การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต โดยเทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา : กระบวนการเย็บกางเกง

โดย
นางสาวประภัสรา ว่องวัฒนกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต โดยเทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา : กระบวนการเย็บกางเกง

โดย
นางสาวประภัสรา ว่องวัฒนกูล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

INCREASING EFFICIENCY OF PRODUCTION LINE BY LEAN PRODUCTION TECHNIQUES: A CASE STUDY OF SEWING TROUSERS PROCESS

By

MISS Praphasara WONGWATTHANAKOON

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Engineering ENGINEERING MANAGEMENT

Department of INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT

Silpakorn University

Academic Year 2022

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต โดยเทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา : กระบวนการเย็บกางเกง
โดย	นางสาวประภัสรา ว่องวัฒนกูล
สาขาวิชา	การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรุณศรี ลีจีรจำเนียร) เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. สิทธิชัย แซ่เหล่ม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ระพี กาญจนะ)

640920018 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : เครื่องมือการผลิตแบบลีน, การจัดสมดุลสายการผลิต, การศึกษาการทำงาน, เทคนิคการปรับปรุงงาน

นางสาว ประภัสรา ว่องวัฒนกูล: การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต โดยเทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา : กระบวนการเย็บกางเกง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร

วัตถุประสงค์ของวิจัยฉบับนี้คือ การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต กระบวนการเย็บกางเกง ของโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปส่งออก จากการศึกษาพบว่า ปัจจุบัน ระบบการผลิตโรงงานกรณีศึกษา แผนกเย็บกางเกง ยังประสบปัญหาประสิทธิภาพสายการผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ทางโรงงานตั้งไว้ เนื่องจาก มีการจัดวางผังเครื่องจักรที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เป็นอุปสรรคในการไหลของชิ้นงาน ชิ้นงานไหลไม่ต่อเนื่องไปในทิศทางเดียวกัน มีการแยกชิ้นส่วนการไหล มีขั้นตอนการทำงานที่มาก ทำให้เกิดจุดคอขวด และความสูญเปล่าในสายการผลิต จึงก่อให้เกิดการผลิตงานไม่ได้ตามเป้าต่อชั่วโมง ส่งผลให้จำนวนงานออกต่อวันไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต กระบวนการเย็บกางเกง โดยเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ ศึกษากระบวนการ และขั้นตอนการเย็บกางเกง แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลหาสาเหตุของปัญหา หาวิธีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต ผู้วิจัยจึงได้นำเครื่องมือการผลิตแบบลีน การจัดสมดุลสายการผลิต การศึกษาวิธีการทำงาน และหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาความสมดุลในสายการผลิต เพื่อให้การไหลของชิ้นงานต่อเนื่อง เกิดความสูญเปล่าให้น้อยที่สุด และเพื่อเพิ่มความสะดวกให้กับพนักงานในการเปลี่ยนไปยังตำแหน่งต่างๆ

โดยผลการวิจัยพบว่า ก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต ในเดือน พ.ค. มิ.ย. และ ก.ค. จำนวนงานออกเฉลี่ย ก่อนปรับปรุง อยู่ที่ 105 84 และ 110 ตัวต่อวัน และหลังปรับปรุงในเดือน ส.ค. ก.ย. และ ต.ค. อยู่ที่ 125 134 และ139 ตัวต่อวันตามลำดับ ส่งผลให้มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย ในเดือน พ.ค. มิ.ย. และ ก.ค. อยู่ที่ 31 25 และ 33 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ และเดือน ส.ค. ก.ย. และ ต.ค. อยู่ที่ 37 40 และ 41 เปอร์เซ็นต์ ต่อวันตามลำดับ

640920018 : Major ENGINEERING MANAGEMENT
Keyword : Lean Tools, Line Balancing, Work Study, ECRS

MISS Praphasara WONGWATTHANAKOON : Increasing Efficiency of Production Line by Lean Production Techniques: A Case Study of Sewing Trousers Process Thesis advisor : Associate Professor Prachuab Klomjit, Ph.D.

The objectives of this research are production line optimization pants sewing process of ready-to-wear garment factories for export from the study, it was found that the present case study factory production system pants sewing department There was still a problem with the efficiency of the production line not meeting the target set by the factory due to inefficient machine layout. causing obstacles in the flow of workpieces the workpiece flows intermittently in the same direction. There is a separation of flow parts. There are a lot of work steps. cause a bottleneck and wastage in the production line as a result, the production of work does not meet the target per hour. As a result, the number of jobs issued per day did not meet the set target.

Therefore, the researcher has made improvements to increase production efficiency. pants sewing process by starting from the study of product information. study the process and process of sewing pants Then analyze the data to find the cause of the problem. Find ways to improve to increase production line efficiency. The researcher has brought lean production tools. production line balancing Study of working methods and ECRS principles applied to solve problems of balance in the production line. so that the work piece flows continuously The least wastage And to increase the convenience for employees to change to different positions.

The research results showed that Before improvement of production line efficiency in May, June and July, the average number of jobs before improvement was 105, 84 and 110 units per day and after improvement in August, September. and October at 125, 134 and 139 per day, respectively. As a result, average efficiency in May, June and July was 31, 25 and 33 percent per day, respectively, and in August, September and October. 37, 40 and 41 percent per day, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ประจวบ กล่อมจิตร ซึ่งเป็นอาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย รวมทั้ง อาจารย์ ดร. สิทธิชัย แซ่เหล่ม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตร์อาจารย์ ดร. ระพี กาญจนะ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ส่งผลให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ โรงงานกรณีศึกษา แผนกเย็บกางเกง ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บข้อมูลวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าของหนังสือ วารสาร เอกสาร และวิทยานิพนธ์ทุกเล่ม ที่ช่วยให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัย จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าหรือประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาแด่พระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ที่อบรมสั่งสอน แนะนำ ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจอย่างดียิ่งเสมอมา

นางสาว ประภัสรา ว่องวัฒนกูล

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 แนวคิด และทฤษฎีโครงสร้างการผลิตแบบลีน 3

2.2 แนวคิด และทฤษฎีมุมมองแบบลีน 5

2.3 แนวคิด และทฤษฎีการปรับปรุงกระบวนการด้วยหลักการ ECRS 7

2.4 แนวคิด และทฤษฎีหลักการผลิตแบบลีน 7

2.5 แนวคิด และทฤษฎีการเริ่มดำเนินการผลิตแบบลีน 8

2.6 แนวคิด และทฤษฎีเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน 8

2.7 ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) 18

2.8 สมดุลการผลิต Line Balancing 24

2.9 การผลิตแบบเซลลูล่าร์ 32

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 44
3.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ 45
3.2 กระบวนการผลิต (Production Process) 45
3.3 แผนผังกระบวนการผลิต (Plant Layout) 48
3.4 ผังงานกระบวนการเย็บกางเกง (Flowchart) 49
3.5 ศึกษาข้อมูลใบขั้นตอนงาน เวลามาตรฐานและประเภทเครื่องจักร 54
3.6 จำนวนงานออก (Output) ในเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคม 55
3.7 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 56
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย 58
4.1 การออกแบบการไหลของขั้นตอนงาน Process flow Design (ลำดับขั้นตอนงาน) 59
4.2 ทำการออกแบบการไหลของวัตถุดิบ (Material Flow Design) (แผนผังเครื่องจักร) 62
4.3 การออกแบบการไหลของพนักงาน (Operator Flow Design) 64
4.4 การปรับปรุงวิธีการทำงานแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิต 69
4.5 ผลจากการจัดสมดุลการผลิต (Line balance) 70
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ 73
5.1 ประสิทธิภาพสายการผลิต (Efficiency) ก่อน-หลังปรับปรุง 73
5.2 ข้อเสนอแนะ 74
รายการอ้างอิง 75
ประวัติผู้เขียน 77

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงสรุปงานวิจัยที่เกี่ยข้อง 40

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงจำนวนงานออก/วัน 55

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงสาเหตุ และวิธีการปรับปรุง 56

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปขั้นตอนการออกแบบไลน์ผลิต 59

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงปัญหา และวิธีการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนงาน 69

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงจำนวนงานออก/วัน 72

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 วิวัฒนาการสู่การผลิตแบบลีน....4

ภาพที่ 2.2 แสดงสัดส่วนกิจกรรม และรูปแบบการพัฒนากระบวนการ....5

ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างสายการผลิตแบบเซลล์....12

ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนการทำแผนภูมิสายธารคุณค่า....14

ภาพที่ 2.5 กระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน (Current State Mapping)....15

ภาพที่ 2.6 กระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคต (Future State Mapping)....16

ภาพที่ 2.7 แสดงไดอะแกรมความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลัง(Precedence Diagram)....25

ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนการทำงานในกระบวนการผลิตสินค้า....25

ภาพที่ 2.9 ความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลัง (Precedence Diagram) ของการทำงาน....26

ภาพที่ 2.10 กระบวนการประกอบชิ้นงาน P001....26

ภาพที่ 2.11 ภาพแสดงการหารอบเวลาการผลิตในสายการผลิต....27

ภาพที่ 2.12 ภาพแสดงเวลาของสถานีงาน และรอบเวลาการผลิต....27

ภาพที่ 2.13 ภาพแสดงงานย่อยในสถานีงานของสายการผลิต....28

ภาพที่ 2.14 กราฟแท่งแสดงกรณีที่รอบเวลาการผลิตของสายการผลิตสูงกว่าเวลาแทคไทม์....29

ภาพที่ 2.15 ภาพแสดงเวลา และสถานีงาน....29

ภาพที่ 2.16 ความสูญเปล่าในการผลิต....32

ภาพที่ 2.17 กระบวนการและปฏิบัติการต่างๆ....35

ภาพที่ 2.18 ระบบ 5 ส....38

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย....44

ภาพที่ 3.2 กระบวนการผลิตกางเกง....45

ภาพที่ 3.3 แผนผังกระบวนการผลิต....48

ภาพที่ 3.4 ผังงาน (Flowchart) กระบวนการเย็บกางเกง (ชิ้นหน้า) 49
ภาพที่ 3.5 ผังงานกระบวนการเย็บกางเกง (ชิ้นหลัง) 50
ภาพที่ 3.6 ผังงานกระบวนการเย็บกางเกง (ประกอบตัว) 51
ภาพที่ 3.7 ผังงานกระบวนการเย็บกางเกง (ประกอบตัว) (ต่อ) 52
ภาพที่ 3.8 ผังงานกระบวนการเย็บกางเกง (ประกอบตัว) (ต่อ) 53
ภาพที่ 3.9 ข้อมูลใบขั้นตอนงาน 54
ภาพที่ 3.10 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาผลิตงานไม่ได้ตามเป้าที่ตั้งไว้ 40 เปอร์เซ็นต์56
ภาพที่ 4.1 แผนสายธารคุณค่ากระบวนการเย็บกางเกง 60
ภาพที่ 4.2 แผนสายธารคุณค่ากระบวนการเย็บกางเกง(ต่อ) 61
ภาพที่ 4.3 การออกแบบแผนผัง (Layout Design) กระบวนการเย็บกางเกง 62
ภาพที่ 4.4 แผนภูมิปริมาณงานของพนักงาน 64
ภาพที่ 4.5 การวิเคราะห์ปริมาณงานของพนักงาน 66
ภาพที่ 4.6 เอกสารมาตรฐานการทำงาน (Standard Work Sheet) 67
ภาพที่ 4.7 ใบงานออกต่อชั่วโมง (ทุกขั้นตอนงาน) 69
ภาพที่ 4.8 ภาพการปรับปรุงขั้นตอนการเย็บประกบศรเข็มขัดเอว 70
ภาพที่ 4.9 แผนผังกระบวนการผลิต (Plant Layout) ก่อนปรับปรุง 71
ภาพที่ 4.10 แผนผังกระบวนการผลิต (Plant Layout) หลังปรับปรุง 71
ภาพที่ 5.1 แผนภูมิแสดงจำนวนงานออกเฉลี่ยต่อเดือน 73
ภาพที่ 5.2 แผนภูมิแสดงประสิทธิภาพสายการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน 74

