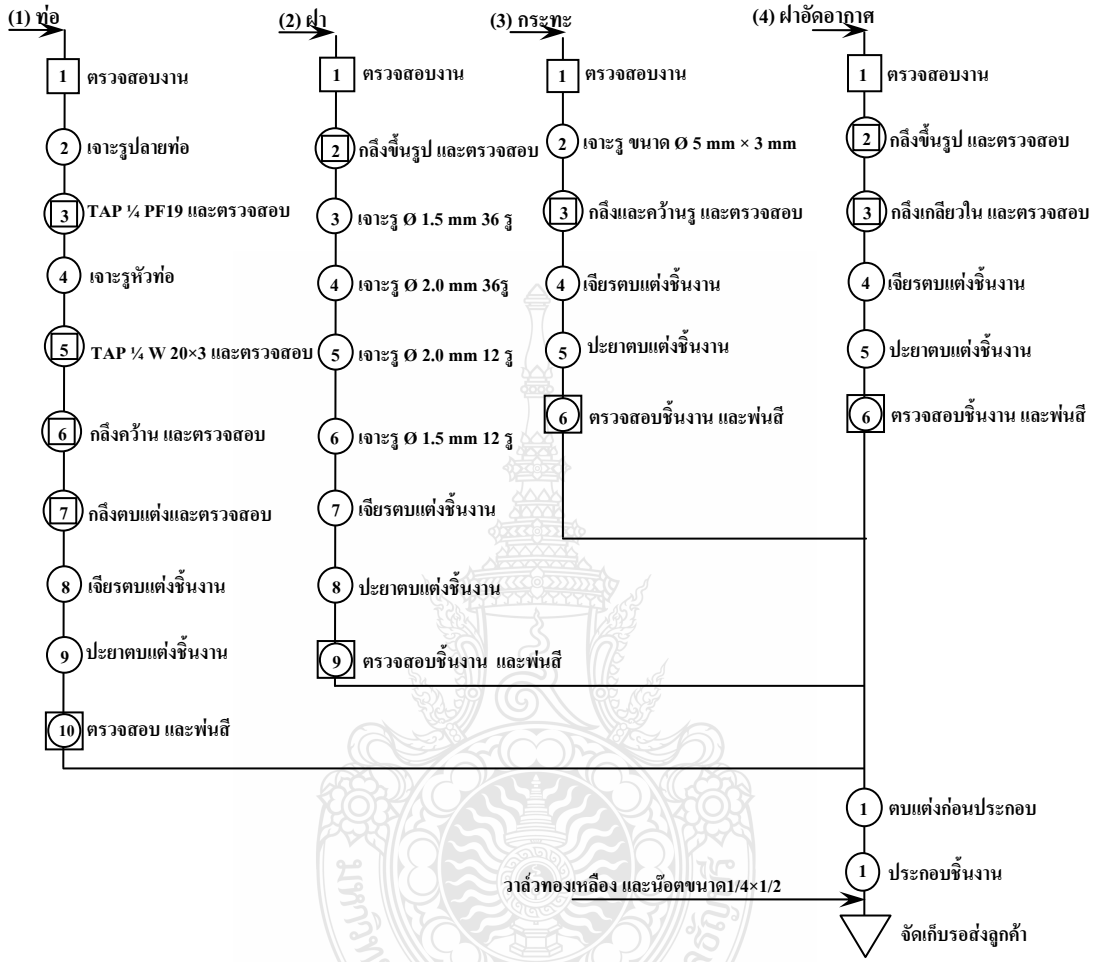
จากข้อมูลในตารางที่ 1.1 จะเห็นว่ารายการผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการสูงอย่างต่อเนื่อง คือ ผลิตภัณฑ์หัวเตาแก๊สรุ่น KB-5 ซึ่งมีปริมาณการสั่งผลิตในช่วง 6 เดือนแรก เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และจากข้อมูลของฝ่ายการตลาด (Marketing) มีใบสั่งซื้อจากลูกค้าเพิ่มขึ้นในเดือน กรกฎาคม ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2553 อีก เดือนละ 3,000 ชุดแต่กำลังการผลิตของบริษัทสามารถผลิตได้เดือนละไม่เกิน 5,000 ชุด/เดือน ทำให้บริษัทตัวอย่างต้องการเพิ่มผลผลิตให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า โดยผลิตภัณฑ์ที่จะใช้เป็นผลิตภัณฑ์ตัวอย่างในการดำเนินงานวิจัยมีส่วนประกอบทั้งหมด 4 ชิ้นดังแสดงในภาพที่ 1.2 ซึ่งได้แก่ (1) ท่อ (2) ฝา (3) กระทะ (4) ฝาอัดอากาศ

(1) ท่อ (2) ฝา (3) กระทะ (4) ฝาอัดอากาศ

ภาพที่ 1.2 ชิ้นส่วนหัวเตาแก๊สเหล็กหล่อ รุ่น KB-5

จากส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 1.2 สามารถอธิบายได้ว่ากระบวนการผลิตก่อนถึงสายงานการประกอบมีทั้งหมด 4 สาย โดยแต่ละสายมีขั้นตอนการผลิตมากน้อยแตกต่างกันไป และเพื่อให้สามารถมองเห็นขั้นตอนการผลิตในแต่ละสายการผลิตได้อย่างชัดเจนผู้วิจัยได้นำ

แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) มาใช้เพื่ออธิบายขั้นตอนกระบวนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart)

จากภาพที่ 1.3 แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) สามารถอธิบายได้ดังนี้ การปฏิบัติงานทุกสายการผลิตจะเริ่มจากรับงานจากพนักงาน QA ก่อนส่งมอบให้แต่ละสายการผลิตในช่วงเช้าของแต่ละวันเมื่อรับชิ้นงานแล้วนำมาตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Control) อีกครั้งในสถานีงานที่ 1 ซึ่งกระบวนการนี้เป็นการตรวจสอบแบบ 100% ทุกสายการผลิต เนื่องจากผลิตภัณฑ์หัวเตาแก๊สเมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้นในกระบวนผลิตจะไม่สามารถนำงานกลับมาซ่อม (Rework) ได้ต้องนำกลับเข้ากระบวนการหลอมใหม่พียงอย่างเดียว โดยวิธีการสังเกตงานเสียจากกระบวนการหล่อโลหะได้แก่ งานหล่อเป็นตามด งานหล่อไม่เต็ม งานหล่อบวม งานหล่อเบี้ยว เป็น

ต้น เมื่อผ่านการตรวจสอบได้รับการยอมรับ (Accept) ชิ้นงานก็จะถูกส่งไปยังสายการผลิตแต่ละสายต่อไป ถ้าชิ้นงานไม่สามารถยอมรับได้จะถูกส่งกลับ (Reject) ไปยังโรงหล่อเพื่อนำเข้ากระบวนการหลอมใหม่ ซึ่งการศึกษาข้อมูลจากรูปที่ 1.3 ยังพบอีกว่าแต่ละสายการผลิตมีสถานีงานและขั้นตอนการทำงานแตกต่างกันโดยสามารถอธิบายได้ดังนี้ (1) สายการผลิตท่อมีจำนวนสถานีงาน 10 สถานี ขั้นตอนการทำงาน 15 ขั้นตอน (2) สายการผลิตฝามีจำนวนสถานีงาน 9 สถานี ขั้นตอนการทำงาน 11 ขั้นตอน (3) สายการผลิตกระทะมีจำนวนสถานีงาน 6 สถานี ขั้นตอนการทำงาน 8 ขั้นตอน (4) สายการผลิตฝาอัดอากาศมีจำนวนสถานีงาน 6 สถานี ขั้นตอนการทำงาน 9 ขั้นตอน เมื่อมีการลงไปสังเกตกระบวนการผลิตอย่างใกล้ชิดผู้วิจัยพบปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) การทำงานของพนักงานยังไม่มีเวลามาตรฐาน

2) การไหลของงานระหว่างกระบวนการมีระยะทางมากเกินไป

3) การจัดวางพื้นที่ในการใช้ประโยชน์ยังมีพื้นที่ว่างเปล่าจำนวนมาก

4) การเคลื่อนไหวร่างกายของพนักงานผู้ปฏิบัติงานมีมากเกินความจำเป็นทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต และเกิดความเมื่อยล้า

5) เกิดปัญหางานคอขวด (Bottleneck) ทำให้เกิดงานระหว่างกระบวนการ (Work In Process: WIP) และการรอคอยชิ้นงาน (Waiting) ในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันตามความต้องการของลูกค้าซึ่งทั้งหมดเกิดจากกระบวนการผลิตที่ไม่สมดุล คือ มีรอบเวลาการผลิตที่ไม่สม่ำเสมอบางขั้นตอนการทำงานมีรอบเวลาการผลิตที่สูงในขณะที่บางขั้นตอนการทำงานมีรอบเวลาการผลิตที่ต่ำ

6) มีขั้นตอนการผลิตมากเกินความจำเป็นบางขั้นตอนเป็นงานทำซ้ำๆกันทำให้เกิดเวลาสูญเปล่าขึ้นในกระบวนการผลิต

7) เกิดของเสีย (Defect) ขึ้นในกระบวนการผลิต

จากปัญหาที่กล่าวมา ผู้บริหารของบริษัทตัวอย่างมีความต้องการที่จะดำเนินการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยผู้วิจัยได้เสนอแนวทางในการแก้ไขไว้ดังนี้ เริ่มจากการศึกษาเวลามาตรฐานของแต่ละขั้นตอนการทำงาน และกำหนดเป้าหมายการผลิตโดยผู้บริหารเอง ปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดของเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิต จากนั้นทำการออกแบบสายการผลิตด้วยวิธีการปรับปรุงการทำงานในบางขั้นตอน และกำจัดขั้นตอนที่ไม่มีความจำเป็นออกจากกระบวนการจากนั้นจัดวางผังโรงงานใหม่เพื่อลดระยะทางการไหลของวัสดุระหว่างกระบวนการ โดยจะพยายามให้การผลิตเกิดความสมดุลมากที่สุด สามารถเพิ่มผลผลิต สร้างมาตรฐาน และประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานให้กับองค์กร

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 เพื่อลดของเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิตหัวเตาแก๊สรุ่น KB-5 จาก 2.96 %ให้เหลือไม่เกิน 0.5 %

1.2.2 เพื่อหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) ในการปฏิบัติงานของพนักงานในสายการผลิตหัวเตาแก๊สรุ่น KB-5

1.2.3 เพื่อจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) หัวเตาแก๊ส รุ่นKB-5

1.2.4 เพื่อวางผังโรงงาน (Plant Layout) ลดระยะทางการไหลของงานระหว่างกระบวนการสายการผลิตหัวเตาแก๊ส รุ่น KB-5

1.2.5 เพื่อเพิ่มผลผลิต (Productivity) สายการผลิตหัวเตาแก๊ส รุ่น KB-5 จาก 5,000 ชุด/เดือน ให้ได้ 8,000 ชุด/เดือน

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

หลังจากการใช้หลักการลดความสูญเสีย 7 ประการเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิต ปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยหลักการควบคุมการทำงานด้วยสายตา ใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตและจัดวางผังโรงงานใหม่แล้ว สามารถกำจัด และลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มต่อตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งได้แก่ งานที่เป็นจุดคอขวด ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย การเคลื่อนไหวที่มีมากเกินความจำเป็น ลดระยะทางการไหลของงานระหว่างกระบวนการ กำหนดเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน และสามารถเพิ่มผลผลิตในสายการผลิตตัวอย่างได้ตามความต้องการของลูกค้าที่มีเพิ่มมากขึ้นได้

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตหัวเตาแก๊ส รุ่น KB-5 เพื่อเพิ่มผลผลิตให้ได้ตามความต้องการของลูกค้าที่ 8,000 ชุดต่อเดือน ด้วยวิธีการศึกษาการทำงานเพื่อลดของเสีย (Defect) ในกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากปัจจุบัน 2.96% ให้เหลือไม่เกิน 0.5% จัดสมดุลสายการผลิตโดยพยายามให้รอบเวลา (Cycle Time) ของแต่ละสถานีงานทุกสายการผลิตมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับแต่ไม่เกินจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ที่ 69.30 วินาทีต่อชิ้น ด้วยการใช้เทคนิค ECRS กำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่มีความจำเป็นออกกระบวนการผลิต รวมขั้นตอนการทำงานที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเข้าด้วยกัน จัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น และจัดวางผังโรงงานใหม่เพื่อลดระยะทางการไหลของงานระหว่างกระบวนการให้เหลือน้อยที่สุด โดยเลือกศึกษาเฉพาะกระบวนการผลิตหัวเตาแก๊ส รุ่น KB-5 ของบริษัทตัวอย่างเท่านั้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย 11 ขั้นตอน มีรายละเอียดการดำเนินงานดังนี้

1.5.1 ศึกษากระบวนการผลิตจากข้อมูลเอกสารของฝ่ายผลิต และเข้าสังเกต ณ สายการผลิต

1.5.2 เก็บข้อมูล เช่น เวลาที่ใช้การผลิต วิธีการทำงานของพนักงาน ระยะทางการไหลของงาน และจำนวนงานเสียในกระบวนการผลิต

1.5.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสาเหตุของปัญหาด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 QC Tools และหลักเกณฑ์การตั้งคำถาม 5W1H

1.5.4 เสนอแนวทางการปรับปรุงต่อผู้บริหารเพื่อขออนุมัติ

1.5.5 ดำเนินการปรับปรุงจัดสมดุลสายการผลิตด้วยเทคนิค ECRS

1.5.6 เก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง

1.5.7 วิเคราะห์ และประเมินผลก่อน และหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

1.5.8 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1.5.9 เผยแพร่งานวิจัย

1.5.10 นำงานวิจัยเสนอต่อคณะกรรมการ

1.5.11 จัดทำ และพิมพ์รูปเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถลดของเสีย (Defect) และควบคุมการผลิตไม่ให้เกิดของเสียเกิน 0.5 %

1.6.2 สามารถกำจัดขั้นตอน (Eliminate) ที่ไม่มีความจำเป็นออกจากกระบวนการ และรวมขั้นตอน (Combine) ที่ปฏิบัติซ้ำกันเข้าเป็นขั้นตอนเดียวกันได้

1.6.3 สามารถลดการสูญเสียเวลาจากงานคอขวด (Bottleneck) ทำให้คน และเครื่องจักรทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

1.6.4 สามารถกำหนดให้เป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time) ในการปฏิบัติงานได้

1.6.5 สามารถลดระยะทางการไหลของงานระหว่างกระบวนการได้

1.6.6 สามารถเพิ่มผลผลิตให้กับสายการผลิตตัวอย่างได้ตามความต้องการของลูกค้า

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และวิจารณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตมักจะประสบปัญหาการผลิตที่ไม่สมดุลอยู่เสมอซึ่งมีผลมาจากความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเดือนซึ่งโรงงานหรือสายการประกอบจะต้องมีความสามารถในการยืดหยุ่นต่อความต้องการนั้นๆได้มักมีความเข้าใจผิดอยู่เสมอว่าการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) นั้นทำครั้งเดียวก็พอโดยมีวัตถุประสงค์ก็เพื่อต้องการให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงที่สุดทำให้เกิดการผลิตที่มากเกินไป (Over Production) ขึ้นในสายการผลิตบางสถานีงานพนักงานทำงานจนไม่มีเวลาพักนี่คือสิ่งบ่งชี้แรกของความไม่สมดุล [4] ส่วนโรงงานที่สมดุลการผลิตดีแต่ไม่คำนึงถึงจังหวะความต้องการของลูกค้าในแต่ละวันผลที่ตามมาก็ คือ หากรอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) มีความเร็วมากกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) มากก็จะเกิดการว่างงานขึ้นในสายการผลิต ตรงกันข้ามหากจังหวะความต้องการของลูกค้ามีความเร็วมากกว่ารอบเวลาการทำงานก็จะทำให้ผลิตสินค้าไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า จำเป็นต้องมีการสั่งผลิตล่วงเวลา (Over Time) หรือจ้างผลิตเพิ่มเนื่องจากกำลังการผลิตไม่สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า [5]

การปรับปรุงกระบวนการเพิ่มผลผลิต (Productivity) ในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการผู้รับผิดชอบมักเลือกที่จะปรับปรุง และพัฒนาในด้านวิธีปฏิบัติงาน (Methods) และเครื่องจักร (Machine) เป็นหลักเนื่องจากปัจจัยทั้งสองอย่างเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ [6] หากแต่ในส่วนอื่นก็จำเป็นต้องมีการปรับปรุงไปพร้อมๆกันเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง [7]

งานวิจัยนี้ได้อาศัยแนวคิด และทฤษฎีการปรับปรุงผังโรงงาน (Plant Layout) เพื่อลดระยะทางการไหลของงานระหว่างกระบวนการที่มีมากเกินความจำเป็น [8, 9] พร้อมทั้งมีการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ในสายการผลิตที่เกิดปัญหางานคอขวด (Bottleneck) [5] โดยมุ่งเน้นศึกษาการเคลื่อนไหวที่มีมากเกินความจำเป็น ลดเวลา และขั้นตอนในการทำงานที่มีมากเกินไป [7] หาเวลามาตรฐาน(Standard Time) ในการปฏิบัติงาน [10, 11] และลดของเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิต [12] โดยใช้หลักการควบคุมการทำงานด้วยสายตา (Visual Control) [13] และวิศวกรรมซ่อมบำรุง [14] ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร ทฤษฎี วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษาโดยได้มีการวางแผนในการศึกษาเป็นลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.1 การเพิ่มผลผลิต (Productivity Improvement)

ความเป็นมา และแนวความคิดเรื่องการเพิ่มผลผลิต(Productivity)นั้นเริ่มต้นจากการนำแนวคิดตามหลักวิทยาศาสตร์มาใช้ในการบริหารซึ่งเริ่มมาจาก เฟรดเดอริค ดับบลิว เทเลอร์ (Frederick W. Taylor) ในปี พ.ศ. 2454 โดยเน้นว่าหลักการบริหารแบบวิทยาศาสตร์นั้นต้องการเปลี่ยนแปลงทัศนคติของทั้งพนักงาน และฝ่ายบริหารที่มองเห็นความจำเป็นในการใช้หลักวิทยาศาสตร์มาบริหาร การที่จะผลักดันให้เกิดผลผลิตนั้นต้องมีความร่วมมือจากกลุ่มคนหลายฝ่าย เช่น นายจ้าง ลูกจ้าง และประชาชนทั่วไป เนื่องจากการเพิ่มผลผลิต (Productivity) ก่อประโยชน์ให้กับบุคคลในกลุ่มต่างๆนั่นเอง การมีส่วนร่วมกันทุกฝ่ายเพื่อที่จะผลักดันให้เกิดผลผลิต และประโยชน์ที่เกิดขึ้นก็ได้จะกระจายไปอย่างเสมอภาคกัน ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของการเพิ่มผลผลิต [15]

2.1.1 แนวคิดในทางวิทยาศาสตร์การเพิ่มผลผลิต (Productivity) คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าของสินค้า และบริการที่ผลิตต่อมูลค่าของทรัพยากรที่ใช้ไป หรืออีกนัยหนึ่งก็ คือ ผลผลิตหารด้วยปัจจัยการผลิต ตัวอย่างผลผลิต เช่น รถยนต์ ตู้เย็น โทรทัศน์ ตู้ โต๊ะ อาหาร และอื่นๆ ปัจจัยของการผลิต คือ ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ แรงงาน วัตถุดิบ พลังงาน เครื่องจักร เงินทุน และอื่นๆการเพิ่มผลผลิตในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีการวัดการเพิ่มผลผลิต ซึ่งสามารถทำได้ทั้งการวัดทางกายภาพ (Physical Productivity) คือ วัดขนาดผลงานเป็นชิ้น น้ำหนักเวลา หรือจำนวนคนงาน และการวัดคุณค่า (Value Productivity) คือ วัดเป็นจำนวนเงินหรือค่าที่เป็นตัวเงิน ความหมายโดยสรุปก็คือการเพิ่มผลผลิตตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถวัดค่าได้ ทำให้สามารถมองเห็นได้ว่าการทำงานนั้นมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลหรือไม่โดยอาจใช้แนวทางการเพิ่มผลผลิตตามความเหมาะสมขององค์กรดังต่อไปนี้

1) ใช้ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม แต่ทำให้ผลิตผล**เพิ่มขึ้น**
2) ใช้ปัจจัยการผลิตน้อยลง แต่ทำให้ผลิตผล**เท่าเดิม**
3) ใช้ปัจจัยการผลิตน้อยลง แต่ทำให้ผลิตผล**เพิ่มขึ้น**
4) ใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ผลิตผล**เพิ่มขึ้น**มากกว่า
5) ลดจำนวนผลิตผลลงจากเดิมโดยลดอัตราการใช้ปัจจัยการผลิตในอัตราส่วนที่มากกว่า [16]

2.1.2 แนวคิดทางเศรษฐกิจ และสังคมในทางเศรษฐกิจ สังคมการเพิ่มผลผลิตเป็นเครื่องแสดงถึงระดับความสำเร็จของเป้าหมายพื้นฐานที่จะนำไปสู่การกินดีอยู่ดีของประชาชน คุณภาพชีวิต การทำงาน การเพิ่มผลผลิตจึงเป็นเครื่องวัดความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ และสังคมได้เป็นอย่างดี การเพิ่มผลผลิตระดับชาติแสดงถึงความสามารถของชาตินั้นในการดำเนินงานพัฒนาประเทศหรือพัฒนา

เศรษฐกิจให้มั่นคง และก้าวหน้ายิ่งๆขึ้นไปด้วยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2.1.3 แนวทางการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตในหน่วยงาน สำหรับหน่วยงาน องค์กร หรือบริษัทที่ต้องการส่งเสริมหรือปรับปรุงการเพิ่มผลผลิต และการดำเนินการจัดการเกี่ยวกับเรื่องการเพิ่มผลผลิต อาจจัดตั้งคณะทำงานขึ้นรับผิดชอบงานนี้ซึ่งปัจจัยสำคัญที่จะทำให้งานการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตของหน่วยงานนั้นประสบผลสำเร็จได้จะต้องประกอบด้วยการสนับสนุนของฝ่ายบริหารระดับสูง คือ ผู้บริหารต้องให้การสนับสนุนทั้งในด้านการเงิน ขวัญกำลังใจ และเข้ามีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ เพื่อการส่งเสริม และปรับปรุงการเพิ่มผลผลิต บรรยากาศหรือสภาพแวดล้อมในงานที่เอื้ออำนวยจะเป็นสิ่งกระตุ้นให้ทุกคนในหน่วยงานเกิดความพยายามที่จะปรับปรุงการเพิ่มผลผลิต สร้างสรรค์บรรยากาศให้พนักงานมีทัศนคติที่ดีในการทำงาน มีการอบรมพัฒนาบุคลากร เป็นต้น ทุกคนในหน่วยงานหรือองค์กรถือเป็นข้อตกลงร่วมกัน และมีส่วนร่วมช่วยกันในเรื่องของการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิต การปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตเป็นโครงการต่อเนื่องระยะยาวสัมพันธภาพของพนักงานและฝ่ายบริหารต้องดี อันจะนำมาซึ่งความร่วมมือกันในการเร่งปรับปรุงการเพิ่มผลผลิต ในหน่วยงานการเพิ่มผลผลิตจะต้องมีการวัด และการประเมินการเพิ่มผลผลิตจะต้องมีการแบ่งปันอย่างยุติธรรมแก่ทุกฝ่ายการปรับปรุงเร่งรัดการเพิ่มผลผลิตเป็นเรื่องที่ต้องร่วมกันหลายฝ่ายในระดับโรงงานคือการรวมปัจจัยต่างๆในการผลิต ความคิดสร้างสรรค์ และการจัดการอย่างมีเหตุผล หลักการของฝ่ายจัดการที่จะปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตของทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิต อาจทำการปรับปรุงโดยรวมหรือแยกไปตามแต่ละปัจจัยก็ได้ เช่น

1) การเพิ่มผลผลิตของแรงงาน (Labor Productivity) สามารถส่งเสริม และปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตด้านแรงงานโดยการกระตุ้น และจูงใจพนักงาน (Worker Motivation) ฝึกอบรมทักษะ และพัฒนากำลังคน การปรับปรุงสภาพการทำงานให้ดีขึ้น การเพิ่มค่าจ้าง การปรับปรุงความเป็นอยู่ให้ดีขึ้น และจัดหาเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆให้พร้อม

2) การเพิ่มผลผลิตของทุน (Capital Productivity) หรือประสิทธิภาพในการใช้ทุนอาจปรับปรุงโดยยกระดับของเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ให้สูงขึ้น มีการบำรุงรักษาที่ดี และสม่ำเสมอพัฒนาทักษะของคนงานในการทำงานกับเครื่องจักร มีอะไหล่ อุปกรณ์พร้อมมีความสมดุลของเครื่องจักรเครื่องมือมีวัตถุดิบที่จะใช้ในกระบวนการผลิตพร้อมเสมอ และมีความต้องการของสินค้าหรือผลิตผลเพียงพอ

3) การเพิ่มผลผลิตของวัตถุดิบ (Raw Material Productivity) กำจัดการสูญเสียในทุกรูปแบบการคัดเลือกคุณภาพ และเตรียมวัตถุดิบที่ดีช่วยเพิ่มผลผลิตได้ ต้องมั่นใจว่าได้คุณค่าสูงสุดจากทรัพยากรที่ใช้ไป และได้เพิ่มคุณค่าแก่ผลิตภัณฑ์แล้ว [17]

2.1.4 ผลิตภาพ (Productivity) คือ อัตราส่วนของผลผลิตจริงที่ได้ต่อทรัพยากรที่ใช้จริงในการผลิต ซึ่งมักจะได้ยินกันในชื่อเรียกว่า “การเพิ่มผลผลิต” โดยเป็นกุญแจสำคัญนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ในเชิงเศรษฐศาสตร์ผลิตภาพเป็นดัชนีชี้วัดถึงความมีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตในรูปแบบของผลผลิตที่ได้ต่อการใช้ทรัพยากรต่างๆ ขององค์กร และยังเป็นหัวใจหลักในการวัดมูลค่าการเพิ่มของกระบวนการผลิต แม่คำว่าผลิตภาพหรืออัตราผลผลิตจะมีใช้มานานแล้วก็ตาม แต่ก็มีผู้ใช้คำอื่นๆ ที่มีความหมายคล้ายคลึงกันอีกหลายคำ เช่น ประสิทธิภาพการผลิต หรือการเพิ่มผลผลิต เป็นต้น ซึ่งต่างก็มีความหมายเดียวกันคือ หมายถึงความสามารถหรือประสิทธิภาพในการเปลี่ยนปัจจัยหรือทรัพยากรต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

เนื่องจากผลิตภาพ คือ ดัชนีวัดประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร ดังนั้นจึงอาจแสดงในรูปของสมการดังนี้

อัตราผลิตภาพ = ผลิตภัณฑ์หรือผลผลิตที่ได้ / ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต

หรือหากใช้อักศรย่ออาจเขียนได้ดังนี้

$$P = \frac{O}{I} \tag{2.1}$$

โดยให้ P = Productivity ผลิตภาพ

O = Output ผลิตภัณฑ์หรือผลผลิตที่ได้

I = Input ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต

การทำให้อัตราส่วนระหว่างผลผลิตที่ได้จากการผลิตกับทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตให้สูงขึ้นคือ การเพิ่มผลิตภาพ หรือ Productivity Improvement นั้นเอง ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญอันหนึ่งในการพัฒนาระบบเศรษฐกิจ จึงมีการใช้คำว่า “การเพิ่มผลผลิต” แทนคำว่าผลิตภาพ

2.1.5 การวัดผลผลิต การวัดผลิตภาพสามารถกระทำได้ในหลายระดับ ตั้งแต่ระดับประเทศ ระดับอุตสาหกรรม ลงไปจนถึงระดับหน่วยงาน ซึ่งระดับหน่วยงานมักจะวัดเป็นผลิตปัจจัยการผลิต เช่น ผลิตภาพแรงงาน ผลิตภาพเครื่องจักร ผลิตภาพการใช้วัตถุดิบ เป็นต้น

สำหรับผลิตภาพในระดับองค์การซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการลดต้นทุนและการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมขององค์การนั้น มักจะใช้การวัดใน 2 รูปแบบด้วยกัน คือ การวัดผลิตภาพเชิงรวม และการวัดผลิตภาพเชิงปัจจัยการผลิต [18]

1) การวัดผลิตภาพเชิงรวม มีอยู่สองวิธีด้วยกันคือ

ก. วิธีหักลบ เป็นการคำนวณจากแนวคิดการผลิตที่ว่า มูลค่าเพิ่มมีค่าเท่ากับ ยอดขายหักลบด้วยต้นทุนด้านการผลิต

มูลค่าเพิ่ม = ยอดขาย – ต้นทุนวัตถุดิบ – ค่าใช้จ่าย – สินค้าคงคลัง ณ ต้นปี
+ สินค้าคงคลัง ณ ปลายปี

ข. วิธีบวก เป็นการคำนวณจากแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์ที่ว่า มูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับ มูลค่าของค่าจ้างรวมกับมูลค่าส่วนเกินอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากธุรกิจ

มูลค่าเพิ่ม = ค่าจ้างแรงงาน + ค่าสวัสดิการ + ค่าดอกเบี้ย + เงินปันผลหุ้น
+ ค่าเสื่อมราคา + ภาษี

2) การวัดผลิตภาพเชิงปัจจัยการผลิต อาจวัดตามปัจจัยการผลิตต่างๆดังนี้

ก. ผลิตภาพแรงงาน = ผลผลิต/จำนวนชั่วโมงแรงงานที่ใช้ในการผลิต

ข. ผลิตภาพเครื่องจักร = ผลผลิต/จำนวนชั่วโมงการเดินเครื่อง

ค. ผลิตภาพวัตถุดิบ = ผลผลิต/ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ไป

ง.ผลิตภาพพลังงาน = ผลผลิต/จำนวนหน่วยของพลังงานที่ใช้ในการผลิต

2.2 ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes)

สาเหตุที่ต้องจำแนกเหตุการณ์ต่างๆที่ก่อให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการออกเป็นความสูญเสีย 7 ประการ ก็เพื่อให้ง่ายต่อการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับความสูญเสีย และง่ายต่อการปรับปรุงโดยความสูญเสีย 7 ประการ ประกอบด้วย [19, 15]

1) ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)
2) ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)
3) ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)
4) ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)
5) ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)
6) ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)
7) ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

2.2.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) การผลิตสินค้าปริมาณมากเกินความต้องการการใช้งานในขณะนั้นหรือผลิตไว้ล่วงหน้าเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิม

ที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work In Process: WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

1) ปัญหาจากการผลิตมากเกินไป

ก. เสียเวลาและแรงงานไปในการผลิตที่ยังไม่จำเป็น

ข. เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ WIP

ค. เกิดการขนย้าย

ง. ของเสียไม่ได้รับการแก้ไขทันที

จ. ต้นทุนจม

ฉ. ปิดบังปัญหาการผลิต

2) การปรับปรุงปัญหาจากการผลิตมากเกินไป

ก. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมผลิตตลอดเวลา

ข. ลดเวลาการตั้งเครื่องจักรโดยวิธีการศึกษาเวลาแล้วจึงทำการปรับปรุง

ค. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนเริ่มตั้งเครื่อง

ง. จัดลำดับขั้นตอนในการตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม

จ. กระจายงานอย่างเหมาะสมโดยไม่ให้เกิดการรองาน

ฉ. จัดหาหรือทำอุปกรณ์เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งอย่างรวดเร็ว

ช. ปรับปรุงขั้นตอนที่เป็นคอขวด (Bottleneck) เพื่อลดรอบเวลาการผลิต

ซ. ผลิตในปริมาณและเวลาที่ต้องการเท่านั้น

ฌ. ฝึกให้พนักงานมีทักษะหลายอย่าง

2.2.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) การซื้อวัสดุคราวละมากๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลาหรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอเป็นภาระในการดูแลและการจัดการ

1) ปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง

ก. ใช้พื้นที่จัดเก็บมาก

ข. ต้นทุนจม

ค. วัสดุเสื่อมคุณภาพ (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่ดีพอ)

ง. สั่งซื้อซ้ำซ้อน (หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่เพียงพอ)

จ. ต้องการแรงงานและการจัดการมาก

2) การปรับปรุงปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง

ก. กำหนดระดับในการจัดเก็บ มีจุดสั่งซื้อที่ชัดเจน

ข. ควบคุมปริมาณวัสดุโดยใช้เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) เพื่อให้สามารถเข้าใจและสังเกตได้ง่าย

ค. ใช้ ระบบเข้าก่อน ออกก่อน (First In First Out: FIFO) เพื่อป้องกันไม่ให้มีวัสดุตกค้างเป็นเวลานาน

ง. วิเคราะห์หาวัสดุทดแทน (Value Engineering) ที่สามารถสั่งซื้อได้ง่ายมาใช้แทน เพื่อลดปริมาณวัสดุที่ต้องทำการจัดเก็บ

2.2.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

1) ปัญหาจากการขนส่ง

ก. ต้นทุนในการขนส่ง ได้แก่ เชื้อเพลิง แรงงาน

ข. เสียเวลาในการผลิต

ค. วัสดุเสียหายหากวิธีการขนส่งไม่เหมาะสม

ง. เกิดอุบัติเหตุหากขาดความระมัดระวังในการขนส่ง

2) การปรับปรุงปัญหาจากการขนส่ง

ก. วางผังเครื่องจักรใหม่ จัดลำดับเครื่องจักรตามกระบวนการผลิตให้อยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อลดระยะทางขนส่งในแต่ละขั้นตอน

ข. ลดการขนส่งซ้ำซ้อน

ค. ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสม

ง. ลดปริมาณชิ้นงานในการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อให้สามารถส่งงานไปให้ขั้นตอนต่อไปได้เร็วขึ้นไม่ต้องเสียเวลารอนาน

2.2.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) ท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

1) ปัญหาจากการเคลื่อนไหว

ก. เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต

ข. เกิดความล้าและความเครียด

ค. อุบัติเหตุ

ง. เสียเวลาและแรงงานในการทำงานที่ไม่จำเป็น

2) การปรับปรุงปัญหาจากการเคลื่อนไหว

ก. ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดและเหมาะสมที่สุดตามหลักกายศาสตร์ (Ergonomic) เท่าที่จะทำได้

ข. จัดสภาพการทำงาน (Working Condition) ให้เหมาะสม

ค. ปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงานทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jig and Fixtures) เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

2.2.5 ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing) เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำๆ กันในหลายขั้นตอนซึ่งไม่มีความจำเป็นเพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงานหรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

1) ปัญหาจากกระบวนการผลิต

ก. เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็นของการทำงาน

ข. สูญเสียพื้นที่การทำงานสำหรับกระบวนการนั้นๆ

ค. ใช้เครื่องจักรและแรงงานโดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์

2) การปรับปรุงปัญหาจากกระบวนการผลิต

ก. วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้ Operation Process Chart

ข. ใช้หลักการ 5W1H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการ

ค. หากระบวนการทดแทนที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ของงานอย่างเดียวกัน

2.2.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay) การรอคอยเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงานเพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

1) ปัญหาจากการรอคอย

ก. ต้นทุนแรงงาน เครื่องจักร และค่าโสหุ้ย ที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม

ข. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

ค. เกิดปัญหาเรื่องขวัญและกำลังใจ

2) การปรับปรุงปัญหาจากการรอคอย

ก. จัดวางแผนการผลิต วัตถุดิบและลำดับการผลิตให้ดี

ข. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา

ค. จัดสรรงานให้มีความสมดุล

ง. ปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิต และจัดสรรกำลังคนให้เหมาะสม

จ. เตรียมเครื่องมือที่จะใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้พร้อม

ฉ. ใช้อุปกรณ์เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต

2.2.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect) เมื่อของเสียถูกผลิตออกมาของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการหรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

1) ปัญหาจากการผลิตของเสีย

ก. ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

ข. สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย

ค. เกิดการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขงาน

ง. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส

2) การปรับปรุงปัญหาจากการผลิตของเสีย

ก. มีมาตรฐานของงานและมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง

ข. พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่แรก

ค. พยายามปรับปรุงอุปกรณ์ที่ป้องกันการทำงานที่ผิดพลาด (Poka Yoke)

ง. ฝึกให้พนักงานมีจิตสำนึกทางด้านคุณภาพ

จ. ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็วในทุกขั้นตอนการผลิต (Quick Response System)

2.3 หลักการควบคุมการทำงานด้วยสายตา (Visual Control)

การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) เป็นวิธีการควบคุม และบริหารจัดการเพื่อแสดงสารสนเทศสถานที่ทำงานในรูปแบบที่ชัดเจนและมองเห็นได้ง่ายสำหรับพนักงาน นอกจากนี้ยังช่วยระบุความผิดปกติได้ทันทีด้วยสายตา โดยมุ่งนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ให้อ่านเข้าใจได้ง่ายและแสดงข้อมูลด้วยตาราง สัญลักษณ์ ภาพ และแผนภาพ แต่การนำเสนอต้องมีความหมาย สาระและสามารถดึงดูด

ความสนใจเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยย้ำเตือนเป้าหมายต่าง ๆ เช่น ผลการปฏิบัติงานของพนักงานบนบอร์ด การทำรหัสจัดเก็บวัสดุเพื่อสะดวกในการค้นหา มาตรฐานการผลิต วิธีการทำงาน ตารางการผลิต ปัญหาของเสีย เป็นต้น ทำให้หัวหน้างานสามารถติดตามความคืบหน้าและความแตกต่างระหว่างเป้าหมายกับผลลัพธ์จริง ซึ่งสารสนเทศดังกล่าวยังช่วยให้ทีมงานประเมินปัญหา และค้นหาแนวทางแก้ไขอย่างรวดเร็วดังนั้นจึงมักถูกใช้ประยุกต์กับการไหลของงานหรือการบริหารพื้นที่ทำงานประจำวันเพื่อเป็นแนวทางสำหรับควบคุมด้วยตนเอง (Self controlling) และเป็นองค์ประกอบหลักของการดำเนินตามแนวทางของลีนที่มุ่งขจัดความผันแปรที่เกิดขึ้นจากปัจจัยของกระบวนการ นั่นคือ เครื่องจักร (Machine) วัสดุ (Material) วิธีการ (Method) คน (Man) รวมทั้งความผันแปรของผลิตผลที่ประกอบด้วย คุณภาพ (Quality) การส่งมอบ (Delivery) และต้นทุน (Cost) การควบคุมด้วยสายตาจะเกิดประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในพื้นที่ทำงานจะต้องได้รับการสนับสนุนด้วยระบบการบริหารด้วยสายตา ซึ่งเป็นวิธีการบริหารด้วยการใช้สารสนเทศในสถานที่ทำงานอย่างชัดเจนจนมองเห็นได้ง่ายสำหรับผู้รับผิดชอบเพื่อจำแนกความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ทันทีด้วยการแบ่งปันสารสนเทศให้ทุกคนได้รับรู้ โดยมีการแจ้งกลับสถานะของการดำเนินงานแบบเวลาจริงซึ่งเป็นเสมือนระบบประสาทของโรงงาน โดยมุ่งการติดตามกิจกรรมต่าง ๆ ที่ดำเนินภายในโรงงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง เช่น การแสดงข้อมูลการเกิดของเสีย และปัญหาที่เกิดขึ้นไว้ในตำแหน่งสูงไม่เกิน 4 ฟุต เพื่อให้ผู้ควบคุมสามารถมองเห็นได้ง่ายเมื่อต้องการติดตามตรวจสอบและดำเนินการแก้ไขอย่างทันเวลา ดังนั้นการควบคุมการทำงานด้วยสายตาจึงสนับสนุนให้การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นให้พนักงานได้รับทราบสถานะปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว โดยจะประกอบด้วย

1) การใช้สัญญาณเสียง (Audio Signals) เพื่อใช้แจ้งเตือนปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานหรืออาจเรียกว่า Sound Warning เช่น การเกิดปัญหาเครื่องจักรขัดข้องในสายการผลิต นอกจากนี้ยังใช้สำหรับการแจ้งเวลาเริ่มต้น และหยุดพักการทำงาน

2) สารสนเทศการมองเห็น (Visual Information) เพื่อใช้ป้องกันความผิดพลาด (Prevent Mistake) ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานซึ่งมักแสดงด้วยรหัส/แถบสี (Color Coding) หรือการใช้เครื่องหมายแสดงระดับความปลอดภัย (Safe Range) ดังเช่น การใช้แถบสีแสดงระดับน้ำมันและการใช้ฉลากหรือสติ๊กเกอร์เพื่อจัดแยกประเภทชิ้นงานในสายการประกอบ

2.3.1 แนวทางดำเนินการควบคุมด้วยสายตา

สำหรับแนวทางสร้างระบบควบคุมด้วยสายตาจะขึ้นอยู่กับสภาพของแต่ละโรงงาน แต่โดยทั่วไปการดำเนินการอย่างมีประสิทธิผลจะอาศัยการดำเนินงานตามวงจรของเดมมิ่ง (PDCA) ซึ่งมีแนวทาง และขั้นตอน ดังนี้

1) การจัดตั้งคณะกรรมการ และทีมงาน (Plan)

2) การพัฒนาแผนงานและจัดทำงบประมาณ (Plan)

3) การประกาศและเริ่มดำเนินโครงการอย่างเป็นทางการ (Do)

4) ดำเนินการฝึกอบรมให้กับพนักงาน (Do)

5) ให้พนักงานนำหลักการควบคุมด้วยสายตาไปประยุกต์ใช้ในโรงงาน (Do)

6) ดำเนินการติดตามตรวจสอบผลลัพธ์และประเมินผล (Check)

7) ทางทีมงาน/ผู้รับผิดชอบดำเนินการแก้ไขปัญหา (Action)

3.2.2 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้การควบคุมการทำงานด้วยสายตา (Visual Control)

1) การควบคุมสายการผลิต

ก. เพื่อให้พนักงานทราบภาระงานที่ต้องทำจากคำสั่งที่ชัดเจนของหัวหน้างานและทำให้หน่วยงานวางแผนทราบสถานการณ์ปฏิบัติงานอย่างรวดเร็ว

ข. แบบการผลิต (Drawing) ที่มีความยุ่งยากให้ทำการแนบเอกสารประกอบ

ค. ใบรายงานการผลิตประจำวันควรระบุช่วงเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุดของงานเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผน และการควบคุมการผลิตครั้งต่อไป

2) การควบคุมคุณภาพและผลิตภาพสายการผลิต

ก. หากมีแค่ติดป้ายแสดงเป้าหมายอย่างเดียวอาจจะน่าสนใจเฉพาะตอนต้นปีเท่านั้น และเมื่อเห็นจนชินตาแล้วป้ายจะเป็นเพียงแค่กระดาษ 1 แผ่น ดังนั้นจึงควรแสดงผลประกอบการด้วย โดยเฉพาะการรายงานสัดส่วนของเสียรายเดือนแต่ละแผน และนำเสนอข้อมูลบนบอร์ดแสดงผลหรือกระดาษแผ่นใหญ่เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับรู้

ข. แสดงข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางลดของเสีย โดยแสดงเครื่องมือแสดงสาเหตุปัญหา เช่น การนำแผนภูมิ Pareto แสดงสาเหตุของเสีย และทำการเปรียบเทียบความสำเร็จเพื่อกระตุ้นให้พนักงานร่วมกันขจัดลดปัญหา แต่ข้อควรระวังการเปรียบเทียบคือกราฟ Pareto : Scale ต้องเท่ากันเพื่อป้องกันการแปลความหมายผิด

3) แสดงผลการดำเนินงานเพื่อรายงานให้กับฝ่ายบริหารและใช้สนับสนุนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ดังนั้นรายงานที่แสดงควรกระชับแต่ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารงานตามวงจร PDCA

4) การแสดงแผนผังองค์กร (Organization Chart) เพื่อทราบสายการบังคับบัญชา และหน้าที่ความรับผิดชอบแต่ละหน่วยงาน รวมถึงกิจกรรมกลุ่มต่าง ๆ อย่างเช่น กิจกรรม5ส QCC เพื่อกำหนดรายละเอียดกิจกรรม และตรวจติดตามความคืบหน้าการดำเนินการ

5) การแจ้งสถานะโดยรวมของสายการผลิตโดยมักแสดงด้วยสัญญาณไฟที่แต่ละเครื่องและสัญญาณดังกล่าวจะบอกถึงปัญหาเครื่องจักรขัดข้องหรือการเกิดของเสียในสายการผลิต นอกจากนี้ยังแจ้งเตือนพนักงานเกี่ยวกับเวลาจัดเตรียมกิจกรรมอย่าง เช่น การตั้งเครื่อง การถอดเปลี่ยนเครื่องมือ เป็นต้น

6) การจัดทำระเบียบมาตรฐานปฏิบัติงาน (Standard of Procedure หรือ SOP) โดยถูกรวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานในกระบวนการ และติดแสดงไว้ที่เครื่องจักรหรือหน่วยผลิต เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถดำเนินการได้อย่างถูกต้อง

2.4 หลักวิศวกรรมการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Engineering)

2.4.1 การซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance) การซ่อมบำรุงรักษา ตามมาตรฐานของอังกฤษ (British Standard) BS3811:1993 ได้ให้คำจำกัดความของการบำรุงรักษาหรือการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance) ไว้ว่า การบำรุงรักษา คือ งานที่ต้องปฏิบัติเพื่อรักษาสภาพหรือยกสภาพของเครื่องจักร รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ให้ได้มาตรฐานที่กำหนด หรืออีกนัยหนึ่งนั้น เป้าหมายของการบำรุงรักษา คือ การดูแลเครื่องจักรอุปกรณ์และโรงงานให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน และสามารถใช้งานได้ตามที่ฝ่ายผลิตต้องการ ดังต่อไปนี้

1) เครื่องจักรต้องสามารถใช้งานได้เมื่อต้องการใช้เครื่องจักรในการผลิต
2) เครื่องจักรต้องไม่ชำรุด หรือหยุดชะงักในขณะที่กำลังทำการผลิตอยู่
3) เครื่องจักรต้องสามารถทำการผลิตได้ในระดับการผลิตตามที่กำหนด
4) ถ้าต้องหยุดเครื่องจักรในขณะมีการผลิตจะต้องเสียเวลาให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้
5) ต้องการให้เครื่องจักรมีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด
6) เครื่องจักรตลอดอายุการใช้งานต้องทำงานได้อย่างเต็มสมรรถนะ
7) เครื่องจักรจะต้องมีความปลอดภัยในการทำงานสูง
8) ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาต่ำ

ระบบการซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Systems) หมายถึง งานหรือกิจกรรมใดๆที่จัดให้มีขึ้นเพื่อให้เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน (Available) ได้ตลอดเวลา

เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆเมื่อมีการนำมาใช้ในระบบการผลิต ถึงแม้ว่าจะออกแบบมาอย่างดีเพียงใดก็ตาม การเสื่อมสภาพ ชำรุด เสียหายย่อมเกิดขึ้นได้เสมอ เมื่อมีเหตุการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นก็จะต้องประสบกับความสูญเสียอย่างน้อยก็ด้วยเหตุผลสามประการดังต่อไปนี้

1) เมื่อเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ชำรุด จะไม่สามารถทำการผลิตได้ ผลกระทบตามมาคือ ทำให้สินค้าไม่เสร็จตามกำหนดการวางขาย เมื่อไม่มีการขายย่อมไม่มีรายได้

2) เมื่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิตเกิดการชำรุดหรือเสีย พนักงานย่อมไม่มีงานทำ ในขณะที่บริษัทยังต้องจ่ายค่าจ้างและค่าใช้จ่ายอื่นๆอย่างต่อเนื่อง

3) เมื่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ชำรุด เพียงหน่วยเดียวอาจจะทำให้ต้องหยุดเดินเครื่องทั้งระบบการผลิต ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียทั้งทางด้านการผลิตและการเงิน

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ การซ่อมบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบการผลิต ด้วยเหตุผลนี้จึงต้องแสวงหาวิธีการหรือเทคโนโลยีต่างๆที่ดีและเหมาะสมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้มีระบบการซ่อมบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.4.2 วัตถุประสงค์ของการซ่อมบำรุงรักษาการซ่อมบำรุงรักษามีวัตถุประสงค์หลักคือ การรักษาสภาพการใช้งานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้น ให้สามารถใช้งานได้ใกล้เคียงกับสภาพเดิมมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุดด้วย กล่าว คือ

1) การรักษาความสามารถพร้อมใช้งาน (Availability Performance) ประสิทธิผลของเครื่องจักร (Equipment Effectiveness) และอายุการใช้งานทางเทคนิค (Technical Lifetime) ให้เป็นไปตามแผน

2) ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยต้องคำนึงถึงความไม่เสี่ยงที่จะเกิดการเสียของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นๆขึ้น และอีกสิ่งหนึ่งต้องคำนึงถึงคือด้านความปลอดภัย และผลกระทบต่างๆ เช่น ทางด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

2.4.3 การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร (Depreciation) การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร คือการที่เครื่องจักรมีขีดความสามารถในการทำงานลดลงไปจากเดิม เมื่อเทียบกับความสามารถของเครื่องจักรเมื่อติดตั้งใหม่ๆ โดยการพิจารณาการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรสามารถจำแนกออกได้ดังนี้คือ

1) การเสื่อมสภาพของเครื่องจักรทางด้านเทคนิค เป็นการเสื่อมสมรรถนะตามกาลเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเปรียบเทียบกับสมรรถนะมาตรฐานของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เพราะเครื่องจักรที่ใช้งานในอุตสาหกรรมบางประเภทจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมเหล่านั้น เป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการผลิตเครื่องจักรใหม่ๆออกมาให้ทันกับเทคโนโลยีตลอดเวลา ทำให้เครื่องจักรที่มีอยู่เดิมต้องล้าสมัยในเวลาอันสั้นมาก เช่น เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิคส์

2) การเสื่อมสภาพของเครื่องจักรทางด้านเชิงพาณิชย์ เป็นการเสื่อมสภาพในแนวคุณค่าหรือมูลค่า หรือราคาเครื่องจักร โดยเครื่องจักรบางประเภทจะมีค่าเสื่อมที่ลดลงอย่างรวดเร็ว

3) การเสื่อมสภาพของเครื่องจักรในเชิงของการเสื่อมสมรรถนะ เนื่องจากเครื่องจักรประกอบด้วยชิ้นส่วนหลายชิ้นส่วน ในแต่ละชิ้นส่วนทำขึ้นจากวัสดุที่แตกต่างกันภายหลังจากการใช้งานเครื่องจักรไปได้ระยะหนึ่ง ชิ้นส่วนต่างๆเหล่านั้น จะเกิดมีการสึกหรอขึ้น ซึ่งก็เป็นไปตามหลักของธรรมชาติ การสึกหรอนั้นจะช้าหรือเร็วจะขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะตัวของเครื่องจักรและลักษณะของการใช้งาน ตลอดจนถึงการบำรุงรักษา

2.4.4 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษา การซ่อมบำรุงรักษาเป็นกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอโดยเฉพาะการซ่อมบำรุง รักษาแบบป้องกัน แต่หากดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาแบบป้องกันบ่อยเกินไป มากเกินไป ก็จะมีค่าใช้จ่ายที่สูงตามด้วย เช่น การเปลี่ยนชิ้นส่วนที่เร็วเกินไปทั้งๆที่ชิ้นส่วนนั้นยังสามารถใช้ต่อไปอีก และในทางตรงกันข้ามหากการซ่อมบำรุงรักษาแบบป้องกันทำน้อยเกินไป (Lack of Maintenance) ก็อาจจะเกิดการสูญเสียเนื่องจากการผลิตหรือการให้บริการนั้นหยุดชะงักลงเพราะชิ้นส่วนชำรุด ดังนั้นค่าใช้จ่ายและความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกรณีเครื่องจักรชำรุดหรือเสียประกอบด้วย ค่าใช้จ่าย 2 ส่วน ดังนี้ คือ

1) ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม เช่น ค่าอะไหล่ ค่าแรง ค่าโสหุ้ยในการซ่อม ความสูญเสียที่เกิดจากการชำรุดของเครื่องจักร เช่น ค่าใช้จ่าย การหยุดเครื่อง ค่าเสียโอกาสในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการเริ่มเดินเครื่องใหม่

2) ค่าใช้จ่ายในการดูแลเครื่องจักรและอุปกรณ์ เช่น ค่าแรงและค่าโสหุ้ยในการทำความสะอาด การหล่อลื่น ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนและซ่อมแซมชิ้นส่วนตามกำหนดในแผนค่าใช้จ่าย

2.5 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7QC Tools)

เป็นเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต ประกอบด้วย

1) ผังแสดงเหตุ และผล (Cause and Effect Diagram)
2) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)
3) กราฟ (Graphs)
4) แผ่นตรวจสอบ (Check sheet)
5) ฮีสโตแกรม (Histogram)
6) ผังการกระจาย (Scatter Diagram)
7) แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

นำมาใช้ครั้งแรกในอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศญี่ปุ่นเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างต่อเนื่องโดยใช้เครื่องมือดังกล่าวเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และแยกแยะสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสามารถควบคุมคุณภาพของผลผลิตให้มีคุณภาพสม่ำเสมอ ตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมการติดตามผลได้อย่างต่อเนื่อง ป้องกันการเกิดปัญหาในอนาคต เครื่องมือเหล่านี้จะใช้กลวิธีทางสถิติและความรู้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลช่วยให้การทำงานสะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจ [20] ในงานวิจัยนี้เลือกนำมาใช้ในส่วนที่มีความจำเป็นทั้งหมด 4 ชนิด ดังต่อไปนี้

2.5.1 ใบตรวจสอบ (Check Sheet) แบบฟอร์มที่มีการออกแบบให้มีช่องว่างเพื่อจะใช้ในการบันทึกข้อมูลได้ง่าย และสะดวก ถูกต้องไม่ยุ่งยาก ในการออกแบบฟอร์มทุกครั้งมีกำหนดวิธีการบันทึกข้อมูลที่ชัดเจน มีวัตถุประสงค์การใช้งานใบตรวจสอบ เพื่อแสดงผลการเก็บข้อมูล และรูปแบบของการแปรผันของข้อมูล เครื่องมือนี้ใช้ในชั้นเริ่มต้นเพื่อเก็บข้อมูล เมื่อกระบวนการทำงานได้ผลผลิตที่แปรเปลี่ยนผู้ใช้จะสังเกตผลจากข้อมูลที่เก็บในช่วงเวลาหนึ่ง และใช้เครื่องมือในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อตรวจดูผล ใบตรวจสอบยังมีประโยชน์ในด้านของการควบคุมรายละเอียดใบตรวจสอบที่มีการออกแบบมาดีจะสามารถเก็บรายละเอียดต่างๆของข้อมูลหรือสิ่งที่ทำการตรวจสอบได้อย่างครบถ้วนไม่เยิ่นเย่อเกินไป นอกจากนี้สามารถนำใบตรวจสอบมาใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงหรือเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงาน การออกแบบ และจัดทำใบตรวจสอบมีขั้นตอนต่อไปนี้

1) กำหนดเป้าหมายในการตรวจสอบ

2) กำหนดแบบฟอร์มสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยกำหนดให้หัวข้อของข้อมูลที่ต้องการทำการตรวจสอบอยู่ทางด้านซ้ายมือของกระดาษทางขวามือจะเว้นว่างไว้ให้ผู้ตรวจสอบกรอกรายละเอียด สำหรับเวลาในการตรวจสอบ และสถานที่ในการตรวจสอบควรเอาไว้บนหัวกระดาษ

3) จัดเก็บข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้ในการตรวจสอบผู้ทำการรวบรวมข้อมูลจะต้องทำการบันทึกข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง

ในการทำงานจริงโรงงานบางที่อาจไม่รู้ว่าจะต้องใช้ใบตรวจสอบแบบไหนกับงานแต่ละประเภทที่แตกต่างกันในระยะแรกผู้ประกอบการจึงอาจจะหาตัวอย่างของใบตรวจสอบมาจากหนังสือคู่มือ ตำราโดยเฉพาะในงานด้านวิศวกรรมจะมีตัวอย่างของใบตรวจสอบปรากฏอยู่ในหนังสือหลายเล่มหรืออาจไปขอยืมมาจากโรงงานที่รู้จักกันมาใช้ไปก่อน หลังจากนำมาใช้ไปได้ระยะหนึ่งทางโรงงานควรตรวจสอบดูว่าในการใช้งานมีปัญหาอะไรบ้าง สามารถบอกข้อมูลที่ต้องการได้หรือไม่แล้วจึงทำการดัดแปลงใบตรวจสอบให้มีลักษณะเฉพาะกับงานเพื่อที่ใบตรวจสอบช่วยให้เราสามารถพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้

2.5.2 แผนภูมิแท่งการจัดลำดับ (Pareto Diagram) เป็นแผนภูมิทางสถิติที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพของการผลิต โดยอาศัยหลักการจัดเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการผลิต เพื่อจะได้พิจารณาเลือกเรื่องที่มีความสำคัญมากมาทำการแก้ไขปรับปรุงก่อนเป็นลำดับแรก แผนภูมิแท่งการจัดลำดับนี้ช่วยทำให้มองเห็นภาพปัญหาหรือสาเหตุต่างๆ ที่มีเป็นจำนวนมากในการผลิตได้อย่างชัดเจน เนื่องจากเป็นการนำข้อมูลต่างๆที่บันทึกไว้มาสร้างเป็นแผนภูมิที่มีการจัดเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย ทำให้มองเห็นว่า อะไรควรจะต้องเลือกมาแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก เช่น สินค้าที่ผลิตมักพบว่ามีของเสีย (Defect) เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากและอยากรู้ว่าของเสียนั้นเกิดจากความบกพร่องใดเป็นหลัก วิธีการสร้างแผนภูมินี้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) รวบรวมข้อมูลโดยเก็บจำนวนความถี่ที่เกิดขึ้นแยกตามชนิดของความบกพร่องที่ทำให้เกิดของเสียโดยเก็บข้อมูลใส่ตารางตรวจสอบ (Check Sheet) ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสีย [20]

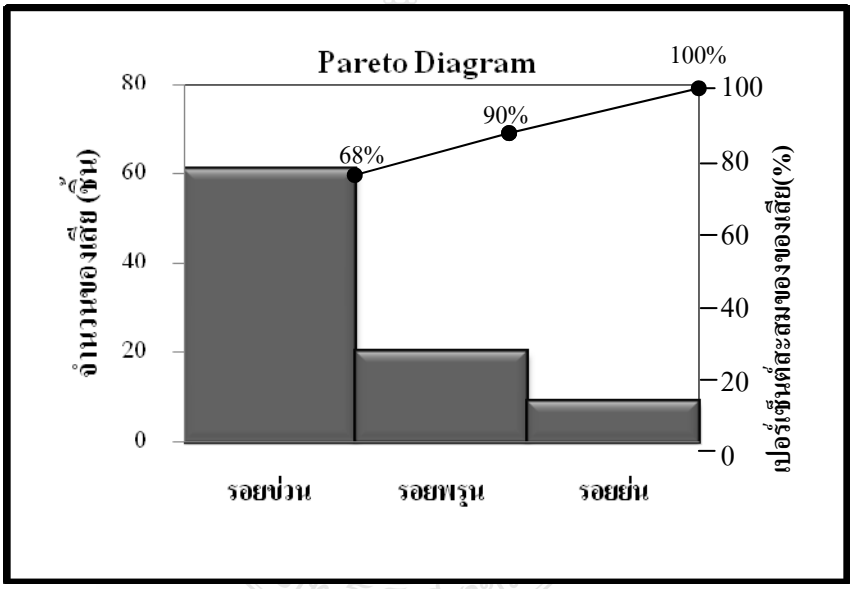
ชนิดของความบกพร่อง	จำนวนของเสียที่พบ(ชิ้น)
รอยพรุน	20
รอยข่วน	61
รอยย่น	9
รวม	90

2) นำข้อมูลที่รวบรวมได้มากรอกในตารางสรุปข้อมูลของแผนภูมิแท่งการจัดลำดับ (Pareto Diagram) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลมาจัดเรียงลำดับใหม่จากข้อมูลที่มีจำนวนความถี่ของปัญหาจากมากไปหาน้อย และคำนวณ ข้อมูลเพิ่มเติมอีก 3 คอลัมน์ (Column) คือ คอลัมน์จำนวนปัญหาสะสม คอลัมน์เปอร์เซ็นต์เทียบกับจำนวนปัญหารวม และคอลัมน์เปอร์เซ็นต์สะสม ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การคำนวณเปอร์เซ็นต์สะสมของเสีย [20]

ชนิดของความบกพร่อง	จำนวนของเสียที่พบ(ชิ้น)	จำนวนของเสียสะสม (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของเสียเทียบกับจำนวนรวม	เปอร์เซ็นต์สะสมของของเสีย
รอยข่วน	61	61	68	68
รอยพรุน	20 +	81	22 +	90
รอยย่น	9 +	90	10 +	100
รวม	90	-	100	

3) นำข้อมูลไปสร้างแผนภูมิโดยให้แกนตั้งซ้ายมือแสดงจำนวนของเสีย ส่วนขวามือแสดงเปอร์เซ็นต์สะสมของของเสีย และแกนนอนแสดงชนิดความบกพร่อง ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภูมิแท่งการจัดลำดับของเสีย (Pareto Diagram) [20]

4) กราฟแท่งที่ได้ แสดงความสัมพันธ์ของชนิดความบกพร่องกับจำนวนของเสีย ส่วนกราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ของชนิดความบกพร่องกับเปอร์เซ็นต์สะสมของของเสีย ซึ่งเห็นได้ว่าจำนวนของเสียมากที่สุดเกิดมาจากความบกพร่องด้านรอยข่วนมีค่าสูงถึง 68% ของจำนวนของเสียทั้งหมด ในขณะที่ด้านอื่นมีจำนวนน้อยกว่ามาก ดังนั้นควรที่จะนำความบกพร่องด้านรอยข่วนนี้ไปค้นหาสาเหตุ และปรับปรุงแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรกเพื่อทำให้สินค้าที่จะผลิตในครั้งต่อไปมีจำนวนของเสียลดลง ลักษณะของปัญหา และสาเหตุต่างๆที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากในการผลิตสามารถนำ

แผนภูมินี้ไปประยุกต์ใช้ได้ซึ่งพอจะยกตัวอย่างปัญหาให้เห็นได้ เช่น ใช้ตรวจสอบชนิดความบกพร่องของข้อร้องเรียนของเสียที่หลุดไปถึงมือลูกค้าแล้วส่งกลับคืนมา

2.5.3 แผนผังสาเหตุ และผล (Cause and Effect Diagram) เป็นผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา (Problem) กับสาเหตุทั้งหมดที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น (Possible Cause) หรืออาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุ และผล ในชื่อของผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เนื่องจากแผนผังมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้างหรือหลายคนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1943 โดยศาสตราจารย์คาโอรุอิชิกาว่า แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมแห่งญี่ปุ่น (JIS) ได้นิยามความหมายของผังก้างปลาว่าเป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา [20] เมื่อไรจึงจะใช้แผนผังก้างปลา

1) เมื่อต้องการค้นหาสาเหตุแห่งปัญหา

2) เมื่อต้องการทำการศึกษา ทำความเข้าใจหรือทำความรู้จักกับกระบวนการอื่นๆ เพราะว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานจะรู้ปัญหาเฉพาะในพื้นที่ของตนเท่านั้น แต่เมื่อมีการทำผังก้างปลาแล้วจะทำให้สามารถรู้ และเข้าใจกระบวนการทำงานของส่วนอื่นได้ง่ายขึ้น

3) เมื่อต้องการให้เป็นแนวทางในการระดมสมอง (Brainstorm) ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจให้ทุกคนสนใจในปัญหาของกลุ่มซึ่งแสดงไว้ที่หัวปลา วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผล สิ่งที่สำคัญคือจะต้องรวมกลุ่มทำงานกันเป็นทีมโดยอาศัยขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ก. กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา

ข. กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้นๆ

ค. ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย

ง. หาสาเหตุหลักของปัญหา

จ. จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ

ฉ. ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

การกำหนดปัจจัยบนแผนผังสามารถกำหนดกลุ่มปัจจัยอะไรก็ได้แต่ต้องมั่นใจว่ากลุ่มที่กำหนดไว้เป็นปัจจัยที่สามารถช่วยให้แยกแยะหรือกำหนดสาเหตุต่างๆได้อย่างมีระบบ และเป็นเหตุเป็นผล โดยส่วนมากมักจะใช้หลักการ 4M1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆซึ่งปัจจัย 4M1E ประกอบด้วย

M - Man หมายถึง คนงาน หรือพนักงาน หรือบุคลากร

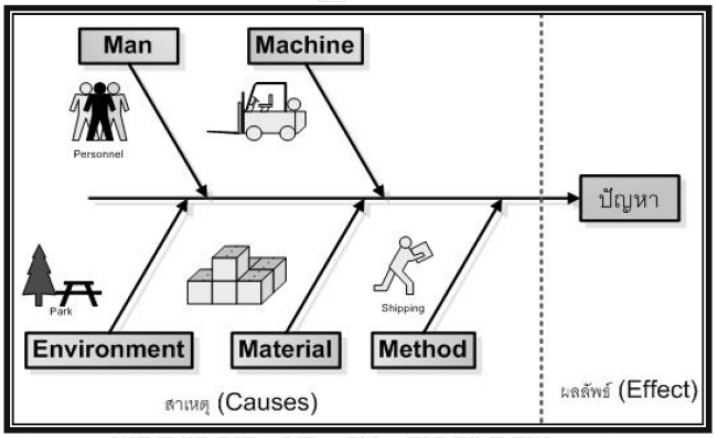
M - Machine หมายถึง เครื่องจักรหรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวก

M - Material หมายถึง วัตถุดิบหรืออะไหล่ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ

M - Method หมายถึง กระบวนการทำงาน

E - Environment หมายถึง สถานที่ แสงสว่าง และบรรยากาศในการทำงาน

การกำหนดหัวข้อปัญหาที่หัวปลาควรกำหนดให้ชัดเจน และมีความเป็นไปได้ซึ่งหากกำหนดประโยคปัญหานี้ไม่ชัดเจนตั้งแต่แรกแล้วจะทำให้ใช้เวลามากในการค้นหาสาเหตุ และจะใช้เวลานานในการทำ ตัวอย่างการกำหนดสาเหตุปัญหาที่หัวปลา เช่น อัตราของเสีย อัตราชั่วโมงการทำงานของคนที่ไม่มีประสิทธิภาพ อัตราการเกิดอุบัติเหตุ หรืออัตราต้นทุนต่อสินค้าหนึ่งชิ้น เป็นต้น ซึ่งการกำหนดสาเหตุของปัญหาจะสังเกตเห็นว่าเป็นปัญหาในเชิงลบ จากนั้นค่อยเขียนปัจจัย และรายละเอียดในแต่ละก้างย่อยๆ ดังแสดงได้ในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างแผนผังสาเหตุ และผล (Cause and Effect Diagram) [20]