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในสถานการณ์ปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม เป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ มีบทบาทอย่างมากในการสร้างอาชีพ และรายได้ให้กับแรงงานไทย นอกจากนี้อุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มยังมีความต้องการของผลิตภัณฑ์จากลูกค้าที่เพิ่มมากขึ้น โดยโรงงานกรณีศึกษามีจำนวนการสั่งซื้อเข้ามาอย่างต่อเนื่อง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น จึงทำให้ประสบปัญหาเกี่ยวกับต้นทุนกระบวนการผลิตสูง และยอดการผลิตต่ำ ส่งผลให้ต้องเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเพื่อชดเชยกับต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งการแข่งขันที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้ธุรกิจต้องพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มผลผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เพื่อสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน

ปัจจุบัน ระบบการผลิตโรงงานกรณีศึกษา แผนกเย็บกางเกง ยังประสบปัญหาประสิทธิภาพสายการผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ทางโรงงานตั้งไว้ เนื่องจาก มีการจัดวางผังเครื่องจักรที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เป็นอุปสรรคในการไหลของชิ้นงาน ชิ้นงานไหลไม่ต่อเนื่องไปในทิศทางเดียวกัน มีการแยกชิ้นส่วนการไหล มีขั้นตอนการทำงานที่มาก ทำให้เกิดจุดคอขวด และความสูญเปล่าในสายการผลิต จึงก่อให้เกิดการผลิตงานไม่ได้ตามเป้าต่อชั่วโมง ส่งผลให้จำนวนงานออกต่อวันไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการจัดวางผังเครื่องจักรใหม่ เพื่อให้รองรับต่อการปรับปรุงสายการผลิต โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน การจัดสายการผลิตแบบเซลล์ลูล่าร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลง และยังส่งผลให้เกิดการทำงานที่สะดวกรวดเร็ว ลดเวลาการทำงานที่ไม่จำเป็น ทำให้มีการไหลของชิ้นงานอย่างต่อเนื่องไม่เกิดจุดคอขวด รวมทั้งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิตได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อลดความสูญเปล่าสายการผลิต กรณีศึกษา กระบวนการเย็บกางเกง ให้การไหลของชิ้นงานต่อเนื่อง ไม่เกิดจุดคอขวด

1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต กรณีศึกษา กระบวนการเย็บกางเกง ให้เป็น 40 เปอร์เซ็นต์ตามเป้าหมายที่โรงงานตั้งไว้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาเฉพาะกระบวนการเย็บกางเกง เพื่อนำมาพิจารณาเป็นเงื่อนไขของการจัดสมดุลสายการผลิต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถลดความสูญเปล่าในสายการผลิต กรณีศึกษา กระบวนการเย็บกางเกง ให้มีการไหลของชิ้นงานต่อเนื่อง ไม่เกิดจุดคอขวด

1.4.2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต กรณีศึกษา กระบวนการเย็บกางเกง ให้เป็น 40 เปอร์เซ็นต์ตามเป้าหมายที่โรงงานตั้งไว้

บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต โดยเทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา : กระบวนการเย็บกางเกง ผู้ศึกษาได้ค้นคว้า รวบรวมทฤษฎี แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเอกสารอื่นๆ เพื่อประกอบการศึกษาได้ดังนี้

2.1 แนวคิด และทฤษฎีโครงสร้างการผลิตแบบลีน

2.2 แนวคิด และทฤษฎีมุมมองแบบลีน (Lean Perspective)

2.3 แนวคิด และทฤษฎีการปรับปรุงกระบวนการด้วยหลักการ ECRS

2.4 แนวคิด และทฤษฎีหลักการผลิตแบบลีน

2.5 แนวคิด และทฤษฎีการเริ่มดำเนินการผลิตแบบลีน

2.6 แนวคิด และทฤษฎีเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน

2.7 ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS)

2.8 สมดุลการผลิต Line Balancing

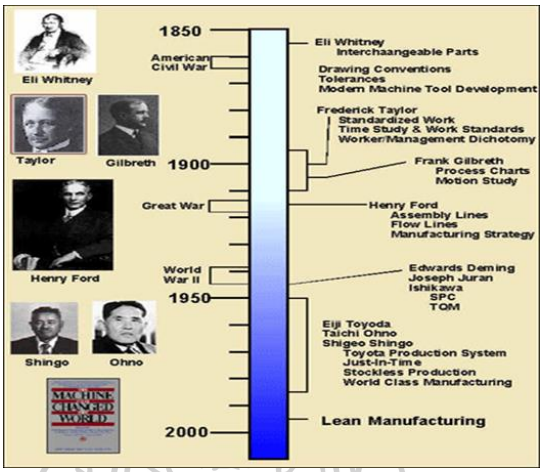
2.9 การผลิตแบบเซลลูล่าร์

2.10 วิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด และทฤษฎีโครงสร้างการผลิตแบบลีน

แนวคิดของการผลิตเริ่มขึ้นทศวรรษที่ 1940 โดยบริษัทผลิตรถยนต์โตโยต้า ตามแนวความคิดในสายการผลิตของ Taichi Ono และShigeo Shigo วิศวกรของบริษัท ที่เรียกกันว่า ระบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time: JIT) หรือระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) เป็นวิธีการของการผลิตที่มีเป้าหมายการใช้ทรัพยากรให้น้อย ใช้ตามความต้องการของลูกค้า สร้างกระบวนการผลิตแบบชิ้นเดียว (One Piece Flow) มุ่งเน้นในเรื่องการจำแนกและจำกัดของเสียจากการผลิต โดยใช้แนวคิดการกำจัดของเสียของบริษัท Ford ของ Henry Ford ในช่วงปี ค.ศ.1900 หลังจากนั้น John Craffic ได้ทำการศึกษาระบบ Toyota Production ที่ประสบความสำเร็จในญี่ปุ่น และนำแนวทางมาพัฒนาเป็นแนวคิดทางการผลิตชื่อ Lean Manufacturing ลงในวารสาร “Sloan Management Review” ปี ค.ศ. 1988 จนกระทั่งในปี ค.ศ.1990 James Womack และทีมงานได้ศึกษาระบบของ TPS อย่างละเอียดและทำอย่างเป็นระบบจนประสบความสำเร็จในเรื่องการกำจัดสิ่งที่สูญเปล่า โดยเสนอลงไปในหนังสือ “Machine that Changed the World” โดยให้หลักการของการผลิตแบบลีนไว้ 5 ประการ คือ 1. ระบุเน้นที่คุณค่า (Value), 2. การกำหนดสายธารคุณค่า (Value Stream Map : VSM), 3. การไหล (Flow), 4.ระบบดึง

(Pull System) และ 5. ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) โดยแสดงให้เห็นวิวัฒนาการของการผลิตแบบลีนแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 วิวัฒนาการสู่การผลิตแบบลีน

ที่มา: Womack (1990)

ความหมายของโครงสร้างการผลิตแบบลีนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. แนวคิดของลีนสร้างขึ้นเพื่อให้พนักงานทุกคนในองค์กรตระหนักถึงความสูญเปล่า

2. การวิเคราะห์ และวางแผนงาน โดยประเมินจากผลการจัดการกระบวนการในสภาพปัจจุบันตามโดยหาจุดปรับปรุงการผลิตแบบลีน วิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการเพื่อหาสิ่งที่ต้องปรับปรุง และหาแนวทางการปรับปรุงโดยความร่วมมือกันในองค์กร

3. กิจกรรมหรือเครื่องมือในการลดหรือกำจัดสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าในกระบวนการ และเน้นการสร้างคุณภาพ คุณค่าในกระบวนการอย่างเป็นระบบ

3.1 ทำการพัฒนาบุคคล จัดฝึกอบรมความรู้พื้นฐานต่างๆที่เกี่ยวกับการผลิตแบบลีนให้แก่พนักงานในระดับต่างๆ ตามความเหมาะสม

3.2 การประกันคุณภาพ โดยดำเนินการแก้ไขปัญหาคุณภาพในกระบวนการ สร้างระบบควบคุมคุณภาพของพนักงาน และเครื่องจักรโดยอัตโนมัติ ได้แก่ระบบควบคุมด้วยสายตา และระบบป้องกันความผิดพลาดของพนักงานหรือเครื่องจักร

3.3 การจัดการควบคุมกระบวนการผลิต ทำการกำหนดรูปแบบการทำงานที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ และธำรงไว้ซึ่งมาตรฐานทางการผลิต โดยทำการพัฒนาร่วมกับหลักการทาง

วิศวกรรม (IE) เพื่อสร้างมาตรฐานทางด้านรอบเวลาการทำงานของคน และเครื่องจักรอย่างเหมาะสม การทำสมดุลของเวลางานในสายการผลิต และความคุมมาตรฐานให้ดียิ่งขึ้น

3.4 การบริหารงานในเรื่องอุปกรณ์ และเครื่องจักรโดยรวม สร้างกิจกรรมสำหรับการบำรุงรักษาเพื่อลดการเสื่อมสภาพจากการใช้งาน รวมถึงการหาแนวทางในการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีความพร้อมที่จะผลิต

3.5 การจัดการสถานที่ทำงาน โดยปรับปรุงพื้นที่ทำงานด้วยกิจกรรม 5 ส. ซึ่งเป็นพื้นฐานของการปรับเปลี่ยนทัศนคติของพนักงานให้เข้าใจความเปลี่ยนแปลง

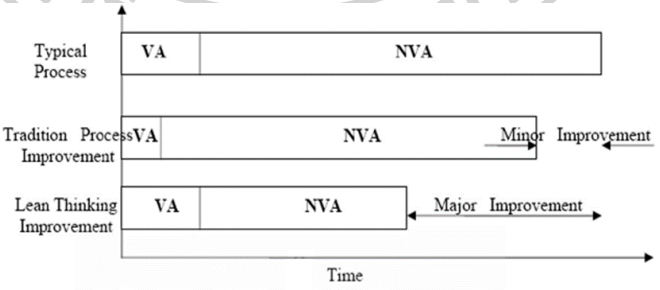
2.2 แนวคิด และทฤษฎีมุมมองแบบลีน

แนวคิดที่มีความสำคัญของการผลิตแบบลีน คือ การระบุไปที่คุณค่า การกำหนดสายธารคุณค่า ทั้งนี้มุมมองของการผลิตแบบลีน คือ การพิจารณากิจกรรมตลอดสายธารคุณค่าในกระบวนการผลิต โดยจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. กิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่า (Value Added Activity: VA) ในมุมมองของลูกค้าขั้นสุดท้าย คือกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์หรือการบริการคิดเป็นร้อยละ 5 ของกิจกรรมทั้งหมด

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

3. กิจกรรมที่มีความจำเป็นแต่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Necessary Non Value Added: NNVA) คือ กิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ หรือบริการ แต่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ คิดเป็นร้อยละ 35 ของกิจกรรมทั้งหมดแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงสัดส่วนกิจกรรม และรูปแบบการพัฒนากระบวนการ
ที่มา: อติชา วัชรานุรักษ์ (2552)

ในการปรับปรุงกระบวนการแบบดั้งเดิม (Tradition Process Improvement) คือ การลดการปฏิบัติการ (Operation) ลง เพื่อลดกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นคือ กิจกรรมที่เกิดคุณค่าก็ลดลงเช่นเดียวกัน แต่แนวคิดแบบลีนช่วยแสดงมุมมองให้เห็นถึงกิจกรรมที่ทำทั้งหมดตลอดกระบวนการ และจำแนกคุณค่าให้เห็นถึงกิจกรรมที่มีคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่าแล้วกำจัดมันออกไปให้เหลือน้อยที่สุด แนวคิดแบบลีน ได้จำแนกความสูญเปล่า (Waste) หรือมุดะ (Muda) ออกเป็น 7 ชนิด ดังนี้

1. การขนส่ง (Transportation) วัตถุดิบต้องส่งถึงในตำแหน่งที่ต้องการจะใช้ คือการขนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจะหนึ่งประกอบด้วย ระยะทาง เวลา แรงงานอุปกรณ์ และต้นทุน การขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุม และลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

2. การจัดเก็บหรือการผลิตสินค้าคงคลัง (Inventory) โดยทั่วไปการผลิต และการบริการที่มีสินค้าเป็นผลิตภัณฑ์ จะมีวัตถุดิบ และสินค้าสำเร็จรูป การจัดเก็บควรจะพอดีกับปริมาณที่ต้องการ