2.5.4 กราฟ (Graph) เป็นแผนภาพที่แสดงถึงตัวเลขหรือข้อมูลทางสถิติเมื่อต้องการนำเสนอ และวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าวเพื่อทำให้ง่าย และรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ กราฟ จึงมีวัตถุประสงค์หลักในการใช้เพื่ออธิบายข้อมูล เช่น จำนวนของเสีย อัตราผลผลิต และยอดขาย โดยจะช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในปัจจุบัน ควบคุมระดับการผลิต ยอดขาย อัตราของเสีย น้ำหนัก อุณหภูมิ และช่วยในการวางแผนการผลิต โดยในงานวิจัยนี้เลือกกราฟแท่งมาใช้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางปริมาณ

2.6 การศึกษางาน (Work Study)

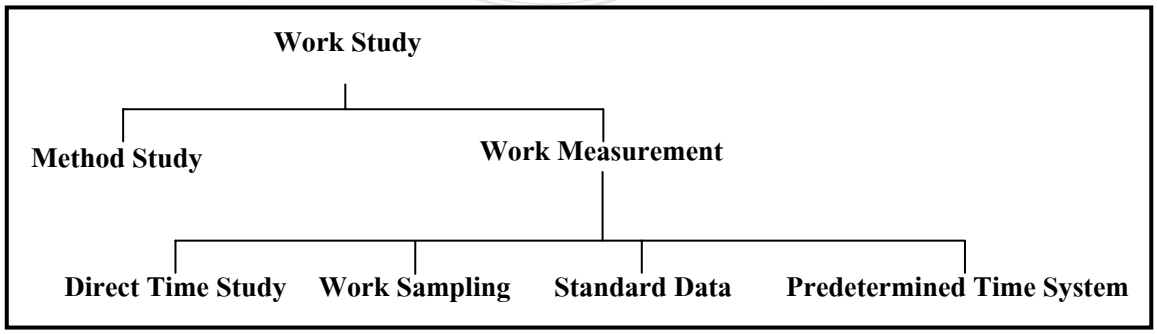
การศึกษางาน (Work Study) คือ การศึกษากิจกรรมที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานอุตสาหกรรม การผลิต และบริการ เพื่อพัฒนาปรับปรุงให้ดีขึ้นเกิดความประหยัดหรือลดต้นทุน/ค่าใช้จ่ายให้น้อยลง เพื่อให้เกิดผลิตภาพ (Productivity) ที่ดีขึ้นรวมถึงการคำนวณหาเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงาน เทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อกำจัดงานที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการ และสรรหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุดในการปฏิบัติงาน รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของการทำงาน และการบริหารแผนงานโดยอาศัยระบบค่าแรงจูงใจ [16, 21]

การศึกษางานเป็นการบันทึก และวิเคราะห์วิธีการทำงานที่เป็นอยู่ในปัจจุบันหรือเสนอใหม่อย่างมี ระบบ เป็นเครื่องมือเพื่อพิจารณา และประยุกต์การทำงานให้ง่ายขึ้นรวมทั้งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายได้ การศึกษาวิธีการทำงานจะช่วยปรับปรุงกระบวนการ, การวางผังโรงงาน, ออกแบบโรงงาน และออกแบบอุปกรณ์ช่วยเพื่อลดความเมื่อยล้าของพนักงานโดยยึดหลักกายศาสตร์ (Ergonomic) และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน

วัตถุประสงค์ของการศึกษางาน

1) เพื่อปรับปรุงกระบวนการ และวิธีการทำงาน
2) เพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงาน วางผังโรงงาน เครื่องจักร และเครื่องมืออุปกรณ์
3) ปรับปรุงการใช้เครื่องจักรวัสดุ และแรงงาน
4) พัฒนาสิ่งแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้น
5) เพื่อให้ความพยายามของมนุษย์เข้าหลักเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ลดความพยายามที่ไม่จำเป็นลง และขจัดความเมื่อยล้า

การศึกษางานสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบของการศึกษางาน (Work Study) [16]

2.6.1 การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) เดิมเรียกว่าการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) ซึ่งหมายถึง การศึกษาการเคลื่อนไหวต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการปรับปรุงขั้นตอนการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น เพิ่มเวลาในการทำงาน และทำให้ประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดอัตราการเจ็บป่วยหรืออัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานให้ลดลง รวมถึงวิเคราะห์ขั้นตอนของการเคลื่อนไหวในการปฏิบัติงานกับเครื่องจักร และการวางผังในการปฏิบัติงานนั้นๆ [13, 18]

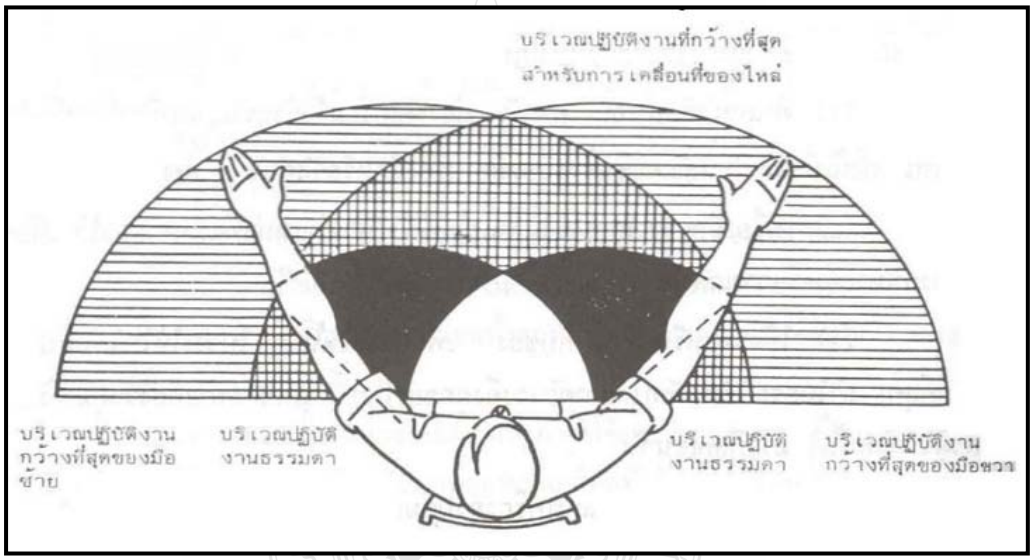
1) การเคลื่อนไหวและหลักการยศาสตร์ ในปัจจุบันสถานประกอบการต่างๆได้เริ่มหันมาให้ความสำคัญของการจัดวางตำแหน่งเครื่องจักร และสถานที่ทำงานเพื่อให้คนงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ โดยได้มีการพัฒนามาเป็นสาขาวิชาการยศาสตร์ (Ergonomics) ซึ่งแปลได้ว่าเป็นศาสตร์ว่าด้วยการเคลื่อนไหวร่างกาย โดยหลักการยศาสตร์จะเป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน โดยนำความรู้ด้านกายภาพสรีระวิทยาและหลักจิตวิทยา เข้ามาผสมผสานเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการทำงานโดยเฉพาะงานที่ใช้แรงงานหนักซึ่งจะก่อให้เกิดความเหมื่อยล้าได้ง่าย เช่น การออกแบบท่ายืนในการควบคุมเครื่องจักรเพื่อให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด การออกแบบเก้าอี้ที่นั่งแล้วเมื่อยน้อยที่สุด การออกแบบโต๊ะทำงานให้มีความสูงพอเหมาะกับสัดส่วนของพนักงานที่ต้องทำงานซ้ำๆ กันเป็นเวลานานๆ เป็นต้น ซึ่งสามารถนำหลักการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการเคลื่อนที่เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) หลักของการเคลื่อนไหว สามารถจำแนกได้ 3 กลุ่ม ตามปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ก. การใช้โครงร่างของมนุษย์ คือ การใช้ร่างกายให้เป็นประโยชน์ต่อการทำงานมากที่สุดโดยมักจะเน้นการทำงานโดยใช้มือซึ่งปกติคนเรามักจะทำงานโดยมือข้างเดียวหรือทำทีละข้าง หลักการใช้มือของหลักโครงร่างของมนุษย์จะพยายามให้มือทั้งสองข้างทำงานพร้อมกันไปตลอดอย่างสมดุล กล่าวคือ เริ่มทำงานพร้อมกัน และสิ้นสุดการทำงานพร้อมกัน การเคลื่อนไหวของแขนต้องสมดุล อีกทั้งใช้หลักการถ่ายกำลังมาช่วยให้ความล้าระหว่างการทำงานเกิดขึ้นน้อยที่สุด

ข. การจัดวางตำแหน่งของสถานที่ปฏิบัติงาน จะเป็นการออกแบบสถานที่ทำงานให้พนักงานสามารถทำงานได้ด้วยความสะดวกที่สุด โดยจะแนะนำให้พนักงานงานแต่ละคนทำงานที่ตำแหน่งที่แน่นอนตายตัวสถานที่ๆใช้วางเครื่องมือวัสดุจะอยู่ที่เดิมตายตัว เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความคุ้นเคยเมื่อหยิบบ่อยครั้ง สะดวกในการหยิบใช้ ไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหาเป็นเวลานานๆ อีกทั้งยังควรมีแสงสว่างที่เพียงพอในการทำงาน และสีที่ใช้ในบริเวณที่ทำงานควรใช้สีที่ตัดกับงานที่ทำเพื่อลดความเมื่อยล้าทางสายตา

ค. การออกแบบเครื่องมือ ถือเป็นหลักในการลดการเคลื่อนไหวของพนักงานอีกประเภท โดยหากงานใดสามารถนำเครื่องทุ่นแรงมาใช้ได้ก็ควรนำมาใช้ เพื่อลดความเมื่อยล้าจากการทำงาน เครื่องมือที่ใช้ในการทำงานควรมีการออกแบบให้ผู้ใช้ประหยัดแรงหรือเหมาะมือมากที่สุดเช่น เหล็กข้อเหวี่ยงใช้สำหรับการหมุนเครื่องมือที่ถ่ายทอดการหนุนอีกที ควรออกแบบให้มีผิวของมือสัมผัสกับผิวของเครื่องมือประเภทนี้ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ โดยเฉพาะกรณีที่ต้องออกแรงหมุนมากๆ และบริเวณเก็บของบนโต๊ะทำงานของพนักงานผู้ปฏิบัติงานไม่ควรเก็บวัสดุที่ใช้ทำงานไว้ข้างหน้าผู้ปฏิบัติงานเพราะการยืดตัวไปข้างหน้าอาจส่งผลทำให้กล้ามเนื้อหลังของพนักงานมีปัญหาในอนาคต การวางตำแหน่งขอบเขตการปฏิบัติงานที่ถูกต้องสามารถแสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการวางตำแหน่งขอบเขตการปฏิบัติงาน

2.6.2 วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาวิธีการทำงาน

1) การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า หรือ การออกแบบวิธีการทำงาน (Work Methods Design) เพื่อนำเอาแรงงาน เครื่องจักร และวัตถุดิบมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มประสิทธิภาพซึ่งจะรวมถึงการศึกษาระบบการผลิต การป้อนวัตถุดิบ การใช้เครื่องจักร ขั้นตอนในการผลิต และการขนส่ง ดังนั้นในการออกแบบวิธีการทำงานจึงต้องเริ่มต้นตั้งแต่การศึกษาวัตถุประสงค์ไปจนถึงขบวนการผลิตสินค้าสำเร็จรูปเพื่อนำมาซึ่งการพัฒนาวิธีการที่ดีที่สุดในการทำงาน

2) การจัดตั้งวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานหลังจากที่ได้พัฒนาวิธีการทำงานที่เหมาะสมที่สุดแล้วขั้นต่อไป คือ การนำเอาวิธีการนั้นมาใช้โดยปกติจะแบ่งออกเป็นงานย่อยๆ เพื่ออธิบายรายละเอียดต่างๆในการทำงาน เช่น การเคลื่อนไหวของมือ ขนาด และรูปร่างของวัสดุ เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบ และอื่นๆ รวมทั้งกำหนดสภาพเงื่อนไขในการทำงานเพื่อให้ได้มาตรฐานงานที่ตั้งไว้

ขั้นตอนการศึกษาวิธีการทำงาน

การศึกษาวิธีการทำงานมี 5 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) เลือกงานที่จะศึกษาโดยทั่วไปนักออกแบบวิธีการทำงานจะเลือกมาศึกษาเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานซึ่งควรจะมีสิ่งบอกเหตุว่าสมควรที่จะนำมาศึกษาดังต่อไปนี้

ก. งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับค่าใช้จ่าย เช่น งานที่สิ้นเปลืองวัสดุโดยไม่เกิดผลผลิตหรืองานที่เสียเวลารอคอยในกระบวนการผลิตมีการเคลื่อนย้ายวัสดุบ่อยครั้ง ระยะทางในการเคลื่อนย้ายไกล ใช้แรงงานคนมากกว่าใช้อุปกรณ์การเคลื่อนย้ายวัสดุ

ข. งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับเทคโนโลยี เช่น เมื่อกำหนดวิธีการทำงานใหม่โดยใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้เทคโนโลยีสูง จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาวิธีการทำงานเพื่อรองรับกับเทคโนโลยีใหม่หรืองานนั้นใช้เครื่องจักรเดิม แต่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้สูงขึ้นกว่าเดิม

ค. งานที่มีปัญหาเกี่ยวกับตัวพนักงาน คือ การที่พนักงานขาดงานบ่อยหรือลาออก บางครั้งอาจเป็นผลมาจากลักษณะของงานที่น่าเบื่อหน่าย การทำงานที่ซ้ำซากจำเจ และเมื่อจะทำการศึกษางานนั้นแล้วจำเป็นแค่ไหนต้องเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงปฏิกิริยาของคนงานด้วยว่าจะมีแรงต่อต้านหรือไม่ และที่สำคัญควรเลือกงานที่เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานแล้วมีปฏิกิริยาต่อต้านน้อยที่สุด

2) การบันทึกวิธีการทำงาน คือ การบันทึกวิธีการทำงานจริงที่ทำอยู่ในปัจจุบันซึ่งการบันทึกนั้นจะต้องง่ายสำหรับการอ่านสามารถเข้าใจวิธีการทำงานได้ทันที จึงจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการบันทึกการทำงาน และการศึกษาการเคลื่อนไหวที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน เช่น แผนภูมิ หรือไดอะแกรม

3) การตรวจตราข้อมูลที่ได้อย่างละเอียด การตรวจตราข้อมูลที่บันทึกไว้โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถามสำหรับการตรวจตรา ส่วนมากจะเป็นคำถามสำเร็จรูปที่ตั้งไว้อย่างเป็นระบบ และต่อเนื่องกัน จุดประสงค์ของการตรวจตราก็เพื่อให้ทราบต้นเหตุของปัญหา และนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่าแยกเป็น 4 ด้าน หรือที่เรียกว่าหลักเกณฑ์ ECRS ซึ่งประกอบด้วย

ก. การกำจัดงานที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการ (Eliminate) เนื่องจากงานบางอย่างเมื่อวิเคราะห์แล้วไม่มีความจำเป็นต้องทำต่อไปอีกจึงต้องมีการกำจัดออกจากกระบวนการ ซึ่งแนวทางในการกำจัดงานที่ไม่จำเป็นออกสามารถพิจารณาได้ดังนี้

- เลือกงานที่มีปัญหาเรื่องต้นทุนสูง ถ้าสามารถกำจัดงานนี้ได้จะทำให้ลดต้นทุนค่าแรงทางตรง ค่าวัตถุดิบ และค่าโสหุ้ยอุปกรณ์การผลิตลงได้

- กรณีที่คำตอบว่าเป็นงานที่ยังจำเป็น เพราะมีวัตถุประสงค์ และเหตุผลแน่นอนก็แยกวัตถุประสงค์ให้เห็นชัดเจนว่าทำงานนั้นเพื่ออะไรบ้าง แล้วตั้งคำถามเพื่อกำจัดวัตถุประสงค์ของงานโดยพิจารณาว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้าไม่ทำงานนั้น

- ถ้าคำตอบออกมาว่าการไม่ทำงานนั้นเลยจะก่อให้เกิดผลดีกว่าการยังคงทำงานนั้นอยู่ ก็ควรตัดการทำงานนั้นออกทันที การตัดวัตถุประสงค์ของงาน และวิธีการทำงานนั้นออกถ้าวัตถุประสงค์ของงานนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่สามารถจะละเลยได้ควรใช้การตั้งคำถามว่า"ทำไม"เมื่อคำตอบยังคงบอกว่างานนั้นจำเป็น ก็ให้ตั้งคำถามเพื่อกำจัดงานที่ต้องกระทำก่อนงานที่กำลังพิจารณาว่าสามารถตัดงานนั้นทิ้งได้ทั้งหมดหรือตัดได้บางส่วนหรือไม่ ประโยชน์ของการขจัดงานที่ไม่จำเป็นออกมีดังนี้

- ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงวิธีการทำงาน
- ไม่ต้องเสียเวลาสำหรับช่วงการปรับปรุงวิธีการทำงาน
- ไม่จำเป็นต้องมีการฝึกหัดพนักงานสำหรับวิธีการทำงานใหม่
- ปัญหาเรื่องพนักงานต่อต้านมีน้อย
- เป็นวิธีการปรับปรุงงานให้ง่ายขึ้นผลของงานเท่าเดิมหรือดีกว่า

ข. การรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน (Combine) ในกระบวนการผลิตปกติจะแบ่งงานออกเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานหลายๆขั้นตอนเพื่อให้ง่ายสำหรับการแบ่งงานตามความชำนาญของพนักงานแต่ละคน แต่ในบางครั้งการแบ่งขั้นตอนการปฏิบัติงานมากเกินไป อาจทำให้การใช้อุปกรณ์ การเคลื่อนย้ายวัสดุเครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ มากเกินความจำเป็น และอาจจะก่อให้เกิดปัญหาอื่นตามมา ดังนั้นวิธีการที่จะทำให้การทำงานง่ายขึ้น คือ การรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานตั้งแต่ 2 ขั้นตอนเข้าด้วยกันหรือบางครั้งการเปลี่ยนลำดับการปฏิบัติงานก็เปิดโอกาสให้มีการรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานเข้าด้วยกันได้

ค. การจัดลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่ (Rearrange) ในการผลิตสินค้าใหม่มักเริ่มต้นผลิตจำนวนน้อยก่อนเพราะยังเป็นขั้นทดลอง แต่เมื่อขยายปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นทีละน้อยๆ โดยลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานยังคงเหมือนเดิมก็จะทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการเคลื่อนย้ายวัสดุ และ

การไหลของงานเพราะมีจำนวนการผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม การตรวจสอบอย่างละเอียดจะใช้วิธีการตั้งคำถามเพื่อดูว่าสามารถเปลี่ยนลำดับขั้นการปฏิบัติงานใหม่ได้หรือไม่ เพื่อให้งานง่าย และรวดเร็วขึ้น การใช้แผนภูมิ และไดอะแกรมต่างๆ ในการบันทึกการทำงานจึงช่วยชี้ให้เห็นว่าสมควรจะเปลี่ยนลำดับขั้นการปฏิบัติงานอย่างไรเพื่อลดการเคลื่อนย้ายวัสดุ และทำให้การไหลของงานเป็นไปอย่างรวดเร็ว

ง. การปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานที่จำเป็นให้ง่ายขึ้น (Simplify) หลังจากที่ศึกษาการทำงานโดยการตั้งคำถามเพื่อกำจัดงานที่ไม่จำเป็นโดยรวมขั้นตอนการปฏิบัติงาน และเปลี่ยนลำดับการปฏิบัติงานแล้วก็จะเหลือเฉพาะงาน และขั้นตอนการปฏิบัติงานที่จำเป็นไว้ แต่ขั้นตอนการปฏิบัติงานเหล่านั้นอาจจะยาก โดยที่มีวิธีการทำงานอื่นที่ง่ายกว่า และสามารถทำงานนั้นให้เสร็จได้เช่นเดียวกัน การตั้งคำถามเพื่อให้งานง่ายจะเริ่มคำถามทุกอย่างที่เกี่ยวกับงานนั้น เช่น วิธีการทำงาน วัตถุดิบที่ใช้ เครื่องมือ สภาพแวดล้อมในการทำงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยตั้งสมมติฐานว่างานที่กำลังวิเคราะห์อยู่นั้นยังไม่สมบูรณ์ คำถามที่ตั้งจะขึ้นต้นด้วย “อะไร ที่ไหน เมื่อใด ใคร อย่างไร และทำไม” ซึ่งที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเป็นวัตถุประสงค์ของการตรวจตราข้อมูลอย่างละเอียดอันจะนำไปสู่การพัฒนาวิธีการทำงานที่ดีกว่า

4) พัฒนาวิธีการทำงานที่เหมาะสม หลังจากวิเคราะห์วิธีการทำงานโดยการตั้งคำถามอย่างครบถ้วน และเป็นระบบต่อเนื่องแล้ว คำตอบสำหรับการพัฒนาจะนำไปสู่วิธีการทำงานที่ดีกว่าในขั้นตอนนี้จึงเป็นการบันทึกวิธีการทำงานที่เสนอแนะลงบนแผนภูมิ และไดอะแกรมต่างๆ พร้อมกับตรวจสอบไปด้วยว่า มีสิ่งใดหลุดรอดไปจากการพิจารณาบ้างเพื่อเปรียบเทียบจำนวน ครั้งของขั้นตอนการปฏิบัติงาน ระยะทางการเคลื่อนย้าย การประหยัดเวลาของวิธีการทำงานเดิมกับวิธีการที่เสนอแนะ

5) ตั้งนิยามการทำงานโดยการกำหนดรายละเอียดของวิธีการทำงานที่เสนอแนะไว้ในแผ่นปฏิบัติงานมาตรฐาน (Standard Practice Sheet) แต่ก่อนที่จะทำควรดำเนินการขออนุมัติวิธีการทำงานนี่เสนอแนะก่อนโดยการทำเป็นรายงานแสดงถึงรายละเอียดต่อไปนี้

ก. ค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบวิธีการเดิม และวิธีการใหม่ ที่เสนอแนะได้แก่ ค่าวัสดุแรงงาน ค่าโสหุ้ยการผลิต ค่าอุปกรณ์การผลิต และความประหยัดที่คาดว่าจะได้รับ

ข. ค่าใช้จ่ายในการจัดตั้งวิธีการทำงานใหม่ รวมทั้งค่าเครื่องมืออุปกรณ์ และเครื่องจักร ค่าใช้จ่ายในการวางผังโรงงานหรือบริเวณที่ทำงานใหม่

ค. สิ่งที่ผู้บริหารจะต้องทำเพื่อสนับสนุนวิธีการทำงานใหม่ เมื่อได้รับอนุมัติให้ดำเนินการตามวิธีการใหม่แล้วบันทึกวิธีการทำงานนั้นลงในแผ่นปฏิบัติงานมาตรฐานเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานใช้เป็นคู่มือในการนำไปปฏิบัติ การบันทึกควรใช้คำง่ายๆ อธิบายถึงวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานจะไม่

ใช้สัญลักษณ์อื่น สิ่งที่ต้องบันทึก คือ เครื่องมือ เครื่องใช้ สภาพโดยทั่วไปของการปฏิบัติงาน วิธีการทำงาน และแผนผังของสถานที่ทำงาน

ง. การใช้วิธีการทำงานใหม่ ก่อนจะเริ่มวิธีการทำงานใหม่ต้องพยายามให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำงานทั้งหมดยอมรับการเปลี่ยนแปลงตามลำดับตั้งแต่ ผู้ควบคุมโรงงานฝ่ายบริหาร พนักงาน หรือตัวแทนเมื่อทุกฝ่ายคล้อยตามยอมรับแล้วจำเป็นต้องมีการฝึกคนงานตามวิธีการที่เสนอแนะในการนี้อาจใช้รูปภาพ ภาพนิ่ง และภาพยนตร์ประกอบการบรรยาย บางโรงงานอาจมีห้องทดลองเพื่อให้พนักงานได้ฝึกงานตามวิธีใหม่ อีกวิธีหนึ่งที่ดีที่สุดที่จะช่วยในการเข้าถึงปัญหาในการปรับปรุงงาน คือ การตั้งคำถามเกี่ยวกับแนวทางในการทำงาน วัตถุดิบที่ต้องใช้ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ เงื่อนไขสภาพแวดล้อมในการทำงานรวมไปถึงรูปแบบของผลิตภัณฑ์เองให้สมมุติว่างานนั้นไม่มีอะไรสมบูรณ์เลย

2.6.3 การวัดผลงาน (Work Measurement) คือ การหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน ซึ่งมีประโยชน์ คือ

1) เพื่อใช้หากำหนดการ และการวางแผน การทำงาน/การผลิต
2) เพื่อใช้หาค่าใช้จ่ายมาตรฐาน และช่วยประมาณงบใช้จ่าย
3) เพื่อใช้หาราคาของผลิตภัณฑ์ก่อนลงมือผลิต
4) เพื่อใช้หาประสิทธิภาพการทำงานของคน-เครื่องจักร
5) เพื่อใช้เวลาเป็นข้อมูลในการจัดสมดุลสายการผลิต
6) เพื่อใช้หาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นตัวฐานในการจ่ายค่าตอบแทน
7) เพื่อใช้หาเวลามาตรฐานสำหรับใช้ในการควบคุมค่าแรง

การวัดผลงานสามารถแบ่งได้ 4 วิธี คือ

ก. การศึกษาเวลาโดยตรง คือ การศึกษาเวลาที่ได้จากข้อมูลการจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้ว โดยใช้นาฬิกาจับเวลาแล้วบันทึกเป็นสถิติ ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา แล้วนำมาหาค่าเวลาทำงานปกติ (Normal Time) และเวลามาตรฐาน (Standard Time) ตามลำดับ

ข. การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิต ซึ่งต้องใช้เวลาในการศึกษาเป็นเวลานานหลายสัปดาห์

ค. การศึกษาเวลาจากข้อมูลเวลามาตรฐาน และสูตร (Standard Data and Formulas) เป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ข้อมูลเวลาที่จัดทำเป็นมาตรฐานของโรงงานนั้นรวมทั้งการคำนวณหาเวลาจากสูตรสำเร็จ เช่น มาตรฐานในการคำนวณเวลางานกลึงที่โรงงานคิดขึ้นเอง เป็นต้น

ง. การศึกษาเวลาโดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้า (Predetermined Time System or Synthesis Time) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการหาเวลาล่วงหน้าก่อนที่งานจะเกิดขึ้นจริงหรือการสังเคราะห์เวลา โดยใช้ระบบการหาเวลาชนิดต่างๆ เช่น ระบบ MTM และระบบ Work factor [21]

สำหรับงานวิจัยนี้ใช้การศึกษาเวลาโดยตรง จึงนำเสนอรายละเอียดเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

การศึกษาเวลาโดยตรงเป็นการศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานโดยอาศัยเครื่องมือในการจับเวลาและทำการบันทึกค่าเวลาที่ได้จากการจับเวลาในแผนภูมิกระบวนการผลิต เครื่องมือจับเวลาที่ใช้ คือ นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) การศึกษาเวลาโดยตรงนี้จะทำการศึกษาเวลาในสายงานกระบวนการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ด้วยวิธีการจับเวลาจากพนักงานที่ผ่านการคัดเลือก และฝึกมาเป็นอย่างดีมีความชำนาญและต้องเป็นพนักงานที่ปัจจุบันทำงานนั้นจริงๆ โดยใช้สถานที่ และสถานการณ์ที่ปกติ [16]

1) ขั้นตอนการศึกษาเวลาโดยตรงมีดังนี้

ก. รวบรวมบันทึกข้อมูลทั้งหมดเท่าที่จะทำได้ของพนักงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงานนั้น ซึ่งมีผลต่อการทำงานชิ้นนั้นทั้งหมด

ข. บันทึกวิธีการทำงาน โดยแบ่งงานใหญ่ทั้งหมดออกเป็นงานย่อยๆ และอธิบายรายละเอียดของงานย่อยแต่ละงาน

ค. พิจารณางานย่อยที่แตกแขนงออกไปเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าได้วิธีที่ดีที่สุดแล้วจับเวลาเบื้องต้นจากนั้นคำนวณหาจำนวนครั้งที่จะต้องจับเวลา

ง. วัดค่าโดยนาฬิกาจับเวลา แล้วบันทึกเวลาที่วัดได้ในแต่ละงานย่อย

จ. พิจารณาอัตราการทำงานของผู้ปฏิบัติงานเปรียบเทียบกับมาตรฐานของผู้จับเวลาโดยอาศัยหลักการของการประเมินค่า (Performance Rating)

ฉ. เปลี่ยนเวลาที่จับได้ (Observed) เป็นเวลาพื้นฐาน (Basic Time)

ช. กำหนดเวลาเผื่อ (Allowances)

ซ. หาเวลามาตรฐาน (Standard Time) สำหรับงานนั้น

2) การเลือกพนักงานที่เหมาะสม

การเลือกพนักงานที่จะนำมาทำการจับเวลาการทำงานนั้นควรเลือกคนงานที่มีสุขภาพแข็งแรงมีความสามารถ ความชำนาญงาน มีทักษะในเกณฑ์ดี และมีความซื่อตรง ระดับความเร็วใน

การทำงานควรอยู่ในระดับเฉลี่ยหรือสูงกว่าระดับเฉลี่ยเล็กน้อยเมื่อเลือกพนักงานที่เหมาะสมแล้ว จะต้องอธิบายเหตุผลที่ต้องจับเวลาการทำงานให้ทราบจนเป็นที่เข้าใจ เพราะความไม่เข้าใจอาจทำให้พนักงานทำงานในสภาพไม่ปกติ เช่น ทำเร็ว หรือตั้งใจทำงานให้ช้าลงเพื่อให้มาตรฐานต่ำลง [18]

3) การแบ่งงานเป็นงานย่อย (Dividing Operation into Element)

งานย่อย (Element) คือ งานที่เป็นส่วนประกอบของการทำงานหนึ่งๆ ในรอบวัฏจักรการทำงาน (Work Cycle) จะประกอบด้วยงานย่อยหลายๆ งานวัฏจักรการทำงาน คือ การทำงานวนซ้ำกัน โดยเริ่มตั้งแต่การทำงานครั้งแรก จนสิ้นสุดการทำงานนั้น และจะเริ่มทำงานใหม่ที่จุดเริ่มต้นเดิมซ้ำๆกันเป็นรอบๆ โดยจุดเริ่มต้นของการทำงานจะมาบรรจบกับจุดสิ้นสุดเป็นวงรอบเสมอการทำงานครบ 1 รอบมักจะได้ผลงานอย่างน้อย 1 งาน [13] การแบ่งงานย่อย สามารถดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

ก. แบ่งงานย่อยที่มีการทำงานที่แยกกันอย่างชัดเจน ออกจากกัน

ข. แบ่งงานย่อยที่ทำโดยคน หรือ คน-เครื่องจักร หรือทำโดยเครื่องจักรอย่างเดียว

ค. แบ่งงานย่อยที่ระยะเวลาคงที่ออกจากงานย่อยที่ระยะเวลาผันแปรไปตามตัวแปรต่างๆที่ทำให้เวลาการทำงานย่อยนั้นไม่คงที่ อาทิ ความยาว น้ำหนัก ขนาดของชิ้นงาน

ง. แบ่งงานย่อยออกเป็นงานย่อยๆ ที่สามารถจับเวลาได้ทัน คือ ไม่น้อยเกินไป และควรอยู่ระหว่างช่วง 0.07 ถึง 0.2 นาที

จ. ถ้างานย่อยนั้นมีระยะเวลาสั้นมากเกินไปให้รวมงานย่อยเหล่านั้นเข้าด้วยกัน

4) การจับเวลา

ในการศึกษาเวลานิยมใช้นาฬิกาจับเวลา โดยใช้มาตรเวลาที่แตกต่างจากเวลาปกติ กล่าวคือ มาตรเวลาที่ใช้ในการศึกษาเวลา ได้แก่ มาตรเวลา 1/100 นาที หรือมีความละเอียดเท่ากับ 0.01 นาทีนั่นเอง การจับเวลาเพื่อศึกษาเวลาการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบ ดังต่อไปนี้

ก. การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) เป็นการจับเวลาโดยที่ไม่มีการหยุดนาฬิกาเพื่อบันทึกค่าเวลา แต่จะปล่อยให้นาฬิกาเดินจับเวลาไปเรื่อย โดยผู้บันทึกเวลาจะสังเกตเวลา ณ จุดสิ้นสุดงานย่อยนั้น ตรงกับเวลาในนาฬิกาค่าใด ก็บันทึกค่านั้นลงไป ดังนั้นการบันทึกเวลาของงานย่อยต่างๆ จะเป็นการบันทึกเวลาที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งเรียกว่าเวลา R จากนั้นถ้าต้องการเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อย จำเป็นต้องมีการคำนวณ โดยนำค่าเวลา R ของงานย่อยนั้น ลบด้วยค่าเวลา R ของงานย่อยก่อนหน้ามา 1 งาน เราจะได้เวลาของงานย่อยนั้นเรียกว่าเวลา T ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การคำนวณหาเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อย [10]

Element	เวลา R	เวลา T
1	0.08	0.08
2	0.18	0.18-0.08=0.10
3	0.35	0.35-0.18=0.17
4	0.85	0.85-0.18=0.50

ข. การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing) การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing) เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่ออ่านค่า และตั้งกลับไปที่ค่าศูนย์ใหม่เพื่อจับเวลางานย่อยถัดไป ดังนั้นเวลาที่เราจับได้จะเป็นเวลาของงานย่อยนั้นเลย หรือก็คือเวลา T นั่นเอง ข้อเสียของวิธีการแบบนี้ คือ ผู้บันทึกเวลาต้องมีความชำนาญในการจับบันทึกค่า และตั้งค่าศูนย์ซึ่งใช้เวลาที่ค่อยข้างรวดเร็วมาก

ค. การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing) เป็นการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาสองเรือนที่ต่อปุ่มพ่วงกัน เพื่อเวลากดให้นาฬิกาตัวหนึ่งเดินจับเวลาแล้วนาฬิกาอีกตัวจะหยุด เมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุดจับเวลานาฬิกาตัวที่สองเข็มของมันจะหมุนกับมาตั้งที่ศูนย์แล้วเดินจับเวลาทันที ทำให้เกิดลักษณะการจับเวลาสลับกันระหว่างนาฬิกาสองเรือน ข้อดี คือ ผู้ศึกษาเวลา สามารถอ่านค่าเวลาทำงานของงานย่อยนั้นได้เลย และไม่ต้องพะวงว่าจะจับเวลางานย่อยต่อไปไม่ทันในการศึกษาเวลาเบื้องต้น เราอาจจะจับเวลาไป 10-20 วัฏจักรการทำงาน แล้วจึงนำมาหาค่าจำนวนวัฏจักรที่เหมาะสมในการจับเวลา ทั้งนี้เพื่อความเชื่อถือได้ทางสถิติว่าเวลาที่เราจับได้เป็นตัวแทนของเวลาการทำงานทั้งหมดจริง

5) การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา (ยกตัวอย่างเฉพาะการใช้ค่าพิสัย)

การหาจำนวนครั้งในการจับเวลาโดยการใช้ พิสัย (Range) เป็นการประมาณค่าจำนวนครั้งในการจับเวลา โดยใช้ค่าสูงสุดและต่ำสุด (พิสัย Range) มาหาวิธีการคือ

ก. จับเวลาเบื้องต้น 5 ครั้ง สำหรับงานที่มากกว่า 2 นาที และ 10 ครั้ง สำหรับงานที่น้อยกว่า 2 นาที [22]

ข. หาค่าพิสัย ของเวลาที่จับได้โดย พิสัย = ค่าสูงสุด-ค่าต่ำสุด จากสมการที่ 2.2

$$R = H - L \tag{2.2}$$

ค. หาค่าเฉลี่ย $\overline{x}$ ของเวลาที่จับได้

ง. หาค่าของ พิสัยหารค่าเฉลี่ย $\frac{R}{\overline{x}}$

จ. นำค่าพิสัยหารค่าเฉลี่ย ไปเปิดตารางที่ 2.4 หาจำนวนครั้งจับเวลา

ตารางที่ 2.4 ค่าพิสัย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าผิดพลาด ± 5 % [10]

$\frac{R}{\overline{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\overline{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม		$\frac{R}{\overline{x}}$	ข้อมูลจากกลุ่ม	
	5	10		5	10		5	10
.10	3	2	.42	52	30	.74	162	93
.12	4	2	.44	57	33	.76	171	98
.14	6	3	.46	63	36	.78	180	103
.16	8	4	.48	68	39	.80	190	108
.18	.10	6	.50	74	42	.82	199	113
.20	12	7	.52	80	46	.84	209	119
.22	14	8	.54	86	49	.86	218	125
.24	17	10	.56	93	53	.88	229	131
.26	20	11	.58	100	57	.90	239	138
.28	23	13	.60	107	61	.92	250	143
.30	27	15	.62	114	65	.94	261	149
.32	30	17	.64	121	69	.96	273	156
.34	34	20	.66	129	74	.98	284	162
.36	38	22	.68	137	78	1.00	296	169
.38	43	24	.70	145	83			
.40	47	27	.72	153	88			

6) การหาอัตราสมรรถนะการทำงาน (Performance Rating)

การเปรียบเทียบอัตราการทำงานของคนงานกับอัตราการทำงานที่เป็นมาตรฐานและการกำหนดเวลาเผื่อเป็นเรื่องที่ค่อนข้างจะยุ่งยากและยังมีผลกระทบต่อ ค่าแรง ผลผลิต และกำไรของบริษัทด้วยเราจึงต้องระมัดระวังในเรื่องนี้ให้มาก สเกลการประเมินค่า (Scale of Rating) เพื่อให้สะดวกในการประเมินค่าจึงได้มี Scale ไว้ใช้ในการเปรียบเทียบตัวเลขประเมินที่ได้นั้นจะนำไปคูณกับเวลาที่เราจับได้ และจะได้ค่าออกมาเป็นเวลาพื้นฐาน (Basic Time) การประเมินค่าสามารถใช้

มาตรฐานการประเมินประสิทธิภาพ Westing House (4 Factors Systems) เป็นมาตรฐานการประเมินประสิทธิภาพโดยสามารถพิจารณาได้ถึง 4 องค์ประกอบที่ส่งผลโดยตรงต่อสมรรถนะการทำงานของพนักงานระบบที่นำมาใช้จะยึดปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทำงาน 4 ประการ ประกอบด้วย

ก. ทักษะ (Skill) คือ ความสามารถในการทำงานตามวิธีที่กำหนดให้

ข. ความพยายาม (Effort) คือ ความพยายาม ความตั้งใจที่จะทำงาน

ค. ความสม่ำเสมอ (Consistency) คือ ความสม่ำเสมอในการทำงานแต่ละรอบ

ง. สภาพแวดล้อมในการทำงาน (Conditions) คือ สิ่งที่อยู่รอบๆบริเวณทำงานที่มีผลต่อการปฏิบัติงานของพนักงาน เช่น ความร้อน แสงสว่าง ความชื้น เสียง เป็นต้น

ค่าคะแนนของปัจจัยทั้ง 4 จะถูกกำหนดเอาไว้แล้วในขณะบันทึกเวลาการทำงานก็จะประเมินค่าคะแนนของปัจจัยเหล่านี้ด้วยค่าคะแนนที่กำหนด ดังแสดงในตาราง 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าการให้คะแนนแบบ Westing House [16]

ความชำนาญ (Skill)			ความพยายาม (Effort)		
+0.15	A1	Super skill	+0.13	A1	Super skill
+0.13	A2		+0.12	A2	
+0.11	B1	Excellent	+0.10	B1	Excellent
+0.08	B2		+0.18	B2	
+0.06	C1	Good	+0.15	C1	Good
+0.03	C2		+0.12	C2	
0.00	D	Average	+0.00	D	Average
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor
-0.22	F2		-0.17	F2	
สภาพแวดล้อม (Conditions)			ความสม่ำเสมอ (Consistency)		
+0.06	A	Ideal	+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excellent	+0.04	B	Excellent
+0.02	C	Good	+0.02	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
-0.03	E	Fair	-0.03	E	Fair
-0.07	F	Poor	-0.07	F	Poor

7) การคำนวณหาค่าเวลาปกติ (Normal Time)

หลังจากทราบเวลาเฉลี่ยในการทำงาน และทราบประสิทธิภาพในการทำงานแล้วขั้นต่อไปคือการคำนวณหาค่าเวลาปกติของแต่ละงานย่อย โดยสามารถคำนวณได้สมการ 2.3 [10]

$$\text{Normal Time} = \text{Select Time} \times \text{Rating Factor} \qquad (2.3)$$

โดยที่ Normal Time = เวลาปกติ
Select Time = เวลาเฉลี่ยของงานย่อย
Rating Factor = ประสิทธิภาพการทำงาน

8) การประมาณค่าเวลาเผื่อ (Allowances Time)

ในการทำงานใดๆก็ตามแม้ว่าจะผ่านการออกแบบวิธีการทำงานให้ดีที่สุดแต่พนักงานก็ยังเกิดความเมื่อยล้า และความเครียดขึ้นได้ นอกจากนี้ยังต้องการเวลาในการทำธุระส่วนตัว เช่น ดื่มน้ำ ไปห้องน้ำหรือทำธุระส่วนตัวอย่างอื่นการหาเวลาปกติข้างต้นไม่ได้รวมเวลาเผื่อไว้ด้วย ก่อนที่จะหาเวลามาตรฐานของการทำงานจึงจำเป็นต้องมีการบวกเวลาเผื่อให้พนักงานกับเวลาปกติก่อนซึ่งเวลาเผื่อสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้ [16]

ก. เวลาเผื่อส่วนบุคคล (Personal Allowance) เวลาเผื่อส่วนบุคคลเป็นสิ่งแรกที่ต้องพิจารณา เพราะว่าคนงานทุกคนต้องการเวลาส่วนตัว เวลาที่จะเผื่อให้สำหรับเวลาส่วนตัวนี้ อาจจะคำนวณได้จาก การเฝ้าสังเกตการณ์ทั้งวัน หรือใช้วิธีการสุ่มงานเพื่อดูการใช้เวลาส่วนตัวโดยรวมของคนงาน สำหรับงานเบาที่คนงานทำงานวันละ 8 ชั่วโมง [10] โดยทั่วไปจะให้เวลาเวลาเผื่อโดยเฉลี่ย 4.5% ถึง 6.5% ต่อวัน แต่ในอุตสาหกรรมทั่วไปมักกำหนดไว้ที่ 5 % ของเวลาการทำงานทั้งหมด

ข. เวลาเผื่อสำหรับความล้า (Fatigue Allowance) ในการจัดการที่ดีและทันสมัยของโรงงานในปัจจุบันมีการจัดการหลายอย่างเพื่อที่จะกำจัดความล้า ดังนั้นจึงไม่ได้คำนึงถึงเวลาเผื่อ แต่ในความเป็นจริงยังมีความล้าบางส่วนที่ยังทำงานแต่ละวัน และเวลาที่ยาวนานในการทำงานแต่ละสัปดาห์ การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่ไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร และนอกจากนั้นสภาพแวดล้อมในสถานที่ทำงานยังอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความล้าได้ด้วย เช่นการทำงานในที่ร้อน ทำงานในที่ชื้น ทำงานในที่มีฝุ่น และการทำงานในที่เสียงต่ออุปบัติเหตุ ดังนั้นในการหามาตรฐานจึงต้องพิจารณาถึงความล้าด้วย [22] ซึ่งค่าเผื่อความเครียดหรือความล้าพื้นฐาน เป็นค่าคงที่สำหรับงานทั่วไป องค์การแรงงานระหว่างประเทศหรือ ILO ได้กำหนดไว้ที่ 4%

ค. เวลาเผื่อสำหรับการรอคอย (Delay Allowance) การรอคอยที่เกิดขึ้นในการทำงานมีทั้งการรอคอยที่หลีกเลี่ยงได้ และการรอคอยแบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ เวลารอคอยที่หลีกเลี่ยงได้จะไม่นำมาพิจารณาในการเผื่อเพราะว่าเป็นการรอคอยที่เกิดจากคนงานหรือการทำงานที่ไม่ต้องถูกต้อง ส่วนเวลาที่หลีกเลี่ยงไม่ได้จะเกิดขึ้นจากช่วงต่อของกระบวนการเกิดจากเครื่องจักร และเกิดจากปัจจัยภายนอกที่ควบคุมไม่ได้ หากการเตรียมเครื่องจักร หรือการหยุดเครื่องจักรจำเป็นจะต้องมี ก็จะทำให้คนงานหยุดงานซึ่งถือว่าเป็นการรอคอย การเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ ถ้าไม่มีเวลาเผื่อสำหรับการรอคอยให้กับคนงานไว้ตั้งแต่ตอนแรกทำให้เข้าใจผิดได้ว่าคนงานทำงานได้ต่ำกว่าเวลามาตรฐาน

9) การหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)

เวลามาตรฐานสามารถคำนวณได้จากการนำเวลาปกติมาบวกเพิ่มเวลาเผื่อเข้าไปหลังจากทราบค่าเวลาปกติ (Normal Time) โดยสามารถคำนวณค่าเวลามาตรฐานของการทำงานได้จากสมการที่ 2.4 [10]

$$ST = NT \times (1 + A) \tag{2.4}$$

โดยที่ ST = เวลามาตรฐาน

NT = เวลาปกติ

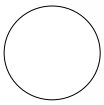
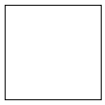
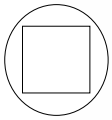
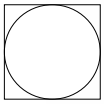
A = เวลาเผื่อ

2.7 การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis)

ในการวิเคราะห์กระบวนการ สิ่งแรกจะต้องทำ คือ การเก็บข้อมูลที่เป็นจริงของวิธีการที่กำลังทำอยู่ การเก็บข้อมูลนั้นสามารถทำโดยการบันทึก ซึ่งการบันทึกนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะข้อมูลที่ได้จากการบันทึกจะเป็นสิ่งที่ต้องตรวจตราอย่างละเอียดถี่ถ้วนอันจะนำไปสู่การพัฒนาที่ถูกต้องตามความเป็นจริงจากอดีตที่ผ่านมาการจดบันทึกจะทำในลักษณะของการบันทึกข้อความซึ่งเป็นการยุ่งยากเมื่อเราจะนำข้อมูลดังกล่าวมาตรวจตรา จากเหตุผลดังกล่าวในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกที่สามารถบันทึกได้อย่างละเอียดสมบูรณ์ทุกขั้นตอนของการทำงานและสามารถบันทึกได้อย่างรวดเร็วเมื่อนำข้อมูลมาตรวจตราก็สามารถทำได้ง่าย และสะดวกที่สำคัญคือยังเป็นแบบฟอร์มที่เป็นมาตรฐานสามารถนำไปใช้ได้ทั่วโลกเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกในปัจจุบันที่เป็นที่นิยมทั่วไป คือ แผนภูมิ และไดอะแกรม (Chart and Diagram) ทั้งสองอย่างนี้มีหลายชนิดแต่ละชนิดจะเหมาะสมกับงานเฉพาะอย่าง

2.7.1. แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) เป็นแผนภูมิที่ใช้บันทึกเพื่อให้มองเห็นภาพกว้างๆ โดยทั่วไปของกระบวนการผลิตก่อนที่จะมีการศึกษาอย่างละเอียด ในการบันทึกนั้นจะบันทึกเฉพาะการปฏิบัติงานที่สำคัญ และการตรวจสอบที่เกิดขึ้นในลำดับขั้นของกระบวนการผลิต ส่วนใครทำ และทำที่ไหนในขั้นตอนนี้จะถูกตัดออก ซึ่งสัญลักษณ์ในการบันทึกข้อมูลของแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป แสดงได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการบันทึกแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป [16]

NO.	สัญลักษณ์	ความหมาย
1		การปฏิบัติงาน (Operation)
2		การตรวจสอบ (Inspection)
3		การปฏิบัติงาน และการตรวจสอบ (Operation& Inspection)
4		การตรวจสอบ และการปฏิบัติงาน (Inspection& Operation)

2.7.2 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการ 5W1H และการปรับปรุงด้วยเทคนิค ECRS หลังจากทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตเพื่อตอบคำถามในปัจจุบันของกระบวนการผลิตว่าเป็นอย่างไรซึ่งเป็นขั้นตอน การตอบคำถามในอนาคตว่าเราต้องการไปที่ใดโดยการกำหนดวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายที่ต้องการ จากนั้นจะต้องตอบคำถามสุดท้ายที่สำคัญ คือ ทำอย่างไรจึงจะไปถึงวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมาย ที่กำหนดไว้ได้ซึ่งคำตอบที่ต้องการ จะต้องอาศัยเครื่องมือในการกำหนดแผนปฏิบัติการโดยเครื่องมือที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการลดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่า ในงานวิจัยนี้ คือ หลักการ 5W1H และการปรับปรุงงานโดยใช้เทคนิค ECRS ซึ่งความสัมพันธ์ของเครื่องมือทั้งสองชนิด ดังแสดงได้ในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการ 5W1H กับปรับปรุงงานด้วย ECRS

คำถาม	สิ่งที่ต้องการศึกษา	การปรับปรุง
What – Why ทำอะไร – ทำไมต้องทำ	วัตถุประสงค์	Eliminate – ขจัดส่วนที่ไม่จำเป็น และไม่สร้างมูลค่าเพิ่มออก
Where – Why ทำที่ไหน – ทำไมต้องทำที่นั่น	สถานที่	Combine – รวมกิจกรรมเข้ามาทำที่สถานที่เดียวกัน เวลาเดียวกันหรือบุคคลเดียวกันRearrange จัดลำดับงานใหม่
When – Why ทำเมื่อไร – ทำไมต้องทำเวลานั้น	ลำดับขั้นตอน	
Who – Why ใครเป็นผู้ทำ – ทำไมต้องเป็นคนนั้น	ลำดับขั้นตอน	
How – Why ทำอย่างไร – ทำไมต้องทำด้วย	วิธีการ	Simplify – ทำให้ง่ายขึ้นด้วยวิธีการใหม่ หรือเครื่องมือช่วยอื่นๆ

หลักการ 5W1H และ ECRS เป็นการปรับปรุงกระบวนการของกิจกรรมโดยอาศัยเทคโนโลยีที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และต้องเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้วิธี 5W1H เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการทำงาน (Process Activity Mapping) โดยประกอบด้วยคำถามหลัก 6 คำถามได้แก่

1) What : เพื่อทราบวัตถุประสงค์ว่าจะทำอะไร ทำไมต้องทำ ทำอย่างอื่นได้หรือไม่

2) When : เพื่อหาขั้นตอนที่เหมาะสม ทำเมื่อไร ทำไมต้องทำตอนนั้น ทำเวลาอื่นได้ไหม

3) Where : เพื่อหาสถานที่ๆ เหมาะสมว่าทำที่ไหน ทำไมต้องทำที่นั้น ทำที่อื่นได้หรือไม่

4) Who : เพื่อหาคนที่เหมาะสมว่าใครเป็นคนทำ ทำไมต้องคนนั้น คนอื่นทำได้หรือไม่

5) Why : เพื่อหาเหตุผลในการทำงานตามวิธีเดิมและหาช่องทางการปรับปรุงให้ดีขึ้น

6) How : เพื่อหาวิธีการทำงานที่เหมาะสม

คำถามที่ตั้งต่อเนื่องจะถูกถามอย่างมีระเบียบทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์กระบวนการเพราะสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะนำไปสู่ทางเลือกใหม่ และการปรับปรุง คำถามที่ควรพิจารณาในการตรวจสอบเพื่อพัฒนาปรับปรุง มีลักษณะดังต่อไปนี้

1) คำถามที่เกี่ยวกับการกระทำ

ก. จุดประสงค์ของการกระทำคืออะไร

ข. มีการกระทำอย่างอื่นหรือไม่ ที่จะตอบสนองจุดประสงค์นั้น

ค. สภาพการที่เปลี่ยนแปลง จะเพิ่มความสำคัญของการกระทำหรือไม่

ง. สามารถยกเลิกการกระทำนั้นโดยการเปลี่ยนวัสดุได้หรือไม่

จ. สามารถยกเลิกการกระทำนั้นโดยการปรับปรุงเครื่องมือได้หรือไม่

ฉ. สามารถยกเลิกการกระทำนั้นโดยการปรับปรุงวิธีการได้หรือไม่

ช. สามารถยกเลิกการกระทำนั้นโดยการเปลี่ยนแปลงการออกแบบได้หรือไม่

ซ. การกระทำนั้นสามารถตัดบางส่วนได้หรือไม่

ฌ. สามารถแบ่งการกระทำนั้น ออกเป็นการกระทำย่อยๆ ได้หรือไม่

ญ. สามารถรวบรวมการกระทำ กับการกระทำอื่นๆ ได้หรือไม่

2) คำถามเกี่ยวกับการตรวจสอบ (Inspection)

ก. มีผลสำเร็จอะไรเกิดขึ้นกับงานนั้น

ข. ผลสำเร็จระดับนั้นจำเป็นหรือไม่จำเป็น

ค. ผลสำเร็จสูงกว่า จะเหมาะสมกว่าหรือไม่

ง. ผลสำเร็จในระดับที่ดีกว่า จะเหมาะสมกว่าหรือไม่

จ. การตรวจสอบใช้สายตา หรือใช้เครื่องมือวัด

ฉ. มีค่ายืดหยุ่นนี้จำเป็นหรือไม่

ช. ค่ายืดหยุ่นนี้เกินความจำเป็นหรือไม่

ซ. งานนี้ควรใช้เครื่องวัดในการตรวจสอบ หรือไม่

ฌ. ควรทำการตรวจสอบบ่อยครั้งเพียงใด

ญ. ควรทำการตรวจสอบวัดค่าชิ้นงาน กี่ชิ้นต่อหนึ่งครั้ง

ฎ. เครื่องตรวจสอบวัดค่านั้นถูกต้องเหมาะสมกับงานหรือไม่

ฏ. เครื่องตรวจสอบวัดค่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่

3) คำถามเกี่ยวกับข้อกำหนดของวัสดุ (Specification)

ก. ชนิดและลักษณะของวัสดุ

ข. ระดับคุณภาพ

ค. วัสดุนั้นดีที่สุด สำหรับชิ้นส่วนนั้นหรือไม่

ง. มีวัสดุอื่นที่ถูกกว่า คุณสมบัติเท่าเทียบกันหรือไม่

จ. ควรใช้วัสดุที่ดีกว่าหรือไม่

ฉ. น้ำหนักของชิ้นงาน

ช. ผลเสียหายที่เกิดกับส่วนที่เก็บคงคลัง

ซ. ขนาดของวัสดุที่เหมาะกับที่จะทำชิ้นงานที่เล็กที่สุด

ฌ. สามารถลดของเสียด้วยวิธีอื่นหรือไม่

4) คำถามเกี่ยวกับการขนถ่ายวัสดุ (Handling)

ก. ลักษณะขนถ่ายเป็นอย่างไร

ข. ปริมาณที่ทำการขนถ่าย

ค. การขนถ่ายกระทำเป็นชิ้นหรือทำเป็นหีบห่อ

ง. การเคลื่อนไหวเป็นแบบต่อเนื่อง หรือไม่ต่อเนื่อง

จ. การเคลื่อนของวัสดุเป็นตัวกำหนดความเร็ว หรือจังหวะในการทำงานหรือไม่

ฉ. มีการทำอะไรเกิดขึ้น ในขณะที่วัสดุเคลื่อนที่

ช. มีการเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด ในระหว่างปฏิบัติการ

ซ. เครื่องมือและอุปกรณ์ใช้ในการขนถ่าย

ฌ. สามารถส่งชิ้นงานไปยังการปฏิบัติขั้นต่อไป ได้สะดวกหรือไม่

ญ. ผู้ปฏิบัติสามารถปฏิบัติการ ต่อไปได้สะดวกหรือไม่

5) คำถามเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์ช่วยงานต่างๆ

ก. การทำงานนี้ทำด้วยมือ หรือเครื่องจักรจะประหยัดกว่า

ข. ถ้าทำโดยเครื่องจักรใช้เครื่องจักรชนิดไหน

ค. เครื่องจักรนี้สามารถตอบสนองจุดประสงค์ได้หรือไม่

ง. เครื่องจักรนี้ปฏิบัติงานด้วยมือหรืออัตโนมัติ

จ. เครื่องจักรนี้อยู่ในสภาพดีหรือไม่

ฉ. สามารถปรับปรุงเครื่องจักรที่มีอยู่มาใช้งานได้หรือไม่

ช. เครื่องจักรนี้อยู่ในสภาพดีหรือไม่

ซ. เครื่องจักรทันสมัยหรือล้าหลัง

ฌ. ถ้าเป็นเครื่องล้าสมัยจะเป็นการดีกว่าหรือไม่ถ้าจะนำเครื่องที่ทันสมัยกว่ามาใช้

ญ. เครื่องจักรอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมหรือไม่

ฎ. ผู้ปฏิบัติสามารถคุมเครื่องกี่เครื่อง

ฏ. วิธีในการขับเครื่อง ถูกต้องหรือไม่

ฐ. ความเร็วในการขับเคลื่อนหรือเดินเครื่อง

ฑ. ควรทำการหล่อลื่นเครื่องจักรบ่อยเพียงใด

ฒ. ใช้น้ำมันหล่อลื่นชนิดไหนเหมาะสมหรือไม่

6) คำถามเกี่ยวกับเครื่องมือนำทาง และเครื่องจับชิ้นงาน

ก. เครื่องมือที่ใช้งานมีอะไรบ้าง

ข. เครื่องนั้นเหมาะสมถูกต้องกับงานหรือไม่

ค. ผู้ปฏิบัติงานมีเครื่องมือเพียงพอหรือไม่

ง. ความเร็วในการป้อนละการตัดชิ้นงาน

จ. ควรใช้ความเร็วในการป้อนและการตัดชิ้นงานอย่างไร

ฉ. ควรมีการลับความคมของเครื่องมือ บ่อยครั้งเพียงใด

ช. มีการติดตั้งเครื่องมืออย่างเหมาะสมหรือไม่ โดยใคร

ซ. มีการใช้ไขควง หรือประแจ มาช่วยงานอย่างเหมาะสมหรือไม่

ฌ. มีการใช้เครื่องนำทางหรือเครื่องจับชิ้นงานหรือไม่

ญ. สามารถปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือ ทั้งสองอย่างหรือไม่

ฎ. วิธีการใช้จับยึด (Clamp) ของเครื่องมือนี้ทำได้รวดเร็ว และสะดวกหรือไม่

ฏ. เครื่องมือจะใช้ในสภาพดีหรือไม่

ฐ. เครื่องมือจับชิ้นงานได้ครั้งละกี่ชิ้น ปรับปรุงให้มากขึ้นได้หรือไม่

ฑ. มีการใช้ลมเป่าเพื่อขจัดฝุ่นผงหรือไม่

7) คำถามเกี่ยวกับการเตรียมงาน และการตั้งเครื่อง

ก. ผู้ปฏิบัติงานได้รับงานโดยวิธีใด ได้จากเครื่องมือหรือมีคนทำมาให้

ข. มีการล่าช้าในคลังวัสดุหรือห้องเครื่องมือหรือไม่

ค. ปริมาณที่ได้รับมากน้อยเหมาะสมหรือไม่

ง. ลักษณะการส่งผ่านไปยังบริเวณที่ทำงานเหมาะสมหรือไม่

จ. ชิ้นงานที่เสร็จสิ้นและมีการเคลื่อนย้ายหรือไม่

ฉ. วิธีการที่ใช้อยู่ประหยัดหรือไม่

ช. วิธีการขนถ่ายมีผลต่อกระบวนการผลิตต่อไปหรือไม่

ซ. ผู้ปฏิบัติงานตั้งเครื่องเอง หรือใช้เจ้าหน้าที่เฉพาะติดตั้ง

8) คำถามเกี่ยวกับบริเวณที่ทำงาน

ก. มีการจัดสถานที่ทำงานเพื่อให้มีการเคลื่อนไหวอย่างเหมาะสมหรือไม่

ข. มีการกำหนดตำแหน่ง เครื่องมือ อย่างเหมาะสมหรือไม่

ค. กำหนดสถานที่สำหรับวัสดุอย่างเหมาะสมกับการปฏิบัติงานหรือไม่

ง. ควรใช้เก้าอี้ในการทำงานหรือไม่ และความสูงควรเป็นเท่าใด

จ. แสงสว่าง อุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศเหมาะสมดีหรือไม่

ฉ. สามารถจัดหาความสะดวกสบายให้คนงาน ได้อย่างไร หรือไม่

คำถามทั้งหมดจะนำไปสู่การตัดทอน จัดลำดับ และการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ [4]

2.8 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

การสร้างความยืดหยุ่นให้กับสายการผลิตอย่างสม่ำเสมอโดยการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ทุกครั้งที่การผลิตเกิดความไม่สมดุลโดยระดับของความยืดหยุ่นนั้นขึ้นอยู่กับว่าบริษัทจะปรับเปลี่ยนได้ในระดับ รายเดือน รายวัน หรือรายชั่วโมง และนี่คือ เหตุผลสำคัญอันหนึ่งที่ระบบการผลิตแบบลีน จึงมุ่งเน้นใช้เครื่องจักรขนาดเล็กในการผลิตเพราะสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย อุปสรรคสำคัญที่จะนำไปสู่ความยืดหยุ่นที่ว่านี้คือ การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Quick Changeover) เนื่องจากจะส่งผลให้ขนาดลอตการผลิต (Lot Size) ลดลง [5] การทำให้สายการผลิตเกิดความสมดุลย่อมมีความสำคัญต่อผลผลิตในสายการผลิตนั้นไม่ว่าจะเป็นการสมดุลของแต่ละขั้นตอนการทำงาน หรือระหว่างหน่วยงานก็ตาม [6] ปัญหาในการจัดสมดุลสายการผลิตมักเกิดจากการจัดกระบวนการผลิตในแต่ละขั้นตอนที่ใช้เวลาแตกต่างกันซึ่งมีผลทำให้อัตราการผลิตขึ้นอยู่กับขั้นตอนที่ใช้เวลาในกระบวนการผลิตสูงที่สุด การแก้ปัญหาการขาดความสมดุลในสายการผลิตจะต้องดำเนินการลดข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องต่างๆ โดยการ เสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจในการจัดสมดุลเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการเสริมทักษะให้ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต พัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้องให้มีแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยวิธีการจัดสมดุล [7]

สมดุลสายการผลิต (Line Balancing) คือ การจัดเวลาในแต่ละสถานีให้สัมพันธ์กันหรือใกล้เคียงกันเพื่อลดเวลาสูญเปล่าอันเกิดจากการล่าช้าของงานการจัดสมดุลสายการผลิตจะเริ่มต้นตั้งแต่การสังเกตการทำงานอย่างละเอียดในแต่ละสถานีงานจากนั้นนำมาจัดให้พนักงานแต่ละคนได้ทำโดยเหมาะสมภายใต้เวลาที่กำหนดไว้โดยการจัดงานให้พนักงานแต่ละคนนั้นจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของงาน ลำดับขั้นตอนการทำงาน ความยากง่ายของงาน และที่สำคัญที่สุด คือ เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดต้องใกล้เคียงกับเวลาที่กำหนดไว้ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้ [23,24]

1) กำหนดงานและแบ่งงานย่อยของสายการผลิต โดยกำหนดว่างานอะไรบ้างที่ต้องทำเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้นมา และงานเหล่านี้สามารถแบ่งเป็นงานย่อยได้อย่างไรบ้าง

2) กำหนดลำดับก่อนหลังของงานย่อย งานในสายการผลิตที่แบ่งออกมานั้นควรมีลำดับการทำงานของงานอยู่ เพื่อให้ง่ายต่อการผลิตและบางครั้งอาจมีรายละเอียดทางด้านเทคนิคที่ทำให้เราไม่สามารถทำงานข้ามขั้นตอนบางขั้นตอนไปได้

3) คำนวณจำนวนสถานีต่ำสุดที่ต้องการเพื่อจะได้ทราบว่าจำนวนสถานีทำงานต่ำสุดในทางทฤษฎีควรเป็นเท่าใดจำนวนสถานีต่ำสุดในทางทฤษฎีมีไว้เพื่อให้ทราบว่าเราจะต้องใช้อย่างน้อยที่สุด เท่ากับจำนวนสถานีต่ำสุดนี้ในทางปฏิบัติส่วนใหญ่จำนวนสถานีจะมากกว่าจำนวนสถานีต่ำสุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการทำงานของงานต่างๆ และลำดับการทำงานให้บางสถานีงานที่มีเวลาเหลือแต่เวลาว่างนั้นไม่เพียงพอสำหรับการทำงานในขั้นตอนถัดไป จึงทำให้สถานีงานนั้นมีเวลาว่างที่ไม่สามารถทำงานได้

4) จัดสรรงานย่อยให้แต่ละสถานี เพื่อเป็นการจัดว่าสถานีต่างๆ ต้องทำงานอะไรบ้างโดยมีเกณฑ์ในการจัดสรรงานที่นิยมใช้กันคือ

ก. ให้งานที่ใช้เวลาทำนานที่สุด เข้าทำงานสถานีก่อนในการจัดสรรงานตามลำดับขั้นตอนการทำงานหรือการประกอบสินค้าถ้ามีงานบางอย่างที่สามารถทำงานไปพร้อมๆกันเราจะให้สถานีทำงานชนิดใดก่อนในที่นี้ใช้เกณฑ์เวลาที่ทำงานนานที่สุด เข้าทำงานก่อน

ข. ให้งานที่มีงานตามมากที่สุดเราจะให้ความสำคัญของงานที่มีงานย่อยตามมามากที่สุดเข้าทำงานในสถานีก่อน เพื่อให้ในสถานีท้ายๆ สามารถจัดสรรงานที่เหมาะสมได้ง่ายขึ้น

ค. ให้น้ำหนักงานแล้วเลือกงานที่มีน้ำหนักมากที่สุดเข้าก่อนวิธีนี้เกิดขึ้นจากการนำ 2 วิธีข้างต้นเข้ามารวมกัน โดยพิจารณางานแต่ละงานว่า ถ้าใช้เวลาทำงานนานจะให้น้ำหนักมากและงานใดมีงานตามมามากก็จะให้น้ำหนักมาก แล้วรวมน้ำหนักของงานแต่ละงาน งานใดที่มีน้ำหนักมากจะจัดสรรให้สถานีก่อน

5) คำนวณประสิทธิภาพของสายการผลิต โดยคำนวณจากประสิทธิภาพการใช้แรงงาน

6) หาแนวทางในการปรับปรุงเนื่องจากการวางผังไปแล้วเป็นการยากที่จะปรับปรุงแก้ไขหรืออาจจะต้องเสียเวลา และค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อให้การวางผังการผลิตโดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมีประสิทธิภาพมากที่สุด ควรพิจารณาว่ามีแนวทางอื่นที่จะทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นอีกหรือไม่ เพื่อลดเวลาว่างในสายการผลิตให้ต่ำที่สุด จนกระทั่งได้แนวทางในการสมดุลสายการผลิตที่ดีที่สุด จึงนำสายการผลิตที่ได้ไปใช้ในโรงงานอย่างแท้จริง [25]