3. การเคลื่อนไหวที่มากเกินไป (Motion) การเคลื่อนไหวต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต เกิดจากวิธีการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์ และการออกแบบวิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสมทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของงาน และร่างการผู้ปฏิบัติงาน

4. การรอคอย (Waiting) เป็นการรวมทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นการรอคอยวัตถุดิบ อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ระบบลีนต้องการรองรับการผลิต การบริการแบบทันเวลาพอดี ไม่เร็วกว่าหรือช้ากว่าเวลาที่กำหนดไว้

5. กระบวนการที่ทำแล้วไม่เกิดคุณค่า (Over Processing) เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำๆกันในหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็นเพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพที่ซ้ำซ้อน เป็นต้น

6. การผลิตมากเกินไป (Over Production) มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้ง โดยไม่ได้คำนึงถึงว่าจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in Process, WIP)

7. ของเสีย (Defects) หรือ เมื่อของเสียถูกผลิตออกมา ของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

2.3 แนวคิด และทฤษฎีการปรับปรุงกระบวนการด้วยหลักการ ECRS

ECRS เป็นแนวคิดที่สามารถนำมาบริหารจัดการงานให้มีประสิทธิผลมากขึ้น โดยที่พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในการหาแนวคิดใหม่ๆ เพื่อปรับปรุงการทำงาน และสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น โดยต้องมีการปรับปรุงอย่าง ความสำคัญใน Kaizen คือ การนำความรู้หรือความสามารถของพนักงานมาช่วยในการปรับปรุงงาน โดยใช้การลงทุนเพียงเล็กน้อย แต่ทำให้เกิดการปรับปรุงแบบค่อยๆ เป็นค่อยๆ ไปที่ค่อยๆ เพิ่มพูนขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตรงข้ามกับแนวคิดของวัตกรรม (Innovation) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่ ที่ต้องใช้เทคโนโลยีซับซ้อนระดับสูง ด้วยเงินลงทุนจำนวนมหาศาล ดังนั้นไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะเศรษฐกิจแบบใดเราก็สามารถใช้วิธีการ Kaizen เพื่อปรับปรุงได้ มีแนวทางง่ายๆ ที่สามารถใช้ปรับปรุงสิ่งต่างๆ ได้ด้วยการหยุด การลด การเปลี่ยน การรวม และการทำงานให้ง่ายหรือหลักการของ ECRS ดังนี้

E (Eliminate) คือ การตัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นในกระบวนการออก

C (Combine) คือ การรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกัน

R (Rearrange)คือ การจัดลำดับงานใหม่ให้เหมาะสม

S (Simplify) คือ ปรับปรุงวิธีการทำงาน หรือสร้างอุปกรณ์ให้ทำงานได้ง่ายขึ้น [3]

2.4 แนวคิด และทฤษฎีหลักการผลิตแบบลีน

แนวคิดแบบลีน แสดงให้เห็นถึงความเป็นองค์รวมหรือความเป็นระบบของการสร้างคุณค่าให้กับลูกค้า ในความเป็นจริงของการสร้างคุณค่านั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเป็นระบบ มิฉะนั้นแล้วคุณค่าจะไม่สามารถถูกสร้างขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง แนวคิดแบบลีนที่ Womack และ Jones นำเสนอนั้น ยังไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นระบบหรือความเป็นองค์รวมได้เด่นชัดมากนัก เพียงแค่นำเสนอองค์ประกอบต่างๆ แต่ยังขาดการนำเสนอการเชื่อมโยง และการเชื่อมต่อระหว่าง 5 องค์ประกอบ กล่าวว่า 5 องค์ประกอบเชื่อมโยง และการเชื่อมต่อ คือ

1. การระบุเน้นที่คุณค่า โดยให้คำจำกัดความของคุณค่าจาก มุมมองของลูกค้า

2. การแสดงสายธารคุณค่า จำแนกให้เห็นถึงกิจกรรมใดที่สร้างคุณค่า กิจกรรมใดไม่ก่อให้เกิดคุณค่า เพื่อสามารถกำจัดกิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่าออกจากกระบวนการ

3. สร้างกระบวนการผลิตหรือบริการนั้นเป็นไปในลักษณะของการไหลอย่างต่อเนื่องของกระบวนการ โดยการไหลอย่างต่อเนื่องจะป้องกันเรื่องเวลาสูญเปล่าในการผลิต นอกจากนี้ ยังทำให้ไม่เกิดการรอคอย วัสดุคงคลังสินค้าเป็นศูนย์ ช่วยลดความสูญเปล่าที่เกิดจากสินค้าคงคลัง

4. สนองความต้องการของลูกค้าโดยใช้ระบบดึง โดยการแจ้งความประสงค์ของลูกค้าย้อนไปสู่การผลิตในรูปแบบของ Downstream เพื่อทำการผลิตในสิ่งที่ลูกค้าต้องการจริงๆ ลดความสูญเสีย และสูญเปล่าในการผลิตที่เกินความจำเป็น

5. ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) ไม่มีข้อผิดพลาดในการสร้างคุณค่าโดยเฉพาะเมื่อความต้องการลูกค้าเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างอื่น แนวคิดลีนไม่ได้สร้างคุณค่าไว้เผื่อสำหรับข้อผิดพลาดของตัวระบบเอง ความเข้าใจเชิงระบบของสายธารคุณค่า และความเชื่อมโยงกับลูกค้าจะทำให้องค์กรธุรกิจสามารถปรับสายธารคุณค่าให้สร้างคุณค่าใหม่ให้ตรงตามความต้องการของลูกค้าได้ โดยรักษาความเป็นระบบการสร้างคุณค่า และระบบธุรกิจให้คงอยู่ได้ต่อไป [1]

2.5 แนวคิด และทฤษฎีการเริ่มดำเนินการผลิตแบบลีน

การทำแผนภูมิสายธารคุณค่าหรือแผนการไหลของเส้นทางการผลิต (Value Stream Mapping): เป็นการศึกษากลุ่มการปฏิบัติงานเฉพาะทางที่จำเป็นต่อการนำกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Family) จากวัตถุดิบจนออกมาในรูปสินค้าสำเร็จรูปที่ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ โดยมุ่งให้ความใส่ใจต่อการจัดการสารสนเทศ และงานที่เกี่ยวกับการแปรรูปทางกายภาพ (Physical Transformation Tasks) ผลลัพธ์ (Output) ของ VSM ออกมาในรูปแบบแผนภูมิแสดงสภาพปัจจุบัน/สภาพในอนาคตของสายการผลิต และการนำแผนงานที่ได้รับจากสภาวะปัจจุบัน และอนาคตไปปฏิบัติ แผนการนำระบบลีนไปปฏิบัติเป็นเสมือนเครื่องนำทางเพื่อการแก้ไขปัญหาแบบคอขวด (Bottleneck) รวมไปถึงการติดตั้งเครื่องจักรที่ใช้ระยะเวลานาน (Long Setup Times) เครื่องจักรที่ไม่ปลอดภัยในการใช้งาน (Unreliable Equipment) ขั้นตอนแรกที่ไม่เป็นที่ยอมรับของปริมาณผลผลิต (Unacceptable First Pass Yield) การทำงานที่ทำให้มีสินค้าคงคลังหรืองานที่มีปริมาณสูงมาก

2.6 แนวคิด และทฤษฎีเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน

เครื่องมือในการผลิตแบบลีนซึ่งรวบรวมเครื่องมือไว้ทั้งหมด 27 ชนิด โดยสามารถจำแนกเครื่องมือออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือปรับปรุง อัตราการไหล (Flow)

1.1 ตารางการผลิตแบบดึง (Pull Production Scheduling) หรือ ระบบคัมบัง (Kanban System) ภาษาญี่ปุ่น ที่ให้ความหมายว่า เป็นสัญญาณหนึ่งในเครื่องมือพื้นฐานของระบบทันเวลาพอดี ที่แสดงให้เห็นถึงการเติมเต็มการผลิต และวัสดุให้มีการไหลอย่างเป็นลำดับ และต่อเนื่องทั้งกระบวนการ คัมบัง กุญแจแห่งความสำเร็จในระบบการผลิตบบลีน สัญญาณที่สามารถเห็นได้ด้วยตา เป็นการวัดความต้องการ และลำดับของลูกค้า ในระบบการผลิตแบบดึง การให้สัญญาณระบบคัมบัง โดยจะเป็นบัตรที่แสดงข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตต่างๆ เช่น จำนวนที่จะผลิต โดยสามารถใช้ได้ในการไหลของข้อมูลวัสดุ ข้อมูลโรงงาน การไหลของโครงการในสำนักงาน และในการไหลของวัตถุดิบจาก

ผู้ขายไปสู่ลูกค้า ประโยชน์ของคัมบัง คือ ลดสินค้าคงคลัง สามารถพยากรณ์การไหลของวัสดุได้ สร้างตารางเวลาได้อย่างง่าย สร้างระบบดึงด้วยสายตาที่ตำแหน่งการผลิต

1.2 การไหลทีละชิ้น (One Piece Flow) คือ การผลิต ตรวจสอบ และส่งมอบงานทีละชิ้นโดยมีหลักการที่กำหนดรอบเวลาการทำงานให้ตรงกับความต้องการสินค้าของลูกค้าหรือตลาด หลักการนี้สามารถนำไปใช้กับการบริการได้เช่นกัน คือ ทำการกำหนดระยะเวลาการให้บริการแก่ลูกค้า กับปริมาณของลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการ

1.3 การผลิตโดยอิงเวลามาตรฐาน (Production to Takt Time) คือ การสร้างสมดุลการทำงานโดยให้ระยะรอบของการทำงาน เท่ากับ เวลาที่ลูกค้าต้องการสินค้า ถูกกำหนด เป็นจังหวะสำหรับรอบเวลาของผู้ปฏิบัติงานเป็นเวลาทั้งหมดที่ต้องการ สำหรับผู้ปฏิบัติงานหนึ่งคนทำงานสำเร็จ 1 ชิ้น โดยหนึ่งรอบของผู้ปฏิบัติงานประกอบไปด้วย การเดินติดตั้งงานหรือปลดงาน และการตรวจสอบ รอบเวลาของเครื่องจักร คือ เวลาระหว่างที่เดินเครื่องจักรจนกระทั่งหยุดเครื่องจักร เวลาแท็ค เป็นสัดส่วนของเวลาการปฏิบัติงานแต่ละวัน และความต้องการสินค้าในแต่ละวันเช่นกัน ตัวแปรประกอบไปด้วย ความต้องการของลูกค้า และเวลาทำงานที่มีอยู่ เมื่อความต้องการของ ลูกค้าและเวลาการทำงานที่มีอยู่เปลี่ยนไป เวลาแท็คจะถูกคำนวณใหม่โดยการคำนวณเวลาแท็คเท่ากับระยะเวลาสุทธิในกระบวนการ หารด้วย ผลผลิตทั้งหมดที่ต้องผลิต วิธีการคำนวณเวลาแท็ค คือ ระยะเวลาเท่าไรที่งาน 1 ชิ้นจะเสร็จสมบูรณ์ ตามที่ลูกค้าระบุ โดยคำนวณจาก ปริมาณความต้องการของลูกค้า และเวลาทำงานที่มีอยู่ แสดงดังสมการที่ 2.1

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{เวลาทำงานปกติสุทธิในหนึ่งวัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการในหนึ่งวัน}}$$ สมการที่ 2.1

1.4 ห้า ส. (5S.) เป็นเทคนิคที่ใช้ในองค์กรเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมด้านคุณภาพภายในองค์กร โดยประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้ริเริ่มนำระบบนี้มาใช้ การนำห้า ส. มาใช้ในการผลิตแบบลีน คือ วิธีปฏิบัติในการดูแลรักษาพื้นที่ปฏิบัติการของลีน ทำความสะอาด คำนวณการจัดการ การใช้และจัดสร้างระบบของพื้นที่การทำงาน มุ่งเน้นไปที่การแสดงให้เห็นถึงความโปร่งใส การจัดการองค์กรความสะอาด และการสร้างให้เป็นมาตรฐานดำรงไว้ ซึ่งระเบียบแบบแผนที่จำเป็นของการทำงานที่ดี รวมถึงปรับปรุงกระบวนการคิดของพนักงาน อันประกอบไปด้วย