2.8.1 รอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) คือ การทำงานที่วนซ้ำกันเมื่อทำงานตั้งแต่แรก และเมื่อสิ้นสุดการทำงานนั้นจะเริ่มทำงานใหม่ที่จุดเริ่มต้นเดิมซ้ำๆกันเป็นรอบๆ โดยมีจุดเริ่มต้นของการทำงานมาบรรจบกับจุดสิ้นสุดเป็นวงรอบ เสมอ การทำงานครบ 1 รอบมักจะได้ผลงานอย่างน้อย 1 งาน [18]

2.8.2 งานคอขวดของการผลิต (Bottleneck) คือ สภาวะของการเคลื่อนตัวหรือการไหลของสิ่งใดๆที่เกิดอุปสรรคเนื่องจากช่องทางแคบลง เป็นผลให้เคลื่อนตัวไปได้ยากขึ้นหรือช้าลงมีการติดขัดของสิ่งนั้นๆ หน้าช่องทางผ่าน [15]

1) การหาจุดงานคอขวด (Bottleneck) สามารถสังเกตได้ดังนี้

ก. ตำแหน่งงานใด ๆ ก็ตามที่ใช้เวลาทำงานมากที่สุดของสายการผลิตนั้นๆ

ข. เมื่อเกิดงานคอขวด (Bottleneck) ขึ้นในสายการผลิตทั้งผลผลิต (Output) และการเพิ่มผลผลิต (Productivity) จะถูกกำหนดด้วยตำแหน่งคอขวดนั้น

ค. มีงานกองเป็นจำนวนมากอยู่ข้างหน้าของพนักงาน

หลังจากพบจุดงานคอขวด (Bottle neck) แล้วจะต้องทำการจับเวลาใหม่อีกครั้งเพื่อเป็นการตรวจสอบให้แน่นอน

2) แนวทางการแก้ไขงานคอขวด (Bottleneck)

ก. ศึกษาเวลาการทำงานของแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิต

ข. ปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เป็นจุดงานคอขวด

ค. ปรับปรุงอุปกรณ์นำเจาะ (Fixture) เพื่อลดเวลาทำงานของจุดงานคอขวด

ง. จัดคนที่เกินหรือขาดเพื่อรักษาสมดุลการผลิต

จ. ปรับรอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) ตามจุดงานคอขวด

3) ปัญหาของสายการผลิตที่ไม่สมดุล

ก. มีงานกองตรงตำแหน่งที่ไม่สามารถทำงานได้ทันเวลา

ข. พนักงานขาดสมาธิในการทำงานต้องพะวักพะวงเสียเวลามาคอยดันหรือหยิบชิ้นงานใหม่ที่เคลื่อนเข้ามา แทนที่จะเอาเวลามาทำงานชิ้นเก่าที่ซึ่งยังทำไม่เสร็จ

ค. พนักงานตรวจสอบต้องเสียเวลามาแก้ไขงานที่ทำมาผิดทำให้ต้องใช้เวลาในการทำงานมากขึ้น

ง. หัวหน้างานหรือผู้ร่วมงานต้องเสียเวลามาคอยช่วยเหลือมาหยิบงานที่กองอยู่จากตำแหน่งพนักงานที่ทำไม่ทัน

จ. พื้นที่ในการทำงานซึ่งจำกัดอยู่แล้ว เหลือน้อยลงกว่าเดิมอีก

ฉ. ไม่สามารถคาดหมายหรือควบคุมปริมาณของผลผลิต (Output)

ช. เกิดงานระหว่างผลิต (Work In Process : WIP) มากขึ้นในสายการผลิต

ซ. ผลิตภาพลดลง

4) ประโยชน์ของการจัดสมดุลการผลิต

ก. สามารถควบคุมปริมาณผลผลิต (Output) ได้อย่างเป็นระบบ

ข. ความสม่ำเสมอในการไหลของชิ้นงาน ระยะห่างของชิ้นงานที่เท่าๆ กันลดโอกาสในการทำงานผิดพลาด หรือพลั้งเผลอของพนักงาน

ค. สามารถควบคุม และลดเวลาสูญเสีย

ง. ป้องกันการเกิดงานระหว่างผลิต (Work In Process) ในสายการผลิต

จ. สามารถแยกแยะจุดที่เกิดปัญหาได้ง่าย และชัดเจน

ฉ. ชิ้นงานที่มีปัญหาเมื่อแยกออกมาจะเห็นได้ชัดเจน

ช. พนักงานมีสมาธิในการทำงานไม่ต้องพะวงงานชิ้นใหม่ที่จะเลื่อนเข้ามาขณะที่ชิ้นเก่ายังไม่เสร็จ

ซ. พนักงานมีสมาธิในการทำงานในส่วนของตนไม่ต้องพะวงคอยช่วยงานพนักงานที่ทำงานไม่ทัน

ฌ. ระยะห่างที่เหมาะสมเท่า ๆ กัน ช่วยป้องกันการเกิดของเสียจากการกระทบกระแทกหรือเบียดกันของชิ้นงาน

2.8.3 จังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) เป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากเป็นตัวกำหนดว่าลูกค้าต้องการสินค้ากี่นาทีต่อชิ้น จุดมุ่งหมายก็เพื่อกำจัดสินค้าออกจากคลังสินค้า หมายถึง เมื่อผลิตเสร็จก็พร้อมส่งทันทีสินค้าจะมีจำนวนเท่ากับความต้องการของลูกค้าพอดีจะไม่มีการผลิตเผื่อเพื่อเก็บในคลังสินค้าโดยจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) หรือเป็นเวลามากที่สุดที่พนักงานสามารถใช้ในการผลิตชิ้นงาน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าให้ได้ทันท่วงที สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.5 [13]

$$\text{Takt Time} = \text{เวลาทำงานปกติสุทธิในหนึ่งเดือน}/\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อเดือน} \quad (2.5)$$

2.9 การวางผังโรงงาน (Plant Layout)

การออกแบบวางผังโรงงานหรือสถานที่เพื่อให้เหมาะสมกับการทำการผลิต และเครื่องจักร อุปกรณ์การทำงาน โดยกระบวนการผลิตจะต้องผ่านปัจจัยต่างๆ เช่น คน เครื่องจักร วัตถุดิบ พลังงาน การออกแบบการวางผังที่ดีจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตให้ต่ำลง การทำงานมีความสะดวกและมีประสิทธิภาพ การวางผังจะเป็นการกำหนดตำแหน่งของคน เครื่องจักร วัตถุดิบ และสิ่งสนับสนุนการผลิตอันเป็นปัจจัยสำคัญของระบบการผลิตให้เหมาะสมเกิดเวลาว่างเปล่าในสายการผลิตน้อยที่สุด และใช้เวลาการผลิตให้สั้นที่สุด ส่งผลให้เกิดประโยชน์ในด้านการผลิตที่สูงขึ้น

ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานทั้งทางตรงและทางอ้อม ใช้เนื้อที่ส่วนที่เป็นพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปเป็นข้อได้เปรียบในเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในตลาดการแข่งขัน [26]

2.9.1 การจัดวางผัง (Layout) หมายถึง การจัดวางเครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ คน สิ่งอำนวยความสะดวกและสนับสนุนการผลิตให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ [8, 9, 27]

การวางผังโรงงานมีเป้าหมายพื้นฐาน 6 ประการ

1) หลักการเกี่ยวกับการรวมกิจกรรมทั้งหมดผังโรงงานที่ดีจะต้องรวมคนวัสดุเครื่องจักรกิจกรรมสนับสนุนการผลิตและข้อพิจารณาอื่นๆ ยังผลต่อการทำให้การรวมตัวกันดีที่สุด

2) หลักการเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในระยะสั้นที่สุดผังโรงงานที่ดีจะต้องมีระยะทางการเคลื่อนที่ของการขนถ่ายวัสดุระหว่างกิจกรรมหรือระหว่างหน่วยงานน้อยที่สุด

3) หลักการเกี่ยวกับการไหลของวัสดุผังโรงงานที่ดีจะต้องจัดสถานที่ทำงานของแต่ละหน่วยงานหรือแต่ละขบวนการผลิตตามลำดับขั้นตอนของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การไหลของวัสดุไม่วกวนหรือหยุดชะงัก

4) หลักการเกี่ยวกับการใช้เนื้อที่ผังโรงงานที่ดีจะต้องใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง

5) หลักการเกี่ยวกับการทำให้คนงานมีความพอใจและความปลอดภัย ผังโรงงานที่ดีจะต้องเป็นผังโรงงานที่มีสถานที่ทำงานที่เป็นที่พอใจสร้างขวัญกำลังใจแก่คนงานและสร้างความปลอดภัยให้คนงานและทรัพย์สินของโรงงานได้

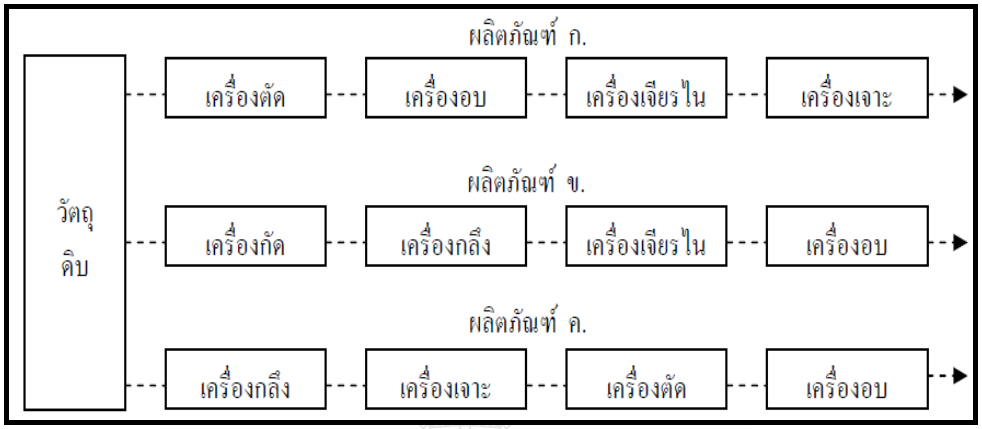
6) หลักการเกี่ยวกับความยืดหยุ่นผังโรงงานที่ดีจะสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโดยมีการเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด และทำได้สะดวก

2.9.2 ประเภทของการจัดวางผังโรงงาน แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1) การวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ (Product Layout)

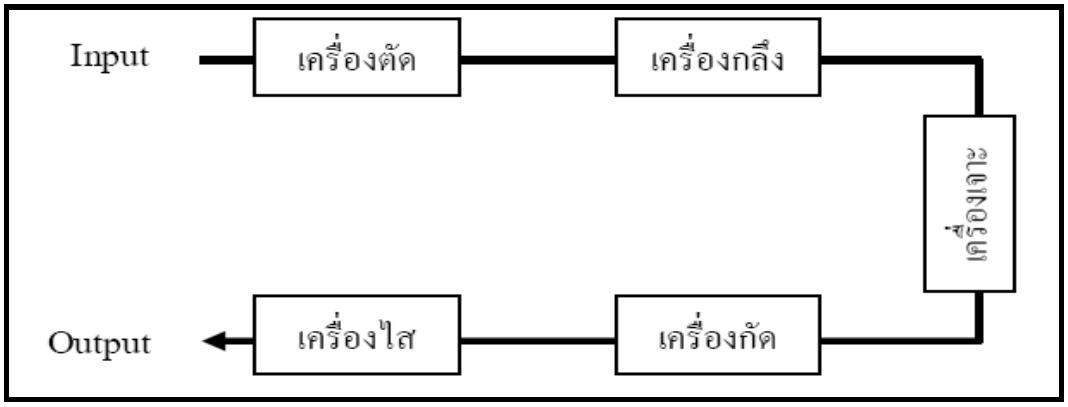
การวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ เป็นรูปแบบการวางผังโรงงานที่มีการจัดวางตำแหน่งของเครื่องจักรให้สอดคล้องกับรูปแบบการไหลของผลิตภัณฑ์ เหมาะสำหรับโรงงานที่มีประเภทของผลิตภัณฑ์ไม่มากแต่มีปริมาณการผลิตสูง ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีมาตรฐานและมีลำดับการผลิตที่แน่นอนในการวางผังโรงงานประเภทนี้จะมีการทำสมดุลสายการผลิตก่อนเพื่อหาจำนวนเครื่องจักรที่ต้องใช้ในสายการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ความสมดุลของสายการผลิตของการวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์จะเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของการผลิต ข้อดีของการวางผังโรงงานประเภทนี้ คือ ลด

เวลาในการขนย้ายวัสดุ เวลาในการทำงาน ค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัสดุต่ำ การวางแผนและควบคุมการผลิตทำได้ง่าย ข้อเสียคือ ถ้าผลิตในปริมาณที่ต่ำจะทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูง การขาดวัตถุดิบมีผลกระทบทั้งสายการผลิตและมีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิตน้อย ดังแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 การวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ [17]

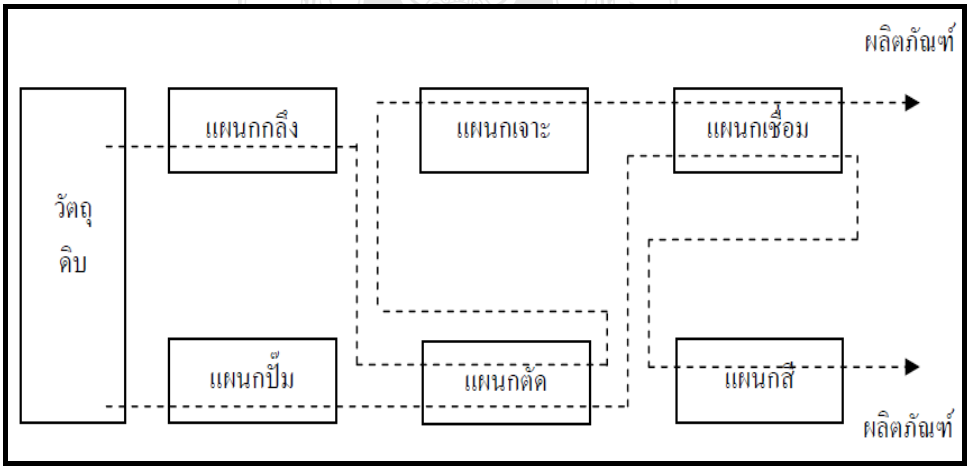
การวางการผลิตแบบนี้เป็นแบบเส้นตรง ซึ่งอาจเกิดปัญหามากมายดังที่กล่าวไว้ข้างต้น จึงมีการประยุกต์การวางผังการผลิตแบบนี้โดยใช้ให้มีความสั้นลง และลดหรือควบรวมบางปัจจัยการผลิตลงรวมถึงลักษณะการทำงานเป็นทีมมากขึ้นเป็นลักษณะ U-Shaped Layout ในบางผลิตภัณฑ์สามารถจัดสายการผลิตแบบรูปตัว U แล้วใช้พนักงานเพียงคนเดียวทำงานกับเครื่องจักรหลายเครื่อง จุดเด่นของการจัดสายการผลิตแบบ U คือบริเวณงานเข้าและบริเวณงานออกจะอยู่ใกล้กัน พนักงานมีการทำงานที่หลายทักษะทำให้ไม่เกิดความเบื่อ และเมื่อยล้า สามารถปรับเปลี่ยนและรองรับได้หลายผลิตภัณฑ์หรือรุ่นการผลิตสามารถลดพื้นที่ คน และการขนถ่ายวัสดุได้มากเนื่องจากระยะห่างระหว่างสถานีงานน้อยพนักงานสามารถเอื้อมถึงกันได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 รูปแบบการจัดสายการผลิตแบบรูปตัว U (U-Shaped Layout) [17]

2) การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต (Process Layout)

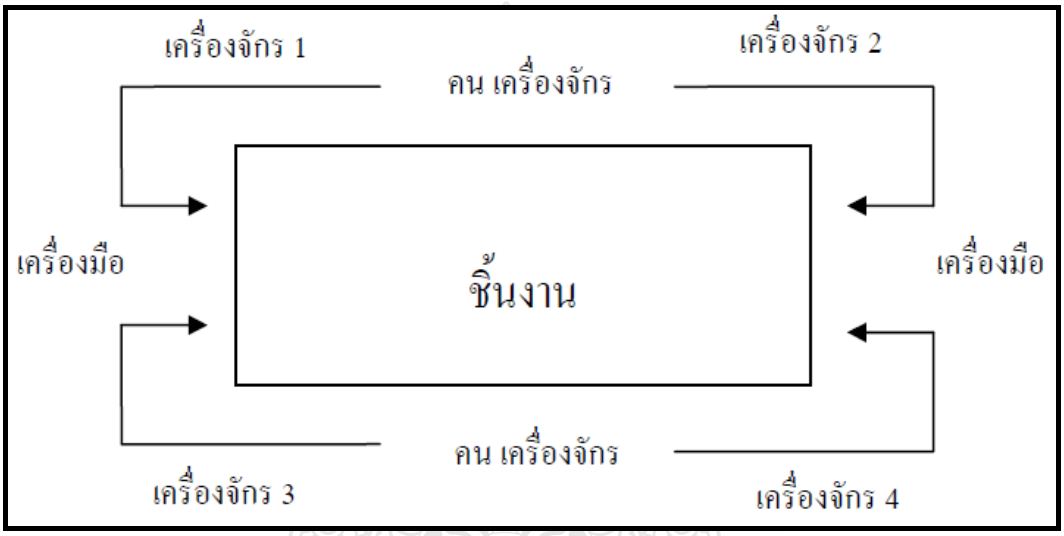
การวางผังโรงงานประเภทนี้เป็นการจัดวางเครื่องจักรตามประเภทการใช้งาน เหมาะสำหรับโรงงานที่มีประเภทของผลิตภัณฑ์หลายประเภท แต่มีปริมาณการผลิตไม่สูง ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีลำดับขั้นตอนในการผลิตที่แตกต่างกัน สามารถใช้เครื่องจักรร่วมกันในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต่างชนิดกัน ทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการผลิตสูงกว่าการวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ ข้อเสียคือเกิดค่าใช้จ่ายและเวลาในการขนย้ายวัสดุระหว่างแผนกสูง มีวัสดุระหว่างกระบวนการสูง ค่อนข้างยุ่งยากในการวางแผนและในการควบคุมการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 การวางผังโรงงานตามกระบวนการผลิต [17]

3) การวางผังโรงงานแบบคงตำแหน่ง (Fixed Position Layout)

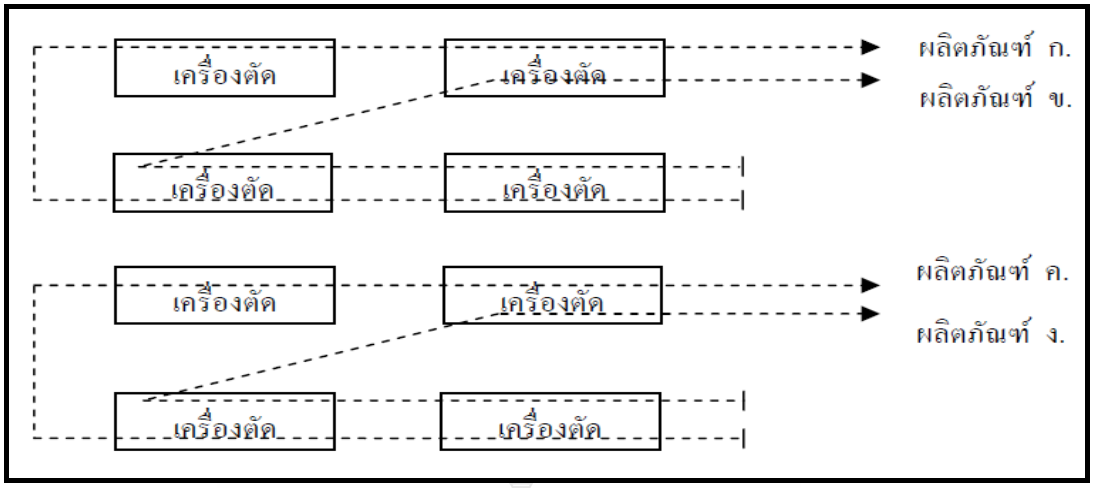
การวางผังโรงงานแบบคงตำแหน่งเป็นการวางผังโรงงานสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย เป็นการจัดวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ให้อยู่กับที่ แล้วนำส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เข้ามาติดตั้ง เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องบิน อู่ต่อเรือ การผลิตจะมีปริมาณน้อยตามใบสั่งผลิต ข้อเสียของการวางผังโรงงานประเภทนี้คือ ต้องใช้พื้นที่กว้างเพื่อเตรียมการสำหรับความไม่แน่นอนของการขนาดชิ้นงานและใช้แรงงานที่มีความชำนาญสูงดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 การวางผังโรงงานแบบคงตำแหน่ง [17]

4) การวางผังโรงงานแบบตามกลุ่มของผลิตภัณฑ์ (Group Technology Layout)

การวางผังโรงงานแบบตามกลุ่มของผลิตภัณฑ์เป็นการวางผังตามกลุ่มความเหมือนของผลิตภัณฑ์ มีการจัดกลุ่มเครื่องจักรออกเป็นกลุ่มย่อยๆ โดยแบ่งตามกระบวนการผลิตที่คล้ายกันทำให้มีความยืดหยุ่นในการผลิตมากกว่าการวางผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์ ใช้เวลาการปรับตั้งเครื่องจักรน้อยกว่าการวางผังโรงงานตามกระบวนการ เหมาะกับปริมาณการผลิตที่ไม่สูงและประเภทของผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ดังแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 การวางผังโรงงานแบบกลุ่มของผลิตภัณฑ์ [17]

2.9.3 หลักการออกแบบ และปรับปรุงผังโรงงาน สำหรับหลักการออกแบบผังโรงงานนั้นได้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะด้วยกันคือ การออกแบบ และปรับปรุงผังโรงงานที่มีอยู่ ส่วนอีกลักษณะหนึ่งคือการออกแบบผังโรงงานใหม่ ในงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบ และปรับปรุงผังโรงงานที่มีอยู่แล้วซึ่งควรที่จะให้ความสำคัญมากเป็นพิเศษเมื่อเปรียบเทียบกับงานการออกแบบผังโรงงานใหม่ ทั้งนี้เพราะว่าโรงงานที่เกิดขึ้นใหม่นั้นมีไม่มาก และโอกาสที่จะได้เข้าไปออกแบบโรงงานใหม่นั้นก็มีไม่มากเช่นกัน ดังนั้นการออกแบบและปรับปรุงผังโรงงานเก่าจึงมีความสำคัญมาก ทั้งนี้ก็เพราะว่าผังโรงงานที่ทำให้การผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิผลและได้ผลตอบแทนมากนั้นจะต้องเป็นผังโรงงานที่ได้รับการปรับปรุงตามการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา เป็นต้นว่าความต้องการของผู้ซื้อเปลี่ยนแปลงไปผังโรงงานที่ดีในขณะหนึ่งนั้น เมื่อเวลาได้ผ่านไปสักระยะหนึ่งและมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมเกิดขึ้น ผังโรงงานที่ว่านี้ถ้าไม่ได้รับการเปลี่ยนแปลงก็จะไม่ใช่ผังโรงงานที่ดีอีกต่อไป ผังโรงงานที่ออกแบบใหม่ของโรงงานใหม่ก็เช่นเดียวกัน จะเป็นผังโรงงานที่ดีได้ในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้นการออกแบบผังโรงงานจึงมีการพัฒนาออกไปอีกมากมาย ไม่จำเป็นต้องกำหนดใช้แบบใดแบบหนึ่ง บางโรงงานอาจใช้รูปแบบการวางผังแบบผสมผสาน เช่น การวางผังแบบเซลล์ (Cellular Layout) มีการนำหลักการที่ชิ้นงานลักษณะการผลิตที่ใกล้เคียงกันมาอยู่ในสายการผลิตเดียวกันโดยยกเว้นขั้นตอนหรือเครื่องจักรบางเครื่องที่ข้ามไป และในบางครั้งอาจมีการข้ามสายการผลิตได้แต่เล็กน้อย ส่งผลให้ลดเวลาในการเตรียมเครื่องจักร ลดพื้นที่การผลิต ลดการขนถ่ายลำเลียงได้มาก ปัจจุบันในหลายโรงงานจะนิยมใช้การวางผังการผลิตแบบผสมผสานเป็นจำนวนมาก [28]

2.10 วิจารณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มผลผลิตพบว่าองค์กรที่จะสามารถอยู่รอดได้ในโลกแห่งการแข่งขันทางธุรกิจ คือ องค์กรที่มีการปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานอย่างต่อเนื่อง เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการจึงถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงและวัดประสิทธิภาพในการทำงานซึ่งได้แก่ การวัดอัตราผลิตภาพ (Productivity) [15] การศึกษาการทำงาน (Work Study) [18] การกำจัดความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Wastes) [19] โดยพยายามให้กระบวนการผลิตเกิดความสมดุลมากที่สุด [7] การจัดวางผังโรงงานใหม่ทำให้การไหลของงานระหว่างกระบวนการเป็นไปอย่างต่อเนื่อง [14, 27] สามารถลดจำนวนพนักงาน และสถานีงานของอุตสาหกรรมผลิตหม้อหุงข้าว [7] และอุตสาหกรรมล้างขวดใช้วิธีการศึกษาการทำงานสามารถเพิ่มอัตราผลิตภาพของผลิตภัณฑ์ได้ถึง 36% [4]

นอกจากการใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการเข้ามาแก้ปัญหาในงานวิจัยแล้วยังพบอีกว่าการศึกษาเวลา (Time Study) หรือการวัดผลงาน (Work Measurement) [11, 29, 30, 31] มีการประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ชนิด (7 QC Tools) [20] เพื่อนำมาเก็บข้อมูลสภาพปัญหาหรือของเสีย (Defect) ในเชิงสถิติทำให้การนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตซึ่งช่วยให้การตัดสินใจต่อการแก้ปัญหาต่างๆเป็นไปอย่างมีหลักการ และถูกต้อง เครื่องมือควบคุมคุณภาพเหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ [14] อุสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนกันโคลนรถยนต์ [32] อุตสาหกรรมผลิตผลิตยางท่อ [22] อุตสาหกรรมผลิตเครื่องสำอาง [33] และอุตสาหกรรมผลิตพลาสติกแผ่น [12] แต่มีบางงานวิจัยที่นำ เครื่องมือควบคุมคุณภาพ มาทำการออกแบบ และประยุกต์ใช้ในการเก็บข้อมูลเวลาตัวอย่างเพื่อใช้ในการคำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) [11, 34] ซึ่งกระบวนการผลิตมีความหลากหลาย และซับซ้อนแตกต่างกันทั้งในเรื่องของวัตถุดิบที่ใช้ วิธีการ/เทคโนโลยี เครื่องจักรอุปกรณ์ รวมถึงความสามารถของพนักงานจึงจำเป็นต้องมีการประเมินค่าสมรรถนะในการทำงาน เนื่องจากพนักงานแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกันทั้งในเรื่องของความเอาใจใส่ ความพยายาม ความแม่นยำ และความกระตือรือร้นในการทำงาน และจะต้องมีการคิดเวลาเผื่อให้กับพนักงานด้วย เช่น ค่าเวลาเผื่อส่วนบุคคล ความเครียด และความล่าช้า [10] ตัวอย่าง เช่น การจัดทำเวลามาตรฐานการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ฝาครอบโหลดเบรกเกอร์สวิทซ์ในโรงงานผลิตหม้อแปลงซึ่งผลจากการจัดทำเวลามาตรฐานทำให้พนักงานสามารถทำงานได้เร็วขึ้น รอบเวลาในการผลิตรวมลดลงคิดเป็น 21.04 % ที่สำคัญพนักงานมีเวลาการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน [34]

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นมีขั้นตอนการดำเนินงานที่คล้ายคลึงกัน คือ เริ่มจากศึกษาสภาพปัจจุบันของโรงงาน คำนวณจังหวะความต้องการของลูกค่า (Takt Time) เพื่อเปรียบเทียบกับรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) เก็บข้อมูลระยะทางการไหลของงานระหว่างกระบวนการ จากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเพื่อหาแนวทางแก้ไข และทำการปรับปรุงการทำงานแต่จะแตกต่างกันตามลักษณะงาน และเครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการทำงานวิจัย เช่น งานวิจัยของเธียรเจิมประยงค์ [35] สามารถลดชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work In Process) ชิ้นส่วนรถตักดิน ซึ่งมีการคำนวณค่า Takt Time ที่เหมาะสม โดยพยายามให้รอบเวลาการผลิตมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ Takt Time มากที่สุด สามารถหาเวลาทำการผลิตที่เหมาะสมได้ ยุทธศักดิ์ บุญศิริเอื้อเฟื้อ [36] สร้างมาตรฐานควบคุมความสูญเปล่า 7 ประการ ที่สามารถนำไปใช้กับอุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดย่อมได้ ซึ่งใช้โรงงานเครื่องสำอางเป็นกรณีศึกษา โดยเริ่มจากการศึกษาองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการแล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบ โดยใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ เป็นเครื่องมือช่วย แล้วนำไปปรับปรุงขั้นตอนในการลดความสูญเปล่า ดิษฐพงษ์ วิลัยกร [37] เพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมไม้อัดโดยใช้เทคนิค MUDA เริ่มจากการใช้ MUDA Check List ในการสำรวจ แล้วนำผลสำรวจมาสรุปปัญหา วิเคราะห์ กำหนดแนวทางปรับปรุง เปรียบเทียบผล และจัดทำคู่มือมาตรฐาน นิมิต หาญพิทักษ์พงศ์ [38] เพิ่มผลผลิตตัวเก็บประจุด้วยวิธีการศึกษาการทำงาน (Work Study) ซึ่งพบว่าก่อนการปรับปรุงมีการวางผังโรงงานไม่เหมาะสมส่งผลก่อให้งานส่วนเกิน และเสียเวลาในการเคลื่อนย้ายหลังจากมีการปรับปรุงในจุดที่เกิดปัญหาพบว่าสามารถเพิ่มผลผลิตได้ 44% ทวีมาศ นาคอุดม [39] ประยุกต์ใช้การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต และลดระยะทางการขนส่งระหว่างกระบวนการโดยใช้โรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นกรณีศึกษา รวิศ รัชตะวรรณ [40] ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตสายการผลิตกระสุนปืนเล็ก ขนาด 5.56 มม. โดยเสนอ 2 แนวทางการปรับปรุง ได้แก่ (1) เพิ่มเครื่องจักรจากเดิมที่มีอยู่ในสถานีงานซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำส่งผลทำให้กระบวนการผลิตเกิดงานคอขวด (Bottle Neck) หลังการปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มอัตราผลิตภาพรวมได้ 36 ล้านนัดต่อปี (2) ปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพโดยวิเคราะห์ถึงสาเหตุและผลการสูญเสียของผลการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐานโดยการใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดของเสียในกระบวนการผลิตได้จาก 3.38% เหลือ 0.81% สามารถลดต้นทุนได้ถึง 4,097,811 บาท วรญา มาประชา [41] เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการพิมพ์ในกระบวนการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์โดยเริ่มจากการศึกษาขั้นตอนการผลิต และเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่าแผนกพิมพ์เป็นแผนกที่มีของเสียมากที่สุดโดยมาจากปัจจัยการผลิตหลัก 4 ปัจจัยหลัก คือ (1) ปัจจัยจากคนงาน (2) ปัจจัยจากอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน (3) ปัจจัยจากวิธีการทำงาน (4) ปัจจัยจากวัตถุดิบ จึงมีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาโดยการตรวจสอบคุณภาพ

ระหว่างการทำงาน สร้างมาตรฐานการทำงาน จัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน หลังดำเนินการปรับปรุงพบว่าประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 96.08% อัญชลี จินดาฤกษ์ [42] เพิ่มผลิตภาพแรงงานในโรงงานเบเกอรี่ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการเริ่มจากศึกษาปัญหา และเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่าผลิตภาพแรงงานต่ำเกิดจากความไม่สมดุลของขั้นตอนการผลิตส่งผลให้พนักงานเกิดเวลาว่างจากการรอคอยชิ้นงานการปรับปรุงเริ่มจาก สร้างเวลามาตรฐาน จากนั้นจัดสมดุลสายการผลิต หลังการปรับปรุงพบว่าผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้นถึง 20.38% ยุทธชัย บันเทิงจิตร และนันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร [43] ลดเวลาการทำงานในสำนักงานทะเบียนเครื่องจักรกลาง ผลการศึกษาพบว่าความล่าช้าของขั้นตอนการทำงานมีสาเหตุหลักมาจาก (1) วิธีการทำงานที่มีความซับซ้อน (2) พนักงานทำงานล่าช้า (3) เครื่องจักรไม่ทันสมัย (4) เอกสารไม่สมบูรณ์ กิจกรรมย่อยๆถูกนำมาใช้เพื่อหาวิธีลดเวลาการทำงาน โดยใช้เทคนิค ECRS เป็นแนวทางในการปรับปรุงพบว่าสามารถลดขั้นตอนการทำงานได้จาก 15 ขั้นตอน เหลือ 12 ขั้นตอน ระยะเวลาดำเนินงานเฉลี่ย 85 วัน/เรื่อง คิดเป็น 42.2% วัชนะชัย จูมผา [44] ศึกษากระบวนการผลิต และหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตโดยวิธีการศึกษาการทำงานด้วยการซักถามปัญหาที่พบเห็นแล้วนำมาวิเคราะห์พบว่ามีความสูญเปล่าเกิดขึ้นในสายการผลิตซึ่งมีสาเหตุมาจากความไม่สมดุลของสายการประกอบจึงได้เสนอแนวทางทางการเพิ่มผลผลิตโดยการปรับปรุงวิธีการทำงาน หลังการปรับปรุงพบว่าสามารถลดขั้นตอนการทำงานได้ถึง 14.81% และเวลาในการผลิตที่ไม่จำเป็นได้ 6.20% นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร [45] ศึกษาวิธีการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิต ผลการศึกษากระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงพบว่าขั้นตอนการทำงานบางขั้นตอนมีการใช้เวลาที่ไม่มีความจำเป็น เช่น การเคลื่อนย้าย การเตรียมงานเข้าเครื่องจักร การหยิบและวางชิ้นงาน ซึ่งมีสาเหตุมาจาก 4 ปัจจัยหลัก คือ (1) พนักงานไม่ตระหนักถึงกฎข้อบังคับเพื่อป้องกันความปลอดภัย (2) อุปกรณ์ช่วยในการผลิตอยู่ในสภาพที่ไม่ปลอดภัย และตำแหน่งการจัดวางไม่เหมาะสม (3) วิธีการทำงานไม่ถูกต้องทำให้เสียเวลาในการทำงานมาก (4) การไหลของงานระหว่างกระบวนการมีระยะทางไกล การปรับปรุงได้มีการจัดวางผังโรงงานใหม่โดยพยายามให้ตำแหน่งของเครื่องจักรอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานเพื่อให้พนักงานผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้ง่ายขึ้น ผลการปรับปรุงสามารถลดเวลาการทำงานได้ 5% H.B. Marrit, A. Ghasekaran, and R.J. Grieve [46] สำรวจการปฏิบัติงานของวิสาหกิจขนาดกลาง และขนาดย่อม (SME) ในประเทศอังกฤษ ซึ่งนำระบบคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้แบบสอบถามพบว่าสามารถลดการใช้แรงงานได้ 58% อัตราผลิตภาพสูงขึ้นอย่างชัดเจน 25% M. P. Rao, D. M. Miller. and B. Lin [47] ออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินผลอัตราผลิตภาพในโรงงานอุตสาหกรรม โดยการวัดอัตรา

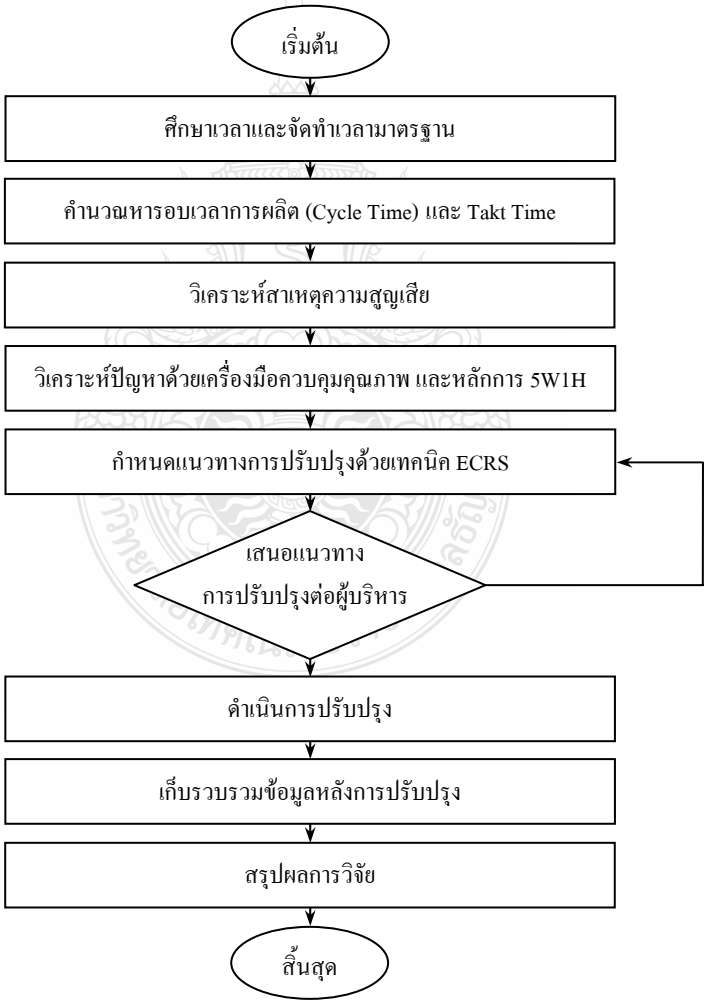
ผลิตภาพเฉพาะส่วนซึ่งประกอบด้วย อัตราผลิตภาพของวัตถุดิบ อัตราผลิตภาพของพลังงาน อัตราผลิตภาพของแรงงาน อัตราผลิตภาพเงินลงทุน และอัตราผลิตภาพของค่าใช้จ่ายอื่นๆ พบว่าอัตราผลิตภาพเฉพาะส่วนจะช่วยให้โรงงานอุตสาหกรรมทราบถึงปัจจัยการผลิตที่กำลังประสบปัญหาส่งผลให้ผู้รับผิดชอบแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงที G. Barbiroli [48] ศึกษาเพื่อพัฒนาการวัดอัตราผลิตภาพของทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งวัดจากอัตราการใช้ประโยชน์ของสินค้าการศึกษาเริ่มจากศึกษาคุณลักษณะของสินค้าที่ผู้บริโภคต้องการจากนั้นจึงได้พัฒนาการดัชนีการใช้ประโยชน์ของสินค้า (Fruition Rate Index : FRI) โดยคำนวณจากผลคูณของความพึงพอใจในสินค้าซึ่งประเมินโดยผู้บริโภคกับอัตราส่วนของการใช้ประโยชน์ต่อศักยภาพของสินค้า และอายุการใช้งานถ้า FRI มีค่าเท่ากับ 1 หรือมากกว่าแสดงให้เห็นว่าสิ้นค่าชนิดนั้นมีการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ซึ่งหมายถึงเป็นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูงด้วย J. Choi and R. Edward Minchin [49] วัดอัตราผลิตภาพการทำถนนในประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานต่ำลง โดยทำการศึกษาใน 4 เส้นทางได้แก่ SR-20 (Palatka, Putnam County), SR-20 (Hawthorne, Alachua County), I-10 (Pensacola, Escambia County), and SR-102 (Jacksonville, Duval County) ผลการวิจัยพบว่าในเส้นทางกรณีศึกษา 4 เส้นทาง โดยเวลาสูญเปล่า 40%-62% สาเหตุมาจาก เครื่องจักรเสีย และขาดแคลนวัตถุดิบ เวลาสูญเปล่า 21%-48% มาจากการจัดลำดับการทำงาน และ เวลาสูญเปล่า 6%-17% มาจากสภาพของอากาศ S. Gangopadhyay, I. Das, and G. Ghoshal [50] ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตแกนทรายในประเทศอินเดียซึ่งใช้แรงงานเป็นหลักซึ่งผู้ปฏิบัติงานต้องสัมผัสกับสารเคมีขณะปฏิบัติงานอาจส่งผลต่อสุขภาพของพนักงานในอนาคตแผนภูมิกระบวนการผลิตจึงถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ซึ่งพบว่าในกระบวนการทำงานผู้ปฏิบัติงานมีการเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 925 เซนติเมตร และใช้เวลาในการทำงาน 282 วินาที ต่อรอบเวลาการทำงาน การปรับปรุงทำโดยอาศัยเทคนิค ECRS กำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นออก (Eliminate) พบว่าระยะทางการเคลื่อนที่ลดลงเหลือ 725 เซนติเมตร และเวลาการทำงานลดลงเหลือ260 วินาที ต่อรอบเวลาการทำงาน อัตราผลิตภาพหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้น 9% Paul H.P Yeuw and Rabinda NathSen [51] ปรับปรุงการทำงานในการประกอบวงจรไฟฟ้าด้วยมือในโรงงานตัวอย่าง ณ ประเทศมาเลเซีย จากการสังเกตวิธีการทำงานก่อนการปรับปรุงพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน เช่น การเอื้อมหยิบวัสดุ วัสดุเกิดการตกหล่น การประกอบวงจรเกิดการผิดพลาด เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้เกิดจากการวางผังการทำงานที่ไม่เหมาะสม จึงปรับปรุงด้วยการจัดวางผังชิ้นส่วนของวงจรไฟฟ้าใหม่โดยยึดหลักการยศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ทำให้พนักงานทำงานได้สะดวกขึ้น หลังการปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มรายได้ปีละ US$ 4,223,736 และสามารถลดต้นทุนของเสียได้ปีละ US$

956,136 Reuben Escorpizo [52] สำรวจเอกสารการวัดอัตราผลิตภาพเพื่อนำไปประยุกต์ใช้สำหรับงานที่อาจก่อให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อ และกระดูก ผลการสำรวจพบว่าปัจจัยที่มีผลต่ออัตราผลิตภาพของผู้ปฏิบัติงานประกอบด้วย (1) สภาพการทำงานที่มีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน (2) แรงจูงใจในการทำงาน ความยากง่ายของงาน (3) ความเหมาะสมของกิจกรรมหลังเลิกงาน การวัดอัตราผลิตภาพโดยทั่วไปจะใช้วิธีการสังเกต เช่น จำนวนผลผลิต/จำนวนผู้ปฏิบัติงาน จำนวนผลผลิต/เวลาที่ใช้ในการทำงาน M. T. Lilly, U. E. Obiajulu, S.O.T. Ogaji, and S. D. Probert [53] วิเคราะห์อัตราผลิภาพของบริษัทปิโตรเลียมในประเทศไนจีเรียที่มีอัตราผลิตภาพลดต่ำลง โดยการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์อัตราผลิตภาพรวม (Total Productivity) และอัตราผลิตภาพเฉพาะส่วน (Partial Productivity) พบว่า อัตราผลิตภาพของแรงงาน และอัตราผลิตภาพของพลังงานลดต่ำลงเฉลี่ย 16% และ 9% ตามลำดับ

จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะพบว่าการวัดอัตราผลิตภาพ และการศึกษาการทำงานมีการนำมาประยุกต์ใช้อย่างหลากหลายเพื่อที่จะให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต หรือลักษณะงานที่ทำมากที่สุด ซึ่งจะมีการวัดผลหลังจากการดำเนินการแก้ไขหรือปรับปรุงในหัวข้อต่างๆ เช่น การเพิ่มผลิตภาพ เพิ่มกำลังการผลิต ลดต้นทุนการผลิต ลดของเสียในการผลิต ลดระยะทางของงานระหว่างกระบวนการ ลดเวลารอคอย ลดขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่มีมากเกินความจำเป็นหรือลดความสูญเปล่าต่างๆโดยที่กล่าวมาปัญหาเกิดจาก 4 ปัจจัยหลัก คือ (1) ผู้ปฏิบัติงาน (2) อุปกรณ์ช่วยในการทำงาน (3) เครื่องจักร (4) วิธีการทำงาน การปรับปรุงวิธีการทำงานทำโดยการศึกษาการทำงาน และเทคนิค ECRS ซึ่งประกอบด้วย (1) Eliminate คือ การกำจัดงานที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการ (2) Combine คือ การรวมขั้นตอนการปฏิบัติงานเข้าด้วยกัน (3) Rearrange คือ การจัดลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานใหม่ (4) Simplify คือ การปรับปรุงขั้นตอนการปฏิบัติงานที่จำเป็นให้ง่ายขึ้น โดยพยายามให้กระบวนการผลิตเกิดความสมดุลมากที่สุด และขั้นตอนสุดท้ายของการปรับปรุงการทำงาน คือ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานก่อน และหลังการปรับปรุงการทำงาน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

จากการสำรวจปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงานตัวอย่าง และการศึกษาทฤษฎีหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 และ บทที่ 2 ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงขั้นตอนการนำทฤษฎีมาใช้ในการแก้ปัญหาของเสีย (Defect) พร้อมทั้งมีการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) และวางผังโรงงาน (Plant Layout) เพิ่มผลผลิต (Productivity) ให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งสามารถแสดงเป็นแผนผังขั้นตอน และระเบียบวิธีในการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาการไหลของกระบวนการผลิต

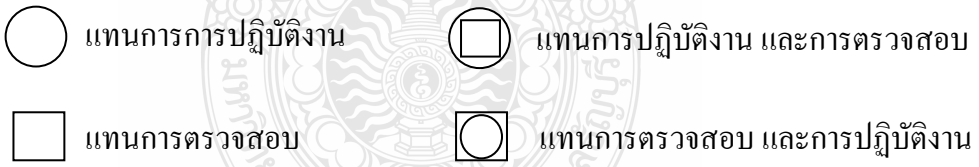
เริ่มจากการศึกษาเวลา (Time Study) และหารอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของแต่ละกระบวนการ เพื่อจัดทำเวลามาตรฐานในการผลิต และคำนวณหาค่า Takt Time เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนที่ทำอยู่มีประสิทธิภาพในการทำงานเร็วหรือช้าเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป โดยแนวทางในการศึกษามีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 จัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลการไหลของสายการผลิตตัวอย่างจึงจำเป็นต้องเริ่มจากการเก็บข้อมูลของกระบวนการผลิตจากหัวหน้างานหรือพนักงานที่มีประสบการณ์ โดยอันดับแรกผู้วิจัยเลือกใช้แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) ในการเก็บเนื่องจากแผนภูมิชนิดนี้จะทำให้มองเห็นกระบวนการไหล และขั้นตอนในการผลิตได้อย่างชัดเจนดังแสดงในภาพที่ 3.2 ซึ่งมีวิธีการในการบันทึกข้อมูลดังนี้

1) ทำการแยกชิ้นส่วนงานโดยลำดับการประกอบ จนได้ชิ้นส่วนเป็นชิ้นส่วนหลักๆที่ต้องนำชิ้นส่วนอื่นๆมาประกอบ

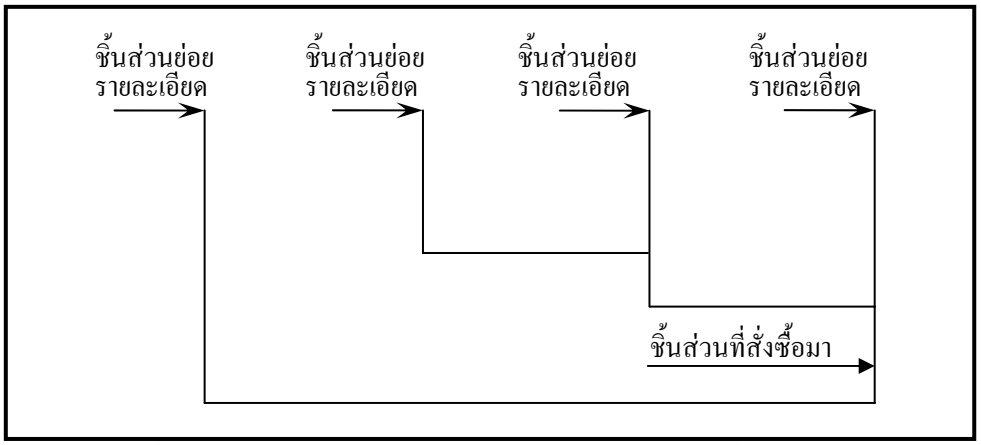
2) เริ่มมีการบันทึกจากการวางแผนบนหน้ากระดาษโดยบันทึกจากชิ้นส่วนหลักก่อนแล้วเขียนลูกศรจากซ้ายไปขวาในแนวนอน บนลูกศรให้เขียนรายละเอียดหรือชื่อของชิ้นส่วนงาน

3) ที่ปลายของหัวลูกศรให้ลากเส้นตรงในแนวดิ่งตั้งฉากกับลูกศรแล้วเริ่มเขียนสัญลักษณ์ตามลำดับขั้นตอนเพื่อแสดงสถานะในการผลิตโดยกำหนดให้ [9]



4) เขียนรายละเอียดการปฏิบัติงาน และการตรวจสอบไว้ด้านขวาของสัญลักษณ์

5) ชิ้นส่วนสำเร็จที่สั่งซื้อมาให้โยงเข้าไปหาชิ้นส่วนหลักในช่วงที่ต้องการจะประกอบเข้าด้วยกัน แล้วเขียนรายละเอียดที่จำเป็นไว้



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) [20]

3.2 ศึกษาเวลา และจัดทำเวลามาตรฐาน

3.2.1 การศึกษาเวลาและจัดทำเวลามาตรฐาน จากทฤษฎีการวัดผลงานหรือการศึกษาเวลาสามารถทำได้ 4 วิธี ได้แก่ (1) การศึกษาเวลาโดยตรง (2) การสุ่มงาน (3) การศึกษาเวลาจากข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตร และ (4) การศึกษาเวลาโดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้าหรือการสังเคราะห์ [12] ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาเวลาโดยใช้วิธีการศึกษาเวลาโดยตรง คือการศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้มาทำการจับเวลา เนื่องจากเป็นวิธีการศึกษาเวลาที่นิยมใช้กันมากที่สุด [11] และเป็นการศึกษาที่อาศัยการสังเกตการณ์จากเหตุการณ์จริงอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้เข้าใจในรายเอียดของงานย่อยๆ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการออกแบบตารางการเก็บเวลาเบื้องต้นเพื่อให้ง่าย และสะดวกในการคำนวณและนำไปใช้ทำการปรับปรุงวิธีการทำงานต่อไปดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยขั้นตอนการเก็บข้อมูลสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์มการจับเวลา (Observation Sheet)

OBSERVATION SHEET

Part name **Operation Line**

Model Name **Date**

Process **Observed by :**

Seq.	Job Element	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	Max.	Min.	Fluctuation	Average
TOTAL															

1) นำข้อมูลจากแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป เขียนลงในแบบฟอร์ม ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ซึ่งมีรายละเอียดคือ (1) ชื่อชิ้นส่วนในช่อง Part Name (2) ระบุรุ่นผลิตภัณฑ์ที่ช่อง Model Name (3) ระบุชื่อกระบวนการที่ช่อง Process (4) ชื่อสายการผลิตที่ช่อง Operation Line (5) วันที่ทำการศึกษาจับเวลาที่ช่อง Date และ (6) ชื่อผู้บันทึกที่ช่อง Observed by

2) แบ่งงานเป็นงานย่อย และบันทึกลงในแบบฟอร์มการจับเวลาโดย (1) ระบุลำดับงานในช่อง Seq. และ (2) ระบุรายละเอียดงานย่อยนั้นๆ ในช่อง Job Element

3) สังเกต และจับเวลาการทำงานของพนักงาน จดบันทึกลงในแบบฟอร์มการจับเวลาโดยระบุค่าที่จับเวลาได้ครั้งที่ 1 ลงในช่อง 1st และ ค่าที่จับเวลาได้ครั้งที่ 2, 3 ลงในช่อง 2nd, 3rd ตามลำดับจนถึง ช่อง 10th โดยทำการจับเวลาเบื้องต้น 5 ครั้ง สำหรับงานที่มากกว่า 2 นาที และ 10 ครั้ง สำหรับงานที่น้อยกว่า 2 นาที [11]

4) คำนวณหาจำนวนครั้งในการจับเวลาโดยการใช้ค่าพิสัย (Range) เนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็ว โดยนำค่าสูงสุดลบด้วยค่าต่ำสุด (R=H-L) จากนั้นหาค่าเฉลี่ย $(\overline{X})$ ของเวลาที่จับได้ แล้วนำค่าของพิสัยหารด้วยค่าเฉลี่ย $(R/\overline{X})$ นำค่าที่ได้ ไปเปิดตารางที่ 2.1 ที่ระดับความเชื่อมั่น n 95% และยอมให้มีค่าผิดพลาด ± 5 % ซึ่งหากค่าพิสัยเกิน .24 ต้องมีการจับเวลาเพิ่มตามที่ตารางระบุ

5) ประเมินสมรรถนะ (Performance Rating) โดยใช้มาตรฐานการประเมินประสิทธิภาพระบบ Westinghouse หรือ 4 Factors Systems ดังแสดงในตารางที่ 2.3 เพราะมาตรฐานการประเมินประสิทธิภาพ Westinghouse สามารถพิจารณาได้ถึง 4 องค์ประกอบที่ส่งผลโดยตรงต่อสมรรถนะการทำงาน ซึ่งทางผู้วิจัยมีการประเมินค่าไว้ดังนี้ (1) ความชำนาญกำหนดไว้ที่ค่า “ดีเลิศ” เนื่องจากพนักงานที่เลือกมามีอายุการทำงานหลายปี และมีทักษะการทำงานดีเลิศ (2) ความพยายามกำหนดไว้ที่ค่า “พอใช้” เนื่องจากพนักงานมีความเอาใส่ใจในการทำงานในระดับพอใช้ (3) สภาพแวดล้อมกำหนดไว้ที่ค่า “ต้องปรับปรุง” เนื่องจากสถานที่ทำงานมีฝุ่นละอองมาก และอากาศค่อนข้างร้อน (4) ความสม่ำเสมอกำหนดไว้ที่ค่า “ดีเลิศ” เนื่องจากพนักงานมีความประสบการณ์ในการทำงานหลายปีทำให้มีความเร็วหรือจังหวะในการทำงานที่ดีเลิศ

จากทั้ง 4 องค์ประกอบที่ประเมิน นำมาดูจากค่าในตารางที่ 2.3 และสรุปได้ดังนี้

ความชำนาญ (Skill):	ดีเลิศ	=	B2	+0.08
ความพยายาม (Effort):	พอใช้	=	E1	- 0.04
สภาพแวดล้อม (Conditions):	ต้องปรับปรุง	=	F	- 0.07
ความสม่ำเสมอ (Consistency):	ดีเลิศ	=	B	+0.03
	รวมคะแนน	=		0.00

จากการรวมคะแนนค่าออกมาเป็น 0.00 ไม่เป็นค่าบวกหรือค่าลบ แสดงว่าพนักงานทำงานอยู่ที่ความเร็วระดับปกติ หรือ 100% จึงกำหนดค่าประเมินสมรรถนะไว้ที่ 100

6) หาเวลาการทำงานปกติ (Normal Time)

นำเวลาที่จับได้ครบตามจำนวนรอบที่ต้องการ มาคำนวณเวลาทำงานปกติ โดยใช้สูตรดังสมการที่ 3.1

$$\text{Normal Time} = \text{Select time} \times \text{Rating Factor} \quad (3.1)$$

7) หาเวลาเผื่อการทำงาน (Allowances) ทางผู้วิจัยจะกำหนดเวลาเผื่อไว้ที่ 7% โดยมาจากเวลาเผื่อส่วนบุคคล (Personal Allowance) 3% ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานอุตสาหกรรมทั่วไปที่กำหนดไว้ที่ 5% เนื่องจากทุกวันโรงงานมีเวลาให้พนักงานพักทำธุระส่วนตัวในช่วงเช้า-บ่าย ครั้งละ 10 นาที [17] และ เวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้า (Fatigue Allowance) 4% เนื่องจากโรงงานตัวอย่างอยู่ติดกับโรงหล่อแห่งใหม่ทำให้มีสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นจากทรายหล่อแบบ และอากาศค่อนข้างร้อน จึงจำต้องมีเวลาเผื่อสำหรับความเมื่อยล้าโดยใช้ค่าเผื่อที่เป็นค่าคงที่สำหรับงานทั่วไป ซึ่งกำหนดไว้ที่ 4 % [17]

8) หาเวลามาตรฐานสำหรับการทำงาน ซึ่งจากค่าต่างๆที่ ได้มาจากขั้นตอนที่ 1 ถึง 7 สามารถนำมาหาเวลาเวลามาตรฐานโดยใช้สูตรดังสมการที่ 3.2

$$ST = NT \times (1 + A) \quad (3.2)$$

คำนวณเวลามาตรฐานกับทุกขั้นตอนในสายการผลิตตัวอย่าง แล้วนำมาบันทึกในตารางที่ 3.2 กำหนดให้เป็นเวลามาตรฐาน ก่อน และหลังการปรับปรุง ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.3 และข.5 (หน้า 146 และ148) เพื่อนำรอบเวลาที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า Takt Time ซึ่งง่ายต่อการนำข้อมูลไปใช้

ตารางที่ 3.2 แบบฟอร์มการคำนวณหาเวลามาตรฐานของสายการผลิตตัวอย่าง

สายการผลิต	ขั้นตอน	เครื่องจักร	Select time (วินาที/ชิ้น)	Rating Factor (%)	Allowances Time (%)	Normal Time (วินาที/ชิ้น)	Standard Time (วินาที/ชิ้น)

3.2.2 เก็บข้อมูลระยะทางการไหลของงานระหว่างกระบวนการ โดยเริ่มจากการจดบันทึก และวัดระยะทางการไหลของวัสดุระหว่างสถานีงาน บันทึกในตารางที่ 3.3 ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ บันทึกสายการผลิตในช่องหมายเลข (1) บันทึกสถานีงานในช่องหมายเลข (2) บันทึกระยะทางการไหลของวัสดุระหว่างกระบวนการในช่องที่ (3) และบันทึกผลรวมระยะทางการไหลของวัสดุในแต่ละสายการผลิตในช่องที่ 4

ตารางที่ 3.3 แบบฟอร์มบันทึกระยะทางการไหลของวัสดุสายการผลิตตัวอย่าง

STATION	**DISTANCE (m.)**											
	(1)			(1)			(1)			(1)		
(2)	F/T	FD/QC	(3)	F/T	FD/QC	(3)	F/T	FD/QC	(3)	F/T	FD/QC	(3)
(2)	F/T	QC/1	(3)	F/T	QC/1	(3)	F/T	QC/1	(3)	F/T	QC/1	(3)
(2)	F/T	1/2	(3)	F/T	1/2	(3)	F/T	1/2	(3)	F/T	1/2	(3)
TOTAL			(4)			(4)			(4)			(4)

3.3 คำนวณค่า Takt Time เพื่อกำหนดรอบเวลาการผลิตเป้าหมาย (Target Cycle Time)

คำนวณหาจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบกับความเร็วในการขาย (Sale Speed) ที่จะถูกกำหนดให้สามารถผลิต ชิ้นงานได้ 1 ชิ้นโดยค่า Takt Time คำนวณได้จากจากสมการที่ 2.5 (บทที่ 2) โดยวิธีคำนวณสามารถแสดงได้ดังนี้

Takt Time = เวลาทำงานปกติสุทธิในหนึ่งเดือน/จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อเดือน

หน่วยของ T/T คือ หน่วยของเวลาต่อชิ้นงาน 1 ชิ้น (วินาที/ชิ้น)

ซึ่งในงานวิจัยนี้โรงงานตัวอย่างได้กำหนดเวลาทำงานปกติไว้ที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน เวลาพักครั้งละ 10 นาที 2 ครั้ง (เช้า-บ่าย) เบิกอุปกรณ์ และเตรียมเครื่องจักรก่อนการปฏิบัติงาน 20 นาที ส่งคืนอุปกรณ์ และบำรุงรักษาเครื่องจักรหลังเลิกงาน 20 นาที วันทำงาน 1 เดือนคิด 22 วัน ความต้องการชิ้นงานจำนวน 8,000 ชิ้นต่อเดือน ดังนั้น Takt Time ของสายการผลิตตัวอย่างสามารถคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{Takt Time} = \frac{[(8 \times 60 \times 60) - 600 - 600 - 1200 - 1200] \times [22]}{8{,}000} = 69.30 \text{ วินาทีต่อชิ้น}$$

พนักงานจะต้องใช้เวลาในการผลิตชิ้นงาน 1 ชิ้นในสถานีงานให้เสร็จภายใน 69.30 วินาที จากนั้นค่า Takt Time จะถูกนำมากำหนดเป็นรอบเวลาการผลิตเป้าหมาย (Target Cycle Time) เพื่อใช้เปรียบเทียบรอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) ของพนักงานแต่ละคน ถ้ารอบเวลาการทำงาน (Cycle Time) มีค่าสูงกว่า Takt Time แสดงว่าพนักงานใช้เวลาเกินกว่าเวลาเป้าหมายที่กำหนด ส่งผลให้บริษัทไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการลูกค้าในวันนั้นได้ ซึ่งจุดนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นของการปรับปรุงรอบเวลา ซึ่งควรจะต่ำกว่าหรือเท่ากับค่า Takt Time

3.4 วิเคราะห์สาเหตุความสูญเสีย

หลังจากการศึกษาสภาพโรงงานตัวอย่างในปัจจุบันจากแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป การศึกษาเวลาการทำงานและข้อมูลอื่นๆ จากการศึกษาเบื้องต้น เช่น ความต้องการของลูกค้า การเคลื่อนไหวร่างกายของพนักงาน ขั้นตอนในการผลิต การรอคอยชิ้นงานและของเสียจากกระบวนการผลิต [21] ในขั้นตอนต่อมาเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและหาแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยใช้ทฤษฎีการขจัดความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) ดังนี้

1) ความสูญเสียจากการผลิตมากเกินไป (Over production) เกิดจากแนวคิดที่จะผลิตงานออกมาให้มากที่สุด เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้งโดยไม่ได้คำนึงว่าจะเกิดงานระหว่างทำ (Work in process : WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมาก ทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น เสียเวลาและแรงงานไปในการผลิตที่ไม่จำเป็น เกิดต้นทุนจม ที่สำคัญจะมีของเสียสะสมเนื่องจากไม่ได้รับการแก้ไขทันที ซึ่งสามารถปรับลอตการผลิตให้เหมาะสมกับปริมาณที่ต้องการได้

2) ความสูญเสียจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) เกิดจากไม่มีการบริหารจัดการสินค้าคงคลังอย่างเป็นระบบ จึงทำให้มีการสั่งผลิตชิ้นงานคราวละมากๆ มาเก็บไว้เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนสำหรับการผลิตตลอดเวลา โดยไม่คำนึงถึงพื้นที่ในการจัดเก็บ ปริมาณความต้องการ และคุณภาพของสินค้า จากสาเหตุดังกล่าวสามารถใช้วิธีการกำหนดระดับในการจัดเก็บ มีจุดสั่งซื้อที่ชัดเจน มีการควบคุมปริมาณวัสดุโดยใช้เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual control) เพื่อให้สามารถสังเกตได้ง่าย และนำระบบการจัดการสินค้าเข้าก่อน ออกก่อน (First In First Out: FIFO) มาใช้เพื่อป้องกันไม่ให้มีวัสดุตกค้างเป็นเวลานาน

3) ความสูญเสียจากการขนส่ง (Transportation) เกิดการไหลของงานที่ไม่ต่อเนื่อง สาเหตุมาจากการไม่ได้ให้ความสำคัญกับการวางผังโรงงาน การจัดวางอุปกรณ์ และเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสมกับการทำงาน ซึ่งทำให้เกิดสต็อกระหว่างกระบวนการผลิต และเสียเวลาในการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการ สามารถจัดทำแผนผังเส้นทางการผลิตตัวอย่างใหม่ให้มีการไหลอย่าง

ต่อเนื่อง เพื่อใช้กำหนดพื้นที่ของตำแหน่งแต่ละสายการผลิตเพื่อจัดวางเครื่องจักรให้สอดคล้องกับการไหลของการผลิต โดยใช้หลักการของการวางผังโรงงานแบบ U-Shaped Layout เนื่องจากการจัดสายการผลิตแบบ U-Shaped Layout บริเวณงานเข้า และงานออกจะอยู่ใกล้กันสามารถปรับเปลี่ยนรองรับได้หลายผลิตภัณฑ์ ลดพื้นที่ และลดการขนถ่ายวัสดุระหว่างสถานีงานได้เนื่องจากพนักงานสามารถเอื้อมถึงกันได้โดยไม่ต้องเดิน

4) ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Motion) เกิดจากพนักงานเองมีการเคลื่อนไหวร่างกายมากเกินความจำเป็น และท่าทางในการปฏิบัติงานที่ไม่ถูกต้องเมื่อทำงานเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดความเมื่อยล้า เช่น การเอื้อมหยิบชิ้นงานที่อยู่ไกลๆ ก้มตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น หรือการนั่งทำงานกับพื้น เป็นต้น เมื่อทำงานเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดความความเมื่อยล้า และทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน ซึ่งสามารถแก้ไขโดยใช้วิธีการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) และการทำงานมาตรฐาน เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดตามหลักกายศาสตร์ (Ergonomic) เท่าที่จะทำได้ ปรับปรุงเครื่องมือ และอุปกรณ์ช่วยในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน เช่น จัดให้พนักงานทำงานบนโต๊ะโดยนั่งบนเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับสูงต่ำได้เนื่องจากรูปร่างของพนักงานแต่ละคนไม่เท่ากัน และจัดทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน (Jig and Fixtures)

5) ความสูญเสียจากกระบวนการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ (Non-effective Process) เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำๆ กันในหลายขั้นตอน โดยไม่มีความจำเป็นรวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดคุณภาพที่ดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ การแก้ไขสามารถใช้หลักการตั้งคำถาม 5W1H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการแล้วปรับปรุงงานใหม่ด้วยหลักเกณฑ์ ECRS ซึ่งจะเป็นการกำจัดงานบางอย่างที่ไม่จำเป็นออก (Eliminate) รวมงานที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเข้าด้วยกัน (Combine) จัดลำดับขั้นตอนงานใหม่ (Rearrange) และปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify)

6) ความสูญเสียจากการรอคอย (Delay) โดยมีการรอคอยชิ้นงานในสายการผลิตซึ่งเกิดจาก การรอวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เครื่องจักรขัดข้อง กระบวนการผลิตเกิดความไม่สมดุล การเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้การผลิตเป็นไปอย่างล่าช้า การส่งมอบสินค้าไม่ทันกำหนด โดยสามารถวางแผนการผลิต การใช้วัตถุดิบ จัดสมดุลสายการผลิตให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตหากพบว่าขั้นตอนใดมีกำลังการผลิตต่ำกว่าขั้นตอนอื่นๆ ต้องทำการแก้ไข การจัดทำแผนภาพการไหลของงานใหม่ บำรุงรักษาเครื่องจักรให้พร้อมใช้งาน และ ลดเวลาในการตั้งเครื่องจักร ฝึกอบรมพนักงานให้มี

ทักษะหลายอย่างในการปฏิบัติงาน เพื่อให้ทำงานได้หลายหน้าที่ เมื่อมีงานเร่งด่วนก็สามารถย้ายไปช่วยสถานีอื่นได้ซึ่งจะทำให้การผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง

7) ความสูญเสียจากการผลิตของเสีย (Defect) เกิดจากขาดการตรวจสอบ และการติดตามข้อบกพร่องในกระบวนการผลิต ส่วนประกอบของเครื่องจักรใช้งานไม่ได้เนื่องจากไม่มีการบำรุงรักษาหรือปรับเปลี่ยนตามกาลเวลา ทำให้เกิดต้นทุนสูญเปล่า เสียเวลาที่ควรจะใช้ในการผลิตสินค้าที่ดีไปหรือใช้เวลานานกว่าจะผลิตสินค้าที่มีคุณภาพได้ครบตามจำนวนที่ต้องการในกรณีที่เกิดของเสียขึ้นมากกว่าปริมาณที่เผื่อไว้จะทำให้กำหนดการส่งมอบสินค้าต้องเลื่อนออกไป และหากตรวจสอบไม่รัดกุมพอก็อาจมีของเสียหลุดไปถึงมือลูกค้า ส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่น การแก้ไขได้จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน (Operation Standard) จัดอบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานได้ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด ดัดแปลงหรือปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันความผิดพลาดจากการทำงาน (Poka Yoke) บำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา และตั้งเป้าหมายให้ผลิตของเสียเป็นศูนย์ (Zero Defect)

3.5 วิเคราะห์ปัญหาด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ และการตั้งคำถาม 5W1H

จากการวิเคราะห์ปัญหาความสูญเสียในกระบวนการผลิตทั้ง 7 ประการ ทำให้ผู้วิจัยมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิตตัวอย่างหากแต่ยังไม่สามารถนำรายละเอียดของปัญหาลงไปสู่การปรับปรุงกระบวนการผลิต ได้เนื่องจากวัตถุประสงค์ที่แท้จริงของงานวิจัยในครั้งนี้ต้องการเพิ่มผลผลิตให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า ซึ่งจากความสามารถในการผลิตปัจจุบันไม่สามารถตอบสนองได้ จึงจำเป็นเป็นต้องมีการวางแผนในการปรับปรุงไปทีละส่วนงานที่เกิดปัญหา จากการระดมสมองของผู้วิจัย และหัวหน้างาน สามารถสรุปรายการของปัญหาที่จะนำมาทำการปรับปรุงแก้ไขตามลำดับขั้นตอนดังนี้ (1) แก้ไขปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (2) แก้ไขปัญหากระบวนการผลิตที่ไม่สมดุล (3) แก้ไขปัญหากระบวนการไหลของวัสดุระหว่างกระบวนการที่มีมากเกินไป (4) จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานให้พนักงานโดยปัญหาที่กล่าวมาผู้วิจัยจะนำมาทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการตามลักษณะของปัญหาที่ต้องการแก้ไขซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ปัญหาของเสียด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 มีการเก็บข้อมูลของเสียในสายการผลิตตัวอย่างต่อวันโดยออกแบบตารางจำแนกตามประเภทลักษณะงานเสีย ดังแสดงในตารางที่ 3.4 แล้วนำข้อมูลกรอกลงในตารางซึ่งมอบหมายให้พนักงานตรวจสอบคุณภาพ (QC) เป็นผู้บันทึก

ขั้นตอนการบันทึกเริ่มจาก (1) ระบุลักษณะงานเสียที่เกิดขึ้นลงใต้ช่อง Types of Defect (2) ระบุชื่อชิ้นส่วนในช่อง Part Name (3) ระบุรุ่นผลิตภัณฑ์ที่ช่อง Model Name (4) ระบุชื่อสายการผลิตที่ช่อง Line (5) ระบุเดือนที่ทำการเก็บข้อมูลที่ช่อง Month (6) ระบุชื่อผู้บันทึกที่ช่อง Recorder (7) ระบุจำนวนงานเสียในช่อง Date ให้ตรงตามตามลักษณะ และวันที่เกิดงานเสีย ตัวอย่างเช่น ของเสียลักษณะที่ 1 วันที่ 1 จำนวน 3 ชิ้น (8) ระบุผลรวมงานเสียต่อวันในช่อง Total (1) และงานเสียต่อเดือนตามประเภทของงานเสียในช่อง Total (2)

ตารางที่ 3.4 ตารางการเก็บข้อมูลงานเสียในกระบวนการผลิตต่อ 1 เดือน

Date	Model Name			Line			Part Name			Month			Recorder			Total (1)
	Types of Defect															
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	3															
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
Total (2)																

หลังจากมีการเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังตามตาราง ดังแสดงในตาราที่ 3.4 แล้วนำข้อมูลทั้งหมด 6 เดือน มาสรุปในตารางที่ 3.5 ซึ่งเป็นตารางที่ผู้วิจัยทำการออกแบบเองเพื่อให้ง่ายต่อการนำข้อมูลไปใช้งาน โดยมีขั้นตอนการกรอกข้อมูลสรุปได้ดังนี้ ช่อง (1) ระบุสายการผลิตตัวอย่าง ช่อง (2) ระบุลักษณะของงานเสีย ช่อง (3) ระบุผลรวมงานเสียทุกสายการผลิตตามลักษณะที่เกิดขึ้น ช่อง (4) ระบุผลรวมงานเสียทุกลักษณะเฉพาะสายการผลิต ช่อง (5) ระบุยอดผลิตจริง 6 เดือน ช่อง (6) ระบุ % งานเสีย ช่อง (7) ระบุราคาต้นทุนต่อหน่วย ช่อง (8) ระบุต้นทุนผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ช่อง (9) ระบุมูลค่างานเสีย (10) ระบุ % มูลค่างานเสีย

ตารางที่ 3.5 แบบฟอร์มสรุปปัญหางานเสียในกระบวนการผลิต

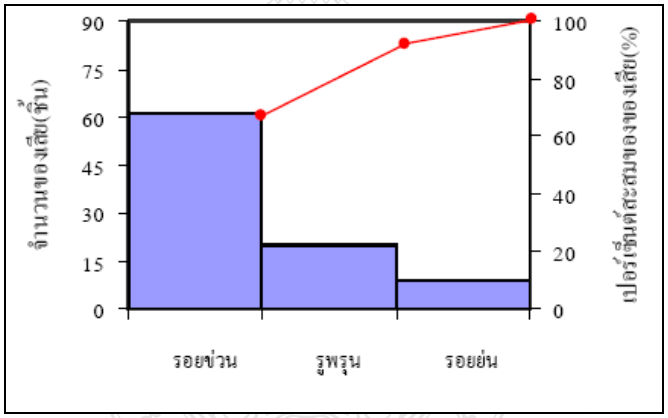
ลักษณะงานเสีย	**สายการผลิต**				**รวม (ชิ้น)**
	(1)	**(1)**	**(1)**	**(1)**	**(3)**
(2)					
(2)					
รวม (ชิ้น) (4)					
ยอดผลิตจริง (ชิ้น) (5)					
% งานเสีย (6)					
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท) (7)					
ต้นทุนผลิตภัณฑ์ (บาท) (8)					
มูลค่างานเสีย (บาท) (9)					
% มูลค่างานเสีย (10)					

ข้อมูลที่ได้จากการสรุปในตารางที่ 3.4 สามารถทำให้เห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นถึงลักษณะปัญหางานเสีย แต่ยังมองเห็นว่าอะไรควรจะต้องเลือกมาแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แผนภูมิแท่งการจัดลำดับ (Pareto Diagram) ซึ่งเป็นแผนภูมิทางสถิติที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมคุณภาพของการผลิตมาทำการวิเคราะห์ความถี่ของปัญหา โดยอาศัยหลักการจัดเรียงลำดับความสำคัญที่เกิดขึ้นในการผลิต เพื่อจะได้พิจารณาเลือกปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุด มาทำการแก้ไขปรับปรุงก่อนเป็นลำดับแรก โดยการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มากรอกลงในตารางที่ 3.6 ซึ่งเป็นตารางการจัดเรียงลำดับความถี่ของปัญหาใหม่จากมากไปหาน้อย แล้วคำนวณข้อมูลเพิ่มเติมอีก 3 คอลัมน์ (Column) คือ คอลัมน์จำนวนปัญหาสะสม คอลัมน์เปอร์เซ็นต์เทียบกับจำนวนปัญหารวม และคอลัมน์เปอร์เซ็นต์สะสม ตามลำดับก่อนจะนำข้อมูลไปสร้างแผนภูมิแท่งการจัดลำดับ (Pareto Diagram)

ตารางที่ 3.6 แบบฟอร์มการแจงแจกเปอร์เซ็นต์สะสมของงานเสีย [23]

ชนิดของความบกพร่อง	จำนวนงานเสีย (ชิ้น)	จำนวนงานเสียสะสม (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์งานเสียเทียบกับจำนวนรวม	เปอร์เซ็นต์สะสมของงานเสีย

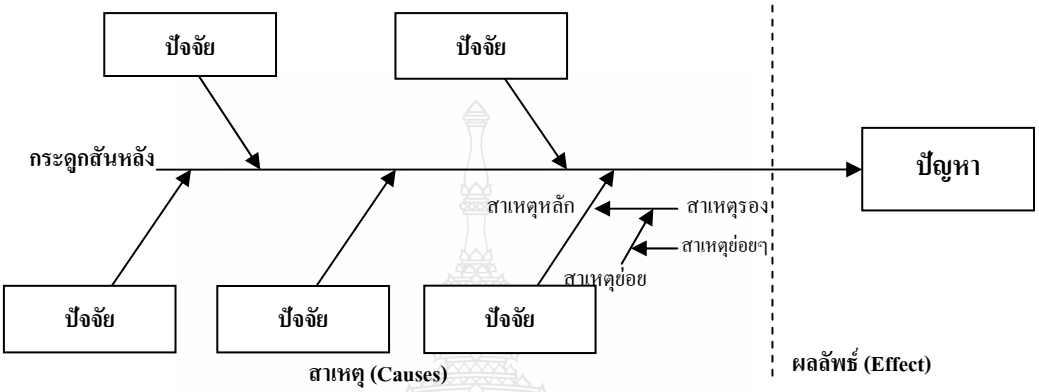
นำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 3.6 ไปสร้างแผนภูมิโดยให้แกนตั้งด้านซ้ายมือแสดงจำนวนงานเสีย ส่วนด้านขวามือแสดงเปอร์เซ็นต์สะสมของของเสีย และแกนนอนแสดงลักษณะชนิดของความบกพร่อง ดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แผนภูมิแท่งการจัดลำดับ (Pareto Diagram) [23]

วิเคราะห์ต่อเนื่องด้วยแผนผังแสดงสาเหตุ และผล (Cause & Effect Diagram) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยแก้ไข และป้องกันปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นการแก้ปัญหาที่สาเหตุรากเหง้า (Root Cause) และเป็นเครื่องมือที่ทำให้คนคิดกว้าง คิดไกล คิดรอบคอบ (Lateral Thinking/Reflective Thinking) คิดอย่างมีเหตุมีผล (Logical Thinking) และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (Human Respect) เนื่องจากจะต้องมีการระดมสมองของผู้วิจัย หัวหน้างานที่มีประสบการณ์และพนักงานในสายการผลิต แผนผังแสดงสาเหตุ และผล จะประกอบด้วยส่วนของปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) โดยจะแสดงอยู่ที่ด้านขวามือสุด ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยก

ย่อยออกได้อีกเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา ดังแสดงในภาพที่ 3.4 ในงานวิจัยนี้เลือกใช้หลักการ 4M1E เป็นกลุ่มปัจจัย (Factors) เพื่อจะนำไปสู่การแยกแยะสาเหตุต่างๆ เนื่องจากเป็นการวิเคราะห์ในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมที่อาศัยคน วิธีการ วัตถุดิบ และเครื่องจักรในการผลิตเป็นหลัก ซึ่ง 4M1E จะประกอบด้วยปัจจัยด้านคน (Man) ปัจจัยด้านเครื่องจักร (Machine) ปัจจัยด้านวิธีการ (Method) ปัจจัยด้านวัตถุดิบ (Material) และปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (Environment)



ภาพที่ 3.4 โครงสร้างแผนผังแสดงสาเหตุ และผล (Cause & Effect Diagram) [23]

3.5.2 การวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการตั้งคำถาม 5W1H

งานวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์หลัก คือ ต้องการเพิ่มผลผลิตให้ได้ตามความต้องการของลูกค้าที่มีปริมาณมากขึ้น โดยเริ่มจากการลดของเสียในกระบวนการผลิตซึ่งยังคงไม่เพียงพอต่อความต้องการจึงจำเป็นต้องใช้วิธีการเพิ่มผลผลิต (Productivity) อย่างอื่นมาทำการแก้ไข ซึ่งผู้วิจัยเลือกวิธีการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) และเทคนิค ECRS แต่ก่อนที่จะนำเทคนิคดังกล่าวมาใช้จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเสียก่อนหลักเกณฑ์การตั้งคำถาม 5W1H จึงถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางในการปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิตเพื่อทำการพัฒนาคุณภาพของระบบการทำงานให้ดียิ่งขึ้นโดยหลักเกณฑ์การตั้งคำถาม 5W1H จะสามารถทำให้เข้าใจถึงวิธีคิด หลักในการทำงาน และขั้นตอนในการปฏิบัติงาน การตั้งคำถามสามารถเขียนคำตอบลงในตารางที่ 3.7 แสดงผลดังกล่าวในบทที่ 4 ซึ่งเป็นตารางที่ผู้วิจัยทำการออกแบบให้สามารถเข้าใจได้ง่าย โดยมีการระบุขั้นตอนการตั้งคำถามอธิบายได้ดังนี้ (1) ระบุวัตถุประสงค์ถามว่าจะทำอะไร (What) แล้วตอบคำถามว่าทำไมต้องทำ (Why) (2) ระบุสถานที่ๆจะทำ (Where) แล้วตอบคำถามว่าทำไมต้องทำที่นั้น (Why) (3) ระบุว่าใครเป็นคนทำ (Who) แล้วตอบคำถามว่าทำไมต้องเป็น

คนนั้น (Why) (4) ระบุลำดับว่าจะต้องทำเมื่อไร (When) แล้วตอบคำถามว่าทำไมต้องทำเมื่อนั้น (Why) และ (5) มีวิธีการแก้ไขอย่างไร (How) แล้วตอบคำถามทำไมต้องแก้ไขอย่างนั้น (Why) (6) ระบุข้อมูลสรุปถึงปัญหาที่เกิดขึ้น (7) ระบุแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ตารางที่ 3.7 แบบฟอร์มการตั้งคำถาม 5W1H

หัวข้อ	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์ (1)	What (ทำอะไร)			
	Why (ทำไมต้องทำ)			
สถานที่ (2)	Where (ทำที่ไหน)			
	Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)			
ใคร,สิ่งใด (3)	Who (ใครเป็นคนทำ)			
	Why (ทำไมต้องเป็นคนนั่น)			
ลำดับ (4)	When (ทำเมื่อไร)			
	Why (ทำไมต้องทำเมื่อนั่น)			
วิธีการ (5)	How (ทำอย่างไร)			
	Why (ทำไมต้องทำอย่างนั่น)			

3.6 กำหนดแนวทางการปรับปรุง

ในการกำหนดแนวทางการปรับปรุง ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนเป็น 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.6.1 แนวทางการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดของเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิต การเพิ่มผลผลิตจำเป็นต้องกำหนดปัญหาหลักไว้เป็นจุดเริ่มต้นซึ่งปัญหาหลักอันดับแรกที่จะต้องแก้ไขในการวิจัยครั้งนี้ คือ ปัญหาของเสีย (Defect) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากสายการผลิตตัวอย่าง หลังจากรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาแล้ว สามารถสรุปประเด็นต่างๆ ที่เป็นปัญหาหลักได้ 3 ประการ เรียงตามลำดับความรุนแรงดังนี้ (1) ปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักร (2) ปัญหาที่เกิดจากวิธีการทำงาน (3) ปัญหาที่เกิดจากตัวพนักงานเอง

3.6.2 แนวทางการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) เริ่มจากการหาตำแหน่งน้ำหนักของงานแต่ละงาน จัดเรียงลำดับตำแหน่งน้ำหนักของงานจากมากไปหาน้อย พร้อมกับแสดงงานที่ต้องทำมาก่อนงานที่กำลังพิจารณา รวมเวลาของงานโดยถือเอางานที่มีตำแหน่งน้ำหนักสูงสุดรวมก่อน แต่จะต้องไม่ไปขัดกับความต้องการทำก่อนหน้าหลังของงานที่รวมให้ได้ไม่เกินรอบเวลางานการผลิตเป้าหมาย (Target Cycle Time) ที่กำหนดเพื่อให้กระบวนการผลิตสายการผลิตตัวอย่างมีระดับ

ความสามารถด้านการผลิตเพิ่มขึ้นให้สอดคล้องกับค่ากำลังการผลิตเป้าหมาย ด้วยวิธีการควบคุมขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ไม่สม่ำเสมอ ด้วยการลดภาระงานคอขวด (Bottleneck) ให้เหลือในกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุด

3.6.3 แนวทางการจัดวางผังโรงงาน (Plant Layout) เนื่องจากกระบวนการไหลของงานมีการไหลที่ไม่ต่อเนื่อง การจัดวางเครื่องจักรอุปกรณ์ไม่เหมาะสมกับการทำงานเนื่องจากตำแหน่งของเครื่องจักรมีระยะห่างกันทำให้ผู้ปฏิบัติไม่สามารถไปทำงานอื่นๆ หรือควบคุมเครื่องจักรที่มีลักษณะเดียวกันได้ทำให้เสียเวลาในการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการจึงต้องจัดวางผังการผลิตตัวอย่างใหม่ ให้มีการไหลอย่างต่อเนื่องและกำหนดพื้นที่ตำแหน่งของแต่ละสายการผลิตให้มีการใช้ระยะทางสั้นที่สุด

3.7 เสนอแนวทางการปรับปรุงต่อผู้บริหาร

นำเสนอแนวทางการปรับปรุงที่ได้จากการวิเคราะห์กระบวนการต่อผู้บริหารในที่ประชุมเพื่อขออนุมัติการปรับปรุงแก้ไขในสายการผลิตตัวอย่างตามปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีเงื่อนไขว่าจะเริ่มปฏิบัติหลังจากได้รับเอกสารคำสั่งจากกรรมการผู้จัดการบริษัท ซึ่งจะเป็นผู้อนุมัติเอกสารชี้แจงการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานการปฏิบัติงาน

3.8 ดำเนินการปรับปรุง

เมื่อได้รับการอนุมัติจากผู้บริหารให้ดำเนินการปรับปรุงแล้ว จึงทำการแก้ไขตามแนวทางที่เสนอ ใช้ระยะเวลาในการดำเนินการปรับปรุง 6 เดือนโดยประมาณ คือ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

3.8.1 ปรับปรุงการทำงานเพื่อลดของเสีย (Defect) ข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดเมื่อถูกนำไปกำหนดแนวทางเพื่อให้ได้วิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องแล้ว จากนั้นจะนำวิธีการที่ได้ไปใช้สำหรับแก้ไขและป้องกันการเกิดปัญหาของเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิต แนวทางในการปรับปรุง และข้อเสนอแนะในการนำไปปฏิบัติสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) ปรับปรุงการทำงานในส่วนของเครื่องจักร และอุปกรณ์

ก. ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ประจำเครื่องจักรที่เกิดการชำรุดเสียหายให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข. เตรียมมีดกลึง และดอกสว่านสำรองพร้อมทั้งมีการบันทึกสถิติจำนวนครั้งในการใช้งานก่อนทำการเปลี่ยน

ค. ปรับเปลี่ยนขนาดของเครื่องเจียรที่มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นเพื่อลดความเมื่อยล้าให้กับพนักงาน

ง. จัดสถานที่ให้พนักงานทำงานบนโต๊ะ และนั่งบนเก้าอี้ปรับระดับได้แทนการนั่งทำงานกับพื้น

2) ปรับปรุงการทำงานในส่วนของวิธีการปฏิบัติงาน

ก. จัดให้มีการประชุมสายการผลิต (Meeting) ก่อนการปฏิบัติงานในช่วงเช้าของแต่ละวันเพื่อให้พนักงานได้มีการซักถามปัญหาในการผลิตของวันที่ผ่านมาเพื่อนำไปทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนเริ่มทำการผลิตในวันปัจจุบัน

ข. จัดทำเอกสารการเบิกจ่ายอุปกรณ์ให้ชัดเจนโดยให้หัวหน้าสายการผลิตแต่ละสายเป็นผู้อนุมัติ

ค. ออกแบบอุปกรณ์จับยึด (Jig) เพื่อวางชิ้นงานให้ชิ้นงานหมุนรอบตัวเองแทนการให้พนักงานเดินรอบชิ้นงาน

ง. จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน (Operation Standard) เข้าใจง่าย เช่น มีรูปภาพประกอบ และหลีกเลี่ยงการใช้ภาษาที่เข้าใจยากเพื่อให้พนักงานสามารถนำไปปฏิบัติตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง

จ. ให้พนักงานผู้ชำนาญงานค่อยแนะนำวิธีการ และท่าทางในการปฏิบัติงานที่ถูกต้องให้พนักงานใหม่หรือพนักงานที่มีการสับเปลี่ยนมาจากสายการผลิตอื่น

ฉ. จัดให้พนักงานได้มีการหมุนเวียนทำงานทุกสายการผลิตเพื่อใช้ทดแทนในกรณีที่มีพนักงานไม่มาทำงาน หรือลาออก

3) ปรับปรุงการทำงานในส่วนของตัวพนักงานเอง

ก. ออกกฎระเบียบการตักเตือน หรือพักการปฏิบัติงานพนักงานที่ทำผิดกฎระเบียบของโรงงาน และจัดบอร์ดเชิดชูพนักงานที่ทำผลงานดีเด่นด้วยการวัดผลงานเพื่อให้เกิดการแข่งขันด้านคุณภาพ

ข. สร้างแรงจูงใจให้พนักงานทุกคนร่วมมือร่วมใจกันในการเพิ่มผลผลิต ซึ่งประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับองค์กรทั้งในแง่ของยอดขายที่เพิ่มขึ้น ค่าใช้จ่ายที่ลดลง ผลกำไรที่มากขึ้น ผู้บริหารควรจะต้องนำย้อนกลับมาสู่พนักงานไม่ว่าจะเป็นรูปแบบของค่าตอบแทน สวัสดิการ เพื่อเป็นแรงจูงใจให้พนักงานเห็นว่าเมื่อผลผลิตขององค์กรเพิ่มมากขึ้นตัวพนักงานเองก็จะได้รับผลประโยชน์มากขึ้น

3.8.2 จัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) หลังจากการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตแล้วผู้วิจัยได้ทำการออกแบบตารางที่ 3.8 เพื่อใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงาน

ด้วยหลักเกณฑ์ ECRS ซึ่งตารางดังกล่าวจะสามารถทำให้มองเห็นขั้นตอนในการแก้ไขปัญหาได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้นเนื่องจากมีการระบุข้อมูลก่อนการปรับปรุง (ด้านซ้ายมือ) เปรียบเทียบกับข้อมูลหลังการปรับปรุง (ด้านขวามือ) โดยมีคอลัมน์ (Column) หลักเกณฑ์ ECRS ขั้นไว้ตรงกลางของตาราง ซึ่งการปรับปรุงจะอาศัยข้อมูลหลักที่ได้จากการตั้งคำถาม 5W1H เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยการปรับปรุงจะพยายามให้รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) แต่ละขั้นตอนในหนึ่งสถานีงานน้อยกว่าใกล้เคียง หรือเท่ากับค่า Takt Time ซึ่งหมายถึงผลผลิตที่จะได้ตามความต้องการของลูกค้า

ตารางที่ 3.8 แบบฟอร์มการปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยหลักเกณฑ์ ECRS

สถานีงานเดิม	ลำดับงานเดิม	ขั้นตอนการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน ก่อนการปรับปรุง (วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)		**การปรับปรุงด้วย ECRS**		สถานีงานใหม่	ลำดับงานใหม่	ขั้นตอนการผลิต (หลังการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน หลังการปรับปรุง (วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)	**Takt Time (วินาที)**

3.8.3 จัดวางผังโรงงาน (Plant Layout) ปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการไหลของวัสดุ โดยจัดระเบียบสายการผลิตแต่ละสายที่มีความสลับซับซ้อนให้แยกเป็นการผลิตเฉพาะสาย ยกเว้นสถานีงานที่รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ต่ำจำเป็นที่จะต้องใช้สถานีงานรวมกับสายการผลิตอื่น เพื่อลดจำนวนพนักงาน โดยใช้ข้อมูลจำนวนสถานีงานที่ได้จากการจัดสมดุลสายการผลิต ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกการวางผังแบบตามชนิดผลิตภัณฑ์ (Product Layout) โดยประยุกต์ใช้การวางผังการผลิตแบบ U-Shaped Layout เนื่องจากการจัดผังการผลิตแบบเซลรูปตัว U จะทำให้พนักงาน 1 คน สามารถทำงานกับเครื่องจักรได้หลายเครื่อง จุดเด่นของการจัดวางผังแบบนี้ คือ บริเวณงานเข้า และบริเวณงานออกจะอยู่ใกล้กัน ที่สำคัญสามารถปรับเปลี่ยนรองรับได้หลายผลิตภัณฑ์ ลดการใช้พื้นที่ คน และการขนถ่ายได้มาก เนื่องจากการไหลของวัสดุแต่ละสถานีงานพนักงานสามารถเอื้อมถึงกันได้

3.9 เก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง และเปรียบเทียบผลการดำเนินการ ก่อน-หลัง

หลังจากดำเนินการแก้ไขปัญหา และปรับปรุงสายการผลิตแล้วทำการเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผล ก่อนและหลังการปรับปรุง โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง 6 เดือนโดยประมาณ คือ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งมีรายละเอียดการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงดังนี้

1) จำนวนของเสีย โดยการนำของเสียหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับของเสียก่อนการปรับปรุง จากนั้นหาค่าเฉลี่ย และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

2) มูลค่างานเสีย โดยการนำมูลค่างานเสียหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับมูลค่าของเสียก่อนการปรับปรุง จากนั้นหาค่าเฉลี่ย และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

3) จำนวนสถานีงาน โดยการนำจำนวนสถานีงานหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับของเสียก่อนการปรับปรุง แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

4) จำนวนพนักงาน โดยการนำจำนวนพนักงานที่เหลือหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับจำนวนพนักงานก่อนการปรับปรุง แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

5) ขั้นตอนการทำงาน โดยการนำขั้นตอนการทำงานหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับขั้นตอนการทำงานก่อนการปรับปรุง แล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

6) รอบเวลาการผลิต โดยการเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตหลังการปรับปรุงกับ Takt Time ในแต่ละสายการผลิตตัวอย่าง

7) ระยะทางการไหลของวัสดุ โดยการนำระยะทางการไหลของวัสดุหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับระยะทางการไหลของวัสดุก่อนการปรับปรุงของทุกสายการผลิตตัวอย่าง จากนั้นหาค่าเฉลี่ย และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

8) ผลิตภาพการผลิต โดยการนำผลิตภาพการผลิตที่ได้หลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับผลิตภาพการผลิตที่ได้ก่อนการปรับปรุง จากนั้นหาค่าเฉลี่ย และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยตามวิธีการ และขั้นตอนที่ได้กล่าวมาในบทที่ 3 ได้มีการบันทึกผลการดำเนินงานวิจัยในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียด และผลลัพธ์ได้ดังต่อไปนี้

4.1 การไหลของกระบวนการผลิต

4.1.1 แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart)

จากการสำรวจ และจัดทำแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) ของสายการผลิตตัวอย่างในปัจจุบันดังแสดงในภาคผนวก ก ภาพที่ ก.1 (หน้า 141) แล้วเก็บข้อมูลแต่ละขั้นตอนในการผลิตพบว่ากระบวนการในสายการผลิตตัวอย่างแบ่งออกเป็น 4 สายการผลิต ประกอบด้วย1) สายการผลิตท่อซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า KB5-01 2) สายการผลิตฝาซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า KB5-02 3) สายการผลิตกระทะ ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า KB5-03 และ4) สายการผลิตฝาอัดอากาศ ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า KB5-04 โดยทุกสายการผลิตจะเริ่มต้นจากกระบวนการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Control) เป็นการตรวจสอบชิ้นงานที่ไหลมาจากกระบวนการหล่อซึ่งจะนับเป็นสถานีงานที่ 1 ของทุกสายการผลิต แนวทางการตรวจสอบในสถานีนี้ ได้แก่ งานหล่อเป็นตามด งานหล่อเบี้ยว งานหล่อบวม งานหล่อไม่เต็ม เป็นต้น จากนั้นชิ้นงานที่ผ่านการยอมรับ (Accept) จึงจะไหลเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรในแต่ละสายการผลิตซึ่งมีจำนวนสถานีงาน และลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติงาน สามารถอธิบายได้ดังนี้

สายการผลิต KB5-01 มีจำนวนสถานีงานในกระบวนการผลิตทั้งหมด 9 สถานี โดยมีขั้นตอนการไหลของกระบวนการดังนี้

1) สถานีงานเจาะรูปลายท่อ 1 รู Ø 12 มิลลิเมตรใช้เครื่องจักร D-01 เป็นเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ (Bench Model Sensitive Drilling Machine) ขนาด 5/8 นิ้วควบคุมการทำงานด้วยมือ

2) สถานีงาน Tap ½ PF19 ใช้เครื่องจักร T-01 ลักษณะเครื่องจักรเป็นเป็นเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ (Bench Model Sensitive Drilling Machine) ขนาด 5/8 นิ้ว ดัดแปลงความเร็วต่ำควบคุมการทำงานด้วยมือและมีการทดสอบเกลียวด้วยวาล์วทองเหลืองขนาด ½

3) สถานีงานเจาะรูหัวท่อ 3 รู Ø 5 มิลลิเมตร ใช้เครื่องจักร D-02 เป็นเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ (Bench Model Sensitive Drilling Machine) ขนาด ½ นิ้วควบคุมการทำงานด้วยมือ

4) สถานีงาน Tap ¼ W 20×3 จำนวน 3 รูใช้เครื่องจักร T-02 ลักษณะเครื่องจักรเป็นเป็นเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ (Bench Model Sensitive Drilling Machine) ขนาด ½ นิ้ว ดัดแปลงความเร็วรอบต่ำ ควบคุมการทำงานด้วยมือสามารถ Tap ได้ครั้งละ 1 รู และมีการทดสอบเกลียวด้วย น๊อตขนาด ¼×½

5) สถานีงานกลึงคว้านรู Ø 114 มิลลิเมตร +0.20 มิลลิเมตรใช้เครื่องจักร L-01 เป็นเครื่องกลึง (Lathe) แบบตั้งพื้นขนาด 5 ฟุตตรวจสอบด้วยเครื่องมือวัด และทดสอบด้วยชิ้นส่วน (KB5-02) อีกครั้ง

6) สถานีงานกลึงตบแต่ง Ø 20 มิลลิเมตร×25 มิลลิเมตร ±1 และกลึงเกลียวนอกThread Ø 20 mm/11G ใช้เครื่องจักร L-02 เป็นเครื่องกลึง (Lathe) แบบตั้งพื้นขนาด 4 ฟุตควบคุมการทำงานด้วยมือ ตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัด และตรวจทดสอบเกลียวด้วยชิ้นส่วน (KB5-04)

7) สถานีงานเจียรตบแต่งชิ้นงานใช้เครื่องจักร G-01 เป็นเครื่องเจียรมือถือ (Mobile Grinder) ขนาด 7 นิ้ว

8) สถานีงานตบแต่งชิ้นงาน ด้วยผงซีเมนต์ (Cement Powder)

9) สถานีงานตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Control) และพ่นสีชิ้นงาน

สายการผลิต KB5-02 มีจำนวนสถานีงานในกระบวนการผลิตทั้งหมด 8 สถานี โดยมีขั้นตอนการไหลของกระบวนการดังนี้

1) สถานีงานกลึงลดขนาด Ø 114 มิลลิเมตร-0.2 มิลลิเมตร ใช้เครื่องจักร L-03เป็นเครื่องกลึง (Lathe) แบบตั้งพื้นขนาด 4 ฟุต ควบคุมการทำงานด้วยมือตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัด

2) สถานีงานเจาะรูขอบนอก 36 รู Ø 1.5 มิลลิเมตรใช้เครื่องจักร D-03 เป็นเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ (Bench Model Sensitive Drilling Machine) ขนาด ½ นิ้วควบคุมการทำงานด้วยมือ

3) สถานีงานเจาะรูพื้นเอียง 36 รู Ø 2.0 มิลลิเมตรใช้เครื่องจักร D-04 เป็นเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ (Bench Model Sensitive Drilling Machine) ขนาด ½ นิ้วควบคุมการทำงานด้วยมือ

4) สถานีงานเจาะรูวงใน 12 รู Ø 2.0 มิลลิเมตรใช้เครื่องจักร D-05 เป็นเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ (Bench Model Sensitive Drilling Machine) ขนาด ½ นิ้วควบคุมการทำงานด้วยมือ

5) สถานีงานเจาะรูวงในสุด 12 รู Ø 1.5 มิลลิเมตรใช้เครื่องจักร D-06 เป็นเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ (Bench Model Sensitive Drilling Machine) ขนาด ½ นิ้วควบคุมการทำงานด้วยมือ

6) สถานีงานเจียรตบแต่งชิ้นงาน ใช้เครื่องจักร G-02 เป็นเครื่องเจียรมือถือ (Mobile Grinder) ขนาด 7 นิ้ว

7) สถานีงานตบแต่งชิ้นงาน ด้วยผงซีเมนต์ (Cement Powder)

8) สถานีงานตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Control) และพ่นสีชิ้นงาน

สายการผลิต KB5-03 มีจำนวนสถานีงานในกระบวนการผลิตทั้งหมด 5 สถานีโดยมีขั้นตอนการไหลของกระบวนการดังนี้

1) สถานีงานเจาะรู Ø 5.0 มิลลิเมตร 3 รูใช้เครื่องจักร D-07 เป็นเครื่องเจาะตั้งโต๊ะ (Bench Model Sensitive Drilling Machine) ขนาด 5/8 นิ้วควบคุมการทำงานด้วยมือ

2) สถานีงานกลึงลดขนาด Ø 285 มิลลิเมตร และกลึงคว้านรูขนาด Ø 42 มิลลิเมตร ใช้เครื่องจักร L-04 เป็นเครื่องกลึง (Lathe) แบบตั้งพื้นขนาด 5 ฟุต ควบคุมการทำงานด้วยมือตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัด

3) สถานีงานเจียรตบแต่งชิ้นงาน ใช้เครื่องจักร G-03 เป็นเครื่องเจียรมือถือ (Mobile Grinder) ขนาด 7 นิ้ว

4) สถานีงานตบแต่งชิ้นงาน ด้วยผงซีเมนต์ (Cement Powder)

5) สถานีงานตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Control) และพ่นสีชิ้นงาน

สายการผลิต KB5-04มีจำนวนสถานีงานในกระบวนการผลิตทั้งหมด 5 สถานี โดยมีขั้นตอนการไหลของกระบวนการดังนี้

1) สถานีงานกลึงลดขนาด Ø 56.24 มิลลิเมตร และกลึงคว้านรูขนาด Ø 50 มิลลิเมตร ใช้เครื่องจักร L-05 เป็นเครื่องกลึง (Lathe) แบบตั้งโต๊ะขนาด 4 ฟุต ควบคุมการทำงานด้วยมือตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัด

2) สถานีงานกลึงเกลียวใน Thread Ø 20/11G ใช้เครื่องจักร L-06 เป็นเครื่องกลึง (Lathe) แบบตั้งโต๊ะขนาด 4 ฟุต ควบคุมการทำงานด้วยมือตรวจสอบเกลียวด้วยชิ้นส่วน (KB5-01)

3) สถานีงานเจียรตบแต่งชิ้นงาน ใช้เครื่องจักร G-04 เป็นเครื่องเจียรมือถือ (Mobile Grinder) ขนาด 7 นิ้ว

4) สถานีงานตบแต่งชิ้นงาน ด้วยผงซีเมนต์ (Cement Powder)

5) สถานีงานตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Control) และพ่นสีชิ้นงาน

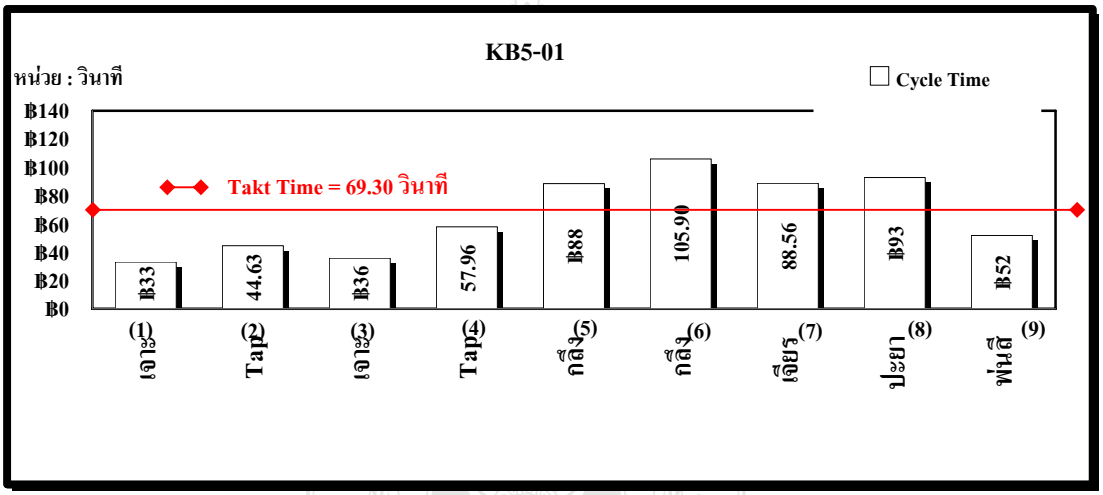
4.2 เวลามาตรฐาน (Standard Time)

การศึกษาเวลาในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการศึกษาเวลาโดยตรงหาเวลามาตรฐานเพื่อกำหนดค่ารอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของแต่ละขั้นตอนนำมาเปรียบเทียบกับค่า Takt Time และกำหนดเป็นค่ารอบเวลาการผลิตเป้าหมาย (Target Cycle Time) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้เท่ากับ Takt Time เนื่องจากโรงงานตัวอย่างมีกำลังการผลิตก่อนการปรับปรุงต่ำกว่ายอดสั่งผลิตเพิ่มถึง 40 %หากกำหนดรอบเวลาการผลิตเป้าหมายต่ำกว่า Takt Time อาจทำให้พนักงานต้องเร่งทำงานจนทำให้เกิด

ของเสีย (Defect) เพิ่มมากขึ้น ส่วนยอดการสั่งผลิตที่มีมากขึ้นในช่วงระหว่างปรับปรุง 3 เดือนแรก ผู้วิจัยได้วางแผนการทำงานล่วงเวลา (Over Time) เพื่อสต๊อกสินค้าให้เพียงต่อความต้องของลูกค้าในแต่ละเดือนแล้ว แยกตามสายการผลิต ที่กล่าวไว้ข้างต้น

4.2.1 รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) เปรียบเทียบกับ Takt Time

จากการเก็บข้อมูลรอบเวลาก่อนการปรับปรุงของแต่ละขั้นตอนแล้วนำมาคำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) แสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.3 (หน้า 146) ซึ่งเวลาที่ได้จะนำมากำหนดเป็นรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ก่อนการปรับปรุงของแต่ละขั้นตอน เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่า Takt Time แยกตามสายการผลิตสามารถสรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ถึง 4.4



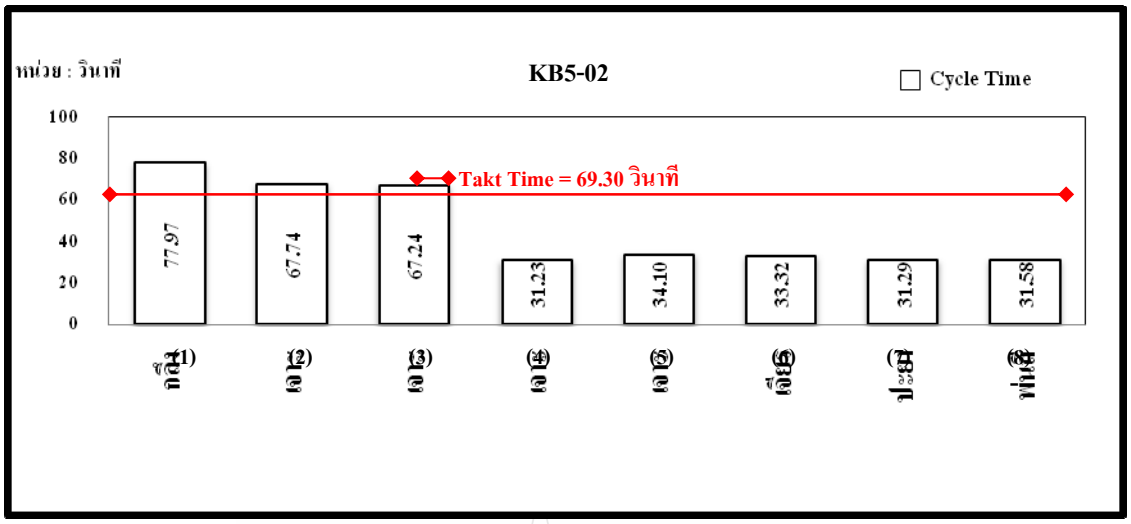
ภาพที่ 4.1 รอบเวลาเปรียบเทียบกับค่า Takt Time สายการผลิต KB5-01 ก่อนการปรับปรุง

สำหรับสายการผลิต KB5-01 ดังแสดงในภาพที่ 4.1 พบว่าขั้นตอนงานเจาะ (1)(3) พ่นสี(9) และTap (2)(4) มีรอบเวลาต่ำกว่า Takt Time ทำให้ขั้นตอนดังกล่าวพนักงานเกิดการว่างงาน ส่วนในขั้นตอนงานกลึง (5)(6) เจียร (7) ปะยา (8) มีรอบเวลาเกินค่า Takt Time และเกิดงานคอขวด (Bottle neck) ขึ้นในขั้นตอนงานกลึง (6) ที่มีรอบเวลามากที่สุดในสายการผลิต 105.90 วินาที/ชิ้น ซึ่งเกินค่า Takt Time อยู่ 36.60 วินาที/ชิ้น ส่งผลให้ขั้นตอนงานทำก่อนเกิดงานระหว่างกระบวนการ (Work In Process : WIP) เป็นจำนวนมาก และยังทำให้ขั้นตอนทำตามหลังเกิดการรอคอยชิ้นงาน (Waiting) ขึ้น ในกระบวนการสาเหตุเกิดจากพนักงานต้องทำงานสลับกับการหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการตรวจสอบเกลียว และตรวจสอบขนาด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการกลึงเกลียว และสเกลที่ใช้กำหนดระยะกินลึก

ที่เครื่องจักรเกิดการชำรุดเมื่อทำการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ดังกล่าวจะสามารถกำจัดขั้นตอนงานตรวจสอบระหว่างกระบวนการออกได้ซึ่งจะส่งผลให้รอบเวลาลดลง

จากการสังเกตยังพบอีกว่ารอบเวลางานเจียรตบแต่ง (7) มีรอบเวลา 88.56 วินาที/ชิ้นซึ่งเกินค่าTakt Time อยู่ 19.26 วินาที/ชิ้น สาเหตุเกิดจากเครื่องเจียรที่ใช้ในการทำงานมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นอีกทั้งพนักงานต้องนั่งทำงานกับพื้นเมื่อทำงานเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดความเมื่อยล้า เมื่อพิจารณาลักษณะของงานเป็นงานเจียรครีบบางๆ ไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องขนาดใหญ่จึงมีการปรับเปลี่ยนเครื่องให้มีขนาดเล็กลงจาก 7 นิ้ว เป็น 4 นิ้ว และจัดทำอุปกรณ์จับยึด (Jig) เพื่อใช้วางชิ้นงานโดยออกแบบให้อุปกรณ์หมุนรอบตัวเองแทนการเดินรอบชิ้นงาน และจัดโต๊ะทำงานเพื่อวางอุปกรณ์ช่วยให้พนักงานทำงานบนโต๊ะแทนการนั่งทำงานกับพื้นแล้วนำไปใช้กับงานเจียรทุกสายการผลิต

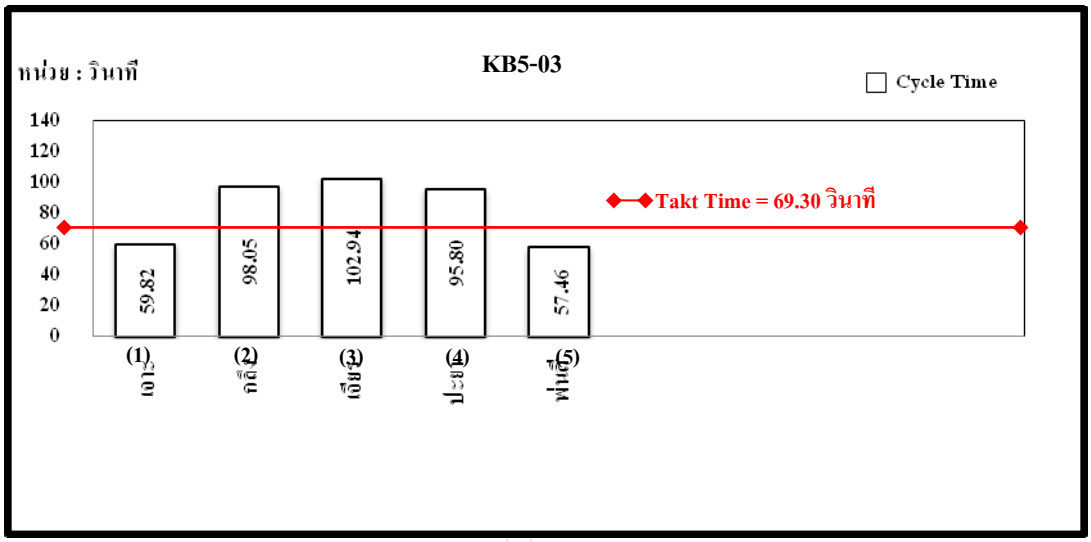
งานปะยา (8) มีรอบเวลา 92.77 วินาที/ชิ้น ซึ่งเกินค่า Takt Time อยู่ 23.47 วินาที/ชิ้น สาเหตุเกิดจากพนักงานต้องนั่งทำงานกับเก้าอี้ที่มีลักษณะต่ำๆ และวางชิ้นงานไว้บนตักทำให้การเคลื่อนไหวร่างกายในการทำงานลำบาก และเมื่อทำงานเป็นเวลานานๆจะทำให้เกิดความเมื่อยล้าซึ่งการกำหนดแนวทางในการปรับรอบเวลาผู้วิจัยได้จัดให้พนักงานทำงานบนโต๊ะ และปรับเปลี่ยนเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้ให้พนักงานนั่งเพื่อให้การเคลื่อนไหวร่างกายในการทำงานทำได้สะดวกแล้วนำไปใช้กับงานปะยาทุกสายการผลิต ส่วนขั้นตอนงานเจาะ (1)(3) และงาน Tap (2)(4) ที่มีรอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางในการปรับรอบเวลาให้สมดุลกัน โดยจะพิจารณารวมงานที่ลักษณะเหมือนกันเข้าด้วยกันเพื่อลดจำนวนพนักงานลงขั้นตอนละ 1 คน แต่มีเงื่อนไขว่าเมื่อรวมงานเข้าด้วยกันแล้วจะต้องบังคับให้รอบเวลามีค่าไม่เกิน Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น



ภาพที่ 4.2 รอบเวลาเปรียบเทียบกับค่า Takt Time สายการผลิต KB5-02 ก่อนการปรับปรุง

สำหรับสายการผลิต KB5-02 ดังแสดงในภาพที่ 4.2 พบว่าขั้นตอนงานเจาะ (2)(3)(4)(5) เจียร (6) ปะยา (7) และพ่นสี (8) มีรอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time ทั้งหมดทำให้ขั้นตอนดังกล่าวพนักงานเกิดการว่างงานมีเพียงขั้นตอนงานกลึง (1) ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในสายการผลิตนี้ที่มีรอบเวลา 77.97 วินาที/ชิ้น เกินค่า Takt Time อยู่ 8.67 วินาที/ชิ้นซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดงานคอขวด (Bottleneck) ส่งผลให้ขั้นตอนงานทำตามหลังเกิดการรอคอยชิ้นงาน (Waiting) ขึ้นในกระบวนการทั้งหมดซึ่งสาเหตุเกิดจากพนักงานต้องทำงานสลับกับการหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการตรวจสอบขนาด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้กำหนดระยะป้อนกินลึกที่เครื่องจักรมีสภาพเก่าพนักงานมองไม่เห็นสเกล แนวทางการปรับปรุงผู้วิจัยจะทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เกิดการชำรุด และเมื่อปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ดังกล่าวแล้วจะสามารถกำจัดขั้นตอนงานตรวจสอบออกจากกระบวนการได้ซึ่งจะทำให้รอบเวลาลดลง

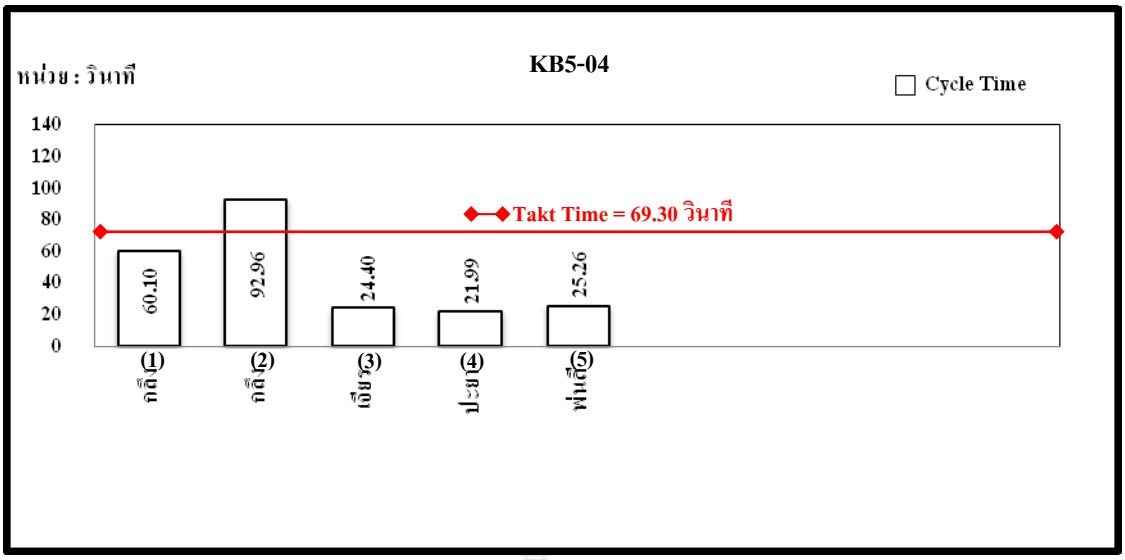
จากการสังเกตยังพบอีกว่า ขั้นตอนงานเจาะ (4)(5) ยังมีรอบเวลาที่ต่ำกว่าค่า Takt Time มาก เมื่อนำทั้งสองขั้นตอนมารวมกันจะได้รอบเวลา 65.33 วินาที/ชิ้น ซึ่งยังไม่เกินค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น และยังสามารถลดจำนวนพนักงานลงได้ 1 คน ส่วนขั้นตอนงานเจียร (6) ปะยา (7) และพ่นสี (8) ซึ่งมีรอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time มากเช่นกันแต่สามารถพิจารณานำไปรวมกับขั้นตอนงานลักษณะเดียวกันในสายการผลิตอื่นได้โดยมีเงื่อนไขว่าเมื่อรวมขั้นตอนงานแล้วจะต้องมีรอบเวลาไม่เกินค่า Takt Time มากที่สุด โดยกำหนดไว้ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น



ภาพที่ 4.3 รอบเวลาเปรียบเทียบกับค่า Takt Time สายการผลิต KB5-03 ก่อนการปรับปรุง

สำหรับสายการผลิต KB5-03 ดังแสดงในภาพที่ 4.3 พบว่าขั้นตอนงานกลึง (2) เจียร (3) ปะยา (4) มีรอบเวลาเกินค่า Takt Time และเกิดงานคอขวด (Bottleneck) ในขั้นตอนงานเจียร (3) ซึ่งมีรอบเวลา 102.94 วินาที/ชิ้น เกินค่า Takt Time อยู่ 33.64 วินาที/ชิ้น ทำให้เกิดงานระหว่างกระบวนการ (Work In Process : WIP) ในขั้นตอนงานเจาะ (1) กลึง (2) และขั้นตอนงานปะยา (4) พ่นสี (5) เกิดการรอคอยชิ้นงาน (Waiting) สาเหตุเกิดจากเครื่องเจียรที่ใช้ในการทำงานมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น และพนักงานต้องนั่งทำงานกับพื้นเมื่อทำงานเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าโดยผู้วิจัยได้กำหนดการปรับรอบเวลาในขั้นตอนนี้เหมือนกับสายการผลิต KB5-01 ด้วยการปรับเปลี่ยนเครื่องเจียรให้เล็กลงจากปัจจุบันที่ใช้อยู่ขนาด 7 นิ้ว ให้เหลือขนาด 4 นิ้ว และออกแบบอุปกรณ์จับยึดพร้อมกับจัดพนักงานทำงานบนโต๊ะแทนการนั่งทำงานกับพื้น

จากการสังเกตยังพบอีกว่าขั้นตอนงานกลึง (2) และงานปะยา (4) ที่มีรอบเวลาเกินค่า Takt Time ซึ่งเป็นปัญหาในลักษณะเดียวกันกับที่พบในสายการผลิต KB5-01 โดยผู้วิจัยได้กำหนดการปรับรอบเวลาในขั้นตอนงานกลึงด้วยการปรับเปลี่ยนสเกลกำหนดระยะป้อนกินลึกใหม่ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเพื่อแล้วกำจัดขั้นตอนการวัดขนาดชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัดออกจากกระบวนการซึ่งจะทำให้พนักงานสามารถทำงานได้โดยไม่ต้องหยุดเครื่อง ส่วนการปรับรอบเวลางานปะยาได้จัดให้พนักงานทำงานบนโต๊ะ และเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้แทนการนั่งทำงานบนเก้าต่ำๆ แล้ววางงานไว้บนตักเพื่อให้การเคลื่อนไหวร่างกายขณะปฏิบัติงานของพนักงานทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4.4 รอบเวลาเปรียบเทียบกับค่า Takt Time สายการผลิต KB5-04 ก่อนการปรับปรุง

สำหรับสายการผลิต KB5-04 พบว่าขั้นตอนงานกลึง (2) ที่มีรอบเวลา 92.96 วินาที/ชิ้น ซึ่งเกินค่า Takt Time อยู่ 23.66 วินาที/ชิ้น ซึ่งเป็นขั้นตอนเดียวในสายการผลิต และเป็นขั้นตอนนี้เกิดงานคอขวด (Bottleneck) ดังแสดงในภาพที่ 4.4 ส่งผลให้ขั้นตอนงานกลึง (1) เกิดงานระหว่างกระบวนการ (Work In Process : WIP) ขั้นตอนงานเจียร (3) ปะยา (4) พ่นสี (5) เกิดการรอคอยชิ้นงาน (Waiting) สาเหตุเกิดจากพนักงานต้องทำงานสลับกับการหยุดเครื่องจักรเพื่อทำการตรวจสอบขนาดของชิ้นงาน เนื่องจากสเกลที่ใช้กำหนดระยะป้อนกินลึกที่เครื่องจักรเกิดการชำรุด

จากการสังเกตยังพบอีกว่าขั้นตอนงานเจียร (3) ปะยา (4) และพ่นสี (5) มีรอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time มาก ทำให้พนักงานที่ทำงานในขั้นตอนนี้เกิดการว่างงานหรือบางครั้งเกิดการผลิตชิ้นงานมากเกินไป (Over Production) เมื่อพิจารณาย้อนกลับไปที่สายการผลิต KB5-02 พบว่ามีขั้นตอนการทำงานลักษณะเดียวกัน และมีรอบเวลาต่ำกว่า Takt Time มากเช่นกันซึ่งสามารถรวมขั้นตอนงานเข้าด้วยกันได้โดยจะสามรถลดจำนวนพนักงานได้ถึง 3 คน แต่นั้นหมายความว่าในขั้นตอนการปรับปรุงผังโรงงาน (Plant Layout) จะมีเงื่อนไขว่าทั้ง 2 สายการผลิตจะต้องย้ายมาอยู่ติดกันหรือใกล้กันให้มากที่สุด

4.2.2 ระยะทางการไหลของวัสดุ จากการศึกษาและลงไปสังเกตสถานที่ปฏิบัติงานจริง พร้อมกับวัดระยะ และจดบันทึกการไหลของงานระหว่างกระบวนการในสายการผลิตตัวอย่างดังแสดงในภาคผนวก ค ภาพที่ ค.1 (หน้า 150) พบว่ามีการไหลของวัสดุมีระยะทางไกลทุกสายการผลิตเนื่องจากผังโรงงานก่อนทำการปรับปรุงเป็นผังโรงงานเก่าที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนปั๊มสูบน้ำมัน (ซึ่งปัจจุบันโรงงานเลิกผลิตไปแล้วเนื่องจากไม่มีใบสั่งผลิตจากลูกค้า) ก่อนจะนำมาปรับใช้ในกระบวนการผลิตสายการผลิตตัวอย่างโดยไม่ได้เคลื่อนย้ายเครื่องจักรซึ่งข้อมูลระยะทางการไหลของวัสดุระหว่างกระบวนการแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค.1 (หน้า 153) จะเริ่มต้นจากโรงหล่อเดิมที่มีระยะห่างจากโรงงานขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ 50 เมตร เคลื่อนย้ายมารวมกันที่ขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อทำการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Control) ก่อนส่งเข้าสู่ขั้นตอนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ในแต่ละสายการผลิต จนสิ้นสุดกระบวนการซึ่งมีระยะทางแตกต่างกันดังนี้ สายการผลิต KB5-01 ใช้ระยะทาง 153 เมตร สายการผลิต KB5-02 ใช้ระยะทาง 182 เมตร สายการผลิต KB5-03 ใช้ระยะทาง 114 เมตร และสายการผลิต KB5-04 ใช้ระยะทาง 110 เมตร เมื่อรวมทุกสายการผลิตแล้วจะใช้ระยะทางการไหลของวัสดุตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดทุกกระบวนการผลิตในสายการผลิตตัวอย่างมากถึง 559 เมตร

4.3 ผลการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของความสูญเปล่า

4.3.1 ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Wastes) จากการศึกษาการไหลของกระบวนการ เวลามาตรฐานการผลิต และระยะทางการไหลของของวัสดุ ที่กล่าวมาแล้วนั้นทำให้ทราบถึงปัญหาต่างๆ ในกระบวนการของสายการผลิตตัวอย่าง จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และหาแนวทางการแก้ไข โดยใช้ทฤษฎีการขจัดความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) ซึ่งได้มีการประชุม (Meeting) และระดมสมอง (Brainstorm) ของผู้วิจัย หัวหน้างาน และพนักงานผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์มีความคุ้นเคยในกระบวนการผลิตของสายการผลิตตัวอย่างเป็นอย่างดีซึ่งในสายการผลิตตัวอย่างพบปัญหาทั้ง 6 ประการดังนี้

1) ความสูญเปล่าจากการผลิตชิ้นงานมากเกินไป จากการสังเกตพบว่ารอบเวลาการผลิต 11 ขั้นตอนมีค่าต่ำกว่า Takt Time มาก ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.1 เป็นสาเหตุทำให้เกิดงานระหว่างกระบวนการ (Work In Process : WIP) เป็นจำนวนมาก แนวทางในการแก้ไขจะเริ่มจากการศึกษาเวลาในสายการผลิตตัวอย่าง จัดสมดุลสายการผลิตโดยอาศัยข้อมูลการวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการจากการตั้งคำถาม 5W1H แล้วนำมาปรับปรุงด้วยการใช้หลักเกณฑ์ ECRS โดยจะพยายามให้รอบเวลาเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น

ตารางที่ 4.1 รอบเวลาการผลิตที่มีค่าต่ำกว่า Takt Time

ลำดับ	สายการผลิต	ขั้นตอน	C/T (วินาที)	T/T (วินาที)	ผลต่าง (วินาที)
1	KB5-01	เจาะรูปลายท่อ 1 รู	33.01	69.30	36.29
2	KB5-01	TAP ¼ PF19 และทดสอบเกลียว	44.63	69.30	24.67
3	KB5-01	เจาะรูหัวท่อ 3 รู	35.64	69.30	33.66
4	KB5-02	เจาะรู 12 รู Ø 1.5 มม.	31.23	69.30	38.07
5	KB5-02	เจาะรู 12 รู Ø 2.0 มม.	34.10	69.30	35.20
6	KB5-02	เจียรแต่งชิ้นงาน	33.32	69.30	35.98
7	KB5-02	ปะยาตบแต่ง	31.29	69.30	38.01
8	KB5-02	ตรวจสอบคุณภาพ และพ่นสี	31.58	69.30	37.72
9	KB5-04	เจียรแต่งชิ้นงาน	24.40	69.30	44.90
10	KB5-04	ปะยาตบแต่ง	21.99	69.30	47.31
11	KB5-04	ตรวจสอบคุณภาพ และพ่นสี	25.26	69.30	44.04

2) ความสูญเปล่าจากการขนถ่าย จากการสังเกตพบว่าระยะทางการไหลของวัสดุระหว่างสถานีงานรวมกันมีระยะทางไกลถึง 559 เมตร ส่งผลให้เสียเวลาในการผลิตชิ้นงาน แนวทางการแก้ไขจะเริ่มจากการศึกษา และวางมาตรฐานเส้นทางการไหลของวัสดุระหว่างกระบวนการแล้วปรับปรุงผังโรงงานใหม่โดยนำหลักการวางผังแบบเซลรูปตัวยู (U-Shaped Layout) มาใช้ในการกำหนดจุดชิ้นงานเข้าและออกให้อยู่ใกล้กัน จัดวางเครื่องจักรให้อยู่ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้พนักงานแต่ละสถานีงานสามารถเอื้อมหยิบชิ้นได้โดยไม่ต้องมีระยะทางการเดินหรือให้เดินน้อยที่สุด

3) ความสูญเปล่าจากการรอคอยชิ้นงานจากขั้นตอนงานทำก่อนที่มีรอบเวลาสูงที่สุดในสายการผลิต จากการสังเกตพบว่ามีการรอคอยชิ้นงานจากสถานีทำก่อนที่เกิดงานคอขวด (Bottleneck) ในสายการผลิตตัวอย่างมากถึง 15 สถานี ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.2 แนวทางในการแก้ไขจะเริ่มจากการศึกษาเวลาในสายการผลิตตัวอย่าง โดยอาศัยข้อมูลการวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการจากการตั้งคำถาม 5W1H แล้วปรับปรุงรอบเวลาให้เกิดความสมดุลด้วยการใช้หลักเกณฑ์ ECRS โดยพยายามให้รอบเวลาเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น

ตารางที่ 4.2 ขั้นตอนงานรอคอยชิ้นงาน (Waiting)

สายการผลิต	จุดงานคอขวด (Bottleneck)	C/T (วินาที)	ขั้นตอนงานรอคอยชิ้นงาน (Waiting)	C/T (วินาที)
KB5-01	กลึงลดขนาด และตรวจสอบขนาด + กลึงเกลียว และทดสอบเกลียว	105.90	เจียรแต่งชิ้นงาน	88.56
			ปะยาตบแต่ง	92.77
			ตรวจสอบคุณภาพ และพ่นสี	51.80
KB5-02	กลึงปาดหน้า และตรวจสอบขนาด + กลึงลดขนาด และตรวจสอบขนาด	77.97	เจาะรู 36 รู Ø 1.5 มม.	67.74
			เจาะรู 36 รู Ø 2.0 มม.	67.24
			เจาะรู 12 รู Ø 1.5 มม.	31.23
			เจาะรู 12 รู Ø 2.0 มม.	34.10
			เจียรแต่งชิ้นงาน	33.32
			ปะยาตบแต่ง	31.29
			ตรวจสอบคุณภาพ และพ่นสี	31.58
KB5-03	เจียรแต่งชิ้นงาน	102.9	ปะยาตบแต่ง	95.88
			ตรวจสอบคุณภาพ และพ่นสี	57.46
KB5-04	กลึงเกลียวตรวจสอบเกลียว	92.97	เจียรแต่งชิ้นงาน	20.48
			ปะยาตบแต่ง	21.35
			ตรวจสอบคุณภาพ และพ่นสี	25.26

4) ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวร่างกายที่ไม่เหมาะสม ทำให้เสียเวลา และพนักงานเกิดความเมื่อยล้า จากการสังเกตพบว่าพนักงานต้องนั่งทำงานกลับพื้น และเดินรอบชิ้นงานใน 8 สถานีงาน ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.3 อีกทั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นเมื่อต้องประคองเป็นเวลานานๆ ทำให้เกิดความเมื่อยล้า ส่งผลให้รอบเวลาการผลิตในบางสถานีงานเกินค่า Takt Time แนวทางการแก้ไขจัดสถานที่ทำงานให้พนักงานโดยยึดหลักกายศาสตร์ ปรับเปลี่ยนเครื่องจักรให้มีขนาดที่เหมาะสมและออกแบบอุปกรณ์ Jig and Fixture เพื่อช่วยในการทำงาน

ตารางที่ 4.3 สถานีงานที่เกิดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวร่างกายที่ไม่เหมาะสม

ลำดับ	สายการผลิต	ขั้นตอน	C/T (วินาที)	T/T (วินาที)	ผลต่าง (วินาที)
1	KB5-01	เจียรแต่งชิ้นงาน	88.56	69.30	19.26
2	KB5-01	ปะยาตบแต่ง	92.77	69.30	23.47
3	KB5-02	เจียรแต่งชิ้นงาน	33.32	69.30	35.98
4	KB5-02	ปะยาตบแต่ง	31.29	69.30	38.01
5	KB5-03	เจียรแต่งชิ้นงาน	102.9	69.30	33.6
6	KB5-03	ปะยาตบแต่ง	95.88	69.30	26.58
7	KB5-04	เจียรแต่งชิ้นงาน	20.48	69.30	48.82
8	KB5-04	ปะยาตบแต่ง	21.35	69.30	47.95

5) ความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไม่เหมาะสม จากการสังเกตพบว่ามีเวลาสูญเปล่าจากการตรวจสอบขนาดของชิ้นงานและเกลียวซ้ำๆ กันระหว่างกระบวนผลิตทำให้รอบเวลาเกินค่า Takt Timeที่ 69.30 วินาที/ชิ้น ส่งผลให้กระบวนผลิตไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า แนวทางการแก้ไขใช้หลักวิศวกรรมซ่อมบำรุงโดยมีการปรับปรุงเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเพื่อให้สามารถกำหนดระยะป้อนกินลึกได้ที่เครื่องจักรแทนการใช้เครื่องมือวัด จากนั้นจัดสมดุลสายการผลิตโดยพยายามให้รอบเวลาเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่า Takt Time มากที่สุด โดยอาศัยข้อมูลการวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการจากการตั้งคำถาม 5W1H แล้วปรับปรุงด้วยการใช้หลักเกณฑ์ ECRS

6) ความสูญเปล่าจากการเกิดข้อบกพร่องในการผลิต จากการสังเกตพบว่าเกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดงานเสียเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงถึง 3,055 ชิ้นคิดเป็น 2.96 % ของยอดผลิตทั้งหมด ซึ่งมาจากหลายสาเหตุ เช่น ความไม่พร้อมของเครื่องจักรอุปกรณ์ วิธีการในการทำงาน และมาจากตัวพนักงานเอง แนวทางการแก้ไขใช้หลักวิศวกรรมซ่อมบำรุงโดยมีการปรับปรุงเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน และสร้างจิตสำนึกทางด้านคุณภาพให้กับพนักงาน

4.3.2 วิเคราะห์ปัญหาด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7QC Tools) จากการวิเคราะห์ความสูญเปล่า 7 ประการพบว่าปัญหาความสูญเปล่าในสายการผลิตตัวอย่างที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนซึ่งมีทั้งหมด 6 รายการ โดยผู้วิจัยจะเลือกแก้ไขปัญหาในลำดับที่ 6 (ความสูญเปล่าจากข้อบกพร่อง) ก่อนเป็นอันดับแรกเนื่องจากวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยครั้งนี้ คือ ต้องการเพิ่มผลผลิตให้ได้ตามความต้องการของลูกค้าที่มีมากขึ้น แต่ถ้าในขณะที่กำลังดำเนินการปรับปรุงยังคงเกิดของเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมากอาจทำให้ผลการปรับปรุงไม่ได้ตามเป้าหมาย (Target) ที่วางไว้ โดยการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดของเสียจะเริ่มจากการเก็บข้อมูลจำนวนของเสียต่อวันในช่วง 6

เดือน ก่อนการปรับปรุง ตามแบบฟอร์มจากตารางที่ 3.4 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 จากนั้นนำข้อมูลมาสรุปดังแสดงในตารางที่ 4.4 แล้ววิเคราะห์ปัญหาด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7QC Tools) ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 4.5 ภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลของเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิต ก่อนการปรับปรุง

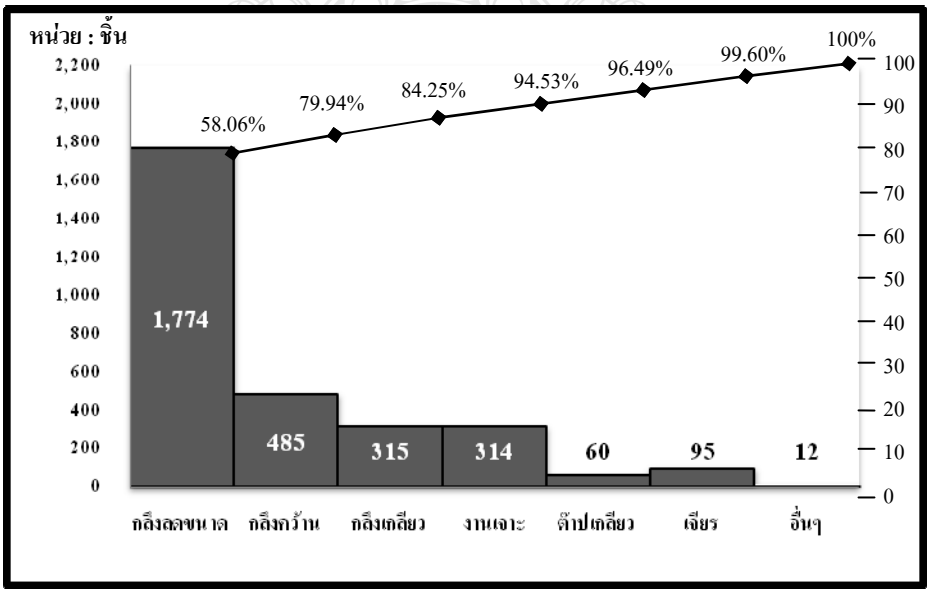
ลักษณะของเสีย	สายการผลิต				รวมแต่ละลักษณะ (ชิ้น)
	KB5-01	KB5-02	KB5-03	KB5-04	
กลึงลดขนาด	1,239	101	112	322	1,774
กลึงคว้าน	89	-	125	271	485
กลึงเกลียว	127	-	-	188	315
งานเจาะ	112	127	75	-	314
Tap เกลียว	60	-	-	-	60
เจียร	27	-	68	-	95
อื่นๆ	12	-	-	-	12
รวม (ชิ้น)	1,666	228	380	781	3,055
ยอดการผลิตจริง(ชิ้น)	25,842	25,842	25,842	25,842	103,368
% งานเสีย	6.45	0.88	1.47	3.02	2.96
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	70	40	75	15	200
ต้นทุนผลิตภัณฑ์	1,808,940	1,033,680	1,938,150	387,630	5,168,400
มูลค่างานเสีย (บาท)	116,620	9,120	28,500	11,715	165,955
% มูลค่างานเสีย	6.45	0.88	1.47	3.02	3.21

จากตารางที่ 4.4 พบว่า มีของเสียเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตทั้งหมด 3,055 ชิ้นจากยอดผลิตจริงในทุกสายการผลิต 103,368 ชิ้น คิดเป็น 2.96% มูลค่างานเสีย 165,955 บาท คิดเป็น 3.21% ของต้นทุนผลิตภัณฑ์โดยสายการผลิต KB5-01 เป็นสายการผลิตที่เกิดของเสียมากที่สุด 1,666 ชิ้น คิดเป็น 54.53% ของปริมาณของเสียทั้งหมดซึ่งสาเหตุมาจากสายการผลิตนี้มีจำนวนขั้นตอนในการผลิตมากที่สุด เมื่อพิจารณาลงไปในกระบวนการผลิตยังพบอีกว่ากระบวนการขึ้นรูปด้วยเครื่องกลึง (กลึงลดขนาด กลึงคว้าน และกลึงเกลียว) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดของเสียมากที่สุดถึง 2,574 ชิ้นในทุกสายการผลิต คิดเป็น 84.25% ของปริมาณของเสียทั้งหมด จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยได้นำไปจัดเรียงลำดับความถี่ของปัญหาจากมากไปหาน้อยเพื่อจะได้พิจารณาเลือกปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุดมาทำการแก้ไขปรับปรุงก่อนเป็นลำดับแรกดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การแจกแจงเปอร์เซ็นต์สะสมของเสีย (Defect)

ชนิดของความบกพร่อง	จำนวนงานเสีย (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์งานเสียเทียบกับจำนวนรวม	จำนวนงานเสียสะสม (ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์สะสมของงานเสีย
กลึงลดขนาด	1,774	58.07	1,774	58.06
กลึงคว้าน	485	15.88	2,259	73.94
กลึงเกลียว	315	10.31	2,574	84.25
งานเจาะ	314	10.28	2,888	94.53
Tap เกลียว	60	1.96	2,948	96.49
เจียร	95	3.11	3,043	99.60
อื่นๆ	12	0.39	3,055	100
รวม	3,055	100	18,541	

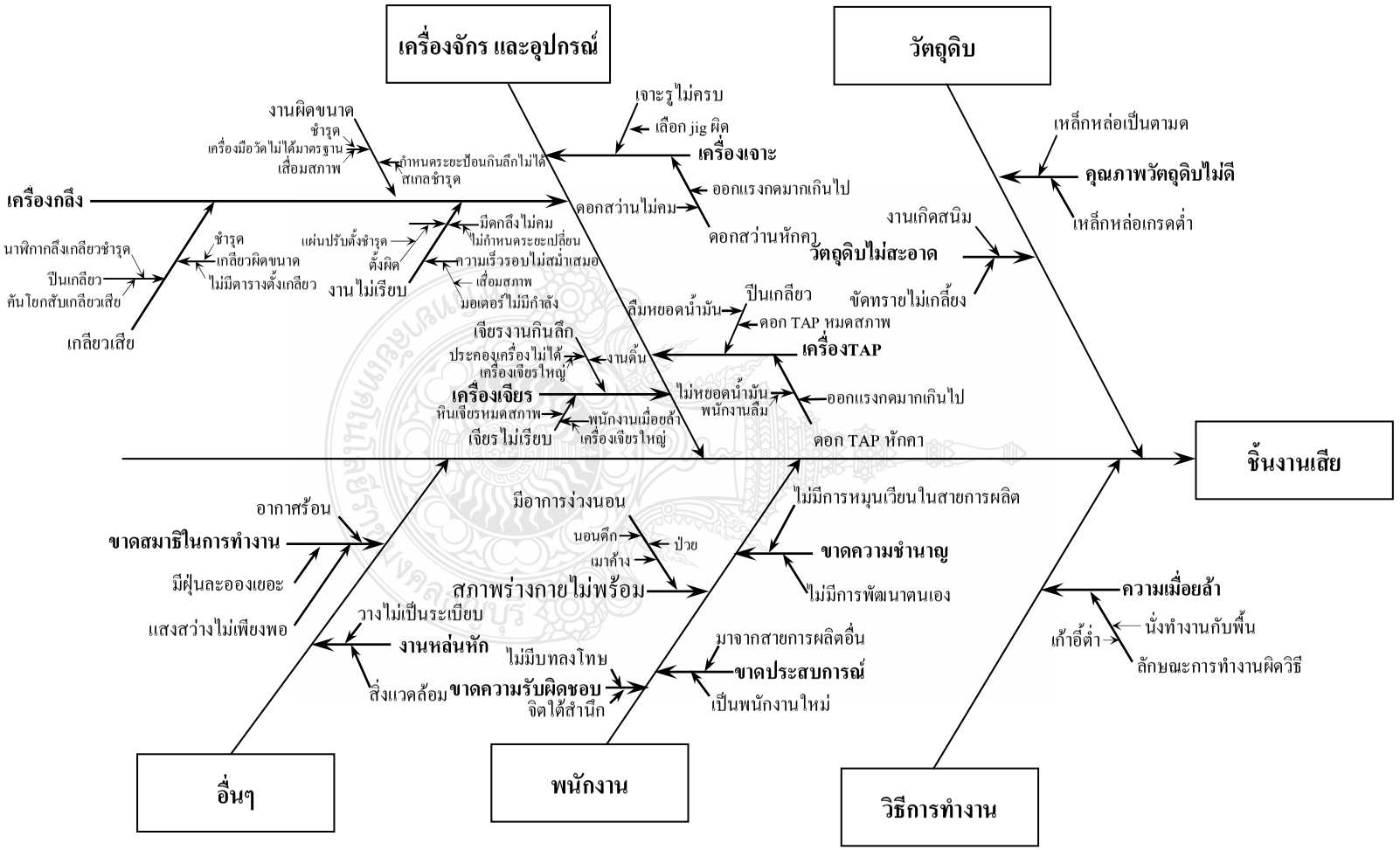
จากตารางที่ 4.5 พบว่า ขั้นตอนการผลิตที่ทำให้เกิดของเสีย 3 อันดับแรก คือ ขั้นตอนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องกลึงเรียงตามลำดับ ได้แก่ กลึงลดขนาด 1,774 ชิ้น กลึงคว้าน 485 ชิ้น กลึงเกลียว 315 ชิ้น และเพื่อให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยได้นำผลข้อมูลการแจกแจงเปอร์เซ็นต์ของงานเสียสะสมมาทำการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิแท่งการจัดลำดับ (Pareto Diagram) เพื่อจัดเรียงลำดับความรุนแรงของปัญหา ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแท่งการจัดลำดับของเสียในสายการผลิตตัวอย่าง

จากภาพที่ 4.5 แสดงถึงความสัมพันธ์ของชนิดความบกพร่องกับเปอร์เซ็นต์สะสมของเสีย ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนของเสียที่มากที่สุดเกิดมาจากความบกพร่องในขั้นตอนการกลึงลดขนาดซึ่งมีมากถึง 58.06% ของปริมาณของเสียทั้งหมดในขณะที่ด้านอื่นมีจำนวนน้อยมาก จากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดเข้าประชุม (Meeting) เพื่อระดมสมอง (Brainstorm) ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและมีประสบการณ์ในสายการผลิตตัวอย่างเพื่อค้นหาสาเหตุย่อยๆ ของข้อบกพร่อง ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้แผนผังแสดงสาเหตุ และผล (Cause and Effect Diagram) เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สามารถแสดงให้เห็นถึงสาเหตุต่าง ๆ ของปัญหา และผลที่เกิดขึ้นที่มีมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปมสำคัญที่จะนำไปทำการปรับปรุงแก้ไข ดังแสดงในภาพที่ 4.6

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



ภาพที่ 4.6 แผนผังแสดงสาเหตุและผลวิเคราะห์ปัญหาของเสียในสายการผลิตตัวอย่าง

จากภาพที่ 4.6 สามารถสรุปประเด็นต่างๆ ที่เป็นปัญหาหลักเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขได้ดังนี้

1) สาเหตุที่เกิดจากเครื่องจักร (Machine) และอุปกรณ์ช่วยที่ใช้ในการปฏิบัติงานเกิดการเสื่อมสภาพซึ่งสามารถจำแนกได้ตามประเภทการใช้งานดังนี้

ก. สาเหตุที่เกิดจากเครื่องกลึง

- สเกลชุดแท่นเลื่อนเสื่อมสภาพเนื่องจากใช้งานมานาน ทำให้มองไม่เห็นระยะในการกำหนดจุดป้อนกินลึกทำให้เกิดความผิดพลาดในกระบวนการผลิต

- นาฬิกากลึงเกลียวเกิดการชำรุดทำให้พนักงานต้องใช้การกำหนดระยะกลึงเกลียวด้วยสายตา ซึ่งบางครั้งทำให้เกิดความผิดพลาด

- ความเร็วรอบในการทำงานไม่เหมาะสมกับขนาดของชิ้นงานสาเหตุเกิดจากการปรับตั้งความเร็วรอบของเครื่องจักรเกิดความผิดพลาดเนื่องจากไม่มีแผ่นตารางกำหนดความเร็วรอบหรือเกิดความชำรุดเสียหายทำให้ผิวงานไม่สม่ำเสมอ

- มีดกลึงไม่คมทำให้ผิวงานไม่เรียบ

ข. สาเหตุที่เกิดจากเครื่องเจาะ

- เจาะรูไม่ครบหรือเจาะรูเกินเนื่องจากเบิกอุปกรณ์นำเจาะ (Fixture)ผิด

- เจาะรูผิดขนาดเนื่องจากเบิกดอกสว่านผิด

- ดอกสว่านหักติดในชิ้นงานเกิดจากพนักงานออกแรงกดมาก

ค. สาเหตุที่เกิดจากเครื่อง Tap เกลียว

- ดอก Tap หักเนื่องจากพนักงานลืมหยดน้ำมันตัดเกลียว

ง. สาเหตุที่เกิดจากเครื่องเจียร

- เจียรงานกินลึก แหว่ง และไม่เรียบ สาเหตุมาจากเครื่องเจียรมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นทำให้พนักงานบังคับเครื่องเจียรลำบาก และเมื่อทำงานเป็นเวลานานๆจะเกิดความเมื่อยล้า

2) สาเหตุที่เกิดจากวิธีการทำงานเนื่องจากลักษณะการทำงานไม่เป็นไปตามหลักการยศาสตร์พนักงานทำงานด้วยท่าทางที่ไม่ถูกต้อง ลักษณะการทำงานบางขั้นตอนพนักงานต้องนั่งปฏิบัติงานกับพื้นเป็นเวลานานๆ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเมื่อยล้า เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานยากต่อการทำความเข้าใจ รายละเอียดในการทำงานไม่ครอบคลุมทุกขั้นตอน เนื่องจากขาดการปรับปรุง เอกสารบางอย่างมีภาษาอังกฤษมากเกินไปทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจเนื่องจากพนักงานบางคนอ่านหนังสือภาษาอังกฤษไม่ออกหรือเป็นคนต่างด้าวชาวพม่า

3) สาเหตุที่เกิดจากตัวพนักงานเองโดยสามารถแยกออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มพนักงานที่ปฏิบัติงานในสายการผลิตตัวอย่าง และกลุ่มของพนักงานฝ่ายตรวจสอบคุณภาพปัญหาที่เกิดขึ้นมาจากหลายสาเหตุสามารถอธิบายได้ดังนี้

ก. พนักงานขาดการฝึกอบรมเพื่อนำมาปฏิบัติงานที่ถูกวิธี

ข. พนักงานขาดประสบการณ์ในการทำงาน

ค. พนักงานที่มีประสบการณ์ไม่มีเวลาในการให้คำแนะนำกับพนักงานใหม่

ง. พนักงานที่เชี่ยวชาญได้รับการเลื่อนตำแหน่งไปรับผิดชอบงานในด้านอื่น

จ. พนักงานขาดจิตสำนึกที่ดีในการทำงาน

ฉ. พนักงานขาดขวัญกำลังใจในการปฏิบัติงาน

ช. พนักงานมีสภาพร่างกายที่ไม่พร้อม เช่น ง่วงนอน ป่วยหรือเมาค้าง

ซ. พนักงานฝ่ายผลิตมีการปรับเปลี่ยนเพื่อไปช่วยงานแผนกอื่นบ่อยครั้ง

ฌ. หัวหน้าผู้ควบคุมงานไม่ให้คำปรึกษากับพนักงานฝ่ายผลิต

ญ. หัวหน้าผู้ควบคุมงานไม่พัฒนาความรู้ความสามารถของตนเอง

ฎ. หัวหน้าผู้ควบคุมงานไม่หาแนวทางปรับปรุงวิธีการทำงานให้เหมาะสม

4.3.3 วิเคราะห์ปัญหาด้วยการตั้งคำถาม 5W1H ก่อนการปรับปรุงการทำงานในขั้นตอนการจัดสมดุลสายการผลิตจำเป็นต้องมีข้อมูลปัญหาเพื่อใช้กำหนดแนวทางในการแก้ไข ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยเลือกเทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H เนื่องจากเป็นการตอบโต้ปัญหา และหาวิธีการแก้ไขร่วมกันของพนักงานฝ่ายผลิต ด้วยวิธีระดมความคิดเห็นอาศัยแนวคิดจากการสำรวจสภาพการทำงาน การให้คำปรึกษาจากวิศวกร และหัวหน้าฝ่ายผลิตโดยการตั้งคำถามได้กำหนดแนวทางในการตั้งไว้ตามลักษณะขั้นตอนการทำงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสายการผลิตตัวอย่าง ข้อมูลการตั้งคำถาม 5W1H แสดงในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.1 ถึง ง.9 (หน้า 156 ถึง 160) สามารถสรุปเพื่อใช้กำหนดแนวทางในการแก้ไขได้ดังนี้

1) ขั้นตอนงานตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานด้วยสายตา (Visual Control) ก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิตซึ่งจากการตั้งคำถาม 5W1H พบว่าในขั้นตอนนี้รอบเวลาการผลิตมีค่าต่ำกว่าค่า Takt Time ซึ่งทำให้พนักงานเกิดการว่างงาน หรือบางครั้งเกิดงานระหว่างกระบวนการ (WIP) เป็นจำนวนมาก

2) ขั้นตอนงานตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัดจากการตั้งคำถาม 5W1H พบว่าขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้กระบวนการกลึงลดขนาดมีรอบเวลาเกินค่า Takt Time ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผลิตชิ้นงานไม่ทันหรือขั้นตอนที่มีรอบเวลาสูงที่สุดในสายการผลิตจะเกิดงานคอขวด (Bottleneck) ส่งผล

ให้ขั้นตอนทำก่อนเกิดงานระหว่างกระบวนการ (WIP) และขั้นตอนทำหลังเกิดการรอคอยชิ้นงาน (Waiting)

3) ขั้นตอนงานทดสอบเกลียวจากการตั้งคำถาม 5W1H พบว่าขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้กระบวนการกลึงเกลียว และ Tap เกลียวมีรอบเวลาเกินค่า Takt Time ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผลิตชิ้นงานไม่ทันหรือขั้นตอนที่มีรอบเวลาสูงที่สุดในสายการผลิตจะเกิดงานคอขวด (Bottleneck) ส่งผลให้ขั้นตอนก่อนหน้าเกิดงานระหว่างกระบวนการ (WIP) และขั้นตอนหลังเกิดการรอคอยชิ้นงาน (Waiting)

4) ขั้นตอนงานกลึงลดขนาดจากการตั้งคำถาม 5W1H พบว่าขั้นตอนการกลึงด้วยเครื่องจักร L-01, L-02, L-03 และL-04 มีรอบเวลาเกินค่า Takt Time สาเหตุเกิดจากพนักงานต้องทำงานสลับกับการหยุดเครื่องเพื่อใช้เครื่องมือวัดทดสอบขนาดของชิ้นงานเพราะไม่สามารถกำหนดระยะป้อนกินลึกจากสเกลชุดแท่นเลื่อนได้เนื่องจากเกิดการชำรุด และขั้นตอนงานกลึงเกลียวจากการตั้งคำถาม 5W1H พบว่าขั้นตอนการกลึงเกลียวด้วยเครื่อง L-02, L-06 มีรอบเวลาเกินค่า Takt Time สาเหตุเกิดจากพนักงานต้องทำงานสลับกับการหยุดเครื่องเพื่อทดสอบเกลียวเนื่องจากนาฬิกากลึงเกลียวเกิดการชำรุดใช้การไม่ได้

5) ขั้นตอนงานเจาะจากการตั้งคำถาม 5W1H พบว่าขั้นตอนงานเจาะด้วยเครื่อง D-01, D-05, D-06 และD-07 มีรอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time สาเหตุมาจากจำนวนรูที่เจาะมีน้อย และไม่สามารถทำงานแบบต่อเนื่องได้ เนื่องจากต้องมีการเปลี่ยนอุปกรณ์นำเจาะ (Fixture) ทำให้พนักงานเกิดการว่างงาน หรือบางครั้งเกิดการผลิตชิ้นงานมากเกินไป (Over Production)

6) ขั้นตอนงาน Tap จากการตั้งคำถาม 5W1H พบว่าขั้นตอนการ Tap ด้วยเครื่อง T-01 มีรอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time ซึ่งสาเหตุมาจากมีจำนวนรู Tap เพียง1 รู ซึ่งทำให้พนักงานเกิดการว่างงาน และขั้นตอนการ Tap ด้วยเครื่อง T-02 มีรอบเวลาสูงกว่าค่า Takt Time ซึ่งสาเหตุมาจากมีจำนวนรู Tap ทั้งหมด3 รู และต้องเสียเวลาในการทดสอบเกลียว

7) ขั้นตอนงานเจียรตบแต่งชิ้นงานจากการตั้งคำถาม 5W1H พบว่าขั้นตอนการเจียรตบแต่งด้วยเครื่อง G-01, G-03 เป็นชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ พนักงานต้องนั่งเจียรกับพื้น และประคองเครื่องเจียรที่มีขนาดใหญ่เมื่อทำงานเป็นเวลานานๆ ทำให้เกิดความเมื่อยล้าส่งผลให้รอบเวลาเกินค่า Takt Time เครื่องเจียร G-02, G-04 เป็นชิ้นงานขนาดเล็กบริเวณเจียรตบแต่งมีน้อยทำให้รอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time

8) ขั้นตอนงานปะยาตบแต่งชิ้นงานจากการตั้งคำถาม 5W1H พบว่าขั้นตอนการปะยาตบแต่งในสายการผลิต KB5-01 และKB5-03 เป็นชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ พนักงานต้องนั่งทำงานบนเก้าอี้ที่

มีลักษณะต่ำโดยนำชิ้นงานวางไว้บนตักทำให้การเคลื่อนไหวร่างกายทำได้ลำบากส่งผลให้รอบเวลาเกินค่า Takt Time และสายการผลิต KB5-02 และKB5-04 ชิ้นมีขนาดเล็กบริเวณปะยาตบแต่งมีน้อยทำให้รอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time

9) ขั้นตอนงานพ่นสีจากการตั้งคำถาม 5W1H พบว่าขั้นตอนสายการผลิต KB5-02 และ KB5-04 ชิ้นมีขนาดเล็กบริเวณพ่นสีมีน้อยทำให้รอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time

4.4 แนวทางการปรับปรุง และแก้ไขปัญหา

จากข้อมูลสรุปรายการปัญหา สาเหตุ และการกำหนดแนวทางการแก้ไขสรุปการวิเคราะห์ปัญหาความสูญเปล่าที่ต้องปรับปรุงพร้อมทั้งกำหนดปัญหาที่ต้องแก้ไขเป็นอันดับแรกจนเสร็จสิ้นตามวัตถุประสงค์ จากนั้นนำเสนอขอพิจารณาอนุมัติจากผู้บริหารโดยการประชุม (Meeting) มีกรรมการผู้จัดการเป็นประธานและผู้อนุมัติ ผู้จัดการฝ่ายผลิต หัวหน้างาน และทีมงานทั้งหมด เข้าร่วมประชุมโดยมีผู้วิจัยซึ่งมีตำแหน่งวิศวกรฝ่ายผลิต เป็นผู้ดำเนินการประชุมในการขออนุมัติรายการการปรับปรุงในแต่ละส่วนเริ่มจากการลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตซึ่งอาศัยข้อมูลการวิเคราะห์ปัญหาจากเครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7QC Tools) จากหัวข้อที่ 4.4.2 จากนั้นจึงปรับปรุงการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิตซึ่งอาศัยข้อมูลการวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการ 5W1H จากหัวข้อที่ 4.4.3 โดยมีการขออนุมัติใช้งบประมาณในการจัดทำอุปกรณ์จับยึด (Jig) ที่ออกแบบให้สามารถหมุนได้รอบตัวเองจัดซื้อเครื่องจักรใหม่ ได้แก่ เครื่องเจียรมือถือขนาด 4 นิ้ว 4 เครื่อง และจัดซื้ออะไหล่ซ่อมบำรุงเครื่องจักรเก่าได้แก่สเกลชุดแท่นเลื่อน ตารางตั้งความเร็วรอบ ตารางตั้งขนาดเกลียว นาฬิกากลึงเกลียว ซึ่งเป็นอะไหล่มือสองสภาพดี โดยมีการใช้งบประมาณในการจัดทำอุปกรณ์ ซ่อมบำรุงเครื่องจักร และซื้อเครื่องเจียรใหม่ประมาณ 25,000 บาท

4.4.1 ซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหาย

1) ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องกลึงที่ชำรุดเสียหายตามลักษณะการใช้งานดังนี้

ก. เปลี่ยนสเกลชุดแท่นเลื่อนเครื่องกลึง L-01, L-02, L-03 และL-04 เนื่องจากของเก่าสเกลมีสภาพเลื่อนลางทำให้ผู้ปฏิบัติงานมองไม่เห็น ดังแสดงในภาพที่ 4.7 (1) สเกลชุดแท่นเลื่อนก่อนการปรับปรุง (2) สเกลชุดแท่นเลื่อนหลังการการปรับปรุง

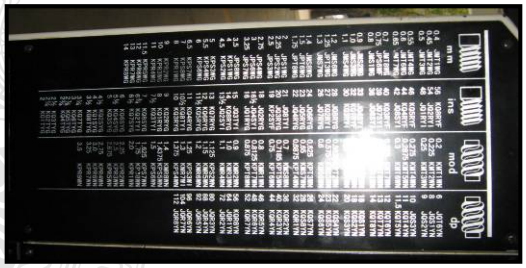
(1) สเกลชุดแท่นเลื่อนก่อนการปรับปรุง

(2) สเกลชุดแท่นเลื่อนหลังการปรับปรุง

ภาพที่ 4.7 สเกลชุดแท่นเลื่อนที่ถูกปรับเปลี่ยนในสายการผลิตตัวอย่าง

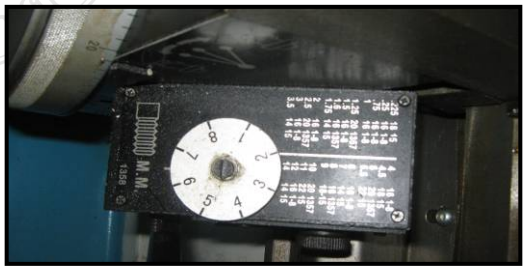
ข. เปลี่ยนตารางตั้งขนาดเกลียว และนาฬิกากลึงเกลียว ของเครื่องกลึง L-02 และL-05 เนื่องจากของเก่ามีสภาพเลื่อนลางทำให้ผู้ปฏิบัติงานมองไม่เห็น ดังแสดงในภาพที่ 4.8 (1) ตารางตั้งขนาดเกลียวก่อนการปรับปรุง (2) ตารางตั้งขนาดเกลียวหลังการปรับปรุง (3) นาฬิกาเกลียวก่อนการปรับปรุง (4) นาฬิกาเกลียวหลังการปรับปรุง

(1) ตารางตั้งขนาดเกลียวก่อนการปรับปรุง



(2) ตารางตั้งขนาดเกลียวหลังการปรับปรุง

(3) นาฬิกาเกลียวก่อนการปรับปรุง

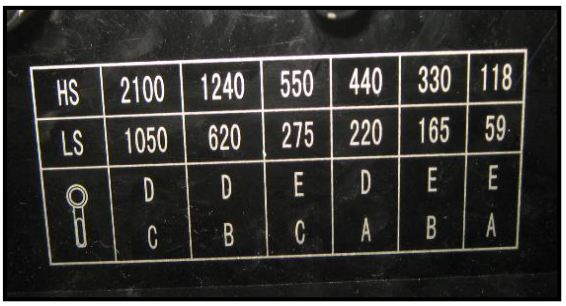


(4) นาฬิกาเกลียวหลังการปรับปรุง

ภาพที่ 4.8 อุปกรณ์ชุดกลึงเกลียวที่ถูกปรับเปลี่ยนในสายการผลิตตัวอย่าง

ค. เปลี่ยนตารางตั้งความเร็วรอบของเครื่องกลึง L-01, L-02, L-03, L-04 และL-05 เนื่องจากของเก่ามีสภาพเลื่อนรางทำให้ผู้ปฏิบัติงานมองไม่เห็น ดังแสดงในภาพที่ 4.9 (1) ตารางตั้งความเร็วรอบก่อนการปรับปรุง (2) ตารางตั้งความเร็วรอบหลังการปรับปรุง

(1) แผ่นตารางตั้งความเร็วรอบก่อนการปรับปรุง



(2) แผ่นตารางตั้งความเร็วรอบหลังการปรับปรุง

ภาพที่ 4.9 แผ่นตารางตั้งความเร็วรอบที่ถูกปรับเปลี่ยนในสายการผลิตตัวอย่าง

4.4.2 ปรับเปลี่ยนเครื่องจักร

ปรับเปลี่ยนเครื่องเจียรมือถือ G-01, G-02, G-03 และG-04 จากขนาด 7 นิ้ว ซึ่งมีขนาดใหญ่และหนักเวลาทำงานพนักงานต้องประคองสองมือทำให้เกิดความเมื่อยล้า โดยเปลี่ยนมาใช้ขนาด 4 นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดเล็กมีน้ำเบาเวลาทำงานสามารถประคองได้ด้วยมือข้างเดียวและลักษณะงานเจียรเป็นงานเจียรครีบบางๆ ไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องขนาดใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 4.10 (1) เครื่องเจียรขนาด 7 นิ้ว (2) เครื่องเจียรขนาด 4 นิ้ว

(1) เครื่องเจียรขนาด 7 นิ้ว

(2) เครื่องเจียรขนาด 4 นิ้ว

ภาพที่ 4.10 เครื่องเจียรที่ถูกปรับเปลี่ยนในสายการผลิตตัวอย่าง

4.4.3 จัดสร้างอุปกรณ์ช่วยในการทำงานเพื่อให้การทำงานง่ายขึ้น

1) จัดทำโต๊ะทำงานขนาด 1×3 เมตร จำนวน 6 ตัว เพื่อให้พนักงานในขั้นตอนงานเจียรตบแต่งและปะยาตบแต่ง ทำงานบนโต๊ะแทนการนั่งทำงานกับพื้นเพื่อลดความเมื่อยล้าของพนักงาน ดังแสดงในภาพที่ 4.11

ภาพที่ 4.11 โต๊ะทำงานที่จัดสร้างขึ้นในสายการผลิตตัวอย่าง

2) จัดหาเก้าอี้แบบที่สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้ จำนวน 3 ตัว เพื่อให้พนักงานในขั้นตอนงานปะยาตบแต่งนั่งทำงานบนเก้าอี้ที่มีระดับความสูงพอดีแทนการนั่งบนเก้าอี้ต่ำๆ เพื่อลดความเมื่อยล้าของพนักงาน ดังแสดงในภาพที่ 4.12 (1) ลักษณะการทำงานก่อนการปรับปรุง (2) เก้าอี้หมุนปรับระดับสูง-ต่ำ (3) ลักษณะการทำงานหลังการปรับปรุง

(1) ปะยาก่อนการปรับปรุง

(2) เก้าอี้หมุนปรับระดับสูง-ต่ำ

(3) ปะยาก่อนการปรับปรุง

ภาพที่ 4.12 การปรับปรุงขั้นตอนงานปะยาในสายการผลิตตัวอย่าง

3) ออกแบบอุปกรณ์จับยึด (Jig) เพื่อใช้วางชิ้นงานในขั้นตอนงานเจียรให้ชิ้นงานหมุนรอบตัวเองแทนการนั่งทำงานกับพื้นและเดินรอบชิ้นงาน ดังแสดงในภาพที่ 4.13 (1) งานเจียรตบแต่งก่อนการปรับปรุง (2) งานเจียรตบแต่งหลังการปรับปรุง

(1) งานเจียรตบแต่งก่อนการปรับปรุง

(2) งานเจียรตบแต่งหลังการปรับปรุง

ภาพที่ 4.13 การปรับปรุงขั้นตอนงานเจียรในสายการผลิตตัวอย่าง

4.4.4 จัดเตรียมมีดกลึง และดอกสว่านสำรอง

จัดเตรียมมีดกลึงและดอกสว่านสำรองในแต่ละวันเพื่อลดเวลาในการที่พนักงานต้องหยุดทำงานเพื่อลับมีดกลึง และดอกสว่าน ดังแสดงในภาพที่ 4.14 (1) มีกลึงสำรอง (2) ดอกสว่านสำรอง

(1) มีดกลึงสำรอง

(2) ดอกสว่านสำรอง

ภาพที่ 4.14 การปรับปรุงขั้นตอนงานเจียรในสายการผลิตตัวอย่าง

4.5 การดำเนินการปรับปรุง

หลังจากการนำเสนอแนวทางการแก้ไขปรับปรุงต่อผู้บริหารและผ่านการพิจารณาอนุมัติการดำเนินงานแล้ว ทางผู้วิจัยและทีมงานได้เริ่มดำเนินการปรับปรุง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 การปรับปรุงการทำงานเพื่อลดของเสีย

จากข้อมูลการวิเคราะห์ปัญหาด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7QC Tools) พบว่าความรุนแรงของปัญหามาจากสาเหตุของเครื่องจักรขาดประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานเป็นอันดับแรก สาเหตุเกิดจากเป็นเครื่องจักรเก่าอุปกรณ์ช่วยในการทำงานเกิดการเสื่อมสภาพตามกาลเวลาแต่ยังคงมีความจำเป็นต้องใช้ในกระบวนการผลิตสายการผลิตตัวอย่าง เนื่องจากไม่มีนโยบายจากผู้บริหารในการเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ อีกทั้งที่ผ่านมายังไม่มีแผนในการจัดระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) ทำให้การทำงานต้องอาศัยความสามารถของพนักงานที่มีประสบการณ์เป็นหลัก ซึ่งหากมีการหมุนเวียนพนักงานที่เป็นพนักงานใหม่หรือย้ายมาจากสายการผลิตอื่นก็จะเกิดปัญหาของเสียทันที เนื่องจากขาดความชำนาญ ข้อมูลแนวทางดังกล่าวมาเบื้องต้นผู้วิจัยได้นำมาทำการปรับปรุงในแต่ละปัจจัยที่พบ ดังนี้

1) การแก้ไขปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักร (Machine) ปัจจุบันสายการผลิตตัวอย่างใช้เครื่องจักรทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ เครื่องกลึง 5 เครื่อง (L-01, L-02, L-03, L-04 และL-05) เครื่องเจาะ 7 เครื่อง (D-01, D-02, D-03, D-04, D-05, D-06 และD-07) เครื่อง Tap 2 เครื่อง (T-01 และT-02) และเครื่องเจียรมือถือ 4 เครื่อง (G-01, G-02, G-03 และG-04) ในส่วนของการปรับปรุงปัจจัยปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักรสามารถอธิบายได้ดังนี้

ก. เครื่องกลึงเป็นกระบวนการที่เกิดของเสียมากที่สุดเนื่องจากมีอุปกรณ์ชำรุดเสียหายหลายเครื่องดังนั้นการปรับปรุงจะเป็นการซ่อมบำรุง และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ไม่ได้ตามลักษณะของกระบวนผลิตในแต่ละสาย ซึ่งแต่ละเครื่องไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนให้เหมือนกันทั้งหมด เนื่องจากบางขั้นตอนไม่จำเป็นต้องใช้ แต่จะคำนึงถึงความจำเป็นที่จะต้องใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งได้แก่ เปลี่ยนสเกลชุดแท่นเลื่อนเครื่องกลึง (L-01, L-02, L-03 และL-04) เพื่อใช้กำหนดระยะป้อนกินลึกชิ้นงานแทนการใช้เครื่องมือวัด เปลี่ยนตารางตั้งเกลียว และนาฬิกากลึงเกลียวเครื่องกลึง (L-02 และL-05) ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้ในกระบวนการกลึงเกลียว เปลี่ยนแผ่นตารางการตั้งความเร็วรอบเครื่องกลึง (L-01, L-02, L-03, L-04 และL-05) แทนของเก่าที่เลือนลางเพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการตั้งความเร็วรอบผิด ส่วนปัญหางานกลึงไม่เรียบที่เกิดจากมีดกลึงไม่คมให้พนักงานเบิกมีดกลึงสำรองเครื่องละ 10 อัน เนื่องจากการบันทึกสถิติการเปลี่ยนมีดกลึงต่อจำนวนชิ้นงาน มีดกลึง 1 อัน กลึงงานได้ทั้งหมด 36 ชิ้นก่อนทำการเปลี่ยน

ข. เครื่องเจาะเกิดของเสียจากการเบิกอุปกรณ์นำเจาะ (Fixture) และดอกสว่านผิดทำให้เจาะรูเกิน ไม่ครบ และเจาะรูผิดขนาด การแก้ไขได้จัดทำเอกสารการเบิกอุปกรณ์ให้มีความชัดเจนโดยให้หัวหน้าผู้ควบคุมเป็นผู้อนุมัติ (Approve) ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนรุ่นผลิตภัณฑ์ ส่วนอีกสาเหตุ คือ ดอกสว่านหักคาชิ้นงานเนื่องจากไม่คม เมื่อพนักงานออกแรงกดมากๆ ทำให้หักคาติดอยู่ในชิ้นงาน สาเหตุนี้แม้จะไม่ทำให้เกิดของเสียแต่จะทำให้เสียเวลาในการแก้ไขนำดอกสว่านออกจากชิ้นงาน การปรับปรุงแก้ไขให้พนักงานเบิกดอกสว่านสำรองเครื่องละ 15 ดอก เนื่องจากการบันทึกสถิติการเปลี่ยนดอกสว่านต่อจำนวนชิ้นงานดอกสว่าน 1 ดอก สามารถเจาะงานได้ทั้งหมด 25 ชิ้นก่อนทำการเปลี่ยน

ค. เครื่อง Tap มีการปรับปรุงกระบวนการที่เกิดจากดอก Tap หักคาในชิ้นงานซึ่งเกิดจากสาเหตุที่พนักงานลืมหยอดน้ำมันตัดเกลียว การแก้ไขได้จัดให้หัวหน้าผู้ควบคุม หรือผู้มีความชำนาญงานคอยให้คำแนะนำ โดยเฉพาะพนักงานใหม่ หรือพนักงานที่ย้ายมาจากสายการผลิตอื่น

ง. เครื่องเจียรมีปัญหาเมื่อเจียรแล้วเกิดชิ้นงานแหว่ง กินลึก และเจียรไม่เรียบ ซึ่งเกิดจากสาเหตุที่พนักงานบังคับเครื่องเจียรไม่ได้เนื่องจากมีขนาดใหญ่มากเมื่อต้องประคองเครื่องทำงานเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดความเมื่อยล้า การแก้ไขต้องมีการปรับเปลี่ยนเครื่องเจียรให้มีขนาดเล็กลงเพื่อลดความเมื่อยล้าให้กับพนักงาน ซึ่งจากลักษณะงานเป็นงานตบแต่งครีบเล็กๆ ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องเจียรขนาดใหญ่ ผู้วิจัยจึงได้ปรับเปลี่ยนเครื่องเจียรใหม่จากขนาด 7 นิ้ว ให้เหลือขนาด 4 นิ้ว จำนวน 5 เครื่อง โดยใช้ในกระบวนการผลิตสายละ 1 เครื่อง และสำรองในสโตร์ 1 เครื่อง

2) การแก้ไขปัญหาที่เกิดจากวิธีการปฏิบัติงาน (Method) ซึ่งปัญหาเกิดจากเอกสารการปฏิบัติงานที่ไม่ครอบคุมและไม่ได้รับการปรับปรุง การแก้ไขได้จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็น

มาตรฐานโดยในขั้นตอนการปฏิบัติงานจะแทรกรูปภาพเพื่อให้พนักงานเห็นขั้นตอนในการทำงานได้อย่างชัดเจน เนื่องจากมีพนักงานบางคนอ่านหนังสือไม่ออกและส่วนหนึ่งเป็นพนักงานต่างด้าวชาวพม่าพร้อมทั้งจัดให้มีการประชุมสายการผลิตแต่ละสาย (Meeting) ก่อนเริ่มการผลิตในแต่ละวันให้พนักงานได้ซักถามถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในวันที่ผ่านมา เพื่อใช้เป็นข้อมูลวางแผนการผลิตในวันปัจจุบันพร้อมเก็บรวบรวมเป็นข้อมูลย้อนกลับในการใช้วิเคราะห์ปัญหาในอนาคต ส่วนพนักงานใหม่ได้จัดให้มีการอบรมเพื่อให้เข้าใจในขั้นตอนการผลิตก่อนส่งเข้ากระบวนการ จัดทำโต๊ะทำงานทั้งหมด 8 ตัว ให้พนักงานในสถานีงานเจียร และปะยาตบแต่งได้ทำงานบนโต๊ะแทนการนั่งทำงานกับพื้นเพื่อลดความเมื่อยล้า โดยสถานีงานปะยาได้เพิ่มเก้าอี้ให้พนักงานนั่ง 4 ตัว เป็นเก้าอี้แบบปรับระดับได้ให้ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ เนื่องจากความสูงของพนักงานแต่ละคนไม่เท่ากัน จัดทำอุปกรณ์จับยึด (Jig) 4 ตัว ให้พนักงานสถานีงานเจียรใช้วางชิ้นงานโดยออกแบบให้หมุนได้รอบตัวเอง แทนการให้พนักงานเดินรอบชิ้นงาน เพื่อลดความเมื่อยล้า และเวลาในการทำงาน

3) การแก้ไขปัญหาที่เกิดจากตัวพนักงาน (Man) ซึ่งเกิดจากสภาพร่างกายที่ไม่พร้อมในการปฏิบัติงานโดยมาจาก 2 สาเหตุหลักๆ คือ การเจ็บป่วยซึ่งเกิดจากการที่พนักงานมีโรคประจำตัวอยู่แล้ว และเกิดจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง การแก้ไขทางโรงงานได้จัดสวัสดิการให้มีการตรวจสุขภาพประจำปีให้กับพนักงานทุกคน ส่งเสริมให้มีการออกกำลังกายในช่วงเย็นหลังเลิกงาน ต่อมาคือ ความไม่พร้อมที่เกิดจากอาการง่วงนอน ซึ่งเกิดจากการนอนดึกหรือดื่มเหล้า การแก้ไขทางโรงงานได้ออกกฎระเบียบในการตักเตือน และพักการทำงานพนักงานที่ทำผิดซ้ำซาก พร้อมทั้งจัดให้มีการวัดผลงาน ประกาศเชิดชูพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ดีอย่างสม่ำเสมอ

4.5.2 จัดสมดุลสายการผลิต จากการวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขด้วยเทคนิคการตั้งคำถาม 5W1H ข้อมูลที่ได้นำมาปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยอาศัยหลักเกณฑ์ ECRS ในการแก้ไขโดยจะพยายามให้รอบเวลาการผลิตใกล้เคียงหรือเท่ากับค่าTakt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น เพื่อผลิตชิ้นงานให้ได้ตามเป้าหมาย (Target) 8,000 ชิ้น/เดือน ทุกสายการผลิตการปรับปรุงจะเริ่มจากขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานที่ขนถ่ายมาจากโรงหล่อเพื่อส่งเข้ากระบวนการผลิตในแต่ละสาย ขั้นตอนนี้จะใช้พนักงานตรวจสอบคุณภาพ (QC) 1 คน ตรวจสอบทุกสายการผลิตซึ่งมีรอบเวลาแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 รอบเวลาการผลิตขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน

สถานีงาน	ขั้นตอนงานเดิม	ขั้นตอนการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน ก่อนการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)		**การปรับปรุงด้วย ECRS**		สถานีงาน	ขั้นตอนงานใหม่	สายการผลิต เป้าหมาย	เวลามาตรฐาน หลังการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)	**Takt Time (วินาที)**
ตรวจสอบคุณภาพ	1	KB5-01	51.66	1		C		ตรวจสอบคุณภาพ	1	KB5-01	-	-	**69.30**
	2	KB5-02				C			1	KB5-02			
	3	KB5-03				C			1	KB5-03			
	4	KB5-04				C			1	KB5-04			
	4		**51.66**	**1**		**รวม**			**-**	**-**	**-**	**-**	

N/A = ไม่มีการเปลี่ยนแปลง E= กำจัดงานออก C =รวมงานเข้าด้วยกัน R =จัดลำดับงานใหม่ร = ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น

จากตารางที่ 4.6 พบว่าขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานจะใช้พนักงาน 1 คนตรวจสอบชิ้นงานทุกชิ้นซึ่งมีรอบเวลารวม 51.66 วินาที ซึ่งต่ำกว่าค่า Takt Time และจากการสังเกตรอบเวลาในแต่ละขั้นตอนจะมีรอบเวลาต่ำมาก เมื่อพิจารณาลงไปถึงกระบวนการตรวจสอบจะเป็นการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Control) ซึ่งพนักงานทั่วไปสามารถตรวจสอบได้ แนวทางการแก้ไขผู้วิจัยจะพยายามนำขั้นตอนนี้ไปรวมเข้ากับขั้นตอนในสายการผลิตตัวอย่างที่มีรอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time ให้พนักงานผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้ตรวจสอบแทนพนักงานตรวจสอบคุณภาพ และกำหนดให้เป็นขั้นตอนที่ 1 ในสายการผลิตนั้น เนื่องจากขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานต้องทำก่อนส่งชิ้นงานเข้ากระบวนการขึ้นรูปเสมอ ซึ่งการปรับปรุงสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.7 ถึง 4.10

ตารางที่ 4.7 การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS (KB5-01)

สถานีงานเดิม	ลำดับงานเดิม	ขั้นตอนการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน ก่อนการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)		**การปรับปรุงด้วย ECRS**		สถานีงานใหม่	ลำดับงานใหม่	ขั้นตอนการผลิต (หลังการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน หลังการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)	**Takt Time (วินาที)**
1	1	เจาะรูปลายท่อ 1 รู	33.01	1		**C**			1	ตรวจสอบคุณภาพ			
2	2	TAP ¼ PF19	44.63	1		**C**/ R		1	2	เจาะรูปลายท่อ 1 รู	66.73	1	
	3	ทดสอบเกลียว				**E**			3	เจาะรูหัวท่อ 3 รู			
3	4	เจาะรูหัวท่อ 3 รู	35.64	1		**C**		2	4	TAP ¼ PF19	69.18	1	
4	5	TAP ¼ W 20×3	57.96	1		**C**			5	TAP ¼ W 20×3			
	6	ทดสอบเกลียว				**E**		3	6	กลึงคว้าน	62.89	1	
5	7	กลึงคว้าน	88.45	1		**S**		4	7	กลึงลดขนาด	68.62	1	
	8	ตรวจสอบขนาด				**E**			8	กลึงเกลียว			
6	9	กลึงลดขนาด	105.90	1		**S**		5	9	เจียรแต่งชิ้นงาน	54.55	1	**69.30**
	10	ตรวจสอบขนาด				**E**		6	10	ปะยาตบแต่ง	52.60	1	
	11	กลึงเกลียว				**S**		7	11	ตรวจสอบคุณภาพ	51.80	1	
	12	ทดสอบเกลียว				**E**			12	พ่นสีชิ้นงาน			
7	13	เจียรแต่งชิ้นงาน	88.56	1		**S**							
8	14	ปะยาตบแต่ง	92.77	1		**S**							
9	15	ตรวจสอบคุณภาพ	51.80	1		**N/A**							
	16	พ่นสีชิ้นงาน				**N/A**							
9	**16**		**562.40**	**9**		**รวม**		**7**	**12**		**426.37**	**7**	

N/A = ไม่มีการเปลี่ยนแปลง E= กำจัดงานออก C =รวมงานเข้าด้วยกัน R =จัดลำดับงานใหม่S = ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น

จากตารางที่ 4.7 อธิบายแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานสายการผลิต KB5-01 ได้ดังนี้

1) การปรับปรุงในสายการผลิตนี้จะเริ่มจากปรับปรุงการเคลื่อนไหวของร่างกายที่ไม่ถูกต้องในขั้นตอนงานเจาะเพื่อลดรอบเวลาจากการไหลเข้าของงานปัจจุบันพบว่างานจะไหลเข้าด้านที่พนักงานใช้บังคบก้านสว่านซึ่งเมื่อต้องเอื้อมหยิบชิ้นงานพนักงานต้องปล่อยมือจากก้านบังคับเพื่อหยิบชิ้นงานวางบนแท่นเจาะหรือใช้มือมืออีกข้างไขว่ข้ามไปหยิบชิ้นงาน ผู้วิจัยจึงทำการกำหนดทิศทางการไหลเข้าของงานใหม่ให้ไหลเข้าข้างที่พนักงานไม่ถนัดเพื่อให้สามารถเอื้อมหยิบชิ้นงานวางบนแท่นเจาะได้โดยไม่ต้องปล่อยมือจากก้านบังคับ จากนั้นรวมขั้นตอนงานเจาะรูปลายท่อ 1 รู Ø 12 มิลลิเมตร (D-01) และขั้นตอนงานเจาะรูหัวท่อ 3 รู Ø 5 มิลลิเมตร (D-02) เข้าด้วยกันเนื่องจากเป็นงานที่มีลักษณะเหมือนกันและใช้เครื่องจักรประเภทเดียวกัน ย้ายเครื่องจักร D-01 และD-02 มาอยู่ติดกันให้พนักงาน 1 คน ทำงานกับเครื่องจักร 2 เครื่องแบบไหลต่อเนื่อง นำขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ

ชิ้นงานในขั้นตอนแรกรวมเข้ากับขั้นตอนการเจาะรูเพื่อลดจำนวนพนักงานเนื่องจากขั้นตอนนี้มีรอบเวลาต่ำ และเป็นขั้นตอนตรวจสอบด้วยสายตาพนักงานทั่วไปสามารถตรวจสอบได้ จากนั้นกำหนดให้เป็นสถานีงานที่ 1 เนื่องจากขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพจะต้องทำก่อนเสมอเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธงานก่อนเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปหลัง จากนั้นคำนวณรอบเวลามาตรฐานใหม่ได้ 66.73 วินาที/ชิ้น

2) ปรับปรุงขั้นตอนงาน Tap โดยรวมขั้นตอนงาน Tap ¼ PF19 (T-01) และTap ¼ W 20×3 (T-02) เข้าด้วยกันเพื่อลดจำนวนพนักงานเนื่องจากเป็นงานที่มีลักษณะเหมือนกันและใช้เครื่องจักรประเภทเดียวกัน ย้ายเครื่องจักร T-01 และT-02 มาอยู่ติดกันให้พนักงาน 1 คน ทำงานกับเครื่องจักร 2 เครื่องแบบไหลต่อเนื่อง แต่เมื่อรวมงานเข้าด้วยกันแล้วจะเห็นว่ามีรอบเวลา 102.59 วินาที/ชิ้น แต่เมื่อพิจารณาในกระบวนการพบว่ามีขั้นตอนงานตรวจสอบเกลียวระหว่างกระบวนการซึ่งไม่มีความจำเป็นเนื่องจากสามารถนำขั้นตอนนี้ไปปฏิบัติได้ขณะการประกอบชิ้นงานสามารถกำจัดขั้นตอนนี้ออกได้จากนั้นคำนวณรอบเวลามาตรฐานใหม่ได้ 69.18 วินาที/ชิ้น และกำหนดเป็นสถานีงานที่ 2

3) ปรับปรุงขั้นตอนงานกลึงคว้าน (L-01) เนื่องจากขั้นตอนนี้มีรอบเวลาเกินค่า Takt Time โดยสาเหตุมาจากพนักงานต้องทำงานสลับกับการหยุดเครื่องเพื่อตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัดทำให้เสียเวลาการปรับปรุงใช้วิธีการกำจัดขั้นตอนการตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัดออกให้พนักงานใช้สกลชุดแท่นเลื่อนกำหนดขนาดแทนเนื่องจากเครื่องกลึง (L-01) มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ชุดแท่นเลื่อนจากขั้นตอนการลดของเสียแล้ว จากนั้นคำนวณรอบเวลามาตรฐานใหม่ได้ 62.89 วินาที/ชิ้น แล้วกำหนดเป็นสถานีงานที่ 3

4) ปรับปรุงขั้นตอนการกลึงลดขนาดและกลึงเกลียว (L-02) เนื่องจากขั้นตอนนี้มีรอบเวลาเกินค่า Takt Time สาเหตุมาจากพนักงานต้องทำงานสลับกับการหยุดเครื่องเพื่อตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัดและทดสอบเกลียวทำให้เสียเวลา การปรับปรุงใช้วิธีการกำจัดขั้นตอนการตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัด และทดสอบเกลียวออกให้พนักงานใช้สเกลชุดแท่นเลื่อนกำหนดขนาดแทนการใช้เครื่องมือวัดส่วนขั้นตอนการทดสอบเกลียวให้นำไปทดสอบขณะประกอบชิ้นงานเนื่องจากเครื่องกลึง (L-02) มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ชุดแท่นเลื่อน และอุปกรณ์กลึงเกลียวจากขั้นตอนการลดของเสียแล้ว จากนั้นคำนวณรอบเวลามาตรฐานใหม่ได้ 68.62 วินาที/ชิ้น แล้วกำหนดเป็นสถานีงานที่ 4

5) ปรับปรุงขั้นตอนงานเจียรตบแต่งชิ้นงานเนื่องจากขั้นตอนนี้มีรอบเวลาเกินค่า Takt Time สาเหตุมาจากพนักงานต้องนั่งทำงานกับพื้นแล้วต้องประคองเครื่องเจียรที่มีขนาดใหญ่ทำให้การเคลื่อนไหวร่างกายลำบากเมื่อทำงานเป็นเวลานานๆจะเกิดความเมื่อยล้าวิธีการปรับปรุงเปลี่ยนขนาด

จากเครื่องเจียร 7 นิ้ว เป็นเครื่องเจียร 4 นิ้ว จากการสังเกตในขั้นตอนนี้เป็นการเจียรตบแต่งครีบงานบางๆไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องเจียรขนาดใหญ่ จากนั้นจัดทำอุปกรณ์จับยึด (Jig) สำหรับวางชิ้นงานโดยออกแบบให้หนุนรอบตัวเองได้แทนการให้พนักงานเดินรอบชิ้นงานและจัดโต๊ะสำหรับใช้วางอุปกรณ์จับยึด การปรับปรุงในขั้นตอนนี้จะทำเหมือนกันทุกสายการผลิตเนื่องจากทุกสายการผลิตจะต้องเจียรตบแต่ง ซึ่งหลังจากการปรับสามารถคำนวณเวลามาตรฐานในแต่ละสายการผลิตหลังการปรับปรุงได้ดังนี้ KB5-01 เวลามาตรฐาน 54.55 วินาที/ชิ้น KB5-02 เวลามาตรฐาน 26.94 วินาที/ชิ้นKB5-03 เวลามาตรฐาน 69.29 วินาที/ชิ้น และKB5-04 เวลามาตรฐาน 20.48 วินาที

6) ปรับปรุงขั้นตอนงานปะยาตบแต่งด้วยผงซีเมนต์เนื่องจากในขั้นตอนนี้ของสายการผลิต KB5-01 และKB5-03 มีรอบเวลาเกินค่า Takt Time สาเหตุมาจากพนักงานต้องนั่งทำงานกับเก้าอี้ที่มีลักษณะต่ำๆ แล้ววางชิ้นงานไว้บนตักขณะปฏิบัติงานการเคลื่อนไหวร่างกายทำได้ลำบาก วิธีการปรับปรุงได้จัดให้พนักงานทำงานบนโต๊ะและนั่งบนเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับได้เนื่องจากพนักงานแต่ละคนมีความสูงไม่เท่ากันเพื่อลดความเมื่อยล้า การปรับปรุงในขั้นตอนนี้จะทำเหมือนกันทุกสายการผลิตเนื่องทุกสายการผลิตจะต้องปะยาตบแต่ง ซึ่งหลังจากการปรับสามารถคำนวณเวลามาตรฐานในแต่ละสายการผลิตหลังการปรับปรุงได้ดังนี้ KB5-01 เวลามาตรฐาน 52.60 วินาที/ชิ้น KB5-02 เวลามาตรฐาน 27.45 วินาที/ชิ้น KB5-03 เวลามาตรฐาน 66.75 วินาที/ชิ้น และKB5-04 เวลามาตรฐาน 21.35 วินาที/ชิ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ตารางที่ 4.8 การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS (KB5-02)

สถานีงานเดิม	ลำดับงานเดิม	ขั้นตอนการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน ก่อนการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)		**การปรับปรุงด้วย ECRS**		สถานีงานใหม่	ลำดับงานใหม่	ขั้นตอนการผลิต (หลังการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน หลังการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)	**Takt Time (วินาที)**
1	1	กลึงปาดหน้า	77.97	1		S/ R		1	1	ตรวจสอบคุณภาพ	68.36	1	**69.30**
	2	ตรวจสอบขนาด				E			2	กลึงปาดหน้า			
	3	กลึงลดขนาด				S			3	กลึงลดขนาด			
	4	ตรวจสอบขนาด				E		2	4	เจาะรู 36 รู Ø 1.5 มม.	67.74	1	
2	5	เจาะรู 36 รู Ø 1.5 มม.	67.74	1		N/A		3	5	เจาะรู 36 รู Ø 2.0 มม.	67.24	1	
3	6	เจาะรู 36 รู Ø 2.0 มม.	67.24	1		N/A		4	6	เจาะรู 12 รู Ø 1.5 มม.	69.07	1	
4	7	เจาะรู 12 รู Ø 1.5 มม.	31.23	1		C			7	เจาะรู 12 รู Ø 2.0 มม.			
5	8	เจาะรู 12 รู Ø 2.0 มม.	34.10	1		C		5	8	เจียรแต่งชิ้นงาน	26.94	1	
6	9	เจียรแต่งชิ้นงาน	33.32	1		S		6	9	ปะยาตบแต่ง	27.45	1	
7	10	ปะยาตบแต่ง	31.29	1		S		7	10	ตรวจสอบคุณภาพ	31.58	1	
8	11	ตรวจสอบคุณภาพ	31.58	1		N/A			11	พ่นสีชิ้นงาน			
	12	พ่นสีชิ้นงาน				N/A							
8	**13**		**374.47**	**8**		**รวม**		**7**	**11**		**358.38**	**7**	

N/A = ไม่มีการเปลี่ยนแปลง E= กำจัดงานออก C =รวมงานเข้าด้วยกัน R =จัดลำดับงานใหม่S = ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น

จากตารางที่ 4.8 อธิบายแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานสายการผลิต KB5-02 ได้ดังนี้

1) การปรับปรุงในสายการผลิตนี้จะเริ่มจากการปรับปรุงเครื่องกลึง (L-03) ด้วยการเปลี่ยนสเกลชุดแท่นเลื่อน และแผ่นตารางการตั้งความเร็วรอบ จากนั้นกำจัดขั้นตอนการตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัดออกทั้ง 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการตรวจสอบขนาดความหนา 17 มิลลิเมตร และตรวจสอบขนาด Ø 110 ±0.5 มิลลิเมตร โดยให้กำหนดระยะป้อนกินลึกที่สเกลชุดแท่นเลื่อนแทนการใช้เครื่องมือวัดๆขนาดได้ แล้วนำขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานในขั้นตอนแรกรวมเข้ากับขั้นตอนงานกลึงเพื่อลดจำนวนพนักงานเนื่องจากขั้นตอนนี้มีรอบเวลาต่ำและเป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบด้วยสายตาพนักงานทั่วไปสามารถตรวจสอบได้ จากนั้นกำหนดให้เป็นสถานีงานที่ 1 เนื่องจากขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพจะต้องทำก่อนเสมอเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธชิ้นงานก่อนนำเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูป จากนั้นคำนวณรอบเวลามาตรฐานใหม่ได้ 68.36 วินาที/ชิ้น ต่ำกว่าค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น

2) ปรับปรุงขั้นตอนงานเจาะรูซึ่งจากการสังเกตพบว่าขั้นตอนงานเจาะรู 12 รู Ø 1.5 ใช้เครื่องเจาะ (D-05) และเจาะรู 12 รู Ø 2.0 มิลลิเมตร ใช้เครื่องเจาะ (D-06) มีรอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt

Time เมื่อเปรียบเทียบรอบเวลาจากตารางที่ 4.5 สามารถนำมารวมกันได้เนื่องจากเป็นงานลักษณะเดียวกัน และใช้เครื่องจักรเหมือนกัน โดยย้ายเครื่อง (D-05) มาอยู่ติดกับเครื่อง (D-06) ให้พนักงาน 1 คนทำงานกับเครื่องจักร 2 เครื่อง แบบต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้จำนวนพนักงานในขั้นตอนนี้ลดลง1 คน และจากการคำนวณรอบเวลามาตรฐานใหม่ได้ 68.8 วินาที/ชิ้น ซึ่งต่ำกว่าค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ จากนั้นกำหนดให้เป็นสถานีงานที่ 5 ต่อจากขั้นตอนเจาะรู 36 รู Ø 1.5 มิลลิเมตร (D-03) และสถานีงานเจาะรู 36 รู Ø 2.0มิลลิเมตร (D-04) ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 4.9 การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS (KB5-03)

สถานีงานเดิม	ลำดับงานเดิม	ขั้นตอนการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน ก่อนการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)		**การปรับปรุงด้วย ECRS**		สถานีงานใหม่	ลำดับงานใหม่	ขั้นตอนการผลิต (หลังการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน หลังการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)	**Takt Time (วินาที)**
1	1	เจาะรู Ø 5 มม. 3 รู	59.82	1		C		1	1	ตรวจสอบคุณภาพ	69.20	1	**69.30**
2	2	กลึงลดขนาด	98.05	1		S			2	เจาะรู Ø 5 มม. 3 รู			
	3	ตรวจสอบขนาด				E		2	3	กลึงลดขนาด	63.80	1	
	4	กลึงคว้านตรวจสอบ				S			4	กลึงคว้าน			
	5	ตรวจสอบขนาด				E		3	5	เจียรแต่งชิ้นงาน	69.29	1	
3	6	เจียรแต่งชิ้นงาน	102.9	1		S		4	6	ปะยาตบแต่ง	66.75	1	
4	7	ปะยาตบแต่ง	95.80	1		S		5	7	ตรวจสอบคุณภาพ	57.46	1	
5	8	ตรวจสอบคุณภาพ	57.46	1		N/A			8	พ่นสีชิ้นงาน			
	9	พ่นสีชิ้นงาน				N/A							
5	**9**		**414.07**	**5**		**รวม**		**5**	**8**		**326.50**	**5**	

N/A = ไม่มีการเปลี่ยนแปลง E= กำจัดงานออก C =รวมงานเข้าด้วยกัน R =จัดลำดับงานใหม่S = ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น

จากตารางที่ 4.9 อธิบายแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานสายการผลิต KB5-03 ได้ดังนี้

1) การปรับปรุงในสายการผลิตนี้จะเริ่มจากการรวมขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานเข้ากับงานเจาะรู Ø 5 มิลลิเมตร 3 รู ซึ่งมีรอบเวลา 59.82 วินาที/ชิ้น ต่ำกว่าค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น เวลาที่เหลือยังสามารถให้พนักงานที่ปฏิบัติงานเจาะตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธก่อนนำเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปได้เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบด้วยสายตาพนักงานทั่วไปสามารถตรวจสอบได้ จากนั้นได้กำหนดให้เป็นสถานีงานที่ 1 เนื่องจากขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพจะต้องเป็นขั้นตอนที่ทำเป็นอันดับแรกก่อนขั้นตอนการขึ้นรูปและจากการคำนวณรอบเวลา

มาตรฐานใหม่หลังการปรับปรุงได้ 69.20 วินาที/ชิ้น ซึ่งยังต่ำกว่าค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามเป้าหมาย

2) ปรับปรุงขั้นตอนการกลึงลดขนาด Ø 285 มิลลิเมตร และกลึงคว้าน Ø 42 มิลลิเมตร โดยใช้เครื่องกลึง (L-04) เนื่องจากขั้นตอนนี้มีรอบเวลา 98.05 วินาที/ชิ้น ซึ่งเกินค่า Takt Timeที่ 69.30 วินาที/ชิ้น สาเหตุมาจากพนักงานต้องทำงานสลับกับการหยุดเครื่องเพื่อตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัด การปรับปรุงใช้วิธีการกำจัดขั้นตอนการตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัดออกจากกระบวนการ เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ชุดแท่นเลื่อนจากขั้นตอนการลดของเสียแล้วพนักงานสามารถตั้งระยะป้อนกินลึกที่สเกลชุดแท่นเลื่อนแทนการใช้เครื่องมือวัดได้ จากนั้นคำนวณรอบเวลามาตรฐานใหม่หลังการปรับปรุงได้ 63.80 วินาที/ชิ้น ซึ่งต่ำกว่าค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้นสามารถผลิตชิ้นงานได้ตามเป้าหมายแล้วกำหนดเป็นสถานีงานที่ 2