ส.1 สะสาง แยกสิ่งของที่ต้องการ และไม่ต้องการออกจากกัน กำจัดสิ่งของที่ไม่ต้องการนั้นออกไปจากสถานที่นั้นๆ

ส.2 สะดวก จัดสิ่งของที่จำเป็นเหล่านั้นให้อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้อย่างง่าย และมีประสิทธิภาพ

ส.3 สะอาด จัดสถานที่ทำงานให้ปราศจากสิ่งสกปรก

ส.4 สุขลักษณะ ดำรงสภาพของสะสาง สะดวก สะอาด อยู่ตลอดเวลา

ส.5 สร้างเสริมลักษณะนิสัย ปลูกฝังสิ่งเหล่านี้ให้อยู่ในนิสัย ประพฤติอย่างถูกต้องตามกฎระเบียบวินัย

ผลดีที่ได้จากการทำ ห้า ส. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน กล่าวคือ ลดเวลาทำงานลดอุบัติเหตุ ลดเวลาในการปรับเปลี่ยนกิจกรรม เพิ่มกิจกรรมการเพิ่มคุณค่าของพนักงาน และให้พนักงานมีส่วนร่วมในการพัฒนาการทำงานมากขึ้น

1.5 งานมาตรฐาน (Standardize Work) คือ การมีระบบเอกสารอ้างอิงไว้เป็นมาตรฐานสำหรับการทำงาน และปฏิบัติตามมาตรฐานนั้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ก็ต้องปรับปรุงเอกสารและอบรมพนักงานให้ทำตามมาตรฐานที่ได้แก้ไขนั้น การมีมาตรฐานทำให้สามารถควบคุมการทำงานและผลงานได้ง่าย รวมถึงใช้สื่อกับพนักงานถึงการปฏิบัติงานได้ง่ายขึ้นด้วย นับเป็นบันไดขั้นแรกๆ ของการเพิ่มผลผลิต การสร้างผังโรงงานที่มีพื้นที่ไร้ประโยชน์น้อยที่สุด จำแนกความต้องการของงานในกระบวนการที่น้อยที่สุดได้ เข้าใจเวลานำที่มีผลกระทบต่องานในกระบวนการ สามารถคำนวณความต้องการของพนักงาน ที่ต้องการต่อความต้องการที่หลากหลายได้

1.6 แบบแสดงวิธีปฏิบัติงาน (Method Sheets) คือ แบบแสดงภาพวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน รวมถึงการอธิบายวิธีการทำงาน เพื่อควบคุมการปฏิบัติงานให้ถูกต้องอยู่เสมอ

1.7 การควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) เป็นระบบการควบคุมการทำงาน โดยใช้บอร์ด ป้าย สัญลักษณ์สี และอื่นๆ เพื่อให้ทุกคนเข้าใจการทำงานได้ง่าย และชัดเจน ทราบถึงสถานการณ์ข่าวสารที่สำคัญ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมงานผลิต คือ การควบคุมความเปลี่ยนแปลงนั่นเองเครื่องมือเหล่านี้จะลดความยุ่งยากให้แก่ทีมปฏิบัติงานในพื้นที่ปฏิบัติงานตลอดจนงาน 5 ส.และกิจกรรมการพัฒนาด้านอื่นๆ

1.8 การบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) คือ ระบบการบำรุงรักษาที่จะทำให้เครื่องจักร อุปกรณ์เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยพนักงานทุกคนที่เป็นผู้ใช้เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์นั้นๆ มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาให้อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งานอยู่เสมอด้วยตนเอง เช่น การตรวจสอบเครื่องจักรเป็นประจำทุกวัน การดูแลรักษาตามคู่มือการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เปลี่ยนอะไหล่ตามอายุ การใช้งาน หมั่นตรวจสอบ และสังเกตสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ เป้าหมายสูงสุดของ TPM คือ อุปกรณ์เครื่องมือเสียหายเป็นศูนย์ ความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องมือเป็นศูนย์ อุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้งานเครื่องจักรเครื่องมือเป็นศูนย์

1.9 การบำรุงรักษาอย่างน่าเชื่อถือ (Reliability Centered Maintenance) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์เครื่องจักรเพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องมีความรู้ความเข้าใจในเครื่องจักรที่ตนเองใช้อยู่โดยมุ่งเน้นไปที่หน้าที่การทำงานจริงของมัน เพราะการบำรุงรักษาไม่อาจเกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้หาก

ผู้เกี่ยวข้องยังไม่สามารถเข้าใจหน้าที่การทำงานที่แท้จริงของเครื่องจักรเพื่อเป็นการวางแผนการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพหรือเพื่อพิจารณาว่าแผนการบำรุงรักษาที่มีอยู่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป จึงเป็นการเหมาะสมอย่างยิ่ง ที่จะนำเทคนิคของ RCM มาประยุกต์ใช้ ประโยชน์ที่ได้รับสามารถสร้างแผนการบำรุงรักษาที่เหมาะสม

1.10 การบำรุงรักษาตามการคาดการณ์ (Predictive Maintenance) เป็นกลยุทธ์การซ่อมบำรุงจากการเก็บข้อมูลการใช้งาน และความเสียหาย ตรวจสอบดูว่าเกิดอะไรขึ้นบ้างแล้วคาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อไร แล้วดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะเกิดปัญหา

2. เครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ (Flexibility)

2.1 การลดเวลาของการเปลี่ยนงาน (Set up Reduction) คือ การเปลี่ยนรุ่นหรือปรับเปลี่ยนแบบงาน และผลิตภัณฑ์ไปจากเดิม อาจจะต้องทำการเปลี่ยนแม่พิมพ์ อุปกรณ์ เครื่องจักร เงื่อนไขทางการผลิตหรือบริการที่ต่างออกไป กระบวนการทำงานต้องมีการเตรียม และจัดการอย่างรวดเร็ว และพร้อมสำหรับการผลิตหรือบริการ

2.2 การผลิตแบบผสมรุ่น (Mixed Model Production) คือการจัดกระบวนหรือสายการผลิตแบบผสมกันระหว่างชนิดผลิตภัณฑ์ โดยใช้ปัจจัยการผลิตใกล้เคียงแบบเดิม

2.3 การปรับเรียบการผลิต (Smoothed Production Scheduling) คือ การจัดตารางการปฏิบัติงานให้ได้ปริมาณสม่ำเสมอตามความต้องการลูกค้า เพื่อลดความแปรปรวนในกระบวนการต่างๆ ซึ่งจะทำให้เกิดการไหลของงานอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากระบบคัมบังจะใช้งานได้ดีเมื่อการผลิตมีการปรับเรียบ และมีประสิทธิภาพสายการผลิตที่ดี (Efficiency of Line Balance) แสดงดังสมการที่ 2.2

$$\text{Efficiency of Line Balance} = \frac{\text{เวลารวมของทุกสถานีงาน}}{\text{เวลางานที่มากที่สุด}} \times \text{จำนวนสถานี} \times 100\% \qquad \text{สมการที่ 2.2}$$

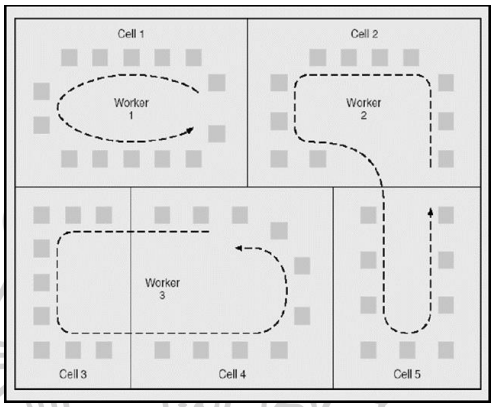
2.4 การฝึกอบรมพนักงานข้ามสายงาน (Cross Trained Work Force) คือการฝึกอบรมพนักงานในส่วนที่ไม่ใช่เจ้าหน้าที่เฉพาะด้านให้สามารถที่จะทำงานได้หลายๆ อย่าง เพื่อจัดการความเปลี่ยนแปลงในเรื่องทักษะทางด้านการปฏิบัติงานได้หลากหลาย และทดแทนกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. เครื่องมือสำหรับลดเวลาในการทำงาน (Throughput Time Reduction)

3.1 การจัดสายการผลิตแบบเซลลูลาร์ (Cellular Manufacturing) เป็นการจัดผังโรงงานแบบผลิตภัณฑ์ (Product Layout) ประเภทหนึ่ง ซึ่งจะเป็นลักษณะผลิตสินค้าที่ใช้ลักษณะเครื่องจักรหรือขั้นตอนการผลิต และผลิตภัณฑ์กลุ่มเดียวกันไว้ด้วยกัน เรียกว่า กลุ่มหรือเซลล์การผลิต โดยแต่ละเซลล์จะนำเครื่องจักรมาวางไว้ใกล้ๆ กันตามลำดับขั้นตอนการผลิตหรือตามทิศทางการไหลของ

ชิ้นงาน แต่ละเซลล์จะมีกำลังคน เครื่องมือ และอุปกรณ์เป็นเอกเทศของตัวเอง จะจัดคนสำหรับทำการผลิต 3-12 คน โดยแต่ละเซลล์จะจัดเซลล์ไว้ประมาณ 5-15 สถานีงาน

ตามแนวทางของระบบดึง ตัวอย่างสายการผลิตแบบเซลล์ได้แสดงในภาพที่ 2.3 จากภาพจะเห็นได้ว่า ในหนึ่งห้องจะมีอยู่หนึ่งเซลล์ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นเช่นนี้เสมอในหนึ่งห้องอาจมีหลายเซลล์ได้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่มีอยู่ และความต้องการเป็นสำคัญ



ภาพที่ 2.3 แสดงตัวอย่างสายการผลิตแบบเซลล์

ที่มา: วิทยา สุหฤทดำรง (2550)

การใช้ผังการผลิตแบบเซลล์จะทำให้อัตราการใช้งานเครื่องจักรต่ำลง กล่าวคือ ใช้งานเครื่องจักรน้อยลง แต่ผลิตสินค้าได้เท่าเดิม นั่นคือจะทำให้มีกำลังการผลิตเหลือ สำหรับความต้องการอาจเพิ่มขึ้นในอนาคต อย่างไรก็ดีไม่จำเป็นว่าทุกโรงงานที่มีระบบการผลิตแบบลีนต้องจัดสายการผลิตแบบเซลล์ บางลักษณะของผลิตภัณฑ์อาจไม่เหมาะสมสำหรับเซลล์ก็ได้ อาจใช้หลักการของลีนไม่ว่าจะเป็นระบบคัมบังการผลิตที่เน้นการไหลของงาน การจัดการกับคอขวด เป็นต้น

3.2 การตรวจสอบด้วยตนเอง (Self-Check Inspection) คือ การตรวจสอบคุณภาพงานตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ ในแต่ละขั้นตอนที่พนักงานผลิตมีหน้าที่รับผิดชอบว่าชิ้นงานมีข้อบกพร่องหรือไม่ เพื่อป้องกันของเสียจากการผลิตถูกส่งต่อไปให้หน่วยงานถัดไปหรือถึงมือลูกค้า

3.3 การหยุดสายการผลิต (Line Stop) คือ ผู้ทำการปฏิบัติงานมีหน้าที่หรือสามารถทำการหยุดกระบวนการผลิตหรือสามารถแจ้งผู้มีหน้าที่ในการพิจารณาได้ เมื่อตรวจพบความผิดปกติจากชิ้นงานที่กำลังทำการผลิต เพื่อป้องกันผลกระทบจากปัญหาที่เกี่ยวข้องในภายหลัง

3.4 ระบบการตรวจสอบของเสียอัตโนมัติ (Autonomation) อธิบายคุณลักษณะของการออกแบบที่จะมีผลต่อหลักการของการ JIDOKA ที่ใช้ในระบบการผลิตของโตโยต้า (TPS) และการผลิตแบบ Lean ประเภทของระบบอัตโนมัตินี้ใช้ฟังก์ชั่นการควบคุมดูแลบางอย่างมากกว่าฟังก์ชั่น