ตารางที่ 4.10 การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS (KB5-04)

สถานีงานเดิม	ลำดับงานเดิม	ขั้นตอนการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน ก่อนการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)		**การปรับปรุงด้วย ECRS**		สถานีงานใหม่	ลำดับงานใหม่	ขั้นตอนการผลิต (หลังการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน หลังการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)	**Takt Time (วินาที)**
1	1	กลึงลดขนาด	60.10	1		S/R			1	ตรวจสอบคุณภาพ	60.49	1	**69.30**
	2	ตรวจสอบขนาด				E		1	2	กลึงลดขนาด			
	3	กลึงคว้าน				S			3	กลึงคว้าน			
	4	ตรวจสอบขนาด				E		2	4	กลึงเกลียว	68.53	1	
2	5	กลึงเกลียว	92.96	1		N/A		3	5	เจียรแต่งชิ้นงาน	20.48	1	
	6	ตรวจสอบเกลียว				E		4	6	ปะยาตบแต่ง	21.35	1	
3	7	เจียรแต่งชิ้นงาน	24.40	1		S		5	7	ตรวจสอบคุณภาพ	25.26	1	
4	8	ปะยาตบแต่ง	21.99	1		S			8	พ่นสีชิ้นงาน			
5	9	ตรวจสอบคุณภาพ	25.26	1		N/A							
	10	พ่นสีชิ้นงาน				N/A							
5	**10**		**224.71**	**5**		**รวม**		**5**	**8**		**196.11**	**5**	
N/A = ไม่มีการเปลี่ยนแปลง E= กำจัดงานออก C =รวมงานเข้าด้วยกัน R =จัดลำดับงานใหม่S = ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น													

จากตารางที่ 4.10 อธิบายแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานสายการผลิต KB5-04 ได้ดังนี้

1) ปรับปรุงขั้นตอนการกลึงลดขนาด Ø 56.24 มิลลิเมตร และกลึงคว้าน Ø 50 มิลลิเมตร ใช้เครื่องกลึง (L-05) เนื่องจากมีรอบเวลา 60.10 วินาที/ชิ้น ซึ่งต่ำกว่าค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น

เวลาที่เหลือยังสามารถให้พนักงานที่ปฏิบัติงานกลึงตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานเพื่อยอมรับหรือปฏิเสธก่อนนำเข้าสู่กระบวนการขึ้นรูปได้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบด้วยสายตาพนักงานทั่วไปสามารถตรวจสอบได้ จากนั้นได้กำหนดให้เป็นสถานีงานที่ 1 เนื่องจากขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพจะต้องเป็นขั้นตอนที่ทำเป็นอันดับแรกก่อนขั้นตอนการขึ้นรูป โดยการปรับปรุงในขั้นตอนของงานกลึงยังมีการกำจัดขั้นตอนการตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัดออก เนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ชุดแท่นเลื่อนจากขั้นตอนการลดของเสียแล้วพนักงานสามารถกำหนดระยะป้อนกินลึกที่สเกลชุดแท่นเลื่อนแทนการใช้เครื่องมือวัดๆ ขนาดได้ จากนั้นนำไปรวมกับขั้นตอนการตรวจตรวจสอบคุณภาพแล้วคำนวณรอบเวลามาตรฐานใหม่หลังการปรับปรุงได้ 60.49 วินาที/ชิ้น ซึ่งต่ำกว่าค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้นสามารถผลิตชิ้นงานได้ตามเป้าหมาย

2) ปรับปรุงขั้นตอนงานกลึงเกลียว Thread Ø 20/11G ใช้เครื่อง (L-05) เนื่องจากมีรอบเวลา 92.96 วินาที/ชิ้น ซึ่งเกินค่า Takt Time สาเหตุเกิดจากพนักงานต้องทำงานสลับกับการทดสอบเกลียวด้วยชิ้นส่วน KB5-01 เพื่อตรวจสอบงานเสียในกระบวนการเนื่องจากนาฬิกากลึงเกลียวเกิดความเลื่อนรางมองไม่เห็นทำให้จังหวะการสับเกลียวผิดพลาดพนักงานจึงมีความจำเป็นต้องตรวจสอบงานระหว่างกระบวนเป็นระยะทำให้รอบเวลาเกินค่า Takt Time การปรับปรุงใช้วิธีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ชุดนาฬิกากลึงเกลียว แผ่นตั้งขนาดเกลียว และคันโยกสับเกลียว แล้วกำจัดขั้นตอนการทดสอบเกลียวออก ส่วนการทดสอบงานเสียให้นำไปทดสอบในขั้นตอนการประกอบ จากนั้นคำนวณรอบเวลามาตรฐานใหม่หลังการปรับปรุงได้ 68.53 วินาที/ชิ้น ซึ่งต่ำกว่าค่า Takt Time ที่ 69.30วินาที/ชิ้น สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามเป้าหมาย แล้วกำหนดเป็นสถานีงานที่ 2

เมื่อปรับปรุงขั้นตอนการผลิตในแต่ละสายการผลิตแล้ว จากการสังเกตยังพบว่าขั้นตอนงานเจียรตบแต่ง ปะยาตบแต่ง ตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานและพ่นสี ของสายการผลิต KB5-02 และ KB5-04 ยังมีรอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time ซึ่งสามารถนำมาปรับปรุงด้วยหลักเกณฑ์ ECRS ได้อีกโดยการรวมขั้นตอนการทำงานระหว่างสายการผลิตเข้าด้วยกันแต่มีเงื่อนไขว่าเมื่อปรับปรุงแล้วสายการผลิตทั้ง 2 สายจะต้องย้ายมาอยู่ใกล้กันเนื่องจากมีการใช้สถานีงาน และพนักงานร่วมกันในขั้นตอนที่ปรับปรุงใหม่ ซึ่งต้องอาศัยหลักการในการวางผังโรงงาน (Plant Layout) ซึ่งจะเป็นวิธีการปรับปรุงต่อจากการจัดสมดุลสายการผลิต การปรับปรุงด้วยหลักเกณฑ์ ECRS ของสายการผลิต KB5-02 และKB5-04 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS สายการผลิต KB5-02 และKB5-04

สายการผลิต	ขั้นตอนงานเดิม	ขั้นตอนการผลิต (ก่อนการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน ก่อนการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)		**การปรับปรุงด้วย ECRS**		สายการผลิต	ขั้นตอนงานใหม่	ขั้นตอนการผลิต (หลังการปรับปรุง)	เวลามาตรฐาน หลังการปรับปรุง(วินาที)	จำนวนพนักงาน (คน)	**Takt Time (วินาที)**
KB5-02	10	เจียรแต่งชิ้นงาน	26.94	1		C		KB5-02/ KB5-04	10	เจียรตบแต่งชิ้นงาน	67.10	1	**69.30**
	11	ปะยาตบแต่ง	27.45	1		C			8	เจียรตบแต่งชิ้นงาน			
	12	ตรวจสอบคุณภาพ	31.58	1		C			11	ปะยาตบแต่ง	61.18	1	
	13	พ่นสีชิ้นงาน				C			9	ปะยาตบแต่ง			
KB5-04	8	เจียรแต่งชิ้นงาน	20.48	1		C			12	ตรวจสอบคุณภาพ	69.05	1	
	9	ปะยาตบแต่ง	21.35	1		C			13	พ่นสีชิ้นงาน			
	10	ตรวจสอบคุณภาพ	25.26	1		C			10	ตรวจสอบคุณภาพ			
	11	พ่นสีชิ้นงาน				C			11	พ่นสีชิ้นงาน			
	6		**153.06**	**6**		**รวม**			**6**		**197.33**	**3**	

N/A = ไม่มีการเปลี่ยนแปลง E= กำจัดงานออก C =รวมงานเข้าด้วยกัน R =จัดลำดับงานใหม่S = ปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น

จากตารางที่ 4.11 อธิบายแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงานสายการผลิต KB5-02/KB5-04 ได้ดังนี้

ปรับปรุงขั้นตอนงานเจียรตบแต่งชิ้นงาน ปะยาตบแต่ง ตรวจสอบคุณภาพ และพ่นสีชิ้นงาน KB5-02/KB5-04 เนื่องจากมีรอบเวลาการต่ำกว่าค่า Takt Time โดยวิธีการรวมขั้นตอนการทำงานที่มีลักษณะเดียวกันให้เป็นขั้นตอนเดียวกันสามารถลดจำนวนพนักงานจาก 6 คน เหลือ 3 คน จากนั้นคำนวณรอบเวลาหลังการรวมงานและกำหนดให้เป็นเวลามาตรฐานการปฏิบัติงาน ได้ดังนี้ งานเจียรตบแต่งชิ้นงาน 67.10 วินาที/ชิ้น งานปะยาตบแต่งชิ้นงาน 61.18 วินาที/ชิ้นงานตรวจสอบคุณภาพ และพ่นสี 69.05 วินาที/ชิ้น ซึ่งต่ำกว่าค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามเป้าหมายได้ โดยข้อมูลการปรับปรุงในส่วนนี้จะต้องนำไปเป็นเงื่อนไขในการจัดวางผังโรงงานใหม่ เนื่องจากมีการใช้สถานีงาน และพนักงานร่วมกัน

4.5.3 การวางผังโรงงาน (Plant Layout) แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) หลังการปรับปรุง ดังแสดงในภาคผนวก ก รูปที่ ก.1 (หน้า 142) และข้อมูลการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) จะถูกนำมาใช้เป็นแนวทางในการวางผังโรงงานให้เป็นไปตามหลักการการจัดผังโรงงานตามผลิตภัณฑ์และรองรับโรงหล่อแห่งใหม่ที่กำลังก่อสร้างใกล้เสร็จแทนโรงหล่อปัจจุบันที่มีสภาพเก่าเนื่องจากใช้งานมานานและมีระยะทางการขนถ่ายวัสดุไกลถึง 50 เมตร จากเงื่อนไขที่กล่าวมาผู้วิจัยสามารถนำไปกำหนดจุดในการวางชิ้นงานตั้งแต่วัตถุดิบที่ไหลมาจากโรง

หล่อแห่งใหม่ ชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปพร้อมส่งลูกค้าที่ชัดเจน ซึ่งนำหลักการวางผังแบบเซลรูปตัวยู (U-Shaped Layout)มาใช้ในการกำหนดจุดชิ้นงานเข้าและออกในทางเดียวกัน พร้อมกับบางขั้นตอนสามารถใช้พนักงานเพียง 1 คน ทำงานกับเครื่องจักร 2 เครื่องโดยไม่ต้องมีระยะทางในการเคลื่อนที่

จากหลักการที่กล่าวมาผู้วิจัยได้ปรับปรุงผังโรงงานไว้ 2 โดยแบบที่ 1 ผู้วิจัยได้วางสายการผลิตทั้ง 4 สายไว้บริเวณด้านบนของผังโรงงานซึ่งติดอยู่กับโรงหล่อแห่งใหม่โดยวางสายการผลิต KB5-01 ไว้ด้านขวามือวางสายการผลิต KB5-02 และ KB5-04 ติดกันไว้ตรงกลางและวางสายการผลิต KB5-03 ไว้ด้านซ้ายมือก่อนถึงประตู เนื่องจากมีการกำหนดให้สถานีงานพ่นสีไว้ด้านนอกระหว่างโรงงานขึ้นรูปกับโรงหล่อแห่งใหม่เพื่ออาศัยความร้อนจากการหล่อโลหะทำให้สีที่พ่นแห้งเร็วยิ่งขึ้นแต่ต้องมีการวางจุดพักชิ้นงานหล่อสำเร็จไว้ในพื้นที่ว่างด้านล่างของผังโรงงาน จากนั้นได้วางผังโรงงานแบบที่ 2 ซึ่งยังคงวางตำแหน่งสถานีงานพ่นสีไว้ที่เดิมแต่ย้ายสายการผลิต KB5-02 และ KB5-04 ซึ่งติดเงื่อนไขการใช้สถานีงานเจียรและปะยาตบแต่งร่วมกัน สลับตำแหน่งกับจุดพักชิ้นงานหล่อสำเร็จทำให้มีระยะทางจากสถานีงานปะยาถึงสถานีงานพ่นสีเพิ่มมากขึ้นแต่จุดพักชิ้นงานสำเร็จรูปจะมีระยะทางสั้นลง ซึ่งผังโรงงานทั้ง 2 แบบสามารถแสดงได้ในภาคผนวก ค ภาพที่ ค.2 และ ค.3 (หน้า 151 และ152) จากนั้นนำเสนอให้ผู้บริหารพิจารณาและคัดเลือกโดยทำการเปรียบเทียบระยะทางจากตารางการเปรียบเทียบในภาคผนวก ค ตารางที่ ค.2 (หน้า 154) จึงได้ผังโรงงานที่ผ่านการอนุมัติให้ปรับปรุงได้ ดังแสดงในภาพที่ 4.7 โดยผังโรงงานใหม่แบ่งออกเป็น 10 ส่วน ได้แก่

1) ส่วนของพื้นที่ผลิตชิ้นส่วนท่อเตาแก๊ส (KB5-01) โดยมีเครื่องจักรทั้งหมด 7 เครื่อง คือ เครื่องเจาะ D-01 และD-02 ซึ่งเป็นการวางผังโดยการใช้คน 1 คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 2 เครื่อง เครื่อง Tap T-01 และT-02 วางผังโดยการใช้คน 1 คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 1 เครื่อง เครื่องเจาะ D-03 และD-04 ซึ่งเป็นการวางผังโดยการใช้คน 1 คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 1 เครื่อง เครื่องเจาะ D-05 และD-06 ซึ่งเป็นการวางผังโดยการใช้คน 1 คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 2 เครื่อง เครื่องเจียร G-03 ซึ่งเป็นการวางผังโดยการใช้คน 1 คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 1 เครื่อง นอกจากนั้นยังมีโต๊ะทำงาน 2 ตัว เก้าอี้ปรับระดับ 1 ตัว และอุปกรณ์จับยึด (Jig) 1 ตัว ซึ่งใช้งานร่วมกันกับส่วนของการผลิตชิ้นส่วนฝาอัดอากาศเตาแก๊ส (KB5-04) ซึ่งเป็นการวางผังการปฏิบัติงานแบบเซลรูปตัวยู

2) ส่วนของพื้นที่ผลิตชิ้นส่วนกระทะเตาแก๊ส (KB5-03) โดยมีเครื่องจักรทั้งหมด 3เครื่อง คือ เครื่องเจาะ D-03 เป็นการวางผังโดยการใช้คน 1 คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 1 เครื่องเครื่องกลึง L-04 เป็นการวางผังโดยการใช้คน 1 คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 1 เครื่องเครื่องเจียร G-02 เป็นการวางผังโดยการใช้คน 1คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 1 เครื่องนอกจากนั้นยังมีโต๊ะทำงาน 2 ตัว เก้าอี้ปรับระดับ 1 ตัว และอุปกรณ์จับยึด (Jig) 1 ตัว ซึ่งเป็นการวางผังการปฏิบัติงานแบบเซลรูปตัวยู

3) ส่วนของพื้นที่ผลิตชิ้นส่วนฝาเตาแก๊ส (KB5-02) โดยมีเครื่องจักรทั้งหมด 6 เครื่องคือ เครื่องเจาะ D-03, D-04 และ D-05, D-06 ซึ่งเป็นการวางผังโดยการใช้คน 1 คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 2 เครื่อง เครื่องกลึง L-02 เป็นการวางผังโดยการใช้คน 1 คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 1 เครื่อง ส่วนสถานีงานเจียรและปะยาตบแต่งจะใช้งานร่วมกันกับส่วนของการผลิตชิ้นส่วนฝาอัดอากาศเตาแก๊ส (KB5-04) ซึ่งเป็นการวางผังการปฏิบัติงานแบบเซลรูปตัวยู

4) ส่วนของพื้นที่ผลิตชิ้นส่วนฝาอัดอากาศเตาแก๊ส (KB5-04) โดยมีเครื่องจักรทั้งหมด 3 เครื่อง คือ เครื่องกลึง L-05 และL-06 ซึ่งเป็นการวางผังโดยการใช้คน 1คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 1 เครื่อง เครื่องเจียร G-04 ซึ่งเป็นการวางผังโดยการใช้คน 1 คน ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 1 เครื่อง นอกจากนั้นยังมีโต๊ะทำงาน 2 ตัว เก้าอี้ปรับระดับ 1 ตัว และอุปกรณ์จับยึด (Jig) 1 ตัว ซึ่งใช้งานร่วมกันกับการผลิตชิ้นส่วนฝาเตาแก๊ส (KB5-02) เป็นการวางผังการปฏิบัติงานแบบเซลรูปตัวยู

5) ส่วนของพื้นที่ผลิตชิ้นส่วนงานกลึงที่ทำเสร็จในขั้นตอนเดียวโดยจะมีเครื่องจักรวางทั้งหมด 4 เครื่อง คือ เครื่องกลึง L-07, L-08, L-09 และL-10 อีกทั้งเป็นเครื่องจักรสำรองเมื่อเครื่องจักรในสายการผลิตเกิดการชำรุด

6) ส่วนของพื้นที่ผลิตชิ้นส่วนงานเจาะและงาน Tap ที่ทำเสร็จในขั้นตอนเดียวโดยจะมีเครื่องจักรวางทั้งหมด 7 เครื่อง คือ เครื่องเจาะ D-08, D-09, D-10 และD-11 เครื่อง Tap T-03,T-04 และT-05 อีกทั้งใช้เป็นเครื่องจักรสำรองเมื่อเครื่องจักรในสายการผลิตเกิดการชำรุด

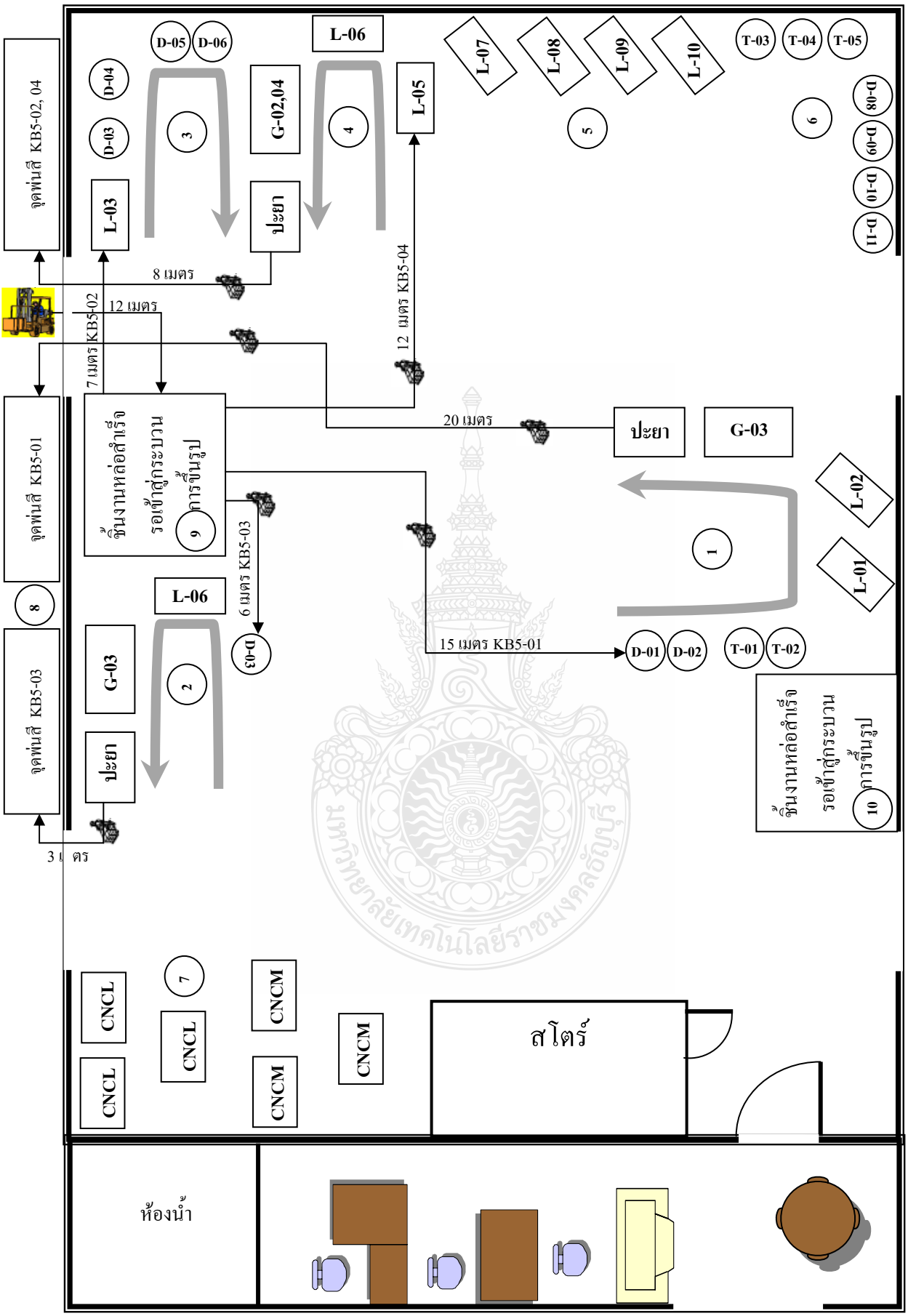
7) ส่วนของพื้นที่ผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติโดยจะมีเครื่องจักรวางทั้งหมด 6 เครื่อง คือ เครื่อง CNC Lathe 3 เครื่อง เครื่อง CNC Machining Machine Center แบบ 2 แกน 2 เครื่อง และเครื่อง CNC Machining Machine Center แบบ 3 แกน 1 เครื่อง ซึ่งเครื่องจักรทั้งหมดเป็นเครื่องที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนที่เสร็จในขั้นตอนเดียว

8) ส่วนของพื้นที่งานพ่นสีซึ่งอยู่ด้านนอกระหว่างโรงงานขึ้นรูปและโรงงานหล่อทั้งหมด 3 จุด คือ งานพ่นสีท่อเตาแก๊ส (KB5-01) งานพ่นสีกระทะเตาแก๊ส (KB5-02) งานพ่นสีฝาเตาแก๊ส (KB5-02) ซึ่งใช้พื้นร่วมกับงานพ่นสีฝาอัดอากาศเตาแก๊ส (KB5-04)

9) ส่วนของพื้นที่วางชิ้นงานหล่อสำเร็จรอเข้ากระบวนการขึ้นรูป

10) ส่วนของพื้นที่วางชิ้นงานผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปรอส่งลูกค้า

4.5.4 จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน (Operation Standard) ซึ่งเน้นการใช้รูปภาพขั้นตอนในการปฏิบัติงานเพื่อให้พนักงานที่อ่านหนังสือไม่ออกหรือเป็นคนต่างด้าวปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง ดังแสดงในภาคผนวก จ ภาพที่ จ.1 (หน้า 162)



ภาพที่ 4.15 ผังโรงงานสายการผลิตตัวอย่างหลังการปรับปรุง

4.6 ผลการปรับปรุงแก้ไข

จากการปรับปรุงแก้ไขปัญหาของสายการผลิตตัวอย่าง สามารถเปรียบเทียบผลการปรับปรุงก่อนและหลัง โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.6.1 ปริมาณของเสียและมูลค่าของเสีย จากการศึกษากระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อลดของเสีย สามารถแสดงเป็นข้อมูล ดังตารางที่ 4.12

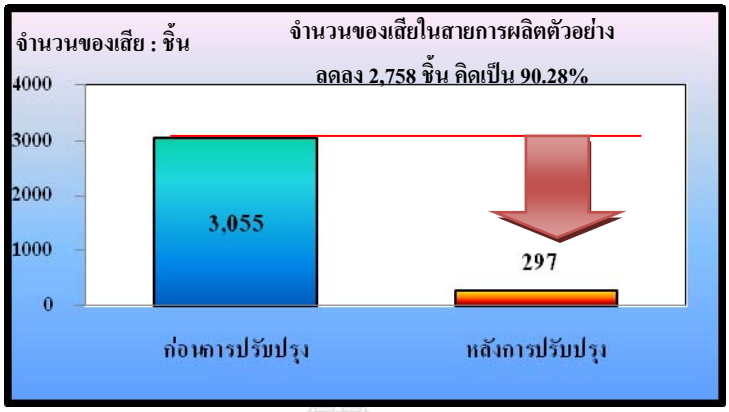
ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบจำนวนของเสีย ก่อน-หลังการปรับปรุง

ลักษณะของเสีย	สายการผลิต								รวม (ชิ้น)		ผลต่าง
	KB5-01		KB5-02		KB5-03		KB5-04				
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
กลึงลดขนาด	1,239	56	101	17	112	19	322	24	1,774	116	1,658
กลึงคว้าน	89	33	0	0	125	13	271	14	485	60	425
กลึงเกลียว	127	30	0	0	0	0	188	20	315	50	265
งานเจาะ	112	10	127	16	75	11	0	0	314	37	277
Tap เกลียว	60	18	0	0	0	0	0	0	60	18	42
เจียร	27	4	0	6	68	6	0	0	95	16	79
อื่นๆ	12	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12
รวม (ชิ้น)	1,666	151	228	39	380	49	781	58	3,055	297	2,758
ยอดการผลิตจริง(ชิ้น)	25,842	57,518	25,842	57,518	25,842	57,518	25,842	57,518	103,368	230,072	126,704
% งานเสีย	6.45	0.26	0.88	0.07	1.47	0.09	3.02	0.10	2.96	0.13	2.83
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	70	70	40	40	75	75	15	15	200	200	0
ต้นทุนผลิตภัณฑ์	1,808,940	4,026,260	1,033,680	2,300,720	1,938,150	4,313,850	387,630	862,770	5,168,400	11,503,600	6,335,200
มูลค่างานเสีย (บาท)	11,6620	10,570	9,120	1,560	28,500	3,675	11,715	870	165,955	16,675	149,280
% มูลค่างานเสีย	6.45	0.26	0.88	0.07	1.47	0.09	3.02	0.10	3.21	0.14	3.07

จากตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์จำนวนของเสียโดยเฉลี่ยลดลงร้อยละ 2.83 คิดเป็น 95.61% ของจำนวนของเสียทั้งหมดก่อนการปรับปรุงและมูลค่างานเสียหลังการปรับปรุงโดยเฉลี่ยลดลงร้อยละ 3.07 คิดเป็น 95.64% ของมูลค่างานเสียทั้งหมดก่อนการปรับปรุง

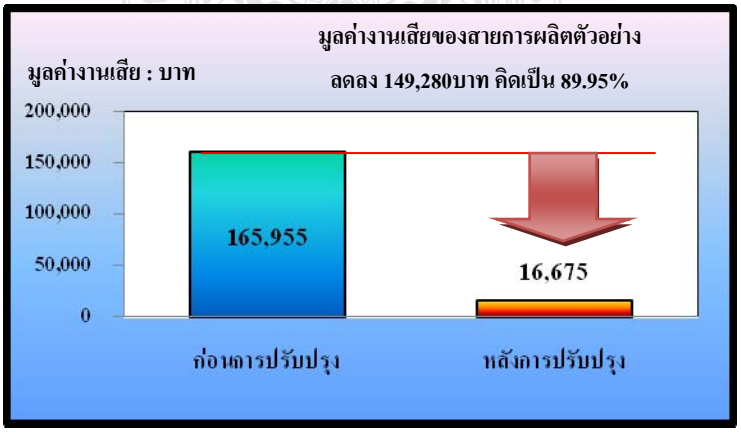
ภาพที่ 4.16 แสดงจำนวนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุงจากภาพจะเห็นได้ว่าทุกสายการผลิตสามารถลดจำนวนของเสียได้อย่างเห็นได้ชัดเจน จากเดิม 3,055 ชิ้น ลดเหลือ 297 ชิ้น คิดเป็น 90.28% เนื่องจากมีการปรับปรุงกระบวนการกลึงด้วยวิธีการซ่อมบำรุงเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ซึ่งสามารถกำหนดขนาดได้จากอุปกรณ์ประจำเครื่องแทนการใช้เครื่องมือวัดซึ่งทำให้เกิดความผิดพลาด ส่วนกระบวนการผลิตด้วยเครื่องจักรอื่นๆ ปริมาณการเกิดของเสียจะมีน้อย ส่วนมากเกิดจากวิธีการทำงานที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งมีการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยการจัดหามีดกลึงและดอกสว่านสำรองไว้สำหรับเปลี่ยนเพื่อป้องกันงานเสียจากงานกลึงไม่เรียบ และดอกสว่านไม่คมหักคา

ในชิ้นและปรับกระบวนการผลิตให้พนักงานยืนทำงานบนโต๊ะพร้อมวางชิ้นงานบนอุปกรณ์จับยึด (Jig) ที่หมุนได้รอบตัวเองเพื่อให้การทำงานได้ง่ายขึ้นแทนการนั่งทำงานกับพื้น ลดความเมื่อยล้าให้กับพนักงานเมื่อต้องทำงานเป็นเวลานานๆ



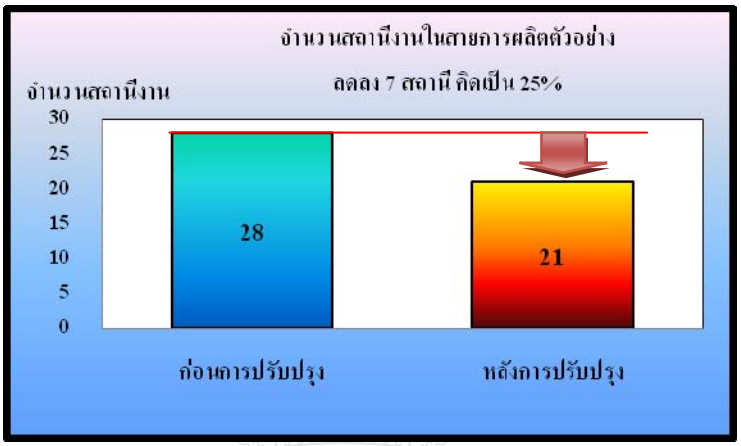
ภาพที่ 4.16 เปรียบเทียบจำนวนของเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง

ภาพที่ 4.17 แสดงเปอร์เซ็นต์มูลค่างานเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง จากภาพจะเห็นได้ว่าทุกสายการผลิต สามารถลดจำนวนมูลค่างานเสียได้อย่างชัดเจนทำให้สามารถลดต้นทุนได้ถึง 149,280 บาท คิดเป็น 89.95%



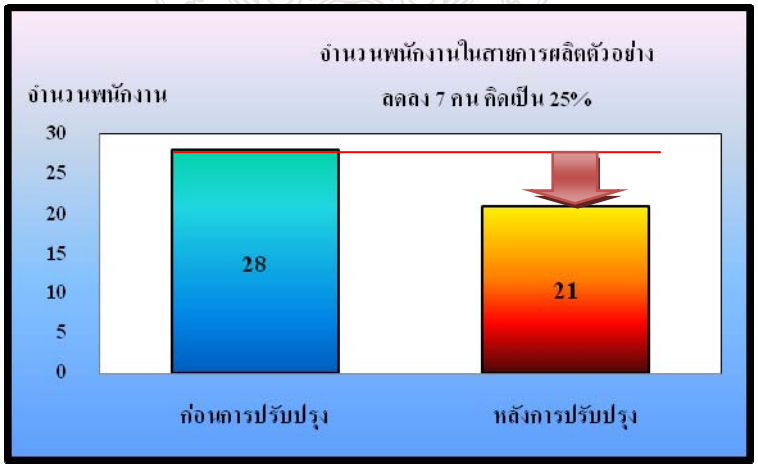
ภาพที่ 4.17 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์มูลค่างานเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง

4.7.2 จำนวนสถานีงาน และจำนวนพนักงาน จากการปรับปรุงการทำงานด้วยเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต ซึ่งอาศัยแนวทางการแก้ไขจากการตั้งคำถาม 5W1H แล้วปรับปรุงด้วยหลักเกณฑ์ ECRS สามารถลดจำนวนสถานีงานได้ 7 สถานี จากทั้งหมด 28 สถานี คิดเป็น 25% ดังรูปที่ 4.18 โดยลดจำนวนพนักงานได้ 7 คน คิดเป็น 25% จากทั้งหมด 28 คน ดังภาพที่ 4.19 และลดขั้นตอนการทำงานลงได้ 13 ขั้นตอน จากทั้งหมด 52 ขั้นตอน คิดเป็น 25% ดังรูปที่ 4.20



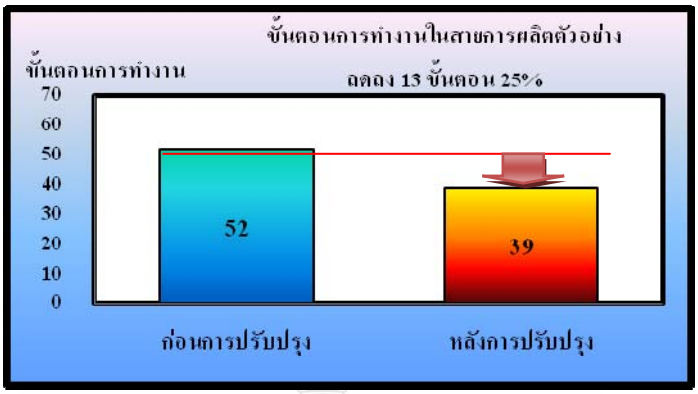
ภาพที่ 4.18 จำนวนสถานีงานในสายการผลิตตัวอย่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง

จากภาพที่ 4.18 จะเห็นได้ว่าสถานีงานในสายการผลิตตัวอย่างลดลงอย่างเห็นได้ชัดจากเดิม 28 สถานี ลดเหลือ 21 สถานี คิดเป็น 25% เนื่องจากการใช้หลักเกณฑ์ ECRS ในการปรับปรุงการทำงานสามารถรวมงานลักษณะเหมือนกันที่มีรอบเวลาต่ำกว่าTakt Time ให้เป็นสถานีเดียวกันได้



ภาพที่ 4.19 จำนวนพนักงานในสายการผลิตตัวอย่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง

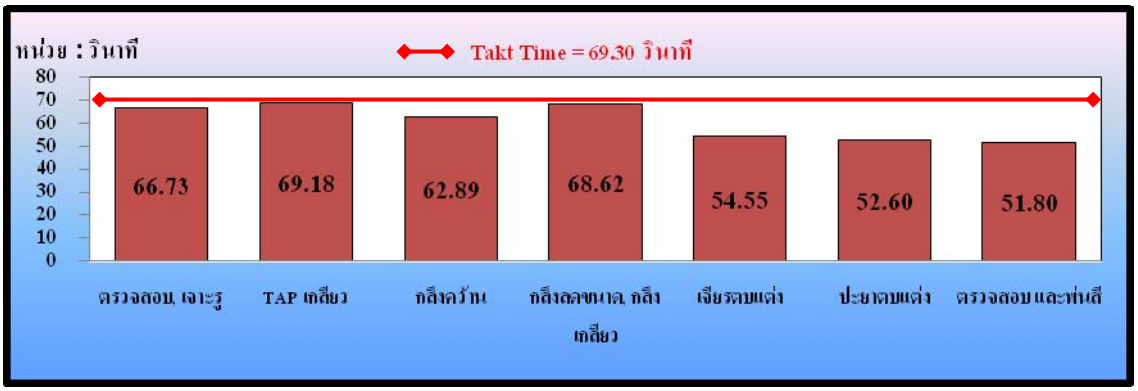
จากภาพที่ 4.19 จะเห็นได้ว่าหลังจากการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยหลักเกณฑ์ ECRS ทำให้สถานีงานลดลงส่งผลให้จำนวนพนักงานลดตามจำนวนสถานีงานจากเดิม 28 คน ลดเหลือ 21 คน คิดเป็น 25 % เนื่องจากเครื่องจักรในสายการผลิตตัวอย่างเป็นเครื่องจักรควบคุมด้วยมือการทำงานจึงจำเป็นต้องใช้พนักงาน 1 คน ต่อ 1 สถานีงาน ทำให้จำนวนพนักงานลดลงเท่ากับจำนวนสถานีงาน



ภาพที่ 4.20 ขั้นตอนการทำงานในสายการผลิตตัวอย่าง ก่อนและหลังการปรับปรุง

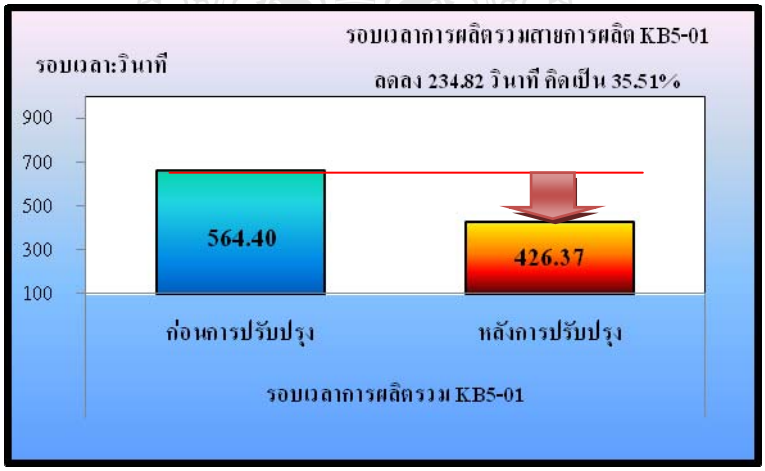
จากภาพที่ 4.20 จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการทำงานในสายการผลิตตัวอย่างลดลงอย่างเห็นได้ชัดจากเดิม 52 ขั้นตอน ลดเหลือ 39 ขั้นตอน คิดเป็น 25% เนื่องจากการใช้หลักเกณฑ์ ECRS ในการปรับปรุงการทำงานสามารถกำจัดขั้นตอนการทำงานที่มีมากเกินความจำเป็นออกจากกระบวนการผลิตได้ ทั้งยังส่งผลให้รอบเวลาของสถานีงานที่มีค่าสูงกว่า Takt Time ลดลงทำให้สายการผลิตตัวอย่างเกิดความสมดุลลดปัญหางานคอขวด และการรอคอยชิ้นงาน

4.7.3 รอบเวลาการผลิต จากการศึกษารอบเวลามาตรฐานหลังการปรับปรุงดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.5 (หน้า 148) เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับค่า Takt Time ในสายการผลิตตัวอย่างที่ความต้องการเป้าหมายที่ 8,000 ชิ้น/เดือน สามารถแสดง ดังภาพที่ 4.21 ถึง 4.23



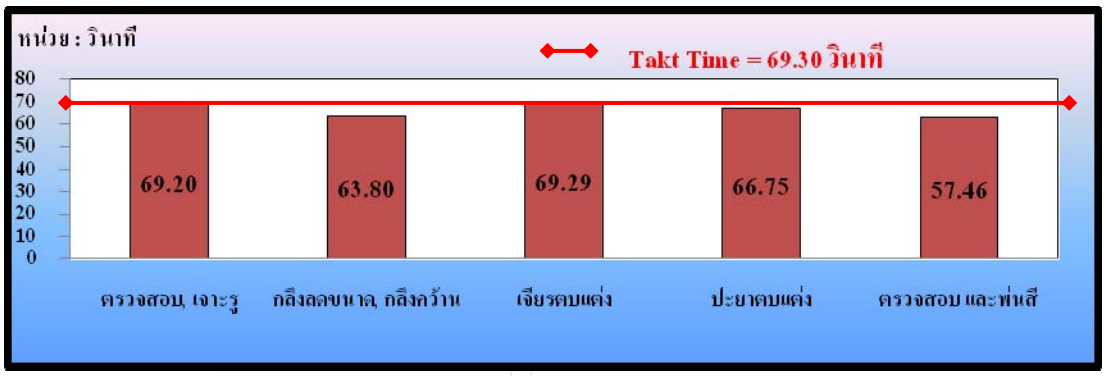
ภาพที่ 4.21 รอบเวลาหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับค่า Takt Time (KB5-01)

ภาพที่ 4.21 แสดงรอบเวลาสายการผลิต KB5-01 หลังการปรับปรุง จากภาพจะเห็นได้ว่ารอบเวลาการผลิตมีค่าใกล้เคียง และไม่เกินค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น เนื่องจากการใช้หลักเกณฑ์ ECRS ในการปรับปรุงการทำงานสามารถลดรอบเวลาในขั้นตอนที่มีรอบเวลาเกินค่า Takt Time และเพิ่มรอบเวลาในขั้นตอนที่ใช้เวลาต่ำกว่าค่า Takt Time ได้โดยเริ่มจากการกำจัดขั้นตอนการทำงานที่มีมากเกินความจำเป็นและทำซ้ำๆ ออกจากกระบวนการผลิต แล้วรวมขั้นตอนงานที่มีลักษณะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันเข้าด้วยกัน และมีการปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ทำให้รอบเวลาการผลิตรวมในสายการผลิตนี้ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในภาพที่ 4.22



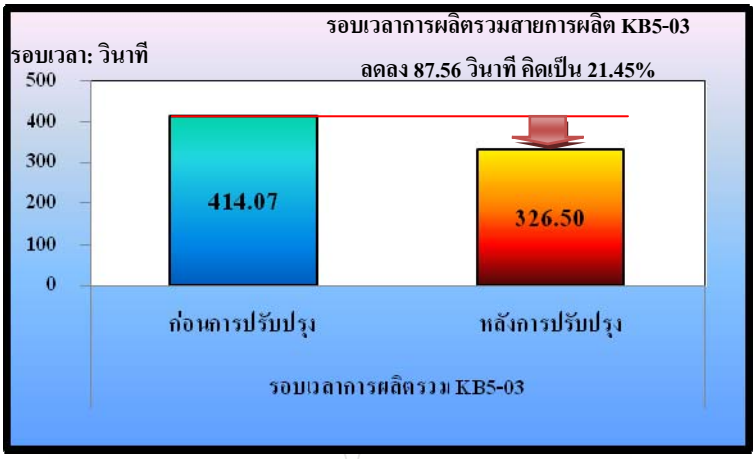
ภาพที่ 4.22 รอบเวลารวมเปรียบเทียบ ก่อน-หลังการปรับปรุง (KB5-01)

ภาพที่ 4.22 แสดงรอบเวลาการผลิตรวมKB5-01 เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง จากรูปจะเห็นว่า รอบเวลาการผลิตรวมลดลงอย่างเห็นได้ชัดจากเดิม 564.40 วินาที/ชิ้น ลดเหลือ 426.37 วินาที/ชิ้น คิดเป็น 24.19%



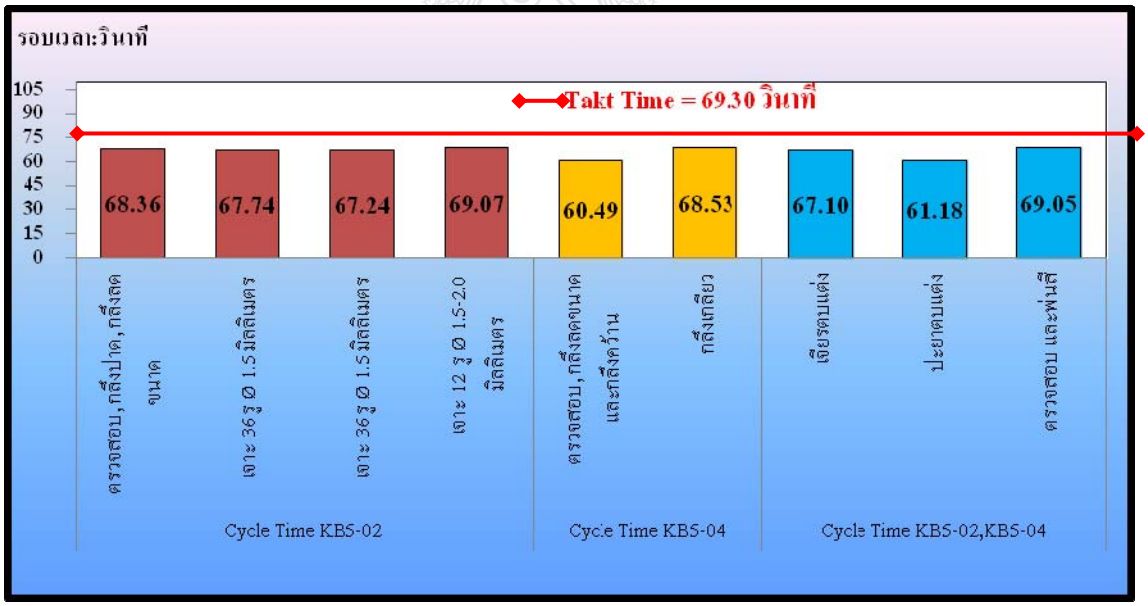
ภาพที่ 4.23 รอบเวลาหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับค่า Takt Time (KB5-03)

ภาพที่ 4.23 แสดงรอบเวลาสายการผลิต KB5-03 หลังการปรับปรุงจากภาพจะเห็นได้ว่ารอบเวลาการผลิตทุกขั้นตอนมีค่าใกล้เคียงและไม่เกินค่า Takt Time ที่ 69.30 วินาที/ชิ้น เนื่องจากการนำหลักเกณฑ์ ECRS มาใช้ในการปรับปรุงการทำงาน โดยเริ่มจากการกำจัดขั้นตอนการทำงานที่มีมากเกินความจำเป็น และทำซ้ำๆ ออกจากกระบวนการผลิต แล้วรวมขั้นตอนงานที่มีรอบเวลาต่ำเข้าด้วยกันเพื่อให้รอบเวลามีค่าใกล้เคียงกับค่า Takt Time มากที่สุด พร้อมทั้งมีการปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ทำให้รอบเวลาการผลิตรวมในสายการผลิตนี้ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในภาพที่ 4.24



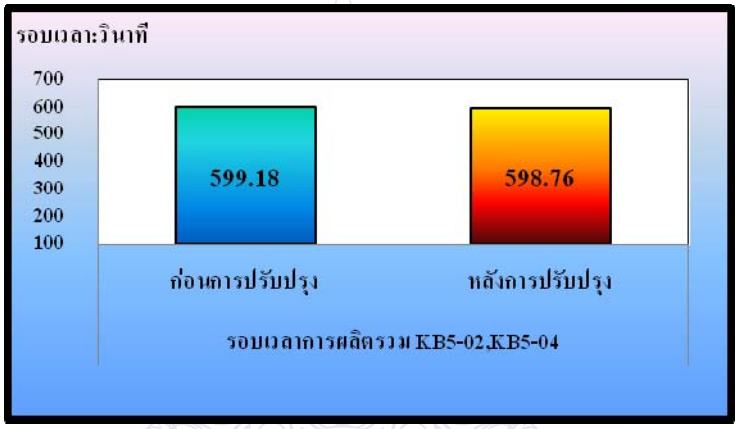
ภาพที่ 4.24 รอบเวลารวมเปรียบเทียบ ก่อน-หลังการปรับปรุง(KB5-03)

ภาพที่ 4.24 แสดงรอบเวลาการผลิตรวม KB5-03 เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง จากภาพจะเห็นว่า รอบเวลาการผลิตรวมลดลงอย่างเห็นได้ชัดจากเดิม 414.07 วินาที/ชิ้น ลดเหลือ 326.50 วินาที/ชิ้น คิดเป็น 21.45%



ภาพที่ 4.25 รอบเวลาหลังการปรับปรุงเปรียบเทียบกับค่า Takt Time (KB5-02 และKB5-04)

ภาพที่ 4.25 แสดงรอบเวลาสายการผลิต KB5-02และKB5-04 หลังการปรับปรุง จากภาพจะเห็นได้ว่ารอบเวลาการผลิตทุกขั้นตอนไม่เกินค่า Takt Time เป้าหมาย เนื่องจากการนำหลักเกณฑ์ ECRS มาใช้ในการปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยมีการรวมขั้นตอนงานเจียรตบแต่ง ปะยา และพ่นสี ที่มีรอบเวลาต่ำของ 2 สายการผลิตเข้าด้วยกันเพื่อลดจำนวนพนักงานให้เหลือขั้นตอนละ 1 คน และพยายามให้รอบเวลามีค่าใกล้เคียงกับค่า Takt Time มากที่สุด พร้อมทั้งมีการปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และ4.7 จากการลดจำนวนพนักงานในขั้นตอนงานเจียรตบแต่ง ปะยา และพ่นสี ทำให้พนักงานต้องทำงานมากขึ้นส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าเมื่อคำนวณรอบเวลามาตรฐานใหม่ทำให้รอบเวลารวมก่อน และหลังปรับปรุงการทำงานมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 รอบเวลารวมเปรียบเทียบ ก่อน-หลังการปรับปรุง (KB5-02 และKB5-04)

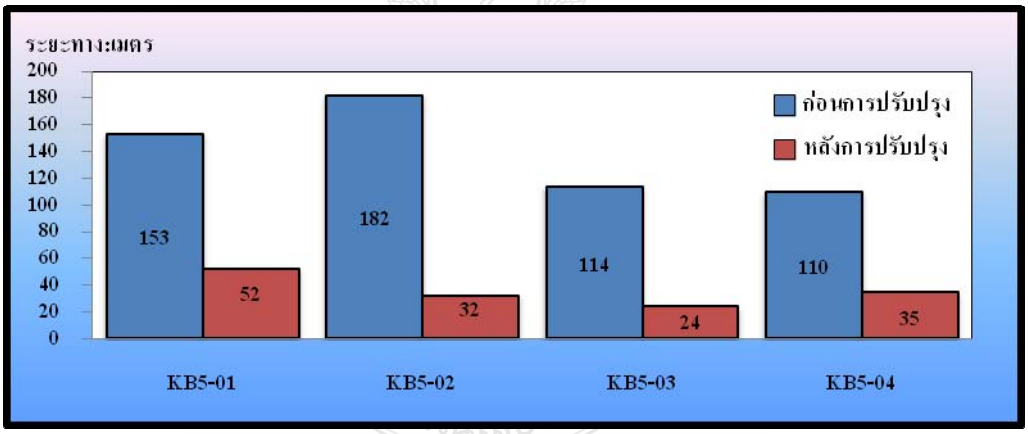
ภาพที่ 4.26 แสดงรอบเวลาการผลิตรวม KB5-02 และKB5-04 เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง จากภาพจะเห็นว่ารอบเวลาการผลิตรวมก่อนและหลังการปรับปรุงมีค่าใกล้เคียงกัน จากเดิม 599.18 วินาที/ชิ้น ลดเหลือ 598.76 วินาที/ชิ้น

4.7.4 ระยะทางการไหลของวัสดุระหว่างสถานีงาน จากการศึกษากระบวนการไหลของวัสดุก่อน และหลังการปรับปรุง สามารถแสดงเป็นข้อมูล ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ระยะทางการไหล ก่อนและหลังการปรับปรุง

สายการผลิต	ระยะทางการไหลของวัสดุ (เมตร)		ผลต่าง(เมตร)	ร้อยละ (%)
	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง		
KB5-01	153	52	101	66.01
KB5-02	182	32	150	82.42
KB5-03	114	24	90	78.95
KB5-04	110	35	75	68.18
ผลรวม	**559**	**143**	**416**	**74.42**

จากตารางที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่าระยะทางการไหลของวัสดุระหว่างกระบวนการในสายการผลิตตัวอย่างหลังการปรับปรุงผังโรงงานลดลงอย่างเห็นได้ชัดจากเดิม 559 เมตร ลดเหลือ 143 เมตร คิดเป็น 74.42% ของระยะทางการไหลก่อนการปรับปรุง ดังแสดงในภาพที่ 4.27



ภาพที่ 4.27 เปรียบเทียบระยะทางการไหลระหว่างกระบวนการสายการผลิตตัวอย่าง

ภาพที่ 4.27 แสดงระยะทางการไหลของวัสดุระหว่างกระบวนการก่อนและหลังการปรับปรุงจากภาพจะเห็นได้ว่าสายการผลิต KB5-02 สามารถลดระยะทางการไหลของวัสดุระหว่างกระบวนการ ได้มากที่สุดจากเดิม 182 เมตร ลดเหลือ 32 เมตร คิดเป็น 82.42% เนื่องจากการปรับปรับผังโรงงานใหม่ให้เป็นผังโรงงานแบบเซลรูปตัวยู โดยมีจุดกระบวนการเริ่มต้นอยู่ใกล้จุดเก็บชิ้นงานก่อนการผลิต และในกระบวนการสามารถลดระยะทางด้วยการรวมงานเจาะรูด้วยเครื่องจักร D-05

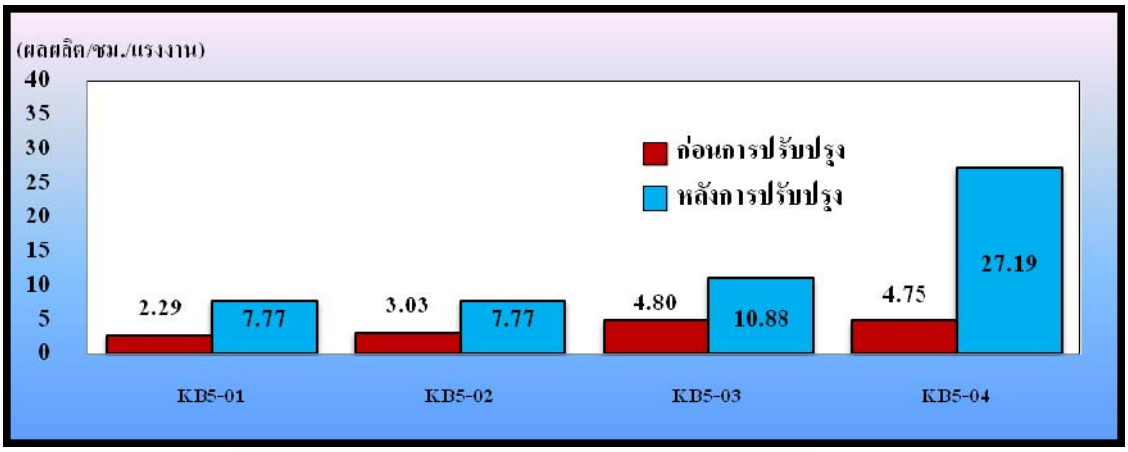
และD-06 เข้าด้วยกันได้โดยให้พนักงาน 1 คนปฏิบัติงานกับเครื่องจักร 2 เครื่องแบบต่อเนื่องในส่วนสายการผลิตอื่นสามารถลดระยะทางการไหลระหว่างกระบวนการได้มากน้อยตามลำดับซึ่งขึ้นอยู่กับระยะห่างของจุดเริ่มกระบวนการและจุดพักชิ้นงานก่อนการผลิต

4.7.5 ผลิตภาพการผลิต จากการปรับปรุงสมดุลสายการผลิตด้วยการใช้หลักเกณฑ์ ECRS และปรับปรุงผังโรงงานใหม่ให้เป็นผังโรงงานแบบรูปตัวยูสามารถเพิ่มผลิตภาพการผลิตขึ้นโดยเฉลี่ย 254.56% ก่อนและหลังการปรับปรุงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบผลิตภาพการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

สายการผลิต	KB5-01		KB5-02		KB5-03		KB5-04		รวม	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ยอดผลิตจริง	25,842	57,518	25,842	57,518	25,842	57,518	25,842	57,518	103,368	230,072
งานเสีย	1,666	151	228	39	380	49	781	58	3,055	297
ยอดส่งมอบ (งานดี)	24,176	57,367	25,614	57,479	25,462	57,469	25,061	57,460	100,313	229,775
จำนวนเดือน	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
ค่าเฉลี่ย/เดือน	4,029	9,561	4,269	9,580	4,244	9,578	4,177	9,577	16,719	38,296
วันทำงาน/เดือน	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
(Cap/Day)	183	435	194	435	193	435	190	435	760	1,741
(Man/Work)	10	7	8	7	5	5	5	2	28	21
Hr./ Day	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Productivity (man/Pcs./Hr.)	2.29	7.77	3.03	7.77	4.75	10.88	4.80	27.19	3.39	10.36
ผลต่าง	5.48		4.74		6.13		22.37		6.97	
Productivity Up (%)	239.30		156.44		126.67		472.42		205.60	

จากภาพที่ 4.28 แสดงผลิตภาพการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง จะเห็นได้ว่าผลิตภาพการผลิตของหลังการปรับปรุงทุกสายการผลิตเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดของเสียในกระบวนการ และปรับลดรอบเวลาการผลิตโดยการใช้หลักการ ECRS กำจัดขั้นตอนการตรวจสอบขนาดด้วยเครื่องมือวัดและตรวจสอบเกลียว ออกจากกระบวนการกลึงทั้งหมดรวมขั้นตอนการทำงานที่มีลักษณะใกล้เคียงกันและรอบเวลาต่ำเข้าด้วยกัน ปรับปรุงขั้นตอนกระบวนการผลิตให้ง่ายขึ้นโดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน ปรับลักษณะการทำงานให้พนักงานทำงานบนโต๊ะ และเก้าอี้แบบปรับระดับได้แทนการนั่งทำงานกับพื้น ลดระยะทางการไหลของวัสดุระหว่างกระบวนการ โดยปรับผังโรงงานตามหลักการวางผังโรงงานใหม่ให้เป็นผังโรงงานแบบเซลรูปตัวยู เน้นให้พนักงานสามารถเอื้อมหยิบชิ้นจากสถานีทำก่อนได้โดยไม่มีระยะทางการเดิน



ภาพที่ 4.28 ผลิตภาพการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

หลังจากการปรับปรุงแก้ไขสายการผลิตตัวอย่างโดยเริ่มจากการพยายามลดงานเสีย (Defect) ในกระบวนการผลิตให้เหลือไม่เกิน 0.5% จัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) โดยพยายามให้รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) มีค่าต่ำกว่า ใกล้เคียงหรือเท่ากับจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ที่ 69.30 วินาทีต่อชิ้น จัดวางผังโรงงาน (Plant Layout) ใหม่เพื่อลดระยะทางการไหลของงานระหว่างกระบวนการ และเพิ่มผลผลิต (Productivity) ให้ได้ตามความต้องการของลูกค้าที่ 8,000 ชุดต่อเดือน ผลการดำเนินงานสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการปรับปรุงแก้ไขสายการผลิตตัวอย่าง

รายการปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง	ผลการปรับปรุง
%งานเสีย	2.96	0.13	2.83	**ลดลง 95.61%**
%มูลค่างานเสีย	3.21	0.14	3.07	**ลดลง 95.64%**
จำนวนสถานีงาน	28	21	7	**ลดลง 25.00%**
จำนวนพนักงาน	28	21	7	**ลดลง 25.00%**
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	52	39	13	**ลดลง 25.00%**
รอบเวลาการผลิตรวม	1,577.65	1,351.63	226.02	**ลดลง 14.33%**
ระยะทางการไหลของวัสดุ	559	143	416	**ลดลง 74.42%**
ยอดเฉลี่ยส่งมอบต่อเดือน	4,180	9,574	5,394	**เพิ่มขึ้น 129.04%**
Productivity Up (%)	3.39	10.36	6.97	**เพิ่มขึ้น 205.60%**

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานด้วยการใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการมาเป็นเครื่องมือในการช่วยเพิ่มผลิตภาพการผลิตให้กับสายการผลิตตัวอย่าง โดยเริ่มจากศึกษา และจัดเก็บข้อมูลของเสียด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ จัดทำผังโรงงานสภาพปัจจุบัน ศึกษาการไหลของงานด้วยแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outline Process Chart) ศึกษารอบเวลาการผลิตโดยใช้เทคนิคการศึกษาเวลาโดยตรง เพื่อจัดทำเวลามาตรฐานการผลิตของทุกกระบวนการ ซึ่งจากการศึกษาสามารถทำให้ทราบถึงปัญหาต่างๆ ในกระบวนการของสายการผลิตตัวอย่าง ได้แก่ ปริมาณของเสียที่มีมากเกินไป กระบวนการผลิตเกิดความไม่สมดุล พนักงานรอคอยชิ้นงานในขั้นตอนการผลิตที่ใช้เวลานานๆ ระยะทางการไหลของงานระหว่างกระบวนการมีระยะทางมากเกินไป และขาดการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน ประกอบกับมีการสั่งเพิ่มการผลิตจากลูกค้ามากขึ้น 60 % จากการผลิตในปัจจุบัน 5,000 ชุด/เดือน

จากปัญหาดังกล่าวได้นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุ และแนวทางการแก้ไข ด้วยการใช้ทฤษฎีการขจัดความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) โดยการประชุม และระดมสมอง (Brainstorm) ของทีมงาน พร้อมจัดทำรายการการปรับปรุง นำเสนอต่อผู้บริหาร โดยมีข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิตตัวอย่าง และแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหา ซึ่งจะเริ่มจากการลดของเสียในกระบวนการผลิตด้วยวิธีการศึกษาการทำงาน (Work Study) จากนั้นวิเคราะห์ปัญหาด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพ จัดสมดุลสายการผลิตด้วยหลักการของมอแกนเสน ECRS ด้วยการกำจัดขั้นตอนการทำงานบางส่วนที่ไม่มีความจำเป็นออก (Eliminate) รวมขั้นตอนการทำงานที่มีการปฏิบัติใกล้เคียงกันเข้าด้วยกันเพื่อให้เป็นขั้นตอนเดียวกัน (Combine) จัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ (Rearrange) และปรับปรุงการทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify) และการวางผังโรงงานใหม่ ที่แสดงตำแหน่งการวางเครื่องจักร โดยยึดหลักการวางผังโรงงานแบบผลิตภัณฑ์ และการวางผังแบบเซลรูปตัวยู หลังจากการนำเสนอแนวทางการแก้ไขปรับปรุงต่อผู้บริหาร และผ่านการพิจารณาอนุมัติการดำเนินงานแล้ว ได้เริ่มดำเนินการปรับปรุงซึ่งมีรายการปรับปรุงปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไข สรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปปัญหา และการปรับปรุงแก้ไขสายการผลิตตัวอย่าง

รายการปรับปรุง	ปัญหาที่พบ	การปรับปรุงแก้ไข
เครื่องกลึง	อุปกรณ์ช่วยเกิดการชำรุดเสียหายพนักงานต้องทำงานสลับกับการหยุดเครื่องเพื่อใช้เครื่องมือวัดทดสอบขนาด และตรวจสอบเกลียวบ่อยครั้งเนื่องจากสเกลกำหนดขนาดของชุดแท่นเลื่อน และอุปกรณ์ในการกลึงเกลียวเกิดการชำรุดส่งผลทำให้มีรอบเวลาการผลิตเกินค่า Takt Time	ซ่อมบำรุงหรือปรับเปลี่ยนสเกลชุดแท่นเลื่อนและชุดอุปกรณ์กลึงเกลียวให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
เครื่องเจียร	พนักงานต้องนั่งปฏิบัติงานกับพื้นสลับกับการลุกขึ้นเดินรอบชิ้นงาน อีกทั้งเครื่องเจียรที่ใช้งานมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น เนื่องจากลักษณะการเจียรเป็นการเจียรตบแต่งครีบเล็กๆ ส่งผลให้เมื่อทำงานเป็นเวลานานๆ ทำให้เกิดความเมื่อยล้า และเป็นสาเหตุให้รอบเวลาเกินค่า Takt Time ในบางสถานีงาน	จัดโต๊ะให้พนักงานได้ยืนปฏิบัติงานบนโต๊ะพร้อมกับออกแบบอุปกรณ์จับยึด (jig) เพื่อใช้วางชิ้นงาน โดยออกแบบให้หมุนได้รอบตัวเองแทนการให้พนักงานเดินรอบชิ้นงาน และปรับเปลี่ยนเครื่องเจียรให้มีขนาดเล็กลงจาก 7 นิ้ว ให้เหลือ 4 นิ้ว เพื่อลดความเมื่อยล้า
เครื่องเจาะ	บางขั้นตอนที่มีรอบเวลาต่ำทำให้พนักงานเกิดการว่างงานหรือถ้ามีการผลิตโดยไม่มีการวางแผนก็จะเกิดการผลิตที่มีมากเกินความจำเป็น (Over Production) ส่งผลต้นทุนในการควบคุมสินค้าคงคลัง	รวมขั้นตอนงานเข้าด้วยกันได้โดยการวางผังโรงงานใหม่ย้ายเครื่องเจาะที่มีรอบเวลาต่ำมาอยู่ติดกันให้พนักงาน 1 คนทำงานกับเครื่องเจาะ 2 เครื่อง ซึ่งจะมาสามารถลดจำนวนพนักงานได้ 1 คน แต่เมื่อนำรวมกันแล้วต้องพยายามให้รอบเวลาไม่เกินค่า (Takt Time)
เครื่อง Tap	มีขั้นตอนในการตรวจสอบเกลียวซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำซ้ำๆกันหลายครั้งจึงทำให้รอบเวลาการผลิตเกินค่า Takt Time	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS กำจัดขั้นตอนนี้ออกจากขั้นตอนการ Tap เกลียวได้โดยให้นำไปตรวจสอบขณะการประกอบชิ้นงานแต่ต้องมีผู้ชำนาญงานหรือหัวหน้างานค่อยให้คำแนะนำขณะพนักงานปฏิบัติงานเพื่อป้องกันการเกิดงานเสีย

ตารางที่ 5.1 สรุปปัญหา และการปรับปรุงแก้ไขสายการผลิตตัวอย่าง (ต่อ)

รายการปรับปรุง	ปัญหาที่พบ	การปรับปรุงแก้ไข
วิธีการ	พนักงานต้องนั่งบนเก้าอี้ต่ำๆ แล้วว่างชิ้นงานไว้บนตักเมื่อปฏิบัติงานซ้ำๆกันเป็นเวลานานๆ จะทำให้เกิดความเมื่อยล้า และเป็นสาเหตุให้รอบเวลาเกินค่า Takt Time ในบางสถานีงาน	ปรับปรุงขั้นตอนในการทำงานให้ง่ายขึ้นโดยการจัดให้พนักงานทำงานบนโต๊ะ และนั่งบนเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้เนื่องจากความสูงของพนักงานแต่ละคนไม่เท่ากันเพื่อลดความเมื่อยล้าและรอบเวลาการผลิตให้ต่ำกว่าค่า Takt Time
	เอกสารการปฏิบัติงานที่ไม่คลอบคุม และไม่ได้รับการปรับปรุง การแก้ไขได้จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานโดยในขั้นตอนการปฏิบัติงานจะแทรกรูปภาพเพื่อให้พนักงานเห็นขั้นตอนในการทำงานได้อย่างชัดเจน เนื่องจากมีพนักงานบางคนอ่านหนังสือไม่ออก และส่วนหนึ่งเป็นพนักงานต่างด้าวชาวพม่า	จัดทำเอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานโดยแทรกรูปภาพเพื่อให้พนักงานเห็นขั้นตอนในการทำงานได้อย่างชัดเจน เนื่องจากพนักงานบางคนอ่านหนังสือไม่ออก และส่วนหนึ่งเป็นพนักงานต่างด้าวชาวพม่า และจัดให้มีการประชุมสายการผลิตแต่ละสายก่อนเริ่มการผลิตในแต่ละวันให้พนักงานได้ซักถามถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในวันที่ผ่านมาเพื่อเป็นข้อมูลการผลิตในวันปัจจุบัน
พนักงาน	สภาพร่างกายที่ไม่พร้อมในการปฏิบัติงานโดยมาจาก 2 สาเหตุหลักๆ คือ การเจ็บป่วยซึ่งเกิดจากการที่พนักงานมีโรคประจำตัวอยู่แล้ว และเกิดจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง และความไม่พร้อมที่เกิดจากอาการง่วงนอน ซึ่งเกิดจากการนอนดึกหรือดื่มของมึนเมา	จัดสวัสดิการให้มีการตรวจสุขภาพประจำปีให้กับพนักงานทุกคน ส่งเสริมให้มีการออกกำลังกายในช่วงเย็นหลังเลิกงาน และออกกฎระเบียบในการตักเตือน และพักการทำงานพนักงานที่ทำผิดซ้ำซาก พร้อมทั้งจัดให้มีการวัดผลงาน ประกาศเชิดชูพนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่ดีอย่างสม่ำเสมอ
ผังโรงงาน	มีระยะทางการไหลของงานระหว่างกระบวนการผลิตมากเนื่องจากเป็นผังโรงงานเก่าที่ใช้ในกระบวนการผลิต Processเก่าที่ยกเลิกการผลิตไปแล้วนำมาผลิตProcessปัจจุบันโดยไม่มีการปรับปรุงแก้ไข	ปรับปรุงผังโรงงานใหม่โดยนำหลักการวางผังแบบเซลรูปตัวยู (U-Shaped Layout) มาใช้ในการกำหนดจุดชิ้นงานเข้าและออกให้อยู่ใกล้กัน จัดวางเครื่องจักรให้อยู่ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้พนักงานแต่ละสถานีงานสามารถเอื้อมหยิบชิ้นได้โดยไม่ต้องมีระยะทางการเดินหรือให้เดินน้อยที่สุด

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิตสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 ปริมาณของเสีย และมูลค่าของเสีย

จากการปรับปรุงวิธีการทำงาน และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน สามารถลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตโดยเฉลี่ยได้ร้อยละ 2.83 คิดเป็น 95.61% ของจำนวนของเสียทั้งหมดก่อนการปรับปรุง ส่งผลให้มูลค่าของเสียลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 3.07 คิดเป็น 95.64% ของมูลค่าของเสียทั้งหมดก่อนการปรับปรุง โดยการปรับปรุงเครื่องกลึงที่ควบคุมการทำงานด้วยมือให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานด้วยการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียให้สามารถใช้การได้ ปรับเปลี่ยนเครื่องเจียรที่มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นให้มีขนาดเล็กลง จัดให้พนักงานทำงานบนโต๊ะจากเดิมที่นั่งทำงานกับพื้นเพื่อลดความเมื่อยล้า และออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานเพื่อให้พนักงานทำงานได้ง่ายขึ้น ซึ่งมีแนวคิดคล้ายกับ วรญา มาประชา [41] ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาโดยการตรวจสอบคุณภาพของงานระหว่างกระบวนการผลิต จัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน

5.2.2 จำนวนสถานีงาน จำนวนพนักงาน และจำนวนขั้นตอนการทำงาน

จากการใช้หลักการของมอแกนเสน ECRS ด้วยการรวมขั้นตอนการทำงานที่มีการปฏิบัติใกล้เคียงกันเข้าด้วยกันเพื่อให้เป็นขั้นตอนเดียวกัน (Combine) สามารถลดจำนวนสถานีงานในสายการผลิตตัวอย่างได้ 7 สถานี คิดเป็น 25% ส่งผลให้จำนวนพนักงานลดลง 7 คน คิดเป็น 25% และสามารถลดขั้นตอนการทำงานได้ 13 ขั้นตอน คิดเป็น 25% โดยการรวมขั้นตอนการทำงานที่มีลักษณะเหมือนกัน และใกล้เคียงกันที่มีรอบเวลาต่ำกว่าค่า Takt Time เป้าหมายที่ 69.30 วินาที/ชิ้น ให้เป็นขั้นตอนเดียวกันให้พนักงาน 1 คนทำงานกับเครื่องจักร 2 เครื่อง แบบต่อเนื่อง ซึ่งคล้ายกับยุทธชัย บันเทิงจิตร และนันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร [43] ที่ทำการศึกษาความล่าช้าของขั้นตอนการทำงานมีสาเหตุหลักมาจาก (1) วิธีการทำงานที่มีความซับซ้อน (2) พนักงานทำงานล่าช้า (3) เครื่องจักรไม่ทันสมัย (4) เอกสารไม่สมบูรณ์ แล้วใช้หลักเกณฑ์ ECRS เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข และยังคล้ายกับแนวคิดของ นันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร [45] ที่ให้ความสำคัญกับขั้นตอนการทำงานบางขั้นตอนมีการใช้เวลาที่ไม่มีความจำเป็น เช่น การเคลื่อนย้าย การเตรียมงานเข้าเครื่องจักร การหยิบ และวางชิ้นงาน

5.2.3 รอบเวลาเวลาการผลิต

จากการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยหลักการของมอแกนเสน ECRS สามารถลดรอบเวลาการผลิตรวมในสายการผลิตตัวอย่างได้ 226.02 วินาที คิดเป็น 14.33% และยังสามารถควบคุมรอบเวลาการผลิตในสายการผลิตตัวอย่างไม่ให้เกินค่า Takt Time ได้ทุกขั้นตอน โดยการปรับปรุง

เครื่องกลึงที่ควบคุมการทำงานด้วยมือให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานด้วยการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียให้สามารถใช้การได้ ปรับเปลี่ยนเครื่องเจียรที่มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นให้มีขนาดเล็กลง จัดให้พนักงานทำงานบนโต๊ะจากเดิมที่นั่งทำงานกับพื้นเพื่อลดความเมื่อยล้า และออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานเพื่อให้พนักงานทำงานได้ง่ายขึ้นเพื่อลดรอบเวลา ซึ่งมีแนวคิดคล้ายกับ อัญชลี จินดาฤกษ์ [43] ในการสร้างเวลามาตรฐานในการปฏิบัติงานให้กับพนักงานเพื่อให้กระบวนการผลิตเกิดความสมดุล และยังคล้ายกลับแนวคิดของเธียร เจิมประยงค์ [35] ที่พยายามลดงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work In Process) โดยพยายามให้รอบเวลาการผลิตมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับจังหวะความต้องการของลูกค้ามากที่สุด

5.2.4 ระยะทางการไหลของวัสดุ

จากการศึกษาการไหลของงาน การปรับผังโรงงานใหม่ให้วัสดุไหลอย่างต่อเนื่องโดยการวางผังโรงงานแบบตามผลิตภัณฑ์และปรับผังโรงงานเป็นผังแบบเซลรูปตัวยู สามารถลดระยะทางการขนส่งระหว่างกระบวนการได้ 416 เมตร คิดเป็น 74.42% ซึ่งมีแนวคิดคล้ายกับ ทวีมาศ นาคอุดม [39] ที่ให้ความสำคัญของการวางผังโรงงานเพื่อลดระยะทาง และรอบเวลาการขนส่งระหว่างกระบวนการ ผลการดำเนินการในส่วนของการปรับปรุงผังโรงงาน

5.2.5 ผลิตภาพการผลิต

จากการปรับปรุงผลิตภาพการผลิตด้วยเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการ โดยการศึกษาปัญหาของเสียในกระบวนผลิต การไหลของงานระหว่างกระบวนการ รอบเวลาการผลิต สามารถทราบถึงปัญหา และแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ในการลดหรือขจัดความสูญเสียต่างๆ ทั้ง 7 ประการให้หมดไป ซึ่งจากการขจัดความสูญเสียทั้ง 7 ประการ นั้นเอง ส่งผลให้สามารถเพิ่มผลิตภาพการผลิตให้กับสายการผลิตตัวอย่างได้โดยเฉลี่ย 205.60% ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานคล้ายกับ J. Choi and R. Edward Minchin [49] ที่ใช้วิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยยึดหลักการยศาสตร์ และเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ทำให้พนักงานทำงานได้สะดวกขึ้น และยังคล้ายกลับแนวคิดของเธียร เจิมประยงค์ [35] ที่พยายามลดงานที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต (Work In Process) โดยพยายามให้รอบเวลาการผลิตมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับจังหวะความต้องการของลูกค้ามากที่สุดทำให้ผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

ปัจจัยสำคัญในการนำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการมาใช้ได้อย่างประสบความสำเร็จ สิ่งสำคัญประการแรก คือ ผู้บริหารต้องเห็นความสำคัญ และให้การสนับสนุน มีการฝึกอบรมให้ความรู้แก่พนักงานทุกระดับ และสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ผู้บริหารจะต้องยอมรับในการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นเทคนิคใหม่ๆหรือการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของคน การสนับสนุนในเรื่องของการลงทุน ไม่ต่อต้านกับวิธีการใหม่ที่บางครั้งการเริ่มต้นอาจทำให้เกิดการลงทุนสูง แต่ในระยะยาวจะทำให้องค์กรมีผลกำไรมากขึ้น ประการที่สองตัวพนักงานต้องไม่มีการต่อต้านในการปรับปรุงวิธีการทำงาน และต้องยอมรับวิธีการทำงานแบบใหม่ ยอมรับในการเพิ่มความรู้ การอบรม ดังนั้นองค์กรจำเป็นต้องช่วยให้ความรู้ และส่งเสริมสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงในการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิตให้กับองค์กรเอง

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

จากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่ามีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มผลผลิตในโรงงาน ตัวอย่าง เช่น ตัวพนักงานเองคิดว่าการปรับวิธีการทำงานเป็นการเพิ่มภาระให้กับตัวพนักงานเองทำให้เกิดความยุ่งยากในการทำงาน เพราะต้องมีการทำงานตามลำดับขั้นตอนที่ทำการปรับปรุง ทำให้เวลาว่างลดลง การแก้ไข คือ จัดการอบรมชี้แจงในเรื่องของวัตถุประสงค์ที่ทำการปรับปรุง และเมื่อทำการปรับปรุงแล้วตัวพนักงานจะได้อะไรจากการปรับปรุง เมื่อองค์กรสามารถเพิ่มผลผลิต และจัดส่งสินค้าได้มากตามความต้องการของลูกค้า

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งต่อไป

ในการศึกษาครั้งต่อไป หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต ควรให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) เนื่องจากเครื่องจักรในโรงงาน 80% เป็นเครื่องจักรเก่า เพื่อเป็นการลดความสูญเสียในสายการผลิต และสร้างประสิทธิภาพให้กับเครื่องจักรสูงสุดโดยให้พนักงานในสายการผลิต และพนักงานผู้ควบคุมเครื่องจักรได้มีส่วนร่วมในการดูแลรักษา ขจัดความสูญเสียจากปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง และสร้างผลิตภาพให้

รายการอ้างอิง

[1] พรายพล คุ้มทรัพย์,**ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในครัวเรือน**,หนังสือพิมพ์ประชาชาติธุรกิจ ฉบับ วันที่ 9 สิงหาคม 2553,สืบค้นจาก (ออนไลน์) Available: http:// www.onopen.com/econtu/10-08-11/5517[เข้าถึง 5 พฤศจิกายน 2553]

[2] สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, **การศึกษาเปรียบเทียบเชิงนโยบายและเทคนิคการใช้แก๊สปิโตรเลียมเหลว (LPG),**สืบค้นจาก (ออนไลน์) Available: http:// www.eri.chula.ac.th [เข้าถึง 17 ธันวาคม 2553]

[3] เตาเหล็กหล่อ KB-5 (Cast iron burners) แรงดันสูง, **TMN MACHINE AND FOUNDRY CO.,LTD.**,(เอกสารแผ่นพับแนะนำผลิตภัณฑ์), 2553.

[4] พิทธพนธ์ พิทักษ์, **การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมล้างขวด**, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2552**.**

[5] สมเกียรติ โฆมมานะสิน, **การเพิ่มผลผลิตด้วยกระบวนการปรับปรุงผลผลิต,** รายงานการค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2540.

[6] สินชัย ศรีจันทร์อินทร์, **การปรับปรุงคุณภาพเพื่อการเพิ่มผลผลิต**, สืบค้นจาก (ออนไลน์) Available: http://www.jobpub.com/articles/showarticle.asp?id=72,[เข้าถึง 26 เมษายน 2553]

[7] สุพัฒตรา เกษราพงศ์**, การเพิ่มอัตราการผลิตในสายการผลิตหม้อหุงข้าวโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับปรุงวิธีการทำงานและจัดสมดุลสายการผลิต**, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีประทุม.

[8] ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์. 2537. **การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต.** สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ, หน้า 339-341.

[9] ยงยุทธ เสริมสุธีอนุวัฒน์, **การวางผังโรงงาน**, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทายาลัยขอนแก่น , 2535. หน้า 45-52

[10] คมสัน จิระภัทรศิลป, **การหาเวลามาตรฐาน (Standard Time),** สืบค้นจาก (ออนไลน์) Available:http://www.pteonline.org/img-lib/staff/file/komson_000822.pdf,12 ธันวาคม 2553 [เข้าถึง 12 ธันวาคม 2553]

[11] นุชสรา เกรียงกรกฎ และคณะ, 2545. **การคำนวณเวลามาตรฐานการทำงานของพนักงานในโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้า กรณีศึกษา แผนกเย็บกางเกง รุ่น A1314**, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ปีที่ 8 ฉบับที่ 1, 2545.

[12] โสภิดา ท้วมมี, อรรถกร เก่งพล, **การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตพลาสติกแผ่นโดยการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลอง กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมผลิตพลาสติก**. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[13] อิสระ ธีระวัฒน์สกุล, **การศึกษาความเคลื่อนไหว และเวลา (MOTION AND TIME STUDY),** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2542.

[14] ปรีชา ด้วงน้อย, **การเพิ่มผลผลิตของสายการประกอบแบตเตอรี่รถยนต์ด้วยระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการปรับปรุงการผลิต**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม.ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.

[15] นพเก้า ศิริพลไพบูลย์, **หลักการเพิ่มผลผลิต (Basic Productivity Improvement),** สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, สำนักพิมพ์ โรงพิมพ์ประชาชน, พิมพ์ครั้งที่ 5 ปีที่พิมพ์ 2548.

[16] วันชัย ริจิวนิจ, **การศึกษาการทำงาน หลักการ และกรณีศึกษา,** กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[17] วัฒนชัย ประสงค์ และณฐา คุปตัษเฐียร, **การปรับปรุงผลิตภาพด้วยระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี กรณีศึกษา : โรงงานผลิตหัวเตาแก๊ส**, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ (IE-Network Conference 2010) , 2552.

[18] วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคนอื่นๆ, **การศึกษาการทำงาน**, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539. หน้า 24-33, 71-93, 216 -220, 250-265, 295-298

[19] ดวงรัตน์ ชีวปัญญาโรจน์ และศุภศักดิ์ พงษ์อนันต์, **ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes).**กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2544.

[20] สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. **เครื่องควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools).** สืบค้นจาก (ออนไลน์) http://youth.ftpi.or.th, [เข้าถึง19 ตุลาคม 2553]

[21] วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ และคนอื่นๆ, **การศึกษาการทำงาน**, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539. หน้า 24-33, 71-93, 216 -220, 250-265, 295-298

[22] ธีระวัฒน์ สมสิริกาญจนคุณ, **"การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตยางท่อเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต,"** ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.

[23] Miltenberg, J. and Wijingaard, J. 1994. **The U- line balancing problem**, Management Sciences, 40(10): 1378-1388.

[24] Miltenberg, J. and Sparling, D. 1995. **Optimal solution algorithms for the U-line balancing problem**, Working Paper, McMaster University, Hamilton.

[25] Sury, R. J. 1971. **Aspects of assembly line balancing**. International Journal of Production Research, 9: 8-14.

[26] James M. Moore. 1959, **Plant layout and design**, New York : Macmillan Publishing CO.,INC.

[27] สมศักดิ์ ตรีสัตย์, **การออกแบบและวางผังโรงงาน**, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 2541, หน้า 63-72, 132-153, 191-217

[28] Koshnevisan, M., and Bhattachary, S. (2003). **Optimal Plant Layout Design based on MASS Algorithm**, International Journal of Production Research**.**

[29] Niebel, Benjamin W. 1993 [1962], **Motion and Time Study Homewood**, IL: R.D. Irwin

[30] Barnes, Ralph M., **Motion and Time Study: Design and Measurement of work**.,7th edition, John Wiley and Sons, Inc., 1980

[31] Lowry, S.M., H. B. Maynard and G. J. Stegemerten. 1940. **Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives**, 3rd ed., NY: McGraw-Hill.

[32] นายพรชัย ศศิวรรณ, **การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนกันโคลนรถยนต์**, วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.

[33] จิตลดา ซิ้มเจริญ, 2551. **การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตของโรงงานเครื่องสำอาง**, ภาควิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[34] อุบลรัตน์ หวังรักษ์ดีสกุล และ นรินทร์ เตชะสวัสดิ์วิทย์, **การจัดทำเวลามาตรฐานการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ฝาครอบโหลดเบรกสวิทช์ในโรงงานผลิตหม้อแปลง**, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ (IE-Network Conference 2007), 2550.

[35] เธียร เจิมประยงค์, **การลดชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิตในการผลิตชิ้นส่วนของรถตักดิน,** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2549.

[36] ยุทธศักดิ์ บุญศิริเอื้อเฟื้อ, **การพัฒนาต้นแบบในการลดความสูญเปล่า 7 ประการสำหรับวิสาหกิจขนาดกลาง และย่อม กรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องสำอาง**, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

[37] ดิษฐพงษ์ วิลัยกร, **การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมไม้อัดโดยใช้เทคนิค MUDA,** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

[38] นิมิต หาญพิทักษ์พงศ์, **การเพิ่มผลผลิตของการผลิตตัวเก็บประจุ กรณีศึกษา โรงงาน ABB Capacitor LTD.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[39] ทวีมาศ นาคอุดม, **การประยุกต์ใช้การวางผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา โรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ,** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

[40] รวิศ รัชตะวรรณ,**การวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตกระสุนปืนเล็ก ขนาด 5.56**, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

[41] วรญา มาประชา, **การพัฒนาประสิทธิภาพกระบวนการพิมพ์ในการผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ประเภทกระดาษ กรณีศึกษา โรงงานผลิตกล่องบรรจุภัณฑ์ประเภทกระดาษ.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[42] อัญชลี จินดาฤกษ์, **การเพิ่มผลผลิตในโรงงานเบเกอรี่**, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[43] ยุทธชัย บันเทิงจิตร และนันทกฤษณ์ ยอดพิจิตร, **การลดเวลาการทำงานในสำนักงานทะเบียนเครื่องจักรกลาง กรณีศึกษา การจดทะเบียนกรรมสิทธิ์เครื่องจักร,** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

[44] วัชนะชัย จูมผา, **การศึกษากระบวนการผลิตและหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิต กระบวนการผลิตอุปกรณ์การแพทย์.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2546.

[45] นันกฤษณา ยอดพิจิตร, **การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา หจก.รวมการช่าง จำกัด,** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

[46] H.B. Marrit, A. Ghasekaran, and R.J. Grieve.2000**. Performance management in the implementation of CIM in small and. Medium enterprises : an empirical analysis**, International Journal of Production Research vol38, 4403-4411

[47] M. P. Rao, D. M. Miller. and B. Lin. 2005. **PET: An expert system for productivity analysis**, Expert system with Application vol29, 300-309

[48] G. Barbiroli. 2005. **The utilization rate and value of goods as strategic factors in resource productivity development**, Journal of Cleaner Production vol14, 723-726

[49] J. Choi and R. Edward Minchin. 2006. **Workflow management and productivity control for asphalt pavement operations**, Canadian Journal of Civil Engineering vol33, 1039-1049

[50] S. Gangopadhyay, I. Das, and G. Ghoshal. 2006. **Work organization in sand core manufacturing for health and productivity,** International Journal of Industrial Ergonomics vol36, 915-920

[51] Paul H.P Yeuw and Rabinda NathSen. 2006**. Productivity and quality improvement revenue increment and rejection cost reduction manual component insertion lines through the application of ergonomic,** International Journal of Industrial Ergonomics vol36, 367-377

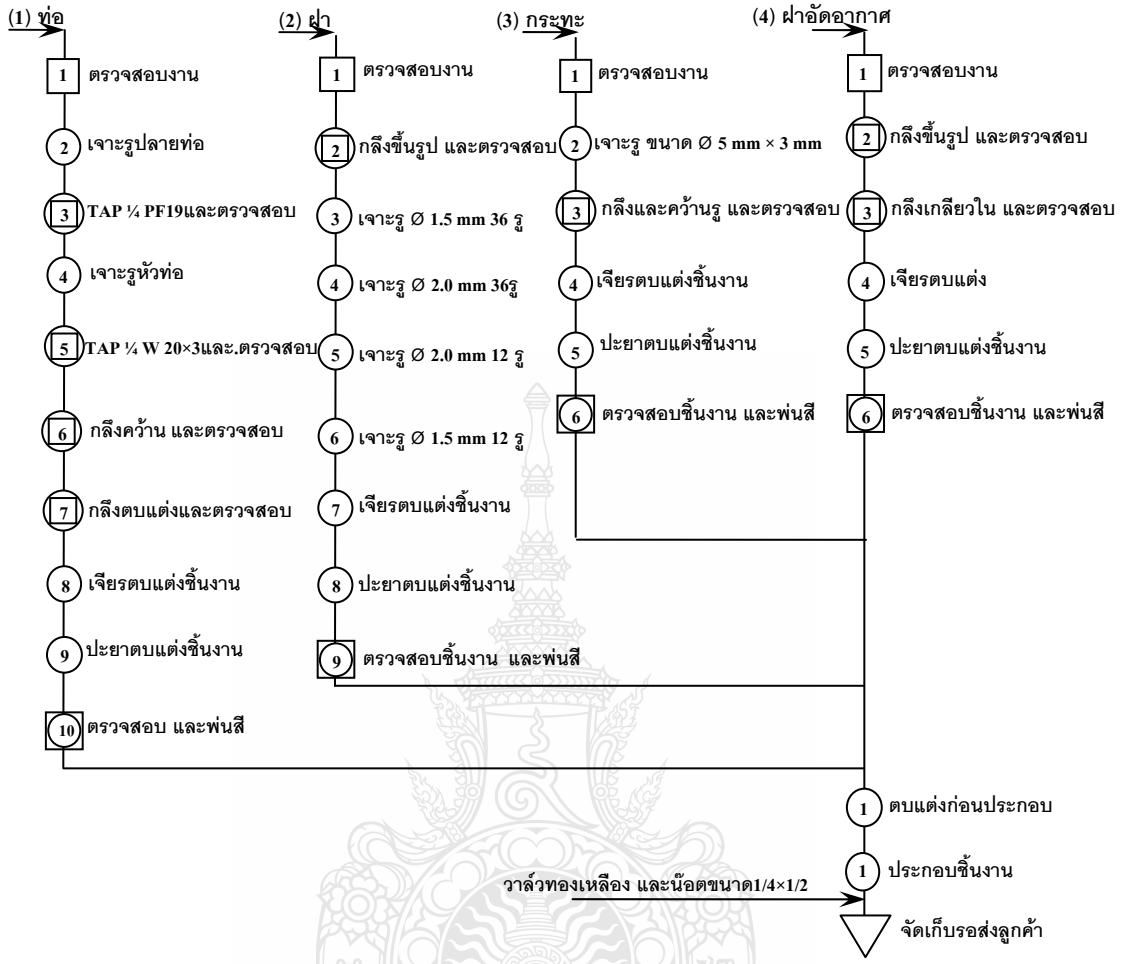
[52] Reuben Escorpizo. 2007. **Understanding work productivity and its application to work-related musculoskeletal disorders,** International Journal of Industrial Ergonomics, N.p.

[53] M. T. Lilly, U. E. Obiajulu, S.O.T. Ogaji, and S. D. Probert, 2007. **Total-Productivity analysis of a Nigerian petroleum-product marketing company,** Applied Energy vol84, 1150-1173

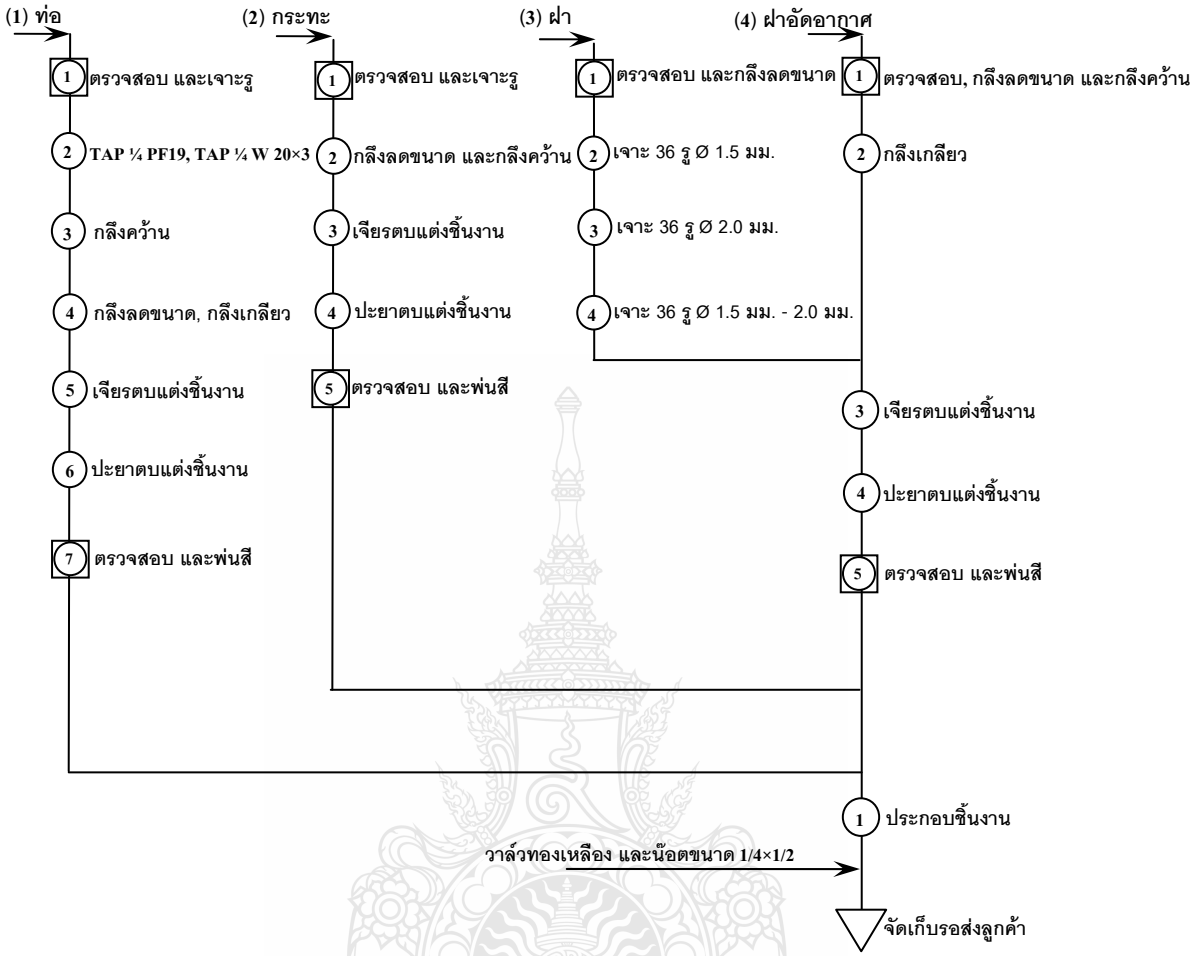
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขปก่อน และหลังการปรับปรุง



ภาพที่ ก.1 แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขปกระบวนการผลิตเตาแก๊ส KB5 ก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ ก.2 แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขปกระบวนการผลิตเตาแก๊ส KB5 หลังการปรับปรุง

ภาคผนวก ข

เวลามาตรฐานก่อน และหลังการปรับปรุง

ตารางที่ ข.1 ข้อมูลการศึกษาเวลาขั้นตอนการเจาะรูชิ้นส่วนเตาแก๊ส (ตัวอย่าง 1 รายการ)

OBSERVATION SHEET

Part name TAP **Operation Line** KB5-01

Model Name หัวเตาแก๊ส **Date** 09/08/53

Process TAP ¼ PF19 และ ตรวจสอบเกลียว **Observe by :** Yuthanarong

Seq.	Job Element	1st	2nt	3rt	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	Max.	Min.	R	Average
1	หยิบชิ้นงานใส่อุปกรณ์จับยึดพร้อมเปิดสวิตซ์สวิตซ์	9.95	10.6	9.35	11.7	9.45	12.7	9.70	9.55	8.95	10.7	12.70	8.95	3.75	10.29
2	TAP เกลียว ¼ PF19	11.7	12.0	10.7	12.4	13.0	12.1	10.8	11.9	12.4	13.1	13.14	10.79	2.35	12.06
3	ตรวจสอบเกลียว	11.9	12.0	13.2	11.9	13.0	11.0	12.0	13.1	12.5	12.0	13.27	11.95	1.32	12.31
4	ปิดสวิตซ์ถอดชิ้นงานออกวางใส่ภาชนะ	9.45	8.37	7.89	9.56	9.35	10.2	11.4	7.99	9.47	11.2	11.49	7.89	3.60	9.51
TOTAL		43.0	43.1	41.3	45.7	44.8	46.2	44.1	42.6	43.3	47.1	47.19	41.30	5.89	44.17

ตารางที่ ข.2 การคำนวณหาจำนวนครั้งการจับเวลา (ก่อนการปรับปรุง)

สายการผลิต	ขั้นตอน	เครื่องจักร	เวลาที่จับได้ (วินาที)										Max.	Min	R	$\bar{X}$	R/ $\bar{X}$	จำนวนครั้งการจับเวลาเพิ่ม
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
ตรวจสอบ	ตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานหล่อสำเร็จ	-	48.29	47.70	49.05	48.75	49.15	48.75	47.95	48.45	47.78	46.95	49.15	46.95	2.20	48.28	0.05	No
KB5-01	เจาะรูปลายท่อ 1 รู	D-01	29.19	31.25	28.45	32.11	31.25	34.84	32.84	30.24	28.79	29.56	34.84	28.45	6.39	30.85	0.21	No
KB5-01	TAP ¼ PF19 และตรวจสอบ	T-01	41.09	39.16	42.30	41.71	42.86	40.23	43.15	41.62	38.39	41.19	43.15	38.39	4.76	41.71	0.12	No
KB5-01	เจาะรูหัวท่อ 3 รู และตรวจสอบ	D-02	33.26	34.84	35.20	32.88	32.24	34.34	31.87	31.94	33.54	32.98	35.20	31.87	3.33	33.31	0.10	No
KB5-01	TAP ¼ W 20×3	T-02	53.09	53.16	51.30	55.71	54.86	56.23	54.15	52.62	53.39	57.19	57.19	51.30	5.89	54.17	0.11	No
KB5-01	กลึงคว้าน	L-01	81.10	82.23	83.51	83.28	83.57	83.60	81.45	81.30	82.94	83.58	83.60	81.10	2.50	82.66	0.03	No
KB5-01	กลึงลดขนาด และกลึงเกลียว	L-02	99.97	98.18	99.53	97.70	99.56	99.23	99.42	97.59	98.92	99.56	99.97	97.59	2.38	98.97	0.02	No
KB5-01	เจียรตบแต่ง	G-01	82.23	83.51	83.28	83.57	83.60	81.45	81.30	82.94	83.58	82.22	83.60	81.30	2.30	82.77	0.03	No
KB5-01	ปะยาตบแต่ง	-	86.15	87.17	86.48	87.15	85.40	86.19	87.84	88.23	87.42	85.00	88.23	85.00	3.23	86.70	0.04	No
KB5-01	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	46.69	48.98	47.87	47.05	48.08	51.87	46.90	48.07	49.99	48.60	51.87	46.69	5.18	48.41	0.11	No
KB5-02	กลึงปาดหน้า และกลึงลดขนาด	L-03	73.21	72.22	73.57	73.28	73.56	73.27	71.48	71.57	72.97	73.55	73.57	71.48	2.09	72.87	0.03	No
KB5-02	เจาะรู 36 รู Ø 1.5 มิลลิเมตร	D-03	62.34	63.95	64.00	62.30	63.55	64.78	63.40	62.31	62.98	63.45	64.78	62.30	2.48	63.31	0.04	No
KB5-02	เจาะรู 36 รู Ø 2.0 มิลลิเมตร	D-04	61.36	62.22	60.57	63.43	62.27	64.62	63.28	64.57	62.86	63.24	64.62	60.57	4.05	62.84	0.06	No
KB5-02	เจาะรู 12 รู Ø 1.5 มิลลิเมตร	D-05	29.63	27.40	29.75	30.75	28.48	29.11	31.25	28.75	27.43	29.36	31.25	27.40	3.85	29.19	0.13	No
KB5-02	เจาะรู 12 รู Ø 2.0 มิลลิเมตร	D-06	32.61	33.55	31.24	34.58	30.25	29.56	30.57	32.49	31.56	32.24	34.58	29.56	5.02	31.87	0.16	No
KB5-02	เจียรตบแต่ง	G-02	29.55	31.54	29.44	29.24	34.84	31.91	32.84	32.24	30.24	31.54	34.84	29.24	5.60	31.14	0.18	No
KB5-02	ปะยาตบแต่ง	-	27.30	28.25	30.20	29.74	30.89	29.77	27.98	28.00	29.46	30.76	30.89	27.30	3.59	29.24	0.12	No
KB5-02	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	27.89	30.82	29.35	27.00	28.67	29.30	31.08	32.12	30.54	28.34	32.12	27.00	5.12	29.51	0.17	No
KB5-03	เจาะรู Ø 5 มิลลิเมตร 3 รู	D-07	54.90	55.54	56.89	56.59	56.89	56.59	54.79	54.98	56.29	55.59	56.89	54.79	2.10	55.91	0.04	No
KB5-03	กลึงลดขนาด และกลึงคว้าน	L-04	90.92	91.02	92.38	92.05	92.37	92.07	90.87	90.37	91.96	92.37	92.38	90.37	2.01	91.64	0.02	No
KB5-03	เจียรตบแต่ง	G-03	94.40	95.18	96.53	97.70	97.56	95.23	96.42	95.59	96.92	97.56	97.70	94.40	3.30	96.21	0.03	No
KB5-03	ปะยาตบแต่ง	-	87.68	88.65	90.00	89.79	90.80	89.70	89.97	88.72	89.46	90.49	90.80	87.68	3.12	89.53	0.03	No
KB5-03	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	52.40	53.13	54.48	54.15	55.48	54.17	52.35	52.48	53.88	54.46	55.48	52.35	3.13	53.70	0.06	No
KB5-04	กลึงลดขนาด และกลึงคว้าน	L-05	55.90	58.21	55.32	56.43	54.20	57.41	56.66	57.24	54.11	56.21	58.21	54.11	4.10	56.17	0.07	No
KB5-04	กลึงเกลียว	L-06	87.30	86.23	87.51	89.28	85.57	88.60	87.45	84.30	86.94	85.58	89.28	84.30	4.98	86.88	0.06	No
KB5-04	เจียรตบแต่ง	G-03	21.10	22.39	23.75	23.44	23.73	23.48	21.62	21.75	23.00	23.75	23.75	21.10	2.65	22.80	0.12	No
KB5-04	ปะยาตบแต่ง	-	19.60	20.17	21.48	21.15	21.40	21.19	19.39	19.40	20.29	21.46	21.48	19.39	2.09	20.55	0.10	No
KB5-04	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	23.40	23.02	24.35	24.08	24.38	24.08	22.29	22.39	23.76	24.34	24.38	22.29	2.09	23.61	0.09	No

ตารางที่ ข.3 การคำนวณหาเวลามาตรฐานของสายการผลิตตัวอย่าง (ก่อนการปรับปรุง)

สายการผลิต	ขั้นตอน	เครื่องจักร	Select time (วินาที/ชิ้น)	Rating Factor (%)	Allowances Time (%)	Normal Time (วินาที/ชิ้น)	Standard Time (วินาที/ชิ้น)
ตรวจสอบ	ตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานหล่อสำเร็จ	-	48.28	100	7	48.28	51.66
KB5-01	เจาะรูปลายท่อ 1 รู	D-01	30.85	100	7	30.85	33.01
KB5-01	TAP ¼ PF19 และตรวจสอบ	T-01	41.71	100	7	41.71	44.63
KB5-01	เจาะรูหัวท่อ 3 รู	D-02	33.31	100	7	33.31	35.64
KB5-01	TAP ¼ W 20×3 และตรวจสอบ	T-02	54.17	100	7	54.17	57.96
KB5-01	กลึงคว้าน	L-01	82.66	100	7	82.66	88.45
KB5-01	กลึงลดขนาด และกลึงเกลียว	L-02	98.97	100	7	98.97	105.90
KB5-01	เจียรตบแต่ง	G-01	82.77	100	7	82.77	88.56
KB5-01	ปะยาตบแต่ง	-	86.70	100	7	86.70	92.77
KB5-01	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	48.41	100	7	48.41	51.80
KB5-02	กลึงปาดหน้า และกลึงลดขนาด	L-03	72.87	100	7	72.87	77.97
KB5-02	เจาะรู 36 รู Ø 1.5 มิลลิเมตร	D-03	63.31	100	7	63.31	67.74
KB5-02	เจาะรู 36 รู Ø 2.0 มิลลิเมตร	D-04	62.84	100	7	62.84	67.24
KB5-02	เจาะรู 12 รู Ø 1.5 มิลลิเมตร	D-05	29.19	100	7	29.19	31.23
KB5-02	เจาะรู 12 รู Ø 2.0 มิลลิเมตร	D-06	31.87	100	7	31.87	34.10
KB5-02	เจียรตบแต่ง	G-02	31.14	100	7	31.14	33.32
KB5-02	ปะยาตบแต่ง	-	29.24	100	7	29.24	31.29
KB5-02	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	29.51	100	7	29.51	31.58
KB5-03	เจาะรู Ø 5 มิลลิเมตร 3 รู	D-07	55.91	100	7	55.91	59.82
KB5-03	กลึงลดขนาด และกลึงคว้าน	L-04	91.64	100	7	91.64	98.05
KB5-03	เจียรตบแต่ง	G-03	96.21	100	7	96.21	102.94
KB5-03	ปะยาตบแต่ง	-	89.53	100	7	89.53	95.80
KB5-03	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	53.70	100	7	53.70	57.46
KB5-04	กลึงลดขนาด และกลึงคว้าน	L-05	56.17	100	7	56.17	60.10
KB5-04	กลึงเกลียว	L-06	86.88	100	7	86.88	92.96
KB5-04	เจียรตบแต่ง	G-03	22.80	100	7	22.80	24.40
KB5-04	ปะยาตบแต่ง	-	20.55	100	7	20.55	21.99
KB5-04	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	23.61	100	7	23.61	25.26

ตารางที่ ข.4 การคำนวณหาจำนวนครั้งการจับเวลา (หลังการปรับปรุง)

สายการผลิต	ขั้นตอน	เครื่องจักร	เวลาที่จับได้ (วินาที)										Max.	Min	R	$\bar{X}$	R/ $\bar{X}$	จำนวนครั้งการจับเวลาเพิ่ม
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
KB5-01	ตรวจสอบ, เจาะรู 1 รู, เจาะรู 3 รู	D-01, D-02	60.00	61.78	63.65	61.90	65.12	64.43	60.59	62.22	60.33	63.55	64.43	60.00	4.43	62.36	0.07	No
KB5-01	TAP ¼ PF19, TAP ¼ W 20×3	T-01, T-02	63.40	65.55	62.78	64.00	64.04	66.97	64.87	66.34	64.76	63.77	66.97	62.78	4.19	64.65	0.06	No
KB5-01	กลึงคว้าน	L-01	56.20	60.89	59.96	58.24	58.54	57.82	57.76	58.34	60.21	59.88	60.89	56.20	4.69	58.78	0.08	No
KB5-01	กลึงลดขนาด และกลึงเกลียว	L-02	62.30	64.83	65.34	63.63	62.67	63.35	64.87	65.16	65.69	63.45	65.69	62.30	3.39	64.13	0.05	No
KB5-01	เจียรตบแต่ง	G-01	49.40	47.90	51.35	52.73	50.66	51.86	53.04	52.05	51.90	48.95	53.04	47.90	5.14	50.98	0.10	No
KB5-01	ปะยาตบแต่ง	-	48.07	49.75	48.54	49.01	47.06	51.85	50.89	47.87	48.58	49.97	51.85	47.06	4.79	49.16	0.10	No
KB5-01	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	46.69	48.98	47.87	47.05	48.08	51.87	46.90	48.07	49.99	48.60	51.87	46.69	5.18	48.41	0.11	No
KB5-02	ตรวจสอบ, กลึงปาดหน้า และกลึงลดขนาด	L-03	61.30	64.80	62.64	65.80	64.77	63.80	65.04	62.79	63.87	64.05	65.04	61.30	3.74	63.89	0.06	No
KB5-02	เจาะรู 36 รู Ø 1.5 มิลลิเมตร	D-03	62.34	63.95	64.00	62.30	63.55	64.78	63.40	62.31	62.98	63.45	64.78	62.30	2.48	63.31	0.04	No
KB5-02	เจาะรู 36 รู Ø 2.0 มิลลิเมตร	D-04	61.36	62.22	60.57	63.43	62.27	64.62	63.28	64.57	62.86	63.24	64.62	60.57	4.05	62.84	0.06	No
KB5-02	เจาะรู 12 รู Ø 1.5-2.0 มิลลิเมตร	D-05, D-06	65.15	65.23	64.68	64.02	65.43	64.19	63.42	64.87	64.34	64.19	65.43	63.42	1.08	64.55	0.01	No
KB5-02	เจียรตบแต่ง	G-02	23.58	24.56	26.78	26.43	24.65	25.18	26.45	24.46	25.67	24.03	26.78	23.58	3.20	25.18	0.13	No
KB5-02	ปะยาตบแต่ง	-	23.64	25.43	25.05	26.65	24.07	23.90	27.02	27.97	25.93	26.87	27.97	23.64	4.33	25.65	0.17	No
KB5-02	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	27.89	30.82	29.35	27.00	28.67	29.30	31.08	32.12	30.54	28.34	32.12	27.00	5.12	29.51	0.17	No
KB5-03	ตรวจสอบ, เจาะรู Ø 5 มิลลิเมตร 3 รู	D-07	64.81	63.48	63.67	65.22	63.99	65.01	65.65	65.74	64.67	64.46	65.74	63.48	1.04	64.67	0.02	No
KB5-03	กลึงลดขนาด และกลึงคว้าน	L-04	57.50	58.45	58.02	57.87	59.90	60.34	64.45	61.35	58.53	59.90	64.45	57.50	6.95	59.63	0.12	No
KB5-03	เจียรตบแต่ง	G-03	64.76	64.73	64.65	64.57	64.77	64.56	63.09	66.47	64.93	65.11	66.47	63.09	3.38	64.76	0.05	No
KB5-03	ปะยาตบแต่ง	-	59.20	62.76	64.54	62.11	63.63	63.04	59.92	61.75	63.86	62.96	64.54	59.20	5.34	62.38	0.09	No
KB5-03	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	52.40	53.13	54.48	54.15	55.48	54.17	52.35	52.48	53.88	54.46	55.48	52.35	3.13	53.70	0.06	No
KB5-04	ตรวจสอบ, กลึงลดขนาด และกลึงคว้าน	L-05	53.26	54.22	52.55	59.46	57.75	54.80	58.76	59.03	57.09	58.34	59.46	52.55	6.91	56.53	0.12	No
KB5-04	กลึงเกลียว	L-06	62.16	63.66	64.54	66.44	62.63	64.63	65.62	63.55	64.63	62.65	66.44	62.16	4.28	64.05	0.07	No
KB5-04	เจียรตบแต่ง	G-04	18.51	19.45	17.54	21.11	20.34	18.45	19.46	18.57	19.34	18.58	21.11	17.54	3.57	19.14	0.19	No
KB5-04	ปะยาตบแต่ง	-	18.62	19.00	21.34	22.67	23.00	19.62	18.43	19.03	18.45	19.37	23.00	18.43	4.57	19.95	0.23	No
KB5-04	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	23.40	23.02	24.35	24.08	24.38	24.08	22.29	22.39	23.76	24.34	24.38	22.29	2.09	23.61	0.09	No
KB5-02/KB5-04	เจียรตบแต่ง	G-03, G-04	60.40	64.23	61.43	62.45	63.55	63.43	64.01	63.56	62.54	61.49	64.23	60.40	3.83	62.71	0.06	No
KB5-02/KB5-04	ปะยาตบแต่ง	-	56.81	59.55	57.43	57.34	58.56	55.65	56.78	57.97	54.85	56.90	59.55	54.85	4.70	57.18	0.08	No
KB5-02/KB5-04	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	64.30	65.85	64.69	62.33	64.86	63.88	66.65	65.34	64.59	62.87	66.65	62.33	4.32	64.53	0.07	No

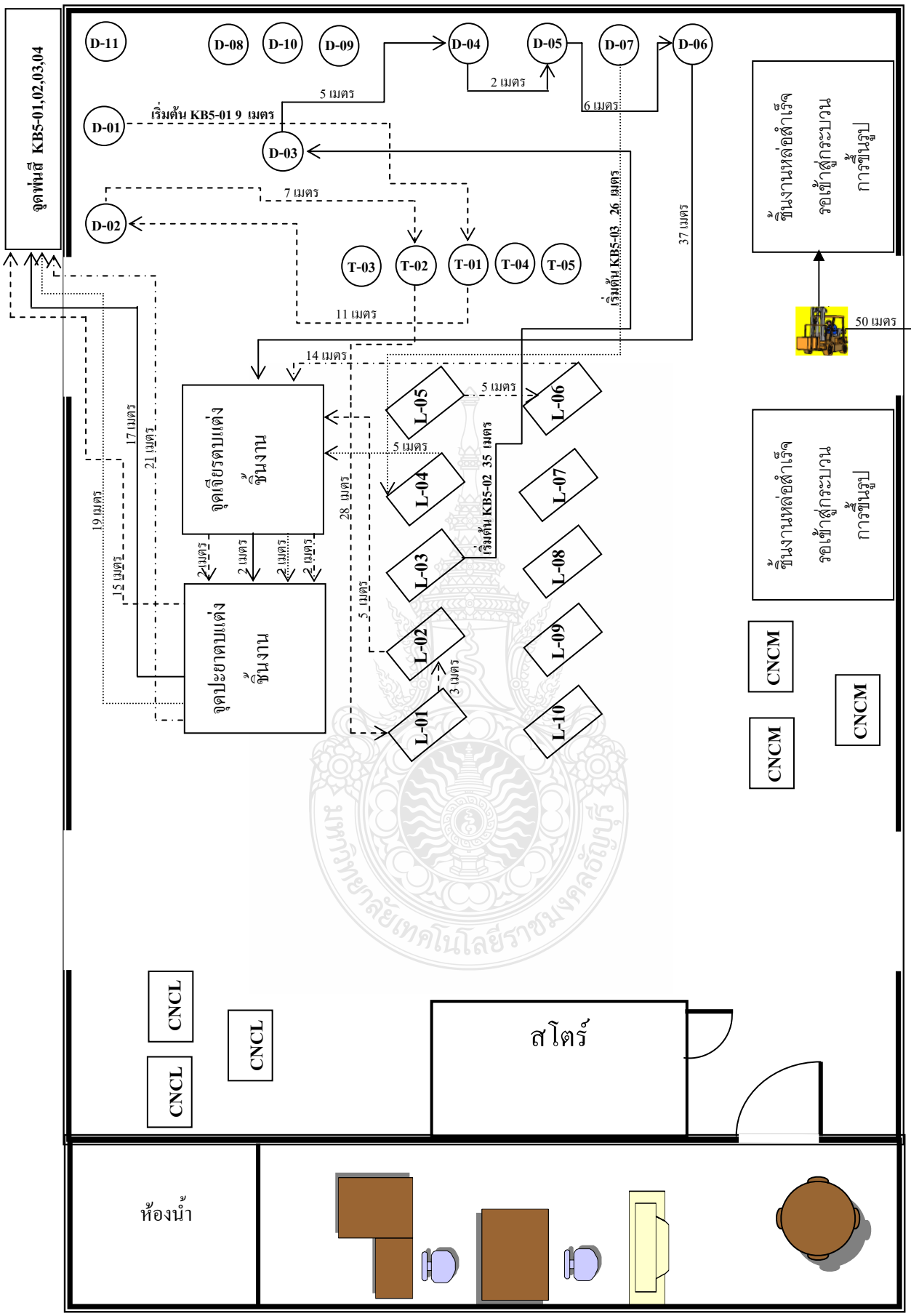
ตารางที่ ข.5 การคำนวณหาเวลามาตรฐานของสายการผลิตตัวอย่าง (หลังการปรับปรุง)

สายการผลิต	ขั้นตอน	เครื่องจักร	Select time (วินาที/ชิ้น)	Rating Factor (%)	Allowances Time (%)	Normal Time (วินาที/ชิ้น)	Standard Time (วินาที/ชิ้น)
KB5-01	ตรวจสอบ, เจาะรู 1 รู, เจาะรู 3 รู	D-01, D-02	62.36	100	7	62.36	66.73
KB5-01	TAP ¼ PF19, TAP ¼ W 20×3	T-01, T-02	64.65	100	7	64.65	69.18
KB5-01	กลึงคว้าน **Ø 114.5 +0.20** mm.	L-01	58.78	100	7	58.78	62.89
KB5-01	กลึงลดขนาด และกลึงเกลียว	L-02	64.13	100	7	64.13	68.62
KB5-01	เจียรตบแต่ง	G-01	50.98	100	7	50.98	54.55
KB5-01	ปะยาตบแต่ง	-	49.16	100	7	49.16	52.60
KB5-01	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	48.41	100	7	48.41	51.80
KB5-02	ตรวจสอบ, กลึงปาดหน้า และกลึงลดขนาด	L-03	63.89	100	7	63.89	68.36
KB5-02	เจาะรู 36 รู Ø 1.5 มิลลิเมตร	D-03	63.31	100	7	63.31	67.74
KB5-02	เจาะรู 36 รู Ø 2.0 มิลลิเมตร	D-04	62.84	100	7	62.84	67.24
KB5-02	เจาะรู 12 รู Ø 1.5-2.0 มิลลิเมตร	D-05, D-06	64.55	100	7	64.55	69.07
KB5-02	เจียรตบแต่ง	G-02	25.18	100	7	25.18	26.94
KB5-02	ปะยาตบแต่ง	-	25.65	100	7	25.65	27.45
KB5-02	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	29.51	100	7	29.51	31.58
KB5-03	ตรวจสอบ, เจาะรู Ø 5 มิลลิเมตร 3 รู	D-07	64.67	100	7	64.67	69.20
KB5-03	กลึงลดขนาด และกลึงคว้าน	L-04	59.63	100	7	59.63	63.80
KB5-03	เจียรตบแต่ง	G-03	64.76	100	7	64.76	69.29
KB5-03	ปะยาตบแต่ง	-	62.38	100	7	62.38	66.75
KB5-03	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	53.70	100	7	53.70	57.46
KB5-04	ตรวจสอบ, กลึงลดขนาด และกลึงคว้าน	L-05	56.53	100	7	56.53	60.49
KB5-04	กลึงเกลียว	L-06	64.05	100	7	64.05	68.53
KB5-04	เจียรตบแต่ง	G-04	19.14	100	7	19.14	20.48
KB5-04	ปะยาตบแต่ง	-	19.95	100	7	19.95	21.35
KB5-04	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	23.61	100	7	23.61	25.26
KB5-02/KB5-04	เจียรตบแต่ง	G-03, G-04	62.71	100	7	62.71	67.10
KB5-02/KB5-04	ปะยาตบแต่ง	-	57.18	100	7	57.18	61.18
KB5-02/KB5-04	ตรวจสอบ และพ่นสี	-	64.53	100	7	64.53	69.05

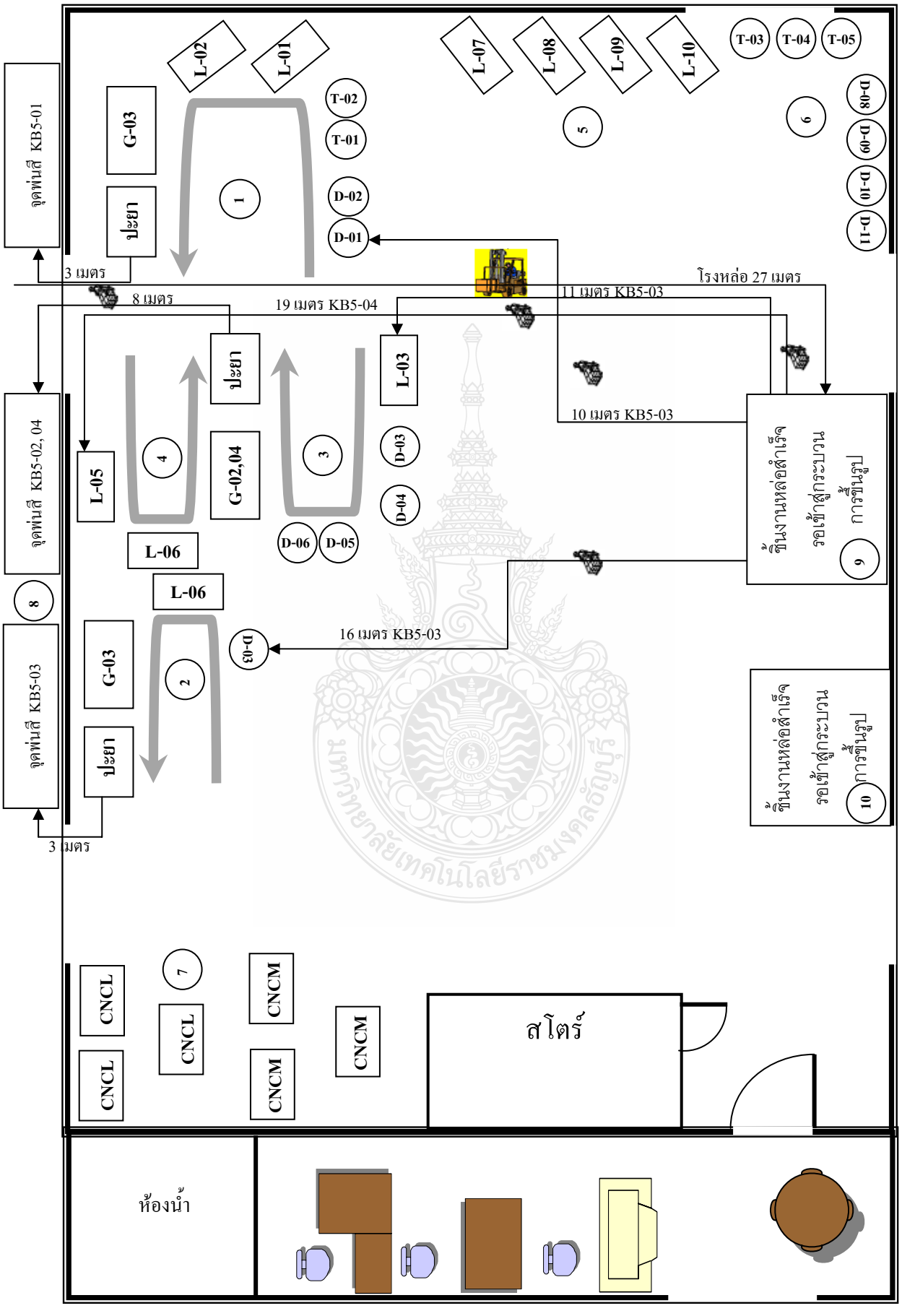
ภาคผนวก ค

ผังโรงงาน และข้อมูลระยะทางการไหลของวัสดุ

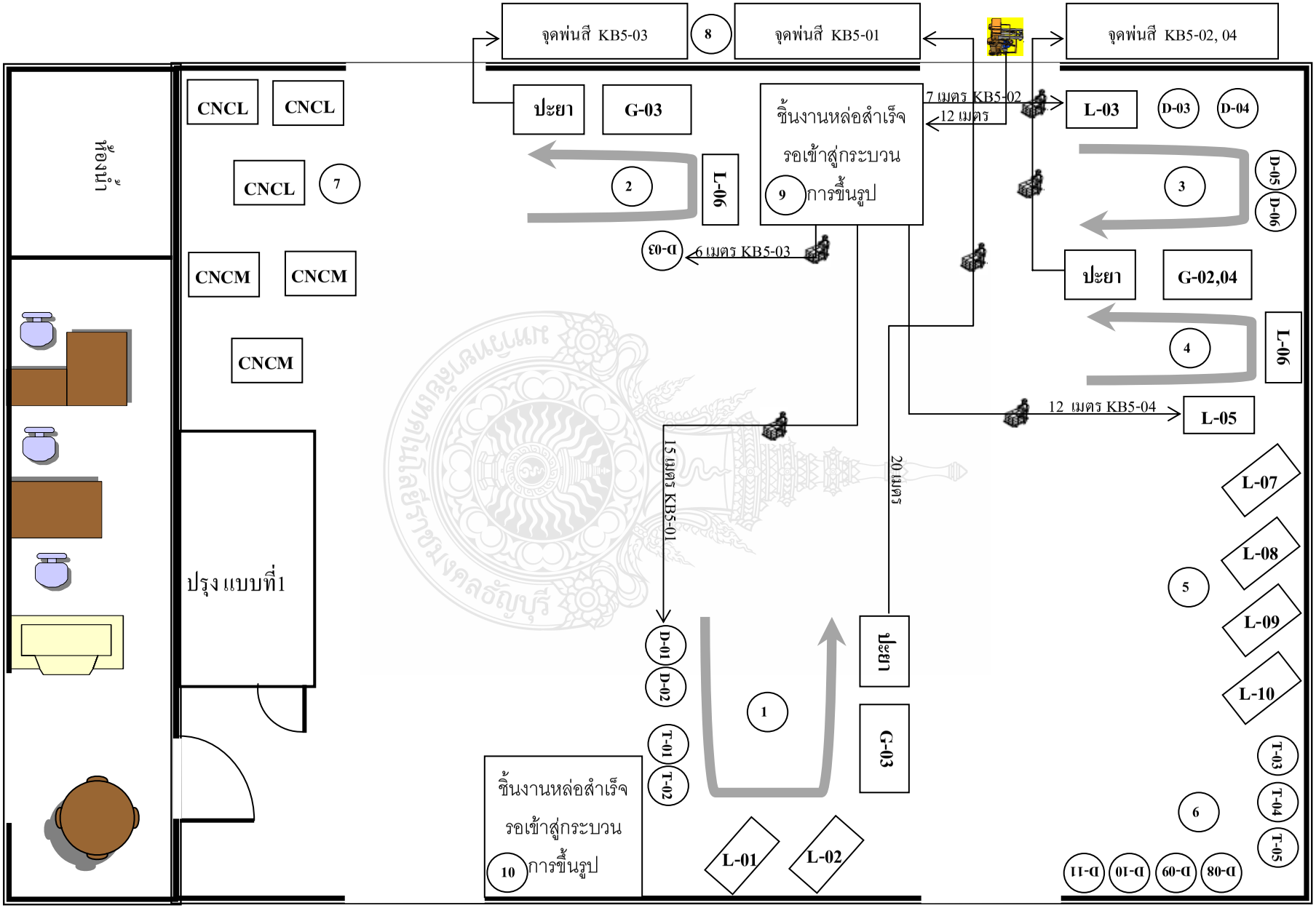
ก่อนและหลังการปรับปรุง



ภาพที่ ค.1 ผังโรงงานสายการผลิตตัวอย่างก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ ค.2 ผังโรงงานสายการผลิตตัวอย่างหลังการปรับปรุง แบบที่ 1



ภาพที่ ค.3 ผังโรงงานสายการผลิตตัวอย่างหลังการปรับปรุง แบบที่ 2

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลระยะทางการไหลของวัสดุก่อนการปรับปรุงผังโรงงาน

Seq.	From/To		DISTANCE (m.)			
			KB5-01	KB5-02	KB5-03	KB5-04
1	F	FD	50	50	50	50
	T	ตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา				
2	F	ตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตา	23	28	12	18
	T	1				
3	F	1	9	35	26	5
	T	2				
4	F	2	11	5	5	14
	T	3				
5	F	3	7	2	2	2
	T	4				
6	F	4	28	6	19	21
	T	5				
7	F	5	3	37		
	T	6				
8	F	6	5	2		
	T	7				
9	F	7	2	17		
	T	8				
10	F	8	15			
	T	9				
TOTAL			**153**	**182**	**114**	**110**
			559			

ตารางที่ ค.2 เปรียบเทียบระยะทางการไหลของวัสดุจากผังโรงงานแบบที่ 1 และแบบที่ 2

Seq.	From/To		DISTANCE (m.)							
			ผังโรงงานแบบที่ 1 KB5				ผังโรงงานแบบที่ 2 KB5			
			01	02	03	04	01	02	03	04
1	F	โรงหล่อ	27	27	27	27	12	12	12	12
	T	จุดพักชิ้นงาน								
2	F	จุดพักชิ้นงาน	10	11	16	19	15	7	6	12
	T	1								
3	F	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	T	2								
4	F	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	T	3								
5	F	3	1	1	1	1	1	1	1	1
	T	4								
6	F	4	1	1	3	8	1	1	3	8
	T	5								
7	F	5	1	1			1	1		
	T	6								
8	F	6	3	8			20	8		
	T	7								
TOTAL			**45**	**51**	**49**	**57**	**52**	**32**	**24**	**35**
			202				**143**			

ภาคผนวก ง

การตั้งคำถาม 5W1H

ตารางที่ ง.1 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนงานตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานที่มาจากโรงหล่อ

หัวข้อ	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์	What (ทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนของกระบวนการตรวจสอบชิ้นงาน	ขั้นตอนในการตรวจสอบชิ้นงานก่อนนำเข้าสู่กระบวนการผลิตมีรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ต่ำทำให้พนักงานเกิดการวางงานส่งผลโดยตรงต่ออัตราผลิตภาพทางด้านแรงงาน (Labor)	สามารถนำขั้นตอนนี้ไปรวมกับขั้นตอนอื่นได้เนื่องจากมีรอบเวลาต่ำโดยให้พนักงานผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้ตรวจสอบแทนเนื่องจากเป็นการตรวจสอบด้วยสายตา (Visual control) พนักงานทุกคนสามารถตรวจสอบได้ แต่ต้องเป็นขั้นตอนที่รวมกันแล้วรอบเวลาไม่เกินค่า Takt Time และต้องกำหนดให้เป็นขั้นตอนที่ 1 ในสถานีงานที่ 1 เท่านั้น
	Why (ทำไมต้องทำ)	เนื่องจาก (Cycle Time) ต่ำกว่า (Takt Time) ทำให้พนักงานว่างงาน		
สถานที่	Where (ทำที่ไหน)	สถานีงานที่ (Cycle Time) เหลือพอในการตรวจสอบ		
	Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	มีเวลาเหลือพอให้พนักงานตรวจสอบ		
ใคร,สิ่งใด	Who (ใครเป็นคนทำ)	พนักงานควบคุมเครื่องจักร		
	Why (ทำไมต้องเป็นคนนั่น)	เป็นพนักงานประจำสถานีงานนั่น		
ลำดับ	When (ทำเมื่อไร)	เมื่อมีชิ้นงานมาจากโรงหล่อ		
	Why (ทำไมต้องทำเมื่อนั่น)	ต้องมีชิ้นงานจึงจะสามารถตรวจสอบได้		
วิธีการ	How (ทำอย่างไร)	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS		
	Why (ทำไมต้องทำอย่างนั่น)	หลักเกณฑ์ECRSสามารถรวมขั้นตอนให้เป็นขั้นตอนเดียวกันได้		

ตารางที่ ง.2 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนงานตรวจสอบขนาดชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัด

หัวข้อ	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์	What (ทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนของกระบวนการตรวจสอบชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัด	ขั้นตอนในการตรวจสอบขนาดชิ้นงานด้วยเครื่องมือวัดเป็นขั้นตอนที่ทำซ้ำๆกันหลายครั้งในสถานีงานที่มีการกลึงขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ทำให้รอบเวลาการผลิตเกินค่า Takt Time	สามารถกำจัดขั้นตอนนี้ออกจากกระบวนการผลิตได้แต่ต้องมีการซ่อมบำรุงหรือปรับเปลี่ยนสเกลชุดแท่นเลื่อนให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้กำหนดระยะป้อนกินลึกแทนการหยุดเครื่องจักรแล้วใช้เครื่องมือวัดๆขนาดได้
	Why (ทำไมต้องทำ)	เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ทำให้รอบเวลาเกินค่า Takt Time		
สถานที่	Where (ทำที่ไหน)	สถานีงานกลึงขึ้นรูป		
	Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	เนื่องจากต้องมีการกลึงขึ้นรูปจึงจะมีการวัดขนาดได้		
ใคร,สิ่งใด	Who (ใครเป็นคนทำ)	พนักงานที่ปฏิบัติงานกลึง		
	Why (ทำไมต้องเป็นคนนั่น)	เนื่องจากเป็นพนักงานผู้ปฏิบัติงานกลึง		
ลำดับ	When (ทำเมื่อไร)	เมื่อมีการกลึงขึ้นรูปผลิตภัณฑ์		
	Why (ทำไมต้องทำเมื่อนั่น)	ต้องมีชิ้นงานกลึงขึ้นรูปจึงจะสามารถปรับปรุงขั้นตอนการตรวจสอบขนาดได้		
วิธีการ	How (ทำอย่างไร)	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS		
	Why (ทำไมต้องทำอย่างนั่น)	หลักเกณฑ์ECRSสามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการผลิตได้		

ตารางที่ ง.3 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนงานทดสอบเกลียว

หัวข้อ	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์	What (ทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนของกระบวนการตรวจสอบเกลียว	ขั้นตอนในการตรวจสอบเกลียวเป็นขั้นตอนที่ทำซ้ำๆกันหลายครั้งทำให้รอบเวลาการผลิตเกินค่า Takt Time	สามารถกำจัดขั้นตอนนี้ออกจากกระบวนการผลิตได้โดยนำไปตรวจสอบขณะการประกอบชิ้นงานแต่ต้องมีการซ่อมบำรุงหรือปรับเปลี่ยนชุดอุปกรณ์กลึงเกลียวให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
	Why (ทำไมต้องทำ)	เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ทำให้รอบเวลาเกินค่า Takt Time		
สถานที่	Where (ทำที่ไหน)	สถานีงานที่มีขั้นตอนการกลึงเกลียว และต๊าปเกลียว		
	Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	เนื่องจากต้องมีการกลึงเกลียว และต๊าปเกลียวจึงจะมีการทดสอบเกลียวได้		
ใคร,สิ่งใด	Who (ใครเป็นคนทำ)	พนักงานที่ปฏิบัติงานกับเครื่องกลึง และเครื่องต๊าป		
	Why (ทำไมต้องเป็นคนนั่น)	เนื่องจากเป็นพนักงานผู้ปฏิบัติงานกลึงเกลียว และต๊าปเกลียว		
ลำดับ	When (ทำเมื่อไร)	เมื่อมีการกลึงเกลียว และต๊าปเกลียว		
	Why (ทำไมต้องทำเมื่อนั่น)	ต้องมีการกลึงเกลียว และต๊าปเกลียวจึงจะสามารถทดสอบเกลียวได้		
วิธีการ	How (ทำอย่างไร)	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS		
	Why (ทำไมต้องทำอย่างนั่น)	หลักเกณฑ์ECRSสามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้		