การผลิต หากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นผิดปกติเครื่องจะหยุด และผู้ปฏิบัติงานจะหยุดสายการผลิต โดยป้องกันไม่ให้การผลิตของผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง

3.5 การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง (Successive Check Inspection) โดยผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการถัดไป จะดำเนินการตรวจสอบผลงานในกระบวนการก่อนหน้า (Upstream) และเมื่อตรวจพบปัญหาว่าเกิดจากสาเหตุต้นตอในกระบวนการก่อนก็จะส่งผ่านชิ้นงานบกพร่องกลับไปยังผู้ปฏิบัติงานกระบวนการก่อน เพื่อแก้ไขปัญหา และทำการตรวจสอบซ้ำ (Double Checking) โดยมุ่งป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเดิมอีก แต่หากผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถแก้ปัญหาที่ตรวจพบได้ก็จะให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะตรวจสอบ และดำเนินการแก้ไขปัญหา

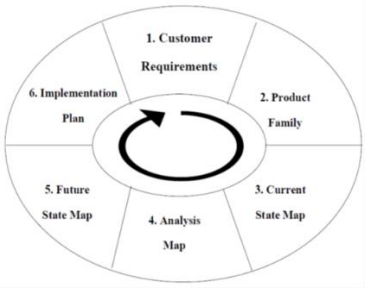
3.6 การจัดเตรียม และบริหารพื้นที่ (Point of Used Material) หมายถึงการจัดเตรียมและบริหารพื้นที่เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้อย่างสะดวก ลดการเคลื่อนที่หรือขนย้ายวัสดุ นอกจากนี้ยังรวมถึงการจัดเก็บอุปกรณ์ ในพื้นที่ๆ สะดวกต่อการใช้งานด้วย

3.7 การป้องกันความผิดพลาด (Mistake Proofing) POKA YOKA คำนี้มาจากภาษาญี่ปุ่น 2 คำ คือ คำว่า “POKA” (อ่านว่า โพ-คา) แปลว่า การผิดพลาดโดยไม่ได้ตั้งใจ หรือพลั้งเผลอ แล้วคำว่า “YOKE” (อ่านว่า โย-เกะ) แปลว่า ป้องกัน ดังนั้นเมื่อรวมกันแล้วจึงมีความหมายว่า การป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ สาเหตุของความเสียหายนั้นอยู่ที่ความผิดพลาดของพนักงาน และความเสียหายนั้นคือผลจากการไม่สนใจความผิดพลาดเหล่านี้ ซึ่งจะเป็นปัญหาคุณภาพตามมาอีกด้วย เพื่อป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการผิดพลาดของการผลิตในกระบวนการสายการผลิตไม่ให้หลุดออกจากกระบวนการ ซึ่งมีหลายระดับ ระดับดั้งเดิมจริงๆ ก็เป็นการหาทางป้องกันที่ไม่มีทางที่จะเกิดปัญหาได้เลยเรียกว่า 100% ตัวอย่างเช่น ปลั๊กไฟ ออกแบบให้ 3 ขา พร้อมขาดิน เสียบขาผิดไม่ได้เพราะมันจะเสียบไม่เข้า เพราะต้องการให้เส้นที่มีไฟต่อเข้ากับ “เต้ารับ” สายที่มีไฟ สายกลางต่อเข้ากับสายกลาง และสายดินต่อเข้ากับสายดิน ถ้าเต้ารับมี 2 ขามันจะเสียบสลับกันอาจจะเกิดอันตรายได้ ระบบโพคา โยเกะ ต้องศึกษาแล้วสร้างการป้องกันขึ้น เพื่อใช้ตามลักษณะงานของแต่ละกิจกรรมหรือโรงงาน

4. เครื่องมือที่ใช้ปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement)

4.1 แผนภูมิสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) คือเครื่องมือที่ใช้เขียนแผนภาพที่แสดงถึงเส้นทางการผลิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งแผนภาพจะแสดงทั้งการไหลของวัตถุดิบ และข้อมูลในการผลิต มีประโยชน์ในการใช้จำแนกหรือระบุถึงขั้นตอนที่เป็นการเพิ่มคุณค่า และที่ไม่เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการทำ VSM ประกอบไปด้วย 6 ขั้น ตอนแสดงในภาพที่ 2.4

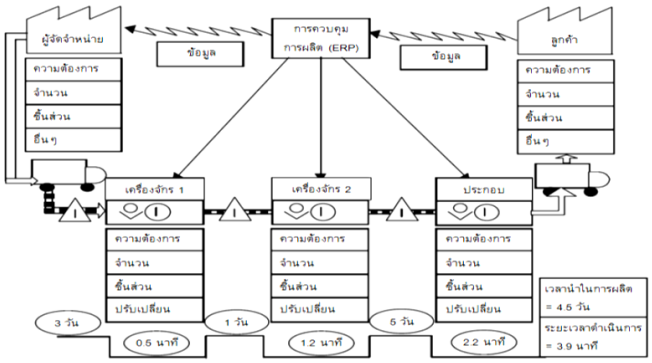


ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนการทำแผนภูมิสายธารคุณค่า
ที่มา: พฤทธิพงศ์ โพธิราวรรณ (2548)

4.1.1 การกำหนดความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement) เนื่องจาก VSM เป็นเครื่องมือซึ่งมุ่งกำจัดความสูญเปล่าต่างๆ ในกระบวนการผลิตเพื่อให้สินค้าหรือบริการนั้นสามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า ดังนั้น ก่อนที่จะเข้าสู่ขั้นตอนในการทำ VSM สิ่งแรกที่จำเป็นต้องคำนึงถึง คือ องค์กรจะทำอย่างไรถึงสามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างถูกต้องจนทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจ การจะเข้าถึงความต้องการของลูกค้าได้อย่างแท้จริงนั้นสามารถทำได้โดยการวิจัยตลาด การสำรวจตลาด การออกแบบสอบถาม รวมไปถึงวิธีการใดๆ ที่ให้ได้มาซึ่งข้อมูลความต้องการของลูกค้าหรือผู้บริโภคขั้นสุดท้าย

4.1.2 กลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Family) เมื่อทราบถึงความต้องการของลูกค้าว่าต้องการสินค้าจำนวนเท่าไร เวลาที่ต้องการเมื่อไร ขั้นตอนการผลิตเป็นอย่างไรแล้วทำการตรวจสอบรายละเอียดเกี่ยวกับชนิดของสินค้าต่างๆ ก่อนที่จะเริ่มทำการเขียนแผนภาพ

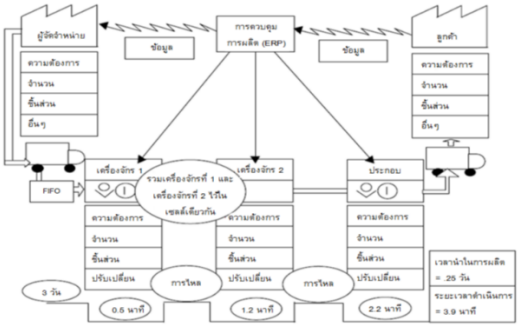
4.1.3 การเขียนแผนภาพกระบวนการในสถานะปัจจุบัน (Current State Mapping) เพื่อให้ทราบถึงคุณค่าในสายตาที่ลูกค้าต้องการ และย้อนกลับมาพิจารณาที่กระบวนการต้นทาง (Upstream) หรือทางฝั่งผู้ส่งมอบ โดยรายละเอียดต่างๆ ในแผนภูมิที่ร่างไว้ และจะมีลูกศรเชื่อมโยงถึงการแสดงสถานะปัจจุบัน การสร้างแผนผัง การวิเคราะห์ถึงการไหลของวัตถุดิบ และข้อมูล แสดงให้เห็นถึงภาพรวมทั้งหมดของการไหลของงานผ่านทุกๆ ระบบ ซึ่งมีความแตกต่างจากแผนผังกระบวนการ (Process Maps) ในหลายๆ ด้าน เป็นเครื่องมือในการเริ่มต้นวิเคราะห์กระบวนการ มุ่งปรับปรุงแนว Added: VA) กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็นต้องมี (Necessary but Non Value Added: NNVA) ซึ่งเป็นความสูญเปล่าแต่จำเป็นต้องให้เกิดขึ้นในกระบวนการ แก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ยาก และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non Value Added: NVA) ถือเป็นกิจกรรมที่เป็นความสูญเปล่าต้องกำจัดออกไป โดยแสดงรายละเอียดกระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน แสดงในภาพที่ 2.5 ทางการไหลของสารสนเทศ และทรัพยากร ตลอดทั้งห่วงโซ่อุปทาน



ภาพที่ 2.5 กระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน (Current State Mapping)
ที่มา: ยุพา กลอนกลาง (2548)

4.1.4 การวิเคราะห์คุณค่า (Analysis Map) เมื่อได้แผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบันแล้ว จะนำแผนภาพที่ได้นี้มาทำการวิเคราะห์ และปรับปรุงโดยใช้หลักการกำจัดความสูญเปล่าซึ่งไม่เพิ่มคุณค่าออกจากระบบ และสร้างกระบวนการผลิตหลังปรับปรุงที่มีความสามารถทางการผลิตให้มีประสิทธิภาพกว่าเดิม ซึ่งความสูญเปล่าต่างๆ ที่อยู่ภายในกระบวนการผลิตเดิม ซึ่งแสดงให้เห็นได้จากความสูญเปล่าในการผลิตทั้ง 7 ประการ นอกจากการปรับปรุงความสูญเปล่าต่างๆ ที่เกิดในแผนภาพสถานะปัจจุบันแล้วเรายังสามารถปรับปรุงกระบวนการหรือขั้นตอนการผลิตในแต่ละขั้นตอน โดยใช้เวลาแท็ค (Task Time) เป็นตัวกำหนดรอบเวลาการผลิตที่เหมาะสมที่ลูกค้าต้องการได้อย่างทันเวลาอีกด้วย

4.1.5 การเขียนแผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคต (Future State Drawing) สำหรับสารสนเทศที่ได้รับเหล่านี้จะถูกนำมาใช้วิเคราะห์สำหรับขจัดความสูญเปล่าที่แฝงอยู่ในกระบวนการ ซึ่งส่งผลต่อระยะเวลาการส่งมอบที่ล่าช้า เช่น การรอคอยการตรวจสอบ การขนส่ง เป็นต้น ดังนั้น การจัดทำแผนภูมิในช่วงนี้จึงแสดงสถานะที่ควรจะเป็นหลังการปรับปรุงที่มุ่งให้เกิดการไหลของทรัพยากร และสารสนเทศได้อย่างต่อเนื่อง โดยแสดงสารสนเทศสำคัญ เช่น ขนาดรุ่นการผลิต รอบเวลา ระยะช่วงเวลานำ และระดับปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสม ตัวอย่างแผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคต แสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 กระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคต (Future State Mapping)

ที่มา: ยุพา กลอนกลาง (2548)

4.1.6 การนำไปใช้งาน (Implementation) ค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตที่ได้จากแผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคต มีค่าที่แสดงว่า ประสิทธิภาพดีขึ้นจากกระบวนการผลิตแบบเดิม เราก็สามารถนำกระบวนการผลิตใหม่ที่ปรับปรุงแล้วนั้นไปใช้ในกระบวนการผลิตจริงได้ต่อไป แต่ถ้าหากพบว่ายังสามารถปรับปรุงหรือกำจัดความสูญเปล่าในจุดใดได้อีก ก็สามารถทำให้แผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคตนั้นเปลี่ยนเป็นแผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน

4.2 การปรับปรุงอย่างอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) หรือ ไคเซน (Kaizen) เป็นภาษาญี่ปุ่น แปลว่า การปรับปรุง โดยการนำแนวคิดมาใช้ในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นการมีส่วนร่วมตลอดเวลาของพนักงาน

4.3 การผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time: JIT) เป็นระบบการผลิตที่นำมาใช้เพื่อสนองปรัชญาในการผลิตที่หมายถึง การนำชิ้นส่วนที่ต้องการจำนวนหนึ่งเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตแต่ละขั้นในเวลาที่เหมาะสม แนวทางใหม่นี้มาแทนที่แนวคิดแบบเดิมซึ่งใช้กันทั่วไป โดยปกติแล้วชิ้นส่วนจะถูกส่งไปยังขั้นตอนการผลิตถัดไปทันทีที่พร้อม แนวคิด JUST-IN-TIME มีข้อได้เปรียบอยู่ที่การประหยัดเวลา สร้างความสมดุลให้มากขึ้นในกระบวนการ และทำให้เห็นปัญหาได้ชัดเจนขึ้นของลูกค้าทั้งลดปริมาณ ลดเวลา ลดงานระหว่างทำ อันเป็นข้อเสียของการผลิตแบบคราวละมากๆ (Mass Production) อย่างไรก็ดีการผลิตแบบทันเวลาพอดีก็จะมีปัญหา คือ ต้องบริหารจังหวะการสั่งวัตถุดิบจากผู้ผลิตต้นทาง (Supplier) ช่วยลดต้นทุนการเก็บของผู้ผลิต แต่ในแง่ของ Supplier ต้องไปเก็บพวกนี้ให้แทน เพื่อเตรียมพร้อมในการส่งตลอดเวลา โดยสรุปการผลิตแบบทันเวลาพอดี ควรมีการปรับวิธีการที่แตกต่างกับการผลิตครั้งละมากๆ (Mass Production) ดังต่อไปนี้

4.3.1 ต้องทำการปรับเรียบหรือจัดสมดุลสายการผลิต ให้แต่ละสถานีงานมีภาระงานการผลิตงานที่เท่ากันหรือเวลาผลิตใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อให้ทำงานแต่ละสถานีได้อย่างต่อเนื่องไม่เกิดการรอ

4.3.2 ต้องลดหรือกำจัดเวลาของการปรับตั้งเครื่องมือ เครื่องจักร เมื่อเปลี่ยนรุ่นของการผลิต (Setup Time) อยู่ในหน่วยของนาที ไม่ควรเกิน 10 นาทีหรือ SMED (Single Minute Exchange of Die)

4.3.3 ต้องลดปริมาณการผลิต และการสั่งซื้อแต่ละครั้ง ทำให้เกิดจำนวนครั้งของการตั้งเครื่อง และจำนวนครั้งของการสั่งซื้อที่มากขึ้น

4.3.4 ต้องลดเวลาการผลิต และการส่งมอบ (Production Lead Time และ Delivery Lead Time) ซึ่งเวลานำในการผลิตสามารถลดลงได้โดยความร่วมมือกันระหว่างแผนกผลิต ส่วนการลดเวลานำในการส่งมอบก็สามารถลดลงได้ โดยความร่วมมือ และการติดต่อประสานงานที่ดีกับผู้ผลิตจากภายนอก

4.3.5 ต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อลดการเสื่อม และการหยุดเครื่อง ซึ่งการผลิตแบบทันเวลาเครื่องจักรจะมีโอกาสหยุดให้บำรุงรักษามากกว่าการผลิตครั้งละมากๆ

4.3.6 ต้องมีแรงงานแบบหลายทักษะ (Flexible Work Force) เช่น สามารถใช้เครื่องจักรได้ ทำการดูแลเกี่ยวกับการซ่อมบำรุงเบื้องต้นได้ โดยทำควบคู่ไปกับการผลิต และรักษาคุณภาพของงาน

4.3.7 ต้องการผู้ผลิตจากภายนอกที่เชื่อถือได้ และมีระบบประกันคุณภาพที่จะไม่ทำให้ชิ้นส่วนด้อยคุณภาพมาถึงโรงงาน รวมถึงมีระบบประเมินผู้ผลิตจากภายนอก

4.3.8 ต้องขนถ่ายชิ้นงานระหว่างหน่วยผลิตคราวละน้อย ๆ หรือถ้าเป็นไปได้ก็คราวละหนึ่งหน่วย (Small-Lot-Conveyance หรือ One-Piece Flow) ทั้งนี้เพื่อลดเวลานำ และลดปริมาณงานระหว่างกระบวนการ

4.4 การวิเคราะห์สาเหตุที่แท้จริง (Root Cause Analysis) เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาเบื้องต้น คือการย้อนกลับขึ้นไปหาถึงสาเหตุของปัญหา โดยพยายามเจาะลึกถึงสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง

4.5 การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control) เป็นการควบคุมกระบวนการโดยการหาค่าเฉลี่ยของตัวแปรในกระบวนการ กำหนดควบคุมเขตจำกัดบน และล่างตรวจสอบตัวแปร และควบคุมกระบวนการให้อยู่ในขอบเขตที่ควบคุม [4]

2.7 ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System: TPS)

คือ ระบบการผลิตที่มุ่งเน้นการลดต้นทุนการผลิต กำจัดส่วนเกินต่างๆ จากกระบวนการผลิตเฉพาะที่ตองการเท่านั้น เพราะมองว่าสินค้าที่ผลิตแล้วขายไม่ได้ถือเป็นต้นทุนชนิดหนึ่ง

หลักการสำคัญในการลดต้นทุนการผลิตของ TOYOTA คือ Just In Time (JIT) และ JIDOKA

- ทำให้มากขึ้นใช้ให้น้อยลง: ใช้เวลา แรงงาน ทรัพยากรพื้นที่น้อยลง เป็นต้น
- เป้าหมายของ TPS คือ กำจัดของเสีย และระบบการผลิตแบบกระชับโดยใช้การไหลของงานแบบต่อเนื่อง และผลิตเมื่อลูกค้าต้องการ
- ลดเวลาการผลิต สินค้าได้รับการพัฒนาคุณภาพ มีความยืดหยุ่นในการผลิต
- พัฒนาวัฒนธรรมการทำงานแบบไคเซ็นที่เน้นการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2.7.1 ระบบการผลิตแบบโตโยต้า Just In Time (JIT)

Just-In-Time หมายถึง ทันเวลาพอดี ทำงานให้พอดีเวลา วางแผนให้ดี เตรียมการให้พอดี สำหรับระบบการผลิตแบบ Just In Time ระบบการผลิตแบบ Just In Time เริ่มต้นจากปรับให้สายการผลิตมีความราบเรียบสม่ำเสมอในทุกขั้นตอน

2.7.2 ระบบคัมบัง (Kanban System)

เป็นอีกระบบหนึ่งที่ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ JIT ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมา เพื่อช่วยให้การทำงานมีการประสานงานที่ดี และมีประสิทธิภาพ ระบบคัมบังของโตโยต้า อาจเรียกได้ว่า “ระบบบัตรสองใบ” หรือ “Two-card System”

2.7.3 JIDOKA

JIDOKA หรือในความหมายของคำภาษาอังกฤษว่า “Autonomation” หมายความว่า การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติในความหมายของ TOYOTA คือ การใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรในการป้องกันความผิดพลาดในการทำงานที่อาจจะทำให้สินค้าเสียเกิดขึ้น หรือในทุกๆ กระบวนการ หากเกิดการผิดพลาดขึ้น จะมีระบบอัตโนมัติเพื่อหยุดยั้งการส่งสินค้าที่มีความเสียหายหรือคุณภาพไม่ได้มาตรฐานไปยังกระบวนการต่อไป ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการผลิตสินค้าสำเร็จรูปที่ไม่ได้คุณภาพหรือไม่ได้มาตรฐานส่งไปยังถึงมือลูกค้าได้

นอกจากนี้ TOYOTA ยังได้ระบุด้วยว่า สาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพในการผลิตลดลงนั้นมี 3 สาเหตุด้วยกัน คือ

- MUDA คือ การเคลื่อนไหวของพนักงานประกอบที่ไม่เกิดคุณค่า
- MURI คือ การรับภาระเกินความสามารถของบุคคลและอุปกรณ์
- MURA คือ แผนการผลิตหรือปริมาณการผลิตที่ไม่สม่ำเสมอ

นอกเหนือจากระบบการผลิตแบบ Just In Time และ Jidoka อันโด่งดังแล้ว TOYOTA ยังมีชื่อเสียงในเรื่องของระบบการประกันคุณภาพ (Quality Assurance: QA) อยู่ในระดับโลก ซึ่งในระบบ QA ของ TOYOTA นี้จะเริ่มตั้งแต่ เริ่มผลิต สินค้าถึงมือลูกค้า และยังรวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาให้แก่ลูกค้า เมื่อลูกค้าพบปัญหาจากตัวสินค้าของ TOYOTA โดยนโยบายด้านคุณภาพของ TOYOTA คือ การสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้แก่ลูกค้า โดยการสร้างระบบการประกันคุณภาพในกระบวนการผลิต (Built in Quality) ซึ่ง TOYOTA ได้กำหนดให้พนักงานทุกคนได้รับการฝึกอบรมให้เป็นทั้งผู้ปฏิบัติงาน และผู้ตรวจสอบงาน เพื่อสร้าง และปลูกฝังให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการผลิตทั้งหมดทุกกระบวนการนอกเหนือจากระบบการผลิตที่เป็นเลิศของ TOYOTA แล้ว หัวใจสำคัญของ TOYOTA ที่ทำให้ TOYOTA ประสบความสำเร็จอย่างยิ่งใหญ่ในระดับโลกและไม่มีคู่แข่ง รายได้สามารถแข่งขันได้ในปัจจุบันนั้น คือ วัฒนธรรมองค์กรที่ถูกหล่อหลอมให้เป็นปรัชญาในการทำงานร่วมกัน และเป็นพฤติกรรมการปฏิบัติร่วมกันขององค์กร หรือที่เราเรียกกันว่า หลักการ TOYOTA WAY ที่ประกอบด้วยหลักสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความท้าทาย (Challenge) ไคเซ็น (Kaizen) เก็นจิเก็นบุตซึ (Genchi Genbutsu) การยอมรับนับถือ (Respect) และการทำงานเป็นทีม (Teamwork)

ความท้าทาย (Challenge) ในมุมมองของ TOYOTA คือ การสร้างวิสัยทัศน์ในระยะยาว และจะปฏิบัติด้วยความกล้าหาญ ให้บรรลุความท้าท้ายนั้น เพื่อให้ฝันเป็นจริง ตัวอย่างความท้าทายของ TOYOTA คือการพยายามผลิตรถยนต์ที่มีเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อให้มีคุณภาพมากกว่ารถยนต์ยี่ห้อ Benz ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นรถยนต์อันดับหนึ่งของโลก และ TOYOTA ก็สามารถทำได้โดยการผลิตรถ Lexus ที่มีปัญหาในตัวรถ 1 คันเพียง 4 จุด เปรียบเทียบแล้วจะมีคุณภาพดีกว่ารถ Benz เพราะโดยปกติรถ Benz 1 คันจะมีปัญหาถึง 6 จุด จึงถือว่ารถ Lexus เป็นรถที่คุณภาพดีที่สุด ประกอบอย่างดีที่สุด และเป็นรถที่ชาวสหรัฐอเมริกาพึงพอใจสูงสุด

2.7.4 ไคเซ็น (Kaizen)

มาจากรากศัพท์ภาษาญี่ปุ่น 2 คำ คือ KAI หมายถึง Continuous และ ZEN หมายถึง Improvement ดังนั้น KAIZEN เท่ากับ Continuous Improvement ซึ่งหมายถึง การปรับปรุงการดำเนินธุรกิจอย่างต่อเนื่อง ผลักดันให้เกิดนวัตกรรมใหม่ และมีวิวัฒนาการอยู่ตลอดเวลา ภายใต้กระบวนการ“Plan-Do-Check-Act” หรือ “การดูปัญหา วางแผนหาวิธีแก้ปัญหา ทดลองแล้วตรวจสอบว่าแก้ปัญหาได้หรือไม่ ถ้าเป็นวิธีที่ดีก็นำไปใช้” ซึ่งการที่ Kaizen จะประสบความสำเร็จได้นั้น ต้องมีหลักพื้นฐาน คือ การมีจิตสำนึกอยู่ตลอดเวลาว่าจะทำให้ดีขึ้น จะต้องก่อให้เกิดการลดต้นทุน ลดการสูญเสียต่างๆ มีระบบ Just in Time ทำให้พอดี และต้องสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า ทั้งที่เป็นลูกค้าประเภท End-user และลูกค้าในกระบวนการ Kaizen ไม่ใช่การเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด แต่เป็นการปรับปรุง เพราะ Kaizen ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนทุกอย่างใหม่หมด เพียงแค่ปรับปรุง

บางจุดเท่านั้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่ทำงานง่ายขึ้น และผู้รับบริการสะดวกขึ้น การทำ Kaizen ของ TOYOTA นั้นจะมีการทำทุกวัน คือปรับปรุงต่อเนื่อง รายละเอียดชิ้น

ส่วนจะเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา ภายหลังจากมีการทดลอง ทดสอบแล้ว พบว่า อะไรที่ทำให้ดีขึ้น ก็จะปรับปรุง ซึ่งกุญแจแห่งความสำเร็จของ Kaizen นั้นจะประกอบไปด้วย

- หลัก 5 ส. ได้แก่ สะสาง สะดวก สะอาด สุขลักษณะ และสร้างนิสัย

- หลัก 5 why โดยการถามคำถาม 5 ครั้ง จนกว่าจะเข้าใจ และสามารถตอบคำถามได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่แท้จริง

- หลัก Visualization คือ การแสดงความโปร่งใสในการทำงาน เพื่อให้ทุกคนได้ทราบถึงความก้าวหน้าของงานในแต่ละวัน เพื่อช่วยเตือนสติ และควบคุมการทำงานให้เสร็จภายในกำหนด

2.7.5 เก็นจิเก็นบุตซึ (Genchi Genbutsu)

คือ การดำเนินการสอบกลับไปยังต้นกำเนิดเพื่อการค้นหาความจริง จะสามารถทำให้ตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง สร้างความเป็นเอกฉันท์ และบรรลุเป้าหมายได้อย่างรวดเร็วแม่นยำ ซึ่ง TOYOTA นั้น ได้ใช้หลักการ Genchi Genbutsu นี้เพื่อการสอบหาต้นตอของปัญหาที่แท้จริง โดยการร่วมกันค้นหา และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาของ Dealer ต่างๆ ในแต่พื้นที่ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่แท้จริง และได้รับแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแต่พื้นที่นั้นๆ

การยอมรับนับถือ (Respect) ในมุมมองของ TOYOTA คือการยอมรับว่าทุกคนเท่าเทียมกัน โดยมีการรณรงค์ให้มีการไว้วางใจ ยอมรับ และนับถือผู้อื่น เปิดโอกาสให้ทุกคนสามารถเสนอความคิดได้ เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วม ความรับผิดชอบต่อองค์กร และสร้างความไว้วางใจระหว่างกัน และกัน

การทำงานเป็นทีม (Teamwork) ใน TOYOTA นั้นมีความสำคัญมาก เพราะหากเกิดความผิดพลาดขึ้นใน TOYOTA จะไม่มีการถามว่า ใครเป็นคนทำให้เกิดความผิดพลาด แต่จะถามว่าเกิดอะไรขึ้น นั่นแสดงให้เห็นว่า ใน TOYOTA นั้นมุ่งเน้นให้มีการพัฒนาบุคลากรให้สามารถทำงานร่วมกันได้ และมุ่งเน้นถึงความสำเร็จของทีมเป็นหลัก นอกจากนั้นแล้ว TOYOTA ยังสนับสนุนให้เพิ่มขีดความสามารถของบุคลากรเป็นรายบุคคล ให้มีโอกาสเติบโตในสายอาชีพของตนอีกด้วย เช่น การให้ทุนการศึกษาแก่พนักงานในการศึกษาต่อ เป็นต้น

การค้นหาสาเหตุปัญหาด้วยการตั้งคำถาม “ทำไม” 5 ครั้ง 5 Whys เป็นเทคนิคที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถนำใช้ในการหารากเหง้าของปัญหาได้อย่างรวดเร็วด้วยการสาวลึกลงไปที่สาเหตุของสาเหตุ ได้รับความนิยมมากในช่วงทศวรรษที่ 1970 เป้าหมายหลักของ 5 Whys คือการได้ทราบต้นตอหรือรากเหง้าของปัญหาโดยใช้การถามหาสาเหตุของปัญหาที่มีอยู่ (end Result) ว่า “ทำไม” ซ้ำๆ กัน คำตอบที่ได้ในแต่ละคำถามจะกลายมาเป็นตัวตั้งสำหรับการสอบหาสาเหตุว่า “ทำไม” ในครั้งต่อไป ในกรณีที่คำตอบที่ได้ มีสาเหตุของปัญหามากกว่าหนึ่งสาเหตุ ก็จะต้องตั้งคำถาม

“ทำไม” กับแต่ละสาเหตุนั้นแยกกันไป แม้เทคนิคนี้จะเรียกว่า 5 Whys แต่ก็เป็นเพียงจำนวนครั้งแบบกลางๆ เราอาจถาม “ทำไม” น้อยหรือมากกว่า 5 ครั้งไปจนกว่าจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการที่ผิดพลาด หรือไม่มีกระบวนการที่ถูกต้องในการทำงานซึ่งเป็นรากเหง้า (Root Cause) ของปัญหา สำหรับคำตอบที่เป็นข้อแก้ตัว เช่น มีเวลาไม่พอ, ลงทุนน้อยไป, มีคนไม่พอ แม้จะเป็นสาเหตุของปัญหา แต่ก็ผูกเข้ากับตัวบุคคลหรือทรัพยากร หากไม่แก้ที่กระบวนการ ถึงจะเปลี่ยนตัวบุคคลหรือเพิ่ม / ลดทรัพยากร ปัญหาเดิมก็อาจกลับมาเกิดซ้ำอีก ความสำเร็จในการค้นหาสาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิค 5 Whys จึงขึ้นอยู่กับความรู้ และประสบการณ์ของผู้เกี่ยวข้องกับการสืบค้นปัญหาเชิงระบบเป็นสำคัญ

5 Whys เป็นเทคนิคสอบหาสาเหตุของปัญหาที่พัฒนาโดย Sakichi Toyoda ในทศวรรษที่ 1930 เพื่อนำมาใช้เป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาการผลิตของโตโยต้า (Toyota Production System: TPS) และเป็นส่วนที่จะขาดเสียไม่ได้ของปรัชญาการผลิตแบบไม่เกิดความสูญเปล่า (Lean Philosophy) สถาปนิกของ TPS ในช่วงทศวรรษที่ 1950 ชื่อ Taiichi Ohno ได้กล่าวถึงแนวคิดเรื่อง 5 Whys ของ Toyoda ไว้ในหนังสือชื่อ Toyota Production System: Beyond Large Scale Production โดยอธิบายว่า 5 Whys เป็นพื้นฐานวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของโตโยต้าด้วยการตั้งคำถาม “ทำไม” 5 ครั้ง เพื่อช่วยให้สภาพปัญหาที่ดูคลุมเครือมีความชัดเจนขึ้น เช่น เมื่อแขนกลของเครื่องจักรไม่ทำงาน วิธีการดังกล่าวไม่ได้ใช้กันอยู่แต่เฉพาะภายในบริษัทโตโยต้าเท่านั้น แต่ยังเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในระบบงานคุณภาพอื่นๆ ด้วย เช่น Kaizen, Lean Manufacturing และ 6 Sigma เพราะเป็นเทคนิคที่ไม่จำเป็นต้องจำแนกข้อมูลออกเป็นประเภท, ทดสอบสมมุติฐาน, วิเคราะห์การถดถอย หรือใช้กรรมวิธีทางสถิติใดๆ ก็สามารถปอกเอาส่วนที่เรียกว่าอาการออกไปให้เหลือแต่ส่วนที่เป็นรากเหง้าของปัญหาได้

การนำกระบวนการ 5 Whys มาใช้ปฏิบัติ เทคนิคหลัก สองประการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์แบบ 5 Whys ได้แก่

- การใช้ผังก้างปลา (Fishbone Diagram)
- การใช้ตารางแจกแจงข้อมูล (Tabular Format)

Fishbone diagram บางครั้งเรียกว่า Cause and Effect Diagram หรือ Ishikawa Diagram เป็นเทคนิคที่ช่วยสำรวจว่าปัญหานั้นมีสาเหตุอะไรที่เป็นไปได้บ้าง เมื่อได้ทราบสาเหตุต่างๆ แล้ว จึงนำ 5 Whys มาใช้เพื่อสอบหารากเหง้าของสาเหตุนั้นอีกครั้ง

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค 5 Whys มีดังนี้

1. แต่งตั้งทีมงาน (Form a Team)

1.1 แต่งตั้งทีมงานประกอบด้วย ผู้ที่คุ้นเคยกับงานที่มีปัญหา และบุคคลจากหน่วยงานด้านคุณภาพ, วิศวกรรมกระบวนการ, พนักงานฝ่ายผลิตซึ่งทำงานในกะงานต่างๆ และผู้ที่เกี่ยวข้องกับ

กระบวนการทำงานถัดไปจากขั้นตอนที่เกิดปัญหา เพื่อให้ได้ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาอย่างครอบคลุม รวมไปถึงประเด็นที่ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานที่เกิดปัญหาอาจมองข้ามไป

1.2 ควรจัดหาผู้มีความรู้ และประสบการณ์ในการใช้เทคนิค 5 Whys เป็นผู้ช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่จำเป็น เพื่อไม่ให้การพิจารณาเตลิดออกนอกประเด็นจนหาข้อสรุปไม่ได้

2. แจกแจงปัญหา (Define the Problem)

2.1 เขียนตัวปัญหาลงบนกระดาษ กระดาน หรือ Visualizer ที่ทีมงานมองเห็นได้ร่วมกัน การเขียนนอกจากจะช่วยแจกแจงปัญหาออกมาได้ครบถ้วนมากกว่าการอธิบายเป็นคำพูดแล้ว ยังช่วยให้ทีมงานทุกคนมองปัญหาในเรื่องเดียวกัน

2.2 ปัญหาที่ระบุนั้นต้องมีความชัดเจนเพื่อให้มีกรอบการพิจารณาที่เจาะเข้าสู่ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ไม่เสียเวลาไปกับการอภิปรายเรื่องที่ไม่ใช่ประเด็นปัญหา

3. สอบหาสาเหตุด้วยการถาม “ทำไม” (Ask Why)

3.1 แต่งตั้งหัวหน้าทีม เพื่อทำหน้าที่ป้อนคำถาม และดูแลให้การอภิปรายมุ่งเน้นไปที่สาเหตุของปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของข้อเท็จจริง ไม่ใช่ความคิดเห็นที่มีอารมณ์เข้ามาเกี่ยวข้อง

3.2 หัวหน้าทีมควรถาม “ทำไม” ให้มากเท่าที่จำเป็น ซึ่งอาจมากหรือน้อยกว่า 5 ครั้ง จนกว่าทีมงานจะมีความเห็นร่วมกันว่า นั่นคือ รากเหง้าของปัญหา

3.3 หัวหน้าทีมควรสอบถามทีมงานว่าคำตอบที่ได้จากคำถาม “ทำไม” ในครั้งที่หนึ่งเป็นสาเหตุที่ถูกต้องของปัญหาหรือไม่ หากไม่แก้ที่สาเหตุนั้นแล้ว ปัญหาน่าจะเกิดอีกใช่หรือไม่ หากคำตอบคือ ใช่ จึงใช้สาเหตุที่หนึ่งนั้นเป็นฐานในการตั้งคำถาม “ทำไม” ในครั้งที่สอง และทำเช่นเดียวกันกับคำตอบที่ได้ในแต่ละครั้งเพื่อถาม “ทำไม” ในครั้งต่อๆ ไป การถาม “ทำไม” ไปเรื่อยๆ โดยไม่สรุปในแต่ละคำถาม อาจทำให้ได้ความคิดเห็นที่ไร้สาระหรือข้อร้องเรียนมากมายซึ่งไม่ใช่ความมุ่งหมายของ 5 Whys ที่มุ่งจะหารากเหง้าของปัญหา

3.4 แยกความแตกต่างให้ชัดว่าอะไรคือปัญหา และอะไรคืออาการของปัญหา พิจารณาสาเหตุอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ไล่ไปตามลำดับของเหตุ และผล ไม่ด่วนสรุป

3.5 ใช้ความรู้ และข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นเป็นพื้นฐานการพิจารณา ประเมินที่ตัวระบบไม่ใช่ตัวบุคคล

3.6 ไม่ใช้ความผิดพลาดของมนุษย์, ความไม่ใส่ใจของพนักงาน, การตำหนิติเตียนว่าเป็นความผิดของใคร ฯลฯ เป็นรากเหง้าของปัญหา

3.7 ต้องมั่นใจว่าสาเหตุที่ได้มานั้น คือ ตัวการที่ทำให้เกิดปัญหา สาเหตุหรือคำตอบที่ได้ต้องกระชับชัดเจน

3.8 ตั้งคำถาม “ทำไม” ไปจนกว่าจะสามารถกำหนดรากเหว้าของปัญหาได้ รากเหง้าของปัญหาหมายความว่า หากกำจัดสาเหตุนั้นได้ ก็จะสามารถป้องกันปัญหานั้นไม่ให้เกิดขึ้นอีกได้

4. จัดการแก้ไข (Corrective Action)

4.1 ในการหามาตรการแก้ไข (Corrective Action) นั้น ทีมงานทุกคนควรร่วมกันพิจารณาหามาตรการที่สามารถป้องกันปัญหาไม่ให้เกิดขึ้นมาได้อีก การตั้งคำถามว่า “จะแก้ไขอย่างไร” หรือ 5 How เพื่อตอบโจทย์ของ 5 Why จะทำให้ได้มาตรการแก้ไขปัญหาที่นอกจากจะสัมพันธ์กับสาเหตุของปัญหาแล้ว ยังเป็นการแก้ไขที่รากเหง้า (Root Solution) อีกด้วย

4.2 กำหนดสมาชิกคนหนึ่งในทีมงานให้เป็นผู้รับผิดชอบในการนำมาตรการแก้ไขไปปฏิบัติและติดตามสังเกตกระบวนการที่ได้จัดการแก้ไขนั้น โดยกำหนดให้ชัดเจนว่าจะใช้เวลาในการแก้ไขนานเท่าไร จะติดตามประเมินผลเมื่อไร อย่างไร

4.3 จัดประชุมทีมงานเพื่อรับทราบผลการประเมินว่า ปัญหาได้รับการแก้ไขหรือไม่ การติดตามประเมินผลควรใช้การควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical Process Control: SPC) ไม่ใช่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวของผู้รับผิดชอบ หากปัญหาไม่ได้รับการแก้ไขหรือแก้แล้วกลับมาเกิดซ้ำอีก ให้เริ่มกระบวนการ 5 Whys และ 5 How ใหม่ หรือนำเทคนิคการวิเคราะห์สาเหตุปัญหารูปแบบอื่นมาใช้ประกอบ

4.4 หากปัญหาได้รับการแก้ไขตามที่คาดหวัง ให้บันทึกการดำเนินการทั้งหมดแล้วเผยแพร่ให้ทราบทั่วทั้งองค์กรเพื่อให้สมาชิกทุกคนได้ทราบ และรู้ว่าปัญหานั้นได้รับการแก้ไขอย่างไร

หลักการแก้ปัญหาขั้นพื้นฐาน ทฤษฎี 5 จริงมาจากคำญี่ปุ่น 5 คำได้แก่

- Gemba สถานที่จริง Real Place หมายถึง การลงไปสำรวจที่หน้างานจริง เช่น ภายในโรงงานผลิต, พื้นที่จัดเก็บสินค้า, พื้นที่ตรวจสอบสินค้า และอื่นๆ.

- Gembutsu เห็นของจริง Real Thing หมายถึง การดู สังเกต และจับต้องชิ้นงานที่จริง หรือ ตัวสินค้าที่จัดเก็บอยู่จริง หรือ ชิ้นงานที่กำลังถูกตรวจสอบอยู่

- Gemjitsu ข้อเท็จจริง Real Fact หมายถึง เหตุการณ์หรือสถานะการณ์ที่เกิดปัญหาจริง เช่น สภาพแวดล้อมหรือกระบวนการ ขั้นตอนการทำงาน หรือ ช่วงเวลาที่ผลิตของเสียบ่อยๆ หรือที่เกิดปัญหาได้บ่อยๆ เป็นต้น

- Gemtsuku การปฏิบัติจริง Real Action หมายถึง หลักการที่ใช้ในการทำงาน หรือมาตรฐานการผลิตในปัจจุบัน, สมมุติฐานในการแก้ไขหรือตรวจสอบ สูตรการผลิต หรือส่วนประกอบในการผลิตที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน.

- Gemsa การตรวจสอบจริง Real Checking หมายถึง ข้อจำกัด ข้อตกลง หรือกฎที่บังคับใช้อยู่ในปัจจุบัน [5]

2.8 สมดุลการผลิต Line Balancing

Balancing เป็นกลยุทธ์ในการผลิตที่เกี่ยวข้องกับผู้ปฏิบัติงาน และเครื่องจักรเพื่อให้สอดคล้องกับอัตราการผลิตกับ Takt Time ความสามารถของกระบวนการทำงานเพื่อให้การไหลเวียน (Flow) ค่อนข้างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอในกระบวนการผลิต สำหรับสายการผลิตหากเวลาในการผลิตเท่ากับ Takt Time สายการผลิตนั้นจะมีความสมดุลอย่างลงตัว หากเวลาการในผลิตมากกว่า Takt Time ควรจัดเรียงลำดับงานใหม่เพื่อแก้ปัญหาคอขวดที่เกิดขึ้น

การพยายามจัดสรรงานให้กับสถานีงาน เพื่อให้เกิดความสมดุลให้มากที่สุด หรือที่เรียกว่า “การจัดสมดุลสายการผลิต” มีขั้นตอนที่สำคัญทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การกำหนด และแบ่งงานย่อยให้กับสายการผลิต
2. การกำหนดความสัมพันธ์ก่อนหลังให้กับงานย่อยแต่ละงาน
3. การหาจำนวนต่ำที่สุดของสถานีการผลิตที่ต้องการ
4.กำหนดงานย่อยให้กับสถานีงาน
5. คำนวณหาประสิทธิภาพของสายการผลิต

1. การกำหนด และแบ่งงานย่อยให้กับสายการผลิต

การวิเคราะห์แยกแยะขั้นตอนการทำงานในการผลิตหรือประกอบผลิตภัณฑ์ออกเป็นงานย่อยๆ ตามลำดับขั้น โดยจะนำขั้นตอนการทำงานย่อยๆ ที่ถูกแบ่งออกไปดำเนินการหาเวลาในการทำงานของแต่ละขั้นตอนต่อไป การจะทำให้การจัดสมดุลสายการผลิตทำได้อย่างมีประสิทธิภาพควรทำการแบ่งงานย่อยให้เป็นงานย่อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ หรือให้ใช้เวลาน้อยที่สุดเท่าที่จะน้อยได้ในแต่ละงานย่อย แต่ทั้งนี้เพื่อการสะดวกในการหาเวลาในการทำงาน งานย่อยแต่ละงานนั้นควรมีจุดเริ่มต้น และสิ้นสุดที่ชัดเจน และงานย่อยที่แบ่งออกมาควรมีระยะเวลายาวนานพอที่จะวัดหรือจับเวลาได้

2. การกำหนดความสัมพันธ์ก่อนหลังให้กับงานย่อยแต่ละงาน

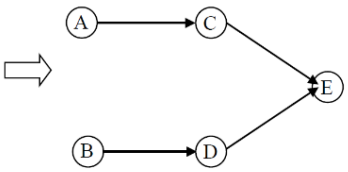
ในการกำหนดความสัมพันธ์ก่อนหลังให้กับงานย่อยแต่ละงานนั้นจะถูกแสดงออกมาในรูปของไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลัง (Precedence Diagram) และขั้นตอนในการเขียนไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลัง (Precedence Diagram) มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

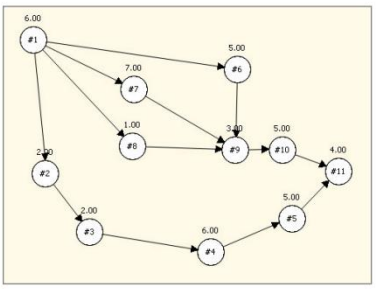
2.1 เขียน Node แทนงานย่อยแต่ละงานในสายการผลิตนั้นๆ

2.2 ใส่หมายเลขกำกับตามลำดับขั้นตอนการทำงาน

2.3 เขียนลูกศรเชื่อมต่อระหว่าง Node ทั้งหมด โดยมีหลักว่างานที่ต้องทำก่อนหน้าจะอยู่ทางด้านซ้าย และงานที่ต้องทำตามหลังจะอยู่ทางด้านขวา เช่น แสดงเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอนย่อยลงในไดอะแกรม แสดงในภาพที่ 2.7

งาน	งานที่ต้องทำก่อนหน้า
A	-
B	-
C	A
D	B
E	C,D





ภาพที่ 2.7 แสดงไดอะแกรมความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลัง(Precedence Diagram)

ที่มา: IE Business Solution (ieprosoft.com) (2022)

ตัวอย่างที่ 1

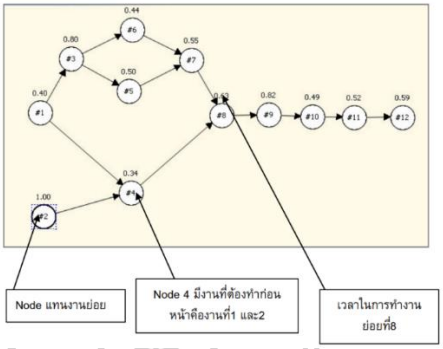
กระบวนการผลิตสินค้าชนิดหนึ่ง มีขั้นตอนการทำงานพร้อมทั้งเวลาในการทำงานแต่ละขั้นตอน แสดงในภาพที่ 2.8

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	เวลา(นาที)	งานที่ต้องทำก่อนหน้า
1	จับยึดโครงของชิ้นงานด้วยตัวจับยึดชิ้นงาน	0.4	-
2	ประกอบปลั๊กเข้ากับตัว Power Cord	0.65	-
3	ประกอบ Brackets เข้าที่โครงของชิ้นงาน	0.8	1
4	นำ Power Cord ใส่ในโครงชิ้นงาน	0.34	1,2
5	ประกอบ แผงวงจร เข้าใน Brackets	0.5	3
6	ประกอบมอร์เตอร์เข้าใน Brackets	0.44	3
7	ประกอบสวิทช์กับมอร์เตอร์	0.55	5,6
8	ประกอบตัวปิดชิ้นงานเข้ากับโครงของชิ้นงาน	0.63	4,7
9	ตรวจสอบกระแสไฟฟ้า	0.82	8
10	ติดฉลากรับประกัน	0.49	9
11	ตรวจสอบครั้งสุดท้าย	0.52	10
12	บรรจุชิ้นงาน	0.59	11

ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนการทำงานในกระบวนการผลิตสินค้า

ที่มา: IE Business Solution (ieprosoft.com) (2022)

จงทำการสร้างไดอะแกรมแสดงความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลัง (Precedence Diagram) ของการทำงานข้างต้น แสดงในภาพที่ 2.9

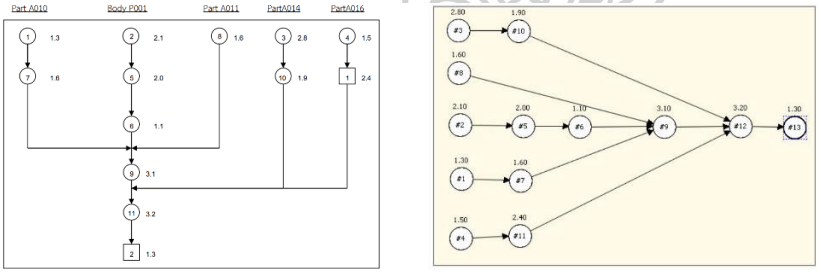


ภาพที่ 2.9 ความสัมพันธ์ลำดับก่อนหลัง (Precedence Diagram) ของการทำงาน

ที่มา: IE Business Solution (ieprosoft.com) (2022)

ตัวอย่างที่ 2

กระบวนการประกอบชิ้นงาน P001 มีรายละเอียดขั้นตอนการทำงาน แสดงในภาพที่ 2.10