ตารางที่ ง.4 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนงานกลึงขึ้นรูป และกลึงเกลียว

หัวข้อ	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์	What (ทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานของเครื่องกลึง	พนักงานต้องทำงานสลับกับการหยุดเครื่องเพื่อใช้เครื่องมือวัดทดสอบขนาดและตรวจสอบเกลียวบ่อยครั้งเนื่องจากสเกลกำหนดขนาดของชุดแท่นเลื่อนและอุปกรณ์ในการกลึงเกลียวเกิดการชำรุดส่งผลทำให้มีรอบเวลาการผลิตเกินค่า Takt Time	สามารถกำจัดขั้นตอนการวัดขนาดด้วยเครื่องมือวัด และทดสอบเกลียวออกจากกระบวนการผลิตได้แต่ต้องมีการซ่อมบำรุงหรือปรับเปลี่ยนสเกลชุดแท่นเลื่อนและชุดอุปกรณ์กลึงเกลียวให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
	Why (ทำไมต้องทำ)	เนื่องจากมีรอบเวลาเกินค่า Takt Time ทำให้พนักงานทำงานไม่ทัน		
สถานที่	Where (ทำที่ไหน)	สถานีงานกลึงขึ้นรูป และกลึงเกลียว		
	Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	มีเครื่องกลึงที่ใช้ประจำอยู่ที่นั่น		
ใคร,สิ่งใด	Who (ใครเป็นคนทำ)	พนักงานผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องกลึง		
	Why (ทำไมต้องเป็นคนนั่น)	เป็นพนักงานประจำสถานีงานนั่น		
ลำดับ	When (ทำเมื่อไร)	เมื่อมีชิ้นงานที่ต้องการกลึงขึ้นรูป และกลึงเกลียว		
	Why (ทำไมต้องทำเมื่อนั่น)	ต้องมีชิ้นงานกลึงขึ้นรูป และกลึงเกลียวจึงจะสามารถปรับปรุงงานได้		
วิธีการ	How (ทำอย่างไร)	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS		
	Why (ทำไมต้องทำอย่างนั่น)	หลักเกณฑ์ ECRS สามารถปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น		

ตารางที่ ง.5 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนงานเจาะรูฝา 12 รู Ø 1.5 และ 2.0 มิลลิเมตร

หัวข้อ	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์	What (ทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนการเจาะรู	ขั้นตอนการเจาะรูฝา 12 รู Ø1.5 และ 2.0 มิลลิเมตร เป็นขั้นตอนที่มีรอบเวลาต่ำทำให้พนักงานเกิดการว่างงานหรือถ้ามีการผลิตโดยไม่มีการวางแผนก็จะเกิดการผลิตที่มีมากเกินความจำเป็น (Over Production) ส่งผลต้นทุนในการควบคุมสินค้าคงคลัง	สามารถใช้หลักเกณฑ์ ECRS รวมขั้นตอนของงานนี้เข้าด้วยกันได้โดยการวางผังโรงงานใหม่ย้ายเครื่องเจาะทั้ง 2 เครื่องมาอยู่ติดกันให้พนักงาน 1 คนทำงานกับเครื่องเจาะ 2 เครื่อง ซึ่งจะมาสามารถลดจำนวนพนักงานได้ 1 คน แต่เมื่อนำรวมกันแล้วต้องพยายามให้รอบเวลาไม่เกินค่า (Takt Time)
	Why (ทำไมต้องทำ)	เนื่องจากมีรอบเวลาต่ำทำให้พนักงานเกิดการว่างงาน		
สถานที่	Where (ทำที่ไหน)	สถานีงานที่มีการเจาะรู12 รู Ø1.5 และ 2.0 มิลลิเมตร		
	Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	มีเครื่องเจาะที่ใช้ประจำอยู่ที่นั่น		
ใคร,สิ่งใด	Who (ใครเป็นคนทำ)	พนักงานที่ปฏิบัติงานเจาะ		
	Why (ทำไมต้องเป็นคนนั่น)	เป็นพนักงานประจำสถานีงานนั่น		
ลำดับ	When (ทำเมื่อไร)	เมื่อมีชิ้นงานอยู่ในสถานีงาน		
	Why (ทำไมต้องทำเมื่อนั่น)	ต้องมีชิ้นงานอยู่ในสถานีงานจึงจะสามารถปรับปรุงงานได้		
วิธีการ	How (ทำอย่างไร)	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS		
	Why (ทำไมต้องทำอย่างนั่น)	หลักเกณฑ์ ECRS สามารถรวมขั้นตอนงานให้เป็นขั้นตอนเดียวกันได้		

ตารางที่ ง.6 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนงานต๊าปเกลียว

หัวข้อ	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์	What (ทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนการต๊าปเกลียว	เนื่องจากในกระบวนการทำงานมีขั้นตอนในการตรวจสอบเกลียวซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำซ้ำๆกันหลายครั้งจึงทำให้รอบเวลาการผลิตเกินค่า Takt Time	สามารถใช้หลักเกณฑ์ ECRS กำจัดขั้นตอนนี้ออกจากขั้นตอนการต๊าปเกลียวได้โดยให้นำไปตรวจสอบขณะการประกอบชิ้นงานแต่ต้องมีผู้ชำนาญงานหรือหัวหน้างานค่อยให้คำแนะนำขณะพนักงานปฏิบัติงานเพื่อป้องกันการเกิดงานเสีย
	Why (ทำไมต้องทำ)	เนื่องจากมีรอบเวลาเกินค่า Takt Time ทำให้พนักงานทำงานไม่ทัน		
สถานที่	Where (ทำที่ไหน)	ขั้นตอนการต๊าปเกลียว		
	Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	มีเครื่องต๊าปเกลียวที่ใช้ประจำอยู่ที่นั่น		
ใคร,สิ่งใด	Who (ใครเป็นคนทำ)	พนักงานที่ปฏิบัติงานต๊าปเกลียว		
	Why (ทำไมต้องเป็นคนนั่น)	เป็นพนักงานประจำสถานีงานนั่น		
ลำดับ	When (ทำเมื่อไร)	เมื่อมีชิ้นงานอยู่ในสถานีงาน		
	Why (ทำไมต้องทำเมื่อนั่น)	ต้องมีชิ้นงานอยู่ในสถานีงานจึงจะสามารถปรับปรุงงานได้		
วิธีการ	How (ทำอย่างไร)	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS		
	Why (ทำไมต้องทำอย่างนั่น)	หลักเกณฑ์ ECRS สามารถตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกได้		

ตารางที่ ง.7 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนงานเจียรตบแต่ง

หัวข้อ	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์	What (ทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนการเจียรตบแต่ง	พนักงานต้องนั่งปฏิบัติงานกับพื้นสลับกับการลุกขึ้นเดินรอบชิ้นงาน อีกทั้งเครื่องเจียรที่ใช้งานมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น เนื่องจากลักษณะการเจียรเป็นการเจียรตบแต่งครีบเล็กๆ ส่งผลให้เมื่อทำงานเป็นเวลานานๆทำให้เกิดความเมื่อยล้า และเป็นสาเหตุให้รอบเวลาเกินค่า Takt Time ในบางสถานีงาน	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS ปรับปรุงขั้นตอนในการทำงานให้ง่ายขึ้นโดยการจัดโต๊ะให้พนักงานได้ยืนปฏิบัติงานบนโต๊ะ พร้อมกับออกแบบอุปกรณ์จับยึด (jig) เพื่อใช้วางชิ้นงาน โดยออกแบบให้หมุนได้รอบตัวเองแทนการให้พนักงานเดินรอบชิ้นงาน และปรับเปลี่ยนเครื่องเจียรให้มีขนาดเล็กลงเพื่อลดความเมื่อยล้า
	Why (ทำไมต้องทำ)	ลดรอบเวลา และความเมื่อยล้าให้กับพนักงาน		
สถานที่	Where (ทำที่ไหน)	สถานีงานการเจียรตบแต่ง		
	Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	มีสถานทำงานที่ทำเป็นประจำอยู่ที่นั่น		
ใคร,สิ่งใด	Who (ใครเป็นคนทำ)	พนักงานที่ปฏิบัติงานเจียรตบแต่ง		
	Why (ทำไมต้องเป็นคนนั่น)	เป็นพนักงานประจำสถานีงานนั่น		
ลำดับ	When (ทำเมื่อไร)	เมื่อมีชิ้นงานอยู่ในสถานีงาน		
	Why (ทำไมต้องทำเมื่อนั่น)	ต้องมีชิ้นงานอยู่ในสถานีงานจึงจะสามารถเจียรตบแต่งได้		
วิธีการ	How (ทำอย่างไร)	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS		
	Why (ทำไมต้องทำอย่างนั่น)	หลักเกณฑ์ ECRS สามารถปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น		

ตารางที่ ง.8 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนงานปะยาตบแต่ง

หัวข้อ	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์	What (ทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนการปะยาตบแต่ง	พนักงานต้องนั่งบนเก้าอี้ต่ำๆแล้วว่างชิ้นงานไว้บนตักเมื่อปฏิบัติงานซ้ำๆกันเป็นเวลานานๆจะทำให้เกิดความเมื่อยล้า และเป็นสาเหตุให้รอบเวลาเกินค่า Takt Time ในบางสถานีงาน	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS ปรับปรุงขั้นตอนในการทำงานให้ง่ายขึ้น โดยการจัดให้พนักงานทำงานบนโต๊ะ และนั่งบนเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับสูงต่ำได้เนื่องจากความสูงของพนักงานแต่ละคนไม่เท่ากัน
	Why (ทำไมต้องทำ)	ลดรอบเวลา และความเมื่อยล้าให้กับพนักงาน		
สถานที่	Where (ทำที่ไหน)	สถานีงานการปะยาตบแต่ง		
	Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	มีสถานทำงานที่ทำเป็นประจำอยู่ที่นั่น		
ใคร,สิ่งใด	Who (ใครเป็นคนทำ)	พนักงานที่ปฏิบัติงานปะยาตบแต่ง		
	Why (ทำไมต้องเป็นคนนั่น)	เป็นพนักงานประจำสถานีงานนั่น		
ลำดับ	When (ทำเมื่อไร)	เมื่อมีชิ้นงานอยู่ในสถานีงาน		
	Why (ทำไมต้องทำเมื่อนั่น)	ต้องมีชิ้นงานอยู่ในสถานีงานจึงจะสามารถปะยาตบแต่งได้		
วิธีการ	How (ทำอย่างไร)	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS		
	Why (ทำไมต้องทำอย่างนั่น)	หลักเกณฑ์ ECRS สามารถปรับปรุงวิธีการทำงานให้ง่ายขึ้น		

ตารางที่ ง.9 การตั้งคำถาม 5W1H ในขั้นตอนงานพ่นสี

หัวข้อ	5W1H	คำตอบ	ปัญหาที่เกิดขึ้น	แนวทางการแก้ไข
วัตถุประสงค์	What (ทำอะไร)	ปรับปรุงขั้นตอนการพ่นสี	ชิ้นงานฝา และฝาอัดอากาศเป็นชิ้นงานขนาดเล็กทำให้รอบเวลาในสถานีงานพ่นสีต่ำส่งผลให้ขั้นตอนดังกล่าวพนักงานเกิดการว่างงาน	สามารถใช้หลักเกณฑ์ ECRS รวมขั้นตอนของงานนี้เข้าด้วยกันได้โดยการวางผังโรงงานใหม่ย้ายทั้ง 2 สถานีงานมาอยู่ติดกันให้พนักงาน 1 คนทำการพ่นสีชิ้นงาน 2 ชิ้น ซึ่งจะมาสามารถลดจำนวนพนักงานได้ 1 คน แต่เมื่อนำรวมกันแล้วต้องพยายามให้รอบเวลาไม่เกินค่า Takt Time
	Why (ทำไมต้องทำ)	เนื่องจากมีรอบเวลาเกินค่า Takt Time ทำให้พนักงานทำงานไม่ทัน		
สถานที่	Where (ทำที่ไหน)	สถานีงานการพ่นสี		
	Why (ทำไมต้องทำที่นั่น)	มีสถานทำงานที่ทำเป็นประจำอยู่ที่นั่น		
ใคร,สิ่งใด	Who (ใครเป็นคนทำ)	พนักงานที่ปฏิบัติงานพ่นสี		
	Why (ทำไมต้องเป็นคนนั่น)	เป็นพนักงานประจำสถานีงานนั่น		
ลำดับ	When (ทำเมื่อไร)	เมื่อมีชิ้นงานอยู่ในสถานีงาน		
	Why (ทำไมต้องทำเมื่อนั่น)	ต้องมีชิ้นงานอยู่ในสถานีงานจึงจะสามารถพ่นสีได้		
วิธีการ	How (ทำอย่างไร)	ใช้หลักเกณฑ์ ECRS		
	Why (ทำไมต้องทำอย่างนั่น)	หลักเกณฑ์ ECRS สามารถรวมขั้นตอน เป็นขั้นตอนเดียวกันได้		

ภาคผนวก จ

เอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน

TMN MACHINE AND FOUNDRY Co.,Ltd.

Operation Standard

มาตรฐานการปฏิบัติงาน

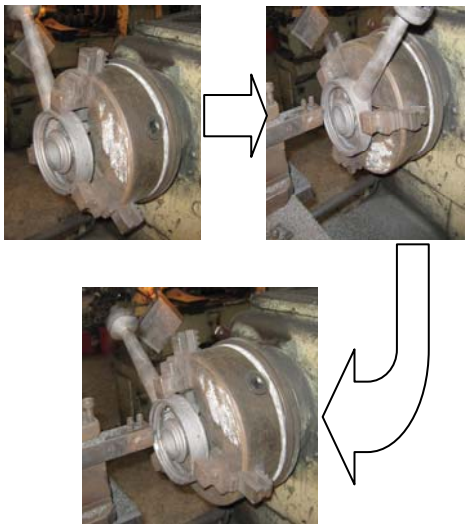
☐ BEFORE ☒ AFTER

LINE	ท่อ
PART	งานกลึงคว้านรู Ø 114.5+0.20 mm.
PART	**KB-01**
FROM	จับชิ้นเข้ากับหัวจับ
TO	นำชิ้นงานวางใส่ภาชนะ

ลำดับ	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	คน (Sec)	เครื่อง (Sec)
1	นำชิ้นงานจับชิ้นเข้ากับหัวจับ	13.68	
2	เปิดสวิตซ์ปฏิบัติงานกลึงคว้าน Ø114.5 +0.20 mm.	32.85	
3	นำชิ้นงานออกจากหัวจับวางใส่ภาชนะ	12.25	
4			
5			
6			
Normal Time		58.78	

TAKT TIME (Sec)	STANDARD TIME (Sec)	จำนวนพนักงาน (คน)
69.30	62.89	1

รูปประกอบการอธิบาย



ภาพที่ จ.1 เอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน สายการผลิตตัวอย่าง (ตัวอย่าง 1 รายการ)

ภาคผนวก ฉ

เอกสารการเผยแพร่งานวิจัย

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี
Journal of Engineering, RMUTT
● ปีที่ 8 ● ฉบับที่ 2 ● เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2553 ISSN 1685-5280

การจำลองการถ่ายโอนความร้อนภายในแผงท่อให้ความร้อน โดยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ 1
Simulation of Heat Transfer in Heating Tube Bundle With Finite Element Method
โดย สมจินต์ พ่วงเจริญชัย

การปรับค่าเกนของตัวควบคุมพีไอที่เหมาะสมในการควบคุมความเร็วมอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้นโดยวิธีกลุ่มอนุภาค 9
The Optimal Gain Tuning of PI Controller for Linear Induction
Motor Speed Control using a Particle Swarm Approach
โดย ทรงกลด ศรีปรางค์, วันชัย ทรัพย์สิงห์

การเพิ่มผลผลิตสายการผลิตเตาเหล็กหล่อ กรณีศึกษา : บริษัท ที เอ็ม เอ็น แมชชีนแอนด์ฟาวน์ดรี้ จำกัด 17
Productivity Improvement for Cast Iron Burner Production Line
A Case Study at TMN Machine and Foundry Co., Ltd.
โดย ยุทธณรงค์ จงจันทร์, ณฐา คุปต์ษเจียร

การศึกษาเพื่อลดความรุนแรงในสภาวะชั่วขณะของการปลดสับตัวเก็บประจุในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 29
Case Study of Reduce Violence in Transient for Capacitor Bank in PEA Distribution System
โดย ฉลอง โสดาบัน, วิทยา ชัยสงคราม, เวคิน ปิยรัตน์

การหาค่าพลังงานความร้อนจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและจากกากไขมัน ในบ่อดักไขมันของสถานที่จำหน่ายอาหาร 37
Calculating the value of heat energy from agricultural wastes and
fat dregs from grease trap of food courts
โดย สำรวม โกศลานันท์, พิพัฒน์ ปราโมทย์, ณัฐสิทธิ์ พัลนะลิ่ม

ต้นทุนทางอ้อมของโครงการก่อสร้างอาคารสูงในเขตกรุงเทพมหานคร 43
Construction Overhead Cost of Tall Buildings in Bangkok Area
โดย วรวรรณ เทพจันทร, จตุพล ตั้งปภาศิล, รัฐวุฒิ รู้แทนคุณ

คุณสมบัติด้านซีเมนต์และการขยายตัวในสารละลายโซเดียมซัลเฟตของคอนกรีตผสมเถ้าลอยและผงหินปูน 51
Cementitious Properties and Expansion in Sodium Sulfate Solution of
Concrete with Fly Ash and Limestone Powder
โดย ยงยุทธ วัฒนกุล, ปิติศานต์ กว้างมาตร, อิทธิพร ศิริสวัสดิ์, สมนึก ตั้งเติมสิริกุล

ผลของการอบแห้งต่อการลดลงของความชื้นและสมบัติการต้านทานแรงดึงของพอลิคาร์บอเนต 61
Drying Effect on Moisture Reduction and Tensile Strength Property of Polycarbonate
โดย อรรถพล สิมประดิษฐ์พันธุ์, พิชัย นามประกาย, ณรงค์ชัย โอเจริญ

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

คณะกรรมการจัดทำวารสาร
วิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี

คณะกรรมการที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

กองบรรณาธิการ

ศ.(พิเศษ) อัจฉราพร	*ไสละสูต*
ศ.ดร.ณรงค์ฤทธิ์	*สมบัติสมภพ*
รศ.ดร.สุธี	*อักษรกิตติ์*
รศ.ดร.เข็มชัย	*เหมะจันทร*
รศ.ณรงค์	*วงษ์ทอง*
ผศ.ดร.สมชัย	*หิรัญวโรดม*
ผศ.ดร.ปฐมทัศน์	*จิระเดชะ*
ผศ.ดร.อังคณา	*พันธ์หล่อ*
ผศ.ธนะพงศ์	*นพวงศ์ ณ อยุธยา*
ดร.ชัชวาลย์	*สุรัสวดี*
ดร.วันชัย	*ทรัพย์สิงห์*
ดร.พิพัฒน์	*ปราโมทย์*
ดร.ปลื้มจิตต์	*เตชธรรมรักษ์*
อ.นิติพงศ์	*ปานกลาง*
อ.วิวัช	*แสงสุริยฤทธิ์*
อ.อรวรรณ	*ชื่นคุ้ม*
อ.ศุภเอก	*ประมูลมาก*
อ.ณัฐชา	*เพียรยิ่ม*
อ.วีรศักดิ์	*หมู่เจริญ*
อ.ปัทมา	*วิชิตะกุล*

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

ผศ.ชวลิต	*แสงสวัสดิ์*

เลขานุการ

นายสมชาย	*ติญญุนนท์*

ผู้ช่วยเลขานุการ

นางปนัดดา	*เอี่ยมทัศน์*
นางสาววุ่งทิพย์	*ทิ้งทอง*
นางสาวพรทิพย์	*พุ่มเหมือน*
นายเสริมเกียรติ	*ฉันทวลาสกุล*

บทบรรณาธิการ

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี หรือ JERMUTT ฉบับนี้ ยังคงนำเสนอผลงานวิจัย ของอาจารย์และนักวิจัย ด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีที่น่าสนใจหลายเรื่อง อาทิเช่น การจำลองการถ่ายโอนความร้อนภายในแผงท่อให้ความร้อน โดยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ค่าอำนวยการในโครงการก่อสร้างอาคารสูงในเขตกรุงเทพมหานคร ผลของการอบแห้งต่อการลดลงของความชื้นและสมบัติการต้านทานแรงดึงของพอลิคาร์บอเนตฯ ท่านผู้สนใจมีความประสงค์จะตีพิมพ์บทความขอความกรุณาโปรดจัดเตรียมต้นฉบับให้เป็นไปตามรูปแบบของทางวารสาร และจัดส่งมายังกองบรรณาธิการ หรือติดต่อซักถามข้อสงสัยยังเบอร์โทรศัพท์ 02-549-3493

ท้ายสุดทางกองบรรณาธิการขอขอบพระคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความวิจัยทุกท่าน ที่ได้สละเวลาอันมีค่า พร้อมกับให้ความอนุเคราะห์อ่านทบทวนบทความทุกบทความตามหลักวิชาการ อันเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้อ่านที่นำผลงานไปใช้ กองบรรณาธิการขอแสดงความขอบพระคุณอีกครั้งหนึ่งมา ณ ที่นี้

กองบรรณาธิการ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิผู้พิจารณาบทความ

รศ.ดร.วันชัย ริจิรวนิช	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.เข็มชัย เหมะจันทร	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.อุษา แสงวัฒนาโรจน์	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.สิริวรรณ กิตติเนาวรัตน์	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.ขิตขนก มีใจซื่อ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ผศ.ดร.ทวีชัย สำราญวานิช	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ผศ.ดร.อาทิตย์ โสตรโยม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
รศ.ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม	รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผศ.ดร.จงจินต์ ผลประเสริฐ	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร.อังคณา พันธ์หล่อ	วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต
ผศ.ดร.ธีระพงษ์ ว่องรัตนะไพศาล	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผศ.พนมกร ขวาของ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.อิสสรีย์ หรรษาจรูญโรจน์	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผศ.ดร.บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
รศ.ณรงค์ บวบทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
รศ.ดร.เจียรนัย เล็กอุทัย	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
ผศ.ดร.นำคุณ ศรีสนิท	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์)
ผศ.ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์)
รศ.เวคิน ปิยรัตน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์)
ผศ.ดร.กัณวริช พลูปราชญ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์)
ดร.สาธิต พุทธชัยยงค์	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
รศ.ดร.ปทุมทิพย์ ต้นทับทิมทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ดร.ประเทืองทิพย์ ปานบำรุง	คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
รศ.ดร.เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
รศ.ดร.ก้องกิติ พูสวัสดิ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
รศ.ดร.วัชรินทร์ วิทยกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
ดร.สมเจตน์ พัชรพันธ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวนิชย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
รศ.ดร.ธัญญา นิยมาภา	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ผศ.ดร.กานต์ พนาศุภมัสดุ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.วิบูลย์ ชื่นแขก	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.อุทธชัย บรรเทิงจิตร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผศ.ดร.สมิตร ส่งพิริยะกิจ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รศ.นภพินทุ์ อนันตรศิริชัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.ชวลิต เบญจางคประเสริฐ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.กนก เจนจิระพงศ์เวช	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.อิสระชัย งามหรู	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.วิจิตร กิณเรศ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.มิ่ง โลกิจแสงทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร.ภพ จันทร์เจริญสุข	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง	คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รศ.ดร.มานะ อมรกิจบำรุง	คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ธนิต สวัสดิ์เสวี	คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร.นริส ประหินทอง	คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศ.ดร.เฉลงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.โกสินทร์ จำนงไทย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ดร.สมโพธิ อยู่ไว	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร.ศิรินทร ทองแสง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ดร.ทวิช พลูเงิน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.สมชัย หิรัญวโรดม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ดร.รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.ปิติศานต์ กร้ำมาตร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สุรินทร์ แหงมงาม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.มานพ ตันตระบัณฑิตย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ดร.ชัยยุทธ ช่างสาร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.ธีระพงษ์ ไชยเฉลิมวงศ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.จิรวัฒน์ คชสาร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สมหมาย ผิวสอาด	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สมหมาย ตรัยไชยาพร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.ศิวกร อ่างทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.ไพฑูรย์ กิติสุนทร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.มาโนช รุจิภากร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.วีระศักดิ์ ละอองจันทร์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ชาญยุทธ กฤตสุนันท์กุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ฐนียา เกอบางเข็ม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ดร.จตุพล ตั้งปกาศิต	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รศ.สุจิระ ขอจิตต์เมตต์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สมนึก สังข์หนู	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สมประสงค์ ภาษาประเทศ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.อภิชาติ สนธิสมบัติ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.มนูศักดิ์ จานทอง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ปรัชญา เปรมปราณีรัชต์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.สุนัน ปานสาคร	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.อภินันท์ วัลภา	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.วันชัย ทรัพย์สิงห์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์วีระพงษ์ ครูส่ง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผศ.ดร.เจริญ เจริญชัย	คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.นิธิวัฒน์ ชูสกุล	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สนธยา ทองอรุณศรี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตตาก
ดร.นเรศ อินต๊ะวงศ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพา
คุณนิพันธ์ สิมะกรัย	บริษัทเอกชน
คุณวิรัตน์ ตันเดชานุรัตน์	ผู้อำนวยการสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ
ดร. ประธาน วงศ์ศริเวช	ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (สวทช)

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี 17

การเพิ่มผลผลิตสายการผลิตเตาเหล็กหล่อ กรณีศึกษา : บริษัท ที เอ็ม เอ็น แมชชีนแอนด์ฟราวน์ดรี้ จำกัด

Productivity Improvement for Cast Iron Burner Production Line A Case Study at TMN Machine and Foundry Co., Ltd.

ยุทธณรงค์ จงจันทร์[1] และ ณฐา คุปดับเชื้อ[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มผลผลิตสายการผลิตเตาเหล็กหล่อจากปัจจุบัน 5,000 ชุดต่อเดือนเป็น 8,000 ชุดต่อเดือนตามความต้องการของลูกค้าที่สูงขึ้นโดยการกำจัดและลดงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ต่อตัวผลิตภัณฑ์ ได้แก่ งานที่เป็นจุดคอขวด ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย การเคลื่อนไหวที่เกินจำเป็น งานเสีย งานที่ต้องนำกลับมาทำใหม่ รวมถึงการลดระยะทางและเวลาในการขนย้ายวัตถุดิบ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 สำหรับการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต การปรับปรุงผังโรงงาน การศึกษาการทำงาน และหลักการ ECRS สำหรับปรับปรุงสายการผลิต ผลการดำเนินการวิจัย พบว่าสามารถควบคุมรอบเวลาการผลิต ไม่ให้เกินจังหวะความต้องการของลูกค้าได้ทุกสถานีงาน ลดจำนวนสถานีงานได้ 14 สถานีคิดเป็น 40% ลดจำนวนพนักงานได้ 14 คน คิดเป็น 40% ลดรอบเวลาการผลิตรวมลง17.55นาที คิดเป็น 64.33% สัดส่วนของงานเสียเฉลี่ยทุกสายการผลิตเหลือ 0.16% ผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่ สามารถลดระยะทางการขนย้ายวัสดุได้ 253.5 เมตร คิดเป็น 72.53% โดยสามารถเพิ่มกำลังการผลิตเป็น 8,000 ชุดต่อเดือน ดัชนีผลิตภาพแรงงานสูงขึ้น 69.23% ดัชนีผลิตภาพวัตถุดิบเพิ่มสูงขึ้น 3.85% ดัชนีผลิตภาพรวมเพิ่มขึ้น 13.04% และสามารถกำหนดเวลามาตรฐานในการทำงานให้กับพนักงานได้

คำสำคัญ : การเพิ่มผลผลิต, การจัดสมดุลสายการผลิต, รอบเวลาการผลิต, จังหวะความต้องการของลูกค้า

Abstract

The objective of this research is to improve productivity for cast iron burner production line from 5,000 to 8,000 sets per month by eliminating and reducing non-value added task including bottle neck, wastes from delay, excess motion, defect, rework as well as decreasing raw material transportation distance and time. This research implements 7 QC tools for data collection and problem cause analysis. Moreover, line balancing, plant layout, work study and ECRS techniques are main tools for production improvement. The result shows a capability to control cycle time not exceeding takt time for all stations. Working stations are reduced to 14 stations which accounts for 40%. Workers are reduced to 14 persons which accounts for 40%. Total cycle time can be decreased 17.55 minutes which accounts for 64.33%. The average defect is reduced to 0.16%. The new plant layout can reduce materials transportation distance 253.5 meters which accounts for 72.53%. The process capacity reaches 8,000 sets per month. Labor productivity index increases 69.23%. Raw material productivity index increases 3.85%. The total production index increases 13.04%. The standard time is set for worker.

Keywords: Productivity Improvement, Line Balancing, Cycle Time, Takt Time

[1] นักศึกษาปริญญาโทภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2] อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

1. บทนำ

จากสภาวการณ์ที่ราคาพลังงานเกิดความผันผวน มีแนวโน้มที่จะปรับตัวสูงขึ้นทั้งจากกลไกการตลาด และจากนโยบายของภาครัฐ อีกทั้งการขาดแคลนแหล่งพลังงานทดแทนที่เหมาะสม แก๊สเป็นพลังงานที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นทั้งในส่วนการคมนาคมและภาคครัวเรือน โดยพบว่าภาคครัวเรือน และการค้ามีสัดส่วนปริมาณการใช้แก๊สมากที่สุดประมาณ 70% ของภาคธุรกิจ ที่ใช้แก๊สหุงต้มทั้งหมด [1] โดยธุรกิจร้านอาหารมีอัตราปริมาณการใช้แก๊สหุงต้มที่สูงถึง 6 แสนล้านบาทต่อปี อีกทั้งอัตราการเติบโตของมูลค่าการตลาดร้านอาหารมีปริมาณ 10-15% ต่อปี และมีอัตราการเติบโตของจำนวนร้านอาหารประมาณ17% ต่อปี [2] จึงทำให้ผู้ประกอบการที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตอุปกรณ์หัวเตาแก๊สหันมาให้ความสนใจในการวางแผนการผลิตเพื่อส่วนแบ่งทางการตลาดที่เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะหัวเตาแก๊สเหล็กหล่อ (Cast Iron Burner) รุ่น KB-5 ซึ่งเป็นรุ่นที่มีใบสั่งซื้อจากลูกค้าเพิ่มจาก 5,000 ชุด/เดือนเป็น 8,000 ชุด/เดือนแต่ความสามารถในการผลิตของบริษัทสามารถผลิตได้ไม่เกิน 5,000 ชุด/เดือนซึ่งมาจากหลายสาเหตุ เช่น เกิดของเสีย (Defect) ขึ้นในกระบวนการผลิต สายการผลิตเกิดความไม่สมดุล การไหลของงานที่ไม่ต่อเนื่อง รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) สูงกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ทำให้บางสถานีการทำงานเกิดงานคอขวด (Bottle Neck) ทำให้การผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าในอนาคต

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเพิ่มผลผลิต (Productivity Improvement)

ผลผลิตตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถวัดค่าได้ ทำให้สามารถมองเห็นได้ว่า การทำงานนั้นมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลหรือไม่ โดยอาจใช้แนวทางการเพิ่มผลผลิตตามความเหมาะสมขององค์กรดังต่อไปนี้

1) ใช้ปัจจัยการผลิต**เท่าเดิม** แต่ทำให้ผลิตผล**เพิ่มขึ้น**
2) ใช้ปัจจัยการผลิต**น้อยลง** แต่ทำให้ผลิตผล**เท่าเดิม**
3) ใช้ปัจจัยการผลิต**น้อยลง** แต่ทำให้ผลิตผล**เพิ่มขึ้น**
4) ใช้ปัจจัยการผลิต**เพิ่มขึ้น** แต่ทำให้ผลิตผล**เพิ่มขึ้น**มากกว่า
5) ลดจำนวนผลิตผลลงจากเดิม โดยลดอัตราการใช้ปัจจัยการผลิตในอัตราส่วนที่มากกว่า [3]

2.1.1 อัตราผลิตภาพ คือ อัตราส่วนของผลผลิตจริง (Output) ต่อทรัพยากรที่ใช้จริง (Input) โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่1 [4]

$$\text{อัตราผลิตภาพ} = \frac{Output}{Input} \qquad (1)$$

2.1.2 ดัชนีการเพิ่มผลิต คือ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอัตราผลิตภาพในแต่ละเดือน ซึ่งจะให้โรงงานทราบถึงอัตราผลิตภาพในเดือนที่ทำการวิเคราะห์เมื่อเทียบกับอัตราผลิตภาพในเดือนแรกที่ทำการเก็บข้อมูล โดยสามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 2 [4]

$$\text{ดัชนีการเพิ่มผลผลิต} = \frac{\text{อัตราผลิตภาพเดือนที่วิเคราะห์}}{\text{อัตราผลิตภาพเดือนฐาน}} \qquad (2)$$

2.2 ความสูญเปล่า 7 ประการ

ความสูญเปล่า 7 ประการได้แก่ ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย และความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย [5]

2.3 เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 (7QC Tools)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในกระบวนการทำงาน ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของ

ปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแห่งปัญหา ที่แท้จริงเพื่อการแก้ไขได้ถูกต้องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานและควบคุมติดตามผลอย่างต่อเนื่อง เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง 7 ประกอบด้วย แผ่นตรวจสอบ(Check Sheet) แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) กราฟ (Graph) แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) แผนผังการกระจาย (Scatter Diagram) แผนภูมิควบคุม (Control Chart)และฮิสโตแกรม (Histogram) [6]

2.4 วงจรคุณภาพของเดมมิ่ง (P-D-C-A)

PDCA [7] ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

P = Plan หมายถึง การวางแผน

D = Do หมายถึง การปฏิบัติตามแผน

C = Check หมายถึง การตรวจสอบ

A = Action หมายถึง การดำเนินการให้เหมาะสม

2.5 การศึกษางาน (Work Study)

2.5.1 ศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study)

การศึกษาวิธีการทำงานเป็นการบันทึก และวิเคราะห์วิธีการทำงานที่เป็นอยู่ หรือเสนอใหม่อย่างมีระบบเป็นเครื่องมือเพื่อพิจารณา และประยุกต์ให้ง่ายขึ้น รวมทั้งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ลดค่าใช้จ่าย โดยการศึกษาวิธีการจะช่วยปรับปรุง กระบวนการ การวางผังโรงงาน ออกแบบโรงงานและอุปกรณ์ ช่วยลดความเมื่อยล้าของพนักงาน โดยยึดหลักกายศาสตร์ (Ergonomic) และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน [3]

2.5.2 การวัดผลงาน (Work Measurement)

การวัดผลงาน คือ การหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน (Standard Time) โดยเทคนิคการวัดผลงานที่นิยมใช้เนื่องจากความแม่นยำในการเก็บข้อมูลคือ การศึกษาเวลาโดยตรง หมายถึง การจับเวลาขณะพนักงานปฏิบัติงาน จากนั้นคำนวณเวลาทำงานปกติ (Normal Time) ประเมินอัตราการทำงาน (Rating) และคิดเวลาเผื่อ (Allowance) แล้วจึงคำนวณเวลามาตรฐาน [3]

2.6 การวิเคราะห์กระบวนการ (Process Analysis)

แผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขป (Outlined Process Chart) และแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการ โดยมีการเขียนสัญลักษณ์แทนประเภทของการทำงานดังแสดงในตารางที่ 1 [9]

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์กระบวนการดำเนินงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย
○	การปฏิบัติงาน
□	การตรวจสอบ
⇨	การขนส่ง
D	การรอคอย
▽	การจัดเก็บ

2.7 การวิเคราะห์การปฏิบัติงาน (Production Analysis) สามารถใช้เทคนิค 5W1H ดังนี้

What–Why ใครทำอะไร–ทำไมต้องทำ

Where–Why ทำที่ไหน–ทำไมต้องทำที่นั่น

When–Why ทำเมื่อไร่–ทำไมต้องทำเวลานั้น

Who–Why ใครเป็นผู้ทำ–ทำไมต้องเป็นคนนั้น

How–Why ทำอย่างไร–ทำไมต้องทำวิธีการนั้น

คำถามที่ตั้งต่อเนื่อง ดังที่กล่าวมานี้จะถูกถามอย่างมีระเบียบทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์กระบวนการ เพราะสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะนำไปสู่ทางเลือกใหม่และการปรับปรุงในที่สุด [9]

2.8 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

ขั้นตอนการจัดสมดุลสายการผลิตเริ่มจากการหาตำแหน่งน้ำหนักของงานแต่ละงาน จัดเรียงลำดับตำแหน่งน้ำหนักของงานจากมากไปหาน้อย พร้อมกับแสดงงานที่ต้องทำมาก่อนงานที่กำลังพิจารณา รวมเวลาของงานโดยถือเอางานที่มีตำแหน่งน้ำหนักสูงสุดรวมก่อน แต่จะต้องไม่ไปขัดกับความต้องการทำก่อนหน้าหลังของงานที่รวมให้ได้ไม่เกินรอบเวลางานที่กำหนด งานที่เอาเวลามารวมกันนี้ก็จะเป็น

สถานีงานหนึ่ง รวมเวลาของงานที่เหลือต่อไปจนกระทั่งหมดงานจะได้สถานีงานที่ประกอบด้วยงานต่างๆ ของกระบวนการผลิตหัวเตาแก๊สเหล็กหล่อ KB-5 [10]

2.9 การวางผังโรงงาน (Plant Layout)

การวางผังโรงงานแบบ U-shape จะช่วยให้พนักงานทำงานได้ง่ายขึ้น และดูแลเครื่องจักรได้อย่างทั่วถึง ซึ่งในโรงงานตัวอย่างเป็นการทำงานที่ต้องอาศัยพนักงานเข้ามาดูแล100%โดยไม่มีเครื่องจักรอัตโนมัติทำให้พนักงานสามารถดูแลเครื่องจักรที่ตัวเองใช้อยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การวางผังโรงงานโดยเครื่องจักรใกล้กัน และเป็นรูปตัว U จะช่วยลดระยะทางในการไหลของวัสดุให้น้อยลง [11]

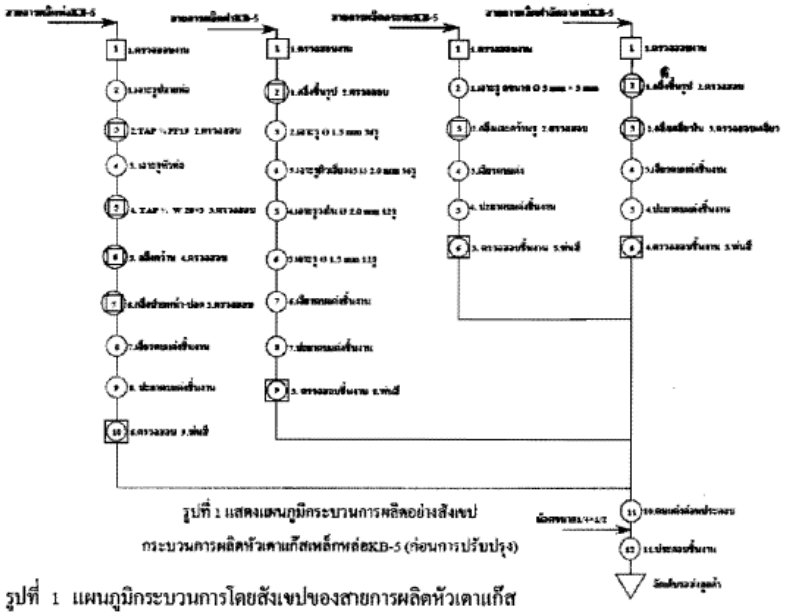
2.10 วิจารณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นคว้างานวิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมพบว่า การปรับปรุงผังโรงงาน และจัดสมดุลสายการผลิตสามารถลดจำนวนพนักงาน และสถานีงานของสายการประกอบรถยนต์จากโรงงานตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ [10],[11] ส่วนอุตสาหกรรมล้างขวดใช้วิธีการปรับปรุงเครื่องจักร และออกแบบการทำงานใหม่สามารถเพิ่มอัตราผลิตภาพได้ถึง 36% [4] งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพ 7QC Tools[6] ในการเก็บข้อมูล สภาพปัญหาหรือของเสียเชิงตัวเลขทำให้การนำข้อมูลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตซึ่งช่วยให้การตัดสินใจต่อการแก้ปัญหาต่างๆเป็นไปอย่างมีหลักการและถูกต้อง [9] ช่วยลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต [5] และยังสามารถกำหนดเวลาการทำงานที่เป็นมาตรฐานได้ [8]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 สภาพของปัญหา

การศึกษาสภาพปัจจุบันของสายการผลิตด้วยแผนภูมิกระบวนการผลิตโดยสังเขปดังแสดงในรูปที่ 1เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ขั้นตอนการผลิตได้ชัดเจนมากขึ้น



รูปที่ 1 แสดงแผนภูมิกระบวนการผลิตอย่างสังเขป
กระบวนการผลิตหัวเตาแก๊สเหล็กหล่อKB-5 (ก่อนการปรับปรุง)

รูปที่ 1 แผนภูมิกระบวนการโดยสังเขปของสายการผลิตหัวเตาแก๊ส

รูปที่ 1 แสดงสายการผลิตหัวเตาแก๊สเหล็กหล่อก่อนการปรับปรุงซึ่งมีทั้งหมด 4 สายการผลิต ดังนี้

1) สายการผลิตท่อมีสถานีงานมากที่สุดคือ 10 สถานี
2) สายการผลิตฝา มีสถานีทำงาน 9 สถานี
3) สายการผลิตกระทะมีสถานีทำงาน 6 สถานี
4) สายการผลิตฝาอัดอากาศ มีสถานีทำงาน 6 สถานี

สถานีงานสุดท้ายคือสถานีการประกอบชิ้นงานซึ่งแต่ละสถานีงานนั้น จำกัดพนักงาน 1 คนต่อ1 สถานีงาน จากการสังเกตการทำงานพบว่ามีการใช้พนักงานในการปฏิบัติงานที่มากเกินความจำเป็นทำให้สายการผลิตเกิดความไม่สมดุล ระยะทางการไหลของงานที่ไม่ต่อเนื่องและเกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิต ประกอบกับมีการเพิ่มใบสั่งซื้อของลูกค้าจากเดือนกรกฎาคม–ธันวาคม 2553 ซึ่งเดิม 5,000 ชุด/เดือนเป็น 8,000 ชุด/เดือนทำให้โรงงานต้องเร่งทำการผลิตให้ทันตามความต้องการของลูกค้า บางครั้งจำเป็นต้องทำงานล่วงเวลา ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ตั้งแต่เดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2553 โดยมียอดการผลิตเฉลี่ย 4,307 ชุด/เดือน ค่าเฉลี่ยของเสีย 127.5 ชุด/เดือนคิดเป็น 2.96%

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ของเสียในกระบวนการผลิต

เดือน	ผลผลิตรวม (ชิ้น)	ผลผลิตเฉลี่ย (ชุด)	ยอดการผลิตจริง (ชุด)	%ของเสีย (%Defect)
ม.ค.	512	128	3,547	3.16
ก.พ.	563	141	3,572	3.95
มี.ค.	500	125	4,090	3.06
เม.ย.	434	109	4,390	2.48
พ.ค.	539	135	4,976	2.71
มิ.ย.	507	127	5,267	2.41
รวม	3,055	765	25,842	17.77
ค่าเฉลี่ย	509	127.5	4,307	2.96

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลเวลาการปฏิบัติงาน และระยะทางการไหลของงานแต่ละสถานีงาน ซึ่งนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาของแต่ละสายการผลิตและเพื่อเพิ่มผลผลิตให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ จากข้อมูลที่เก็บได้ตามตารางที่ 3 จะเห็นว่าการปฏิบัติงานของพนักงานมีสถานีงานมากเกินความจำเป็นโดยเฉพาะสายการผลิตท่อ มีทั้งหมด 10 สถานีงานและยังมีระยะการไหลของงานรวมแล้ว 105 เมตร กว่างานชิ้นแรกจะเสร็จโดยมีรอบเวลาในการผลิตรวม (Total Cycle Time) 9.10 นาที รอบเวลาในการผลิต 1.43 นาที การคำนวณจังหวะความต้องการของลูกค้าที่ 8,000ชุด/เดือนเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับรอบเวลาในการผลิตสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

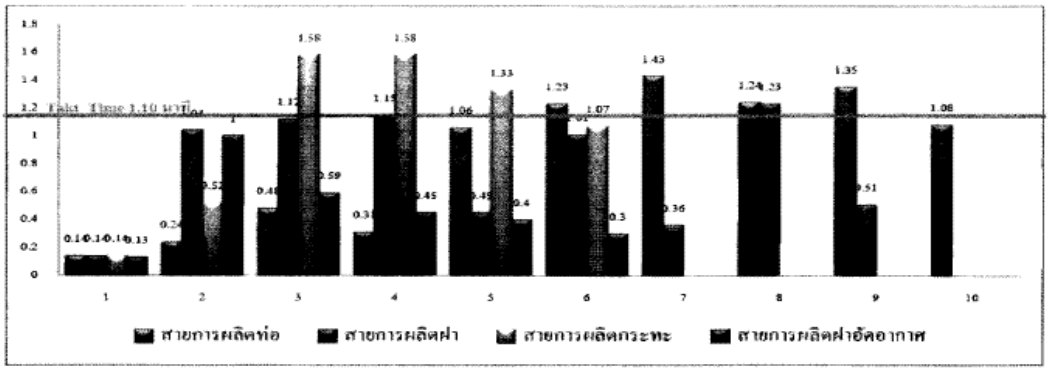
$$Takt\ Time = \frac{Available\ Time}{Customer\ Demand} \qquad (3)$$

Takt Time = [(8ชม. x 60 นาที) – (15นาที+15นาที+30นาที+20นาที) x 22 วัน] – 8,000 ชิ้น/เดือน = 1.10 นาที (เวลาพักเช้า 15 นาที เวลาพักบ่าย 15 นาที เวลาเตรียมเครื่องจักรและเบิกเครื่องมือก่อนการปฏิบัติงาน 30 นาที เวลาส่งเครื่องมือและบำรุงรักษาเครื่องจักรหลังการปฏิบัติงาน 20 นาที) จากเวลาที่คำนวณได้จะใช้เป็นมาตรฐานในการนำไปปรับปรุง และกำหนดรอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีเพื่อไม่ให้เวลาเกิน

รูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่ามีสถานีงานที่มีรอบเวลาการผลิตสูงกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้าในการทำงานของแต่ละสถานีงานทั้งหมด 3 สายการผลิต ซึ่งเป็นจุดที่ก่อให้เกิดปัญหางานคอขวดขึ้นในสายการผลิต ทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันยกเว้นสายการผลิตฝาอัดอากาศที่รอบเวลาการผลิตต่ำกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้าทุกสถานีงาน หากมีบางสถานีงานที่มีรอบเวลาการผลิตต่ำมาก หมายความว่าจะเกิดการว่างงานของพนักงานขึ้นในสถานีงานนั้นๆ

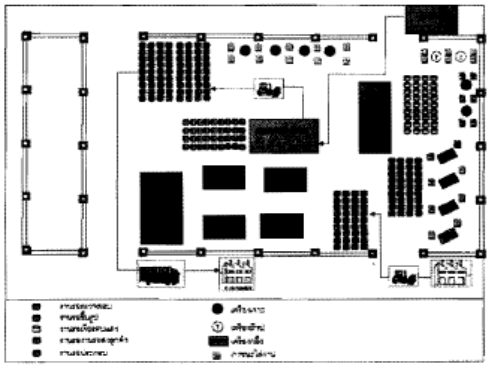
ตารางที่ 3 ข้อมูลเวลาการปฏิบัติงาน และระยะทางการไหลของงานแต่ละสถานีงาน

สถานีงาน	การไหลของงาน	สายการผลิตท่อ (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	สายการผลิตท่อ (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	สายการผลิตท่อ (นาที)	ระยะทาง (เมตร)	สายการผลิตท่อ (นาที)	ระยะทาง (เมตร)
1	0→1	0.14	8	0.14	12	0.14	7.5	0.13	12
2	1→2	0.24	6	1.04	25	0.52	10	1	5
3	2→3	0.48	7	1.12	5	1.58	12	0.59	12
4	3→4	0.31	6	1.15	5	1.58	10	0.45	10
5	4→5	1.06	15	0.45	4	1.33	18	0.40	18
6	5→6	1.23	5	1.01	12	1.07	20	0.30	20
7	6→7	1.43	12	0.36	7				
8	7→8	1.24	9	1.23	9				
9	8→9	1.35	17	0.51	20				
10	9→10	1.38	20						
รวม		8.56	105	7.01	99	6.22	77.5	2.87	77



รูปที่ 2 เปรียบเทียบสถานีงานที่รอบเวลาการการผลิตสูงกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้า

การเคลื่อนไหวร่างกายของพนักงานที่มีมากเกินความจำเป็นทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต เนื่องจากการผลิตที่ไม่สมดุล คือ มีรอบการผลิตที่ไม่สม่ำเสมอบางขั้นตอนการทำงานมีรอบการผลิตที่สูงในขณะที่บางขั้นตอนการทำงานมีรอบที่ต่ำ กระบวนการผลิตมีขั้นตอนการผลิตที่มากเกินความจำเป็น บางขั้นตอนเป็นงานทำซ้ำๆกัน หรือพนักงานทำงานโดยไม่มีเวลาพักทำให้เกิดความเมื่อยล้า และในกระบวนการผลิตยังมีการไหลของงานที่ใช้ระยะทางในการไหลของวัสดุมากเกินไป การจัดวางพื้นที่ในการใช้ประโยชน์โดยยังมีพื้นที่ว่างเปล่าจำนวนมากดังแสดงได้ในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ผังโรงงานกระบวนการผลิตหัวเตาแก๊สเหล็กหล่อ (ก่อนการปรับปรุง)

3.2 การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุ

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงนำมาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1) ปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเกิดจากหลายสาเหตุจำแนกได้ดังนี้

1.1 ปัญหาจากพนักงานคือ พนักงานมีการเคลื่อนไหวร่างกายมากเกินความจำเป็น และท่าทางในการปฏิบัติงานไม่ถูกวิธีทำให้เมื่อทำงานเป็นเวลานานๆจะเกิดความเมื่อยล้าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดงานเสีย

1.2 ปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักรเนื่องจากเป็นเครื่องจักรเก่าขาดการดูแลและบำรุงรักษาอุปกรณ์เกิดการชำรุด พนักงานไม่สามารถตั้งสเกลกำหนดขนาดที่ตัวเครื่องได้ทำให้ต้องใช้การวัดขนาดเมื่อทำงานซ้ำๆกันเป็นเวลานานๆ ทำให้เกิดความผิดพลาดได้

1.3 ปัญหาจากวิธีการทำงานพนักงานส่วนใหญ่ยังทำงานไม่ถูกวิธีเนื่องจากขาดการฝึกอบรมและขาดอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน

2) การเพิ่มใบสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้ามากขึ้นเดิมปัจจุบันที่ผลิตอยู่ 5,000 ชุด/เดือน เพิ่มเป็น 8,000ชุด/เดือน แต่รอบเวลาการผลิตเมื่อคิดตามจังหวะความต้องการของลูกค้าที่ 8,000 ชุดต่อเดือนแล้ว รอบเวลาการผลิตสูงกว่าจังหวะความต้องการของลูกค้า ส่วนหนึ่งเกิดจากความไม่สมดุลของสายการผลิต

3) มีการไหลของงานที่ไม่ต่อเนื่อง สาเหตุมาจากการไม่ให้ความสำคัญกับการวางผังโรงงานทำให้เกิดการจัดวางอุปกรณ์และผังโรงงานที่ไม่เหมาะสมกับการทำงานซึ่งทำให้เกิดสต็อกระหว่างกระบวนการผลิตและเสียเวลาในการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนระหว่างกระบวนการ

4) พนักงานรอคอยชิ้นงานในกระบวนการผลิตที่ใช้เป็นเวลานานและทำให้กระบวนการผลิตนั้นเกิดงานคอขวด สาเหตุมาจากการทำงานของแต่ละกระบวนการไม่สอดคล้องกัน และตำแหน่งของเครื่องจักรมีระยะห่างกันมากทำให้ผู้ปฏิบัติไม่สามารถไปทำงานอื่นหรือควบคุมเครื่องจักรอื่นที่มีลักษณะเดียวกันได้

5) พนักงานขาดทักษะในการตั้งเครื่องจักร สาเหตุมาจากไม่มีคู่มือในการใช้งานหรือการตั้งเครื่องจักรให้เข้ากับชิ้นงานแต่ละรุ่น และอีกส่วนหนึ่งคือสวิตซ์หรือปุ่มกดของเครื่องจักรส่วนใหญ่เป็นภาษาต่างประเทศจึงทำให้ยากในการใช้งานสำหรับพนักงานผู้ปฏิบัติ

6) ขาดการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน สาเหตุมาจากยังไม่มีการจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานในส่วนของสายการผลิตตัวอย่างทั้งหมด

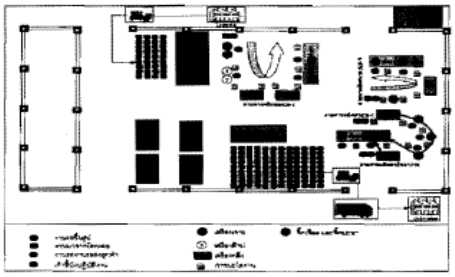
3.3 กำหนดวิธีการแก้ไขปัญหาและการปรับปรุง

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยการใช้หลักการตั้งคำถาม5W1Hและเครื่องมือคุณภาพแล้วนำหลักวิธีการ ECRS และวิธีการลดความสูญเปล่า 7 ประการ มาช่วยในการแก้ไขปัญหาสามารถกำหนดวิธีการแก้ไขปัญหาและวิธีปรับปรุงได้ดังนี้

1) จัดทำแผนผังเส้นทางการผลิตตัวอย่างใหม่ ให้มีการไหลอย่างต่อเนื่องและกำหนดพื้นที่ของตำแหน่งแต่ละสายการผลิต โดยใช้หลักการของการวางผังโรงงานแบบตัวยู และอ้างอิงจากข้อมูลการไหลของงานจากแผนภาพการไหลของงานเป้าหมาย

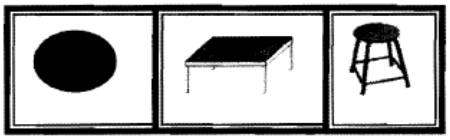
2) ทำการเคลื่อนย้าย และจัดวางเครื่องจักรใหม่ให้ได้ตามแผนผังโรงงานทำการปรับปรุงไว้ตามสายการผลิตหัวเตาแก๊ส KB-5 ดังรูปที่ 4

3) ใช้หลักการ ECRS ในการกำจัดขั้นตอนการทำงานบางส่วนที่ไม่จำเป็นออก (Eliminate) รวมขั้นตอนการทำงานที่มีการปฏิบัติใกล้เคียงกัน เป็นขั้นตอนเดียว (Combine)จัดลำดับขั้นของงานใหม่ (Rearrange) และปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify)



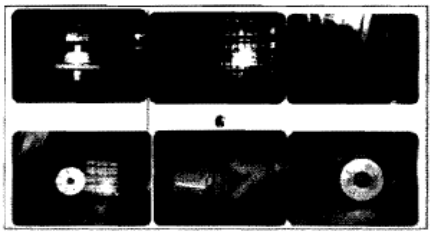
รูปที่ 4 ผังโรงงานกระบวนการผลิตหัวเตาแก๊สเหล็กหล่อ (หลังการปรับปรุง)

4) จัดทำอุปกรณ์ช่วยในการปฏิบัติงานให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้นเช่น จัดโต๊ะ,เก้าอี้ปฏิบัติงาน และออกแบบอุปกรณ์จับยึด (Fixture) ให้พนักงานในแต่ละสถานีพร้อมตบแต่งเพื่อลดความเมื่อยล้าให้กับพนักงานอีกทั้งลดเวลาในการปฏิบัติงานดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 5



รูปที่ 5 อุปกรณ์ช่วยในการปฏิบัติงานของพนักงาน

5) ปรับปรุงหรือซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุดเสียหายของเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และต้องมีการอบรมแนะนำถึงการใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น การกำหนดสเกลชุดแท่นเลื่อนป้อนปรับงานลึกเพื่อให้ได้ขนาดแทนการใช้เวอร์เนียวัดชิ้นงาน เนื่องจากต้องทำการวัดหลายครั้งทำให้เสียเวลา และลดของเสียในกระบวนการผลิตดังแสดงให้เห็นตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีการใช้ปรับเปลี่ยนให้เกิดประโยชน์สูงสุด

6) ปรับเปลี่ยนเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็นเพื่อให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้น และลดความเมื่อยล้าเมื่อต้องทำงานซ้ำๆกันเป็นเวลานานๆ

7) จัดอบรมหรือมีผู้ชำนาญคอยให้คำแนะนำวิธีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีการปรับเปลี่ยน

8) เมื่อทดลองใช้แล้วควรเก็บข้อมูลเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ผลก่อนการปรับปรุงกับหลังการปรับปรุงผังโรงงาน

9) ศึกษาเวลาหลังการปรับปรุงพร้อมทั้งจัดทำเวลามาตรฐาน และวิธีการปฏิบัติงานมาตรฐานของแต่ละขั้นตอนการผลิต

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลิตภาพการผลิต (Productivity)

ผลที่ได้จากการปรับปรุงในส่วนของสายการผลิต พบว่าสามารถควบคุมรอบเวลาการผลิตไม่ให้เกินจังหวะการทำงานได้ทุกสถานีงาน ลดจำนวนสถานีงานได้ 14 สถานี คิดเป็น 40% ลดจำนวนพนักงานได้ 14 คน คิดเป็น 40% รอบเวลาการผลิตรวมลดลง17.55นาที คิดเป็น 64.33% สัดส่วนของงานเสียเฉลี่ยทุกสายการผลิตเหลือ 0.16% คิดเป็น 94.58% ผังโรงงานที่ปรับปรุงใหม่สามารถลดระยะทางการขนถ่ายวัสดุได้ 253.5 เมตร คิดเป็น 72.53 % สามารถเพิ่มผลผลิตได้จากเดิม 5,000 ชุดต่อเดือน เป็น 8,000 ชุดต่อเดือน โดยดัชนีผลิตภาพรวมเพิ่มสูงขึ้น 13.04% ดัชนีผลิตภาพเพิ่มผลผลิตของแรงงานเพิ่มสูงขึ้น 69.23% ดัชนีผลิตภาพเพิ่มผลผลิตของวัตถุดิบเพิ่มสูงขึ้น 3.85% และสามารถกำหนดเวลาปฏิบัติงานมาตรฐานให้กับพนักงานในสายการผลิตเตาเหล็กหล่อได้ ดังตัวอย่างตามรูปที่ 7

5. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

สมดุลสายการผลิต และวางผังโรงงานสามารถเพิ่มอัตราผลิตภาพรวมให้กับกระบวนการผลิตได้ 12.97% โดยอัตราผลิตภาพด้านแรงงานเพิ่ม 68.05% ด้านวัตถุดิบเพิ่ม 3.62% มีกระบวนการผลิตที่ไหลอย่างต่อเนื่องและระยะทางในการไหลของวัสดุลดลงเฉลี่ยทุกสายการผลิต 72.53% รอบเวลาการผลิตชิ้นงานลดลง 64.33% มีสัดส่วนของเสียเฉลี่ยในกระบวนการผลิตลดลง 94.58% จำนวนพนักงานในทุกสายการผลิตลดลง40% สถานีงานลดลง 40% และมีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานยิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปัจจัยความสำเร็จ และการพัฒนาเครื่องมือผลิตภาพไปประยุกต์ใช้

1) การพัฒนามาตรการในการวัดผลผลิตในทุกระดับขององค์การ เครื่องมือวัดจะต้องได้รับการยอมรับจากพนักงานในทุกระดับ

2) การตั้งเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตเป้าหมายควรเป็นรูปธรรมสามารถหาเครื่องมือวัดมาวัดได้ เช่น ในงานวิจัยการเพิ่มผลผลิตอุตสาหกรรมล้างขวด [4] สามารถเพิ่มผลผลิตได้ 36%

OPERATION STANDARD

มาตรฐานการปฏิบัติงาน

BEFORE AFTER

LINE	น่า KB-5
PART	เจาะรูขอบด้าน
PART NAME	KB-63-02

อักษรย่อสถานี	FROM : หยิบชิ้นงานที่ผ่านอุปกรณ์จับยึด (Jig) พร้อมปิดสวิตช์เครื่อง
	TO: ปฏิบัติงาน นำชิ้นงานออกจากอุปกรณ์จับยึด (Jig) วางไว้ตำแหน่ง

ลำดับงาน	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	เวลา (วินาที)	เครื่อง (วินาที)	เดิน (วินาที)
1	หยิบชิ้นงานวางไว้อุปกรณ์จับยึด(Jig)	0.03	-	-
2	จับประกบชิ้นงาน พร้อมปิดสวิตช์เครื่อง	0.05	-	-
3	ปฏิบัติงานเจาะรูขอบด้านจำนวน 16 Ø 1.5 mm	0.42	0.42	-
4	เปิดสวิตช์ออกชิ้นงานออก หยิบไปวางไว้ตำแหน่ง	0.07	-	-
5				
6				
7				
รวม		0.56	0.42	-

TACK TIME (วินาที)	CYCLE TIME (วินาที)	จำนวนพนักงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน(คน)
1.10	0.58	1

รูปประกอบการอธิบาย

รูปที่ 7 เอกสารการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน

3) การวัดผลการดำเนินงานจะต้องมีการวัดเป็นระยะอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าผลการดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายหรือไม่

4) ปัจจัยความสำเร็จสูงสุดเมื่อพนักงานทุกคนร่วมมือร่วมใจกันเพิ่มผลผลิตขึ้นมาแล้ว ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับองค์การทั้งในแง่ของยอดขายที่เพิ่มขึ้น ค่าใช้จ่ายที่ลดลง ผลกำไรที่มากขึ้น ผู้บริหารควรจะต้องนำย้อนกลับมาสู่พนักงานทั้งในรูปของค่าตอบแทนความมั่นคง ขวัญกำลังใจในการทำงานเพื่อใช้เป็นแรงจูงใจให้พนักงานเห็นว่าเมื่อผลผลิตขององค์กรเพิ่มมากขึ้น ตัวพนักงานเองก็จะได้รับผลประโยชน์มากขึ้นเช่นกัน

5) การประยุกต์ใช้การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) เพื่อเป็นการควบคุมการทำงานให้เป็นไปอย่างถูกต้อง ด้วยการแสดงมาตรฐานเทียบกับสถานะจริงทำให้พนักงานสามารถจำแนกปัญหาได้ทันทีด้วยการมองเห็น เช่น

- การควบคุมสายการผลิตเพื่อให้พนักงานทราบภาระงานที่ต้องทำ จากคำสั่งที่ชัดเจนของหัวหน้างานและทำให้หน่วยงานวางแผนทราบสถานการณ์ปฏิบัติงานอย่างรวดเร็ว
- แบบเพื่อการผลิต (Drawing) ที่มีความซับซ้อนจะต้องแนบเอกสารประกอบ
- ใบรายงานการผลิตประจำวัน ควรระบุช่วงเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนและการควบคุมการผลิตต่อไป

6) ในการปรับปรุงครั้งต่อไปควรให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม(TPM)เนื่องจากเครื่องจักรในโรงงาน 80% เป็นเครื่องจักรเก่าเพื่อลดความสูญเสียในสายการผลิต และสร้างประสิทธิผลให้กับเครื่องจักรสูงสุดโดยให้พนักงานในสายการผลิตและผู้ควบคุมเครื่องจักรได้มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาเครื่องจักร เพื่อขจัดความสูญเสียจากปัญหาเครื่องจักรขัดข้องและสร้างผลิตภาพให้กับสายการผลิตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ณฐา คุปตัษเฐียร ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆ ของการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด ขอขอบคุณคุณสุทธินันท์ บุญเกิด กรรมการผู้จัดการบริษัท ที เอ็ม เอ็น แมชชีนแอนด์ฟราวน์ครี้ จำกัด ที่อนุญาตให้นำข้อมูลของบริษัทมาทำงานวิจัย และขอขอบคุณพนักงานทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลมาทำวิจัยปรับปรุงครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1]สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, **การศึกษาเปรียบเทียบเชิงนโยบายและเทคนิคการใช้แก๊สปิโตรเลียมเหลว (LPG)**.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : Available: http://www.eri.chula.ac.th/m2-resdbm.htm, (17 ธันวาคม 2553).

[2]**พรายพล คุ้มทรัพย์. ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในครัวเรือน**.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : Available: http:// www.onopen.com/econtu/10-08-11/5517,(5 พฤศจิกายน 2553)

[3]วันชัย ริจิรวนิจ, 2545. **การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4]พิทธพนธ์ พิทักษ์, 2552. **การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมล้างขวด.** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และระบบ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[5]ดวงรัตน์ ชีวปัญญาโรจน์ และศุภศักดิ์ พงษ์อนันต์. 2544. **ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes)**. กรุงเทพฯ: สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

[6]สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. **เครื่องคุณภาพ 7 ชนิด (7 QC Tools)**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://youth.ftpi.or.th (19 ตุลาคม 2553).

[7]ประเสริฐ อัครประถมพงศ์. 7 **ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพ PDCA สถาบันพัฒนารัฐวิสาหกิจขนาดย่อม**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.ismed.or.th/SME (24 ตุลาคม 2553).

[8]คมสัน จิระภัทรศิลป์, **การหาเวลามาตรฐาน (Standard Time)**, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : Available:http://www.pteonline.org/img-lib/staff/file/komson_000822.pdf (12 ธันวาคม 2553)

[9]Cable, J. and Fitzroy, F. R., 1980. Cooperation and Productivity: Some evidence from West German Experience, **Economic Analysis and Workers Management**. 14, 2 : 163-180.

[10]Somnasang S.,1980 **Design of A Line Balancing in An Automobile Assembly Factory**. Thesis AIT Bangkok Thailand.

[11]Miltenberg, J. and Sparling, D., 1995. **Optimal solution algorithms for the U-line balancing problem**. Working Paper, Hamilton : McMaster University.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายยุทธณรงค์ จงจันทร์
วัน เดือน ปีเกิด	7 กรกฎาคม 2514
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 79 หมู่ 2 บ้านโนนพัฒนา ตำบลภูเวียง อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น 40150
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธนบุรี เมื่อ พ.ศ. 2550
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ. 2537-2544 ตำแหน่งอาจารย์ประจำโรงเรียนเทคโนโลยีหมู่บ้านครู พ.ศ. 2549-ปัจจุบัน ตำแหน่งอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธนบุรี พ.ศ. 2550 วิศวกรฝ่ายผลิตบริษัท ที เอ็ม เอ็น แมชชีนแอนด์ฟราวน์ดรี้ จำกัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี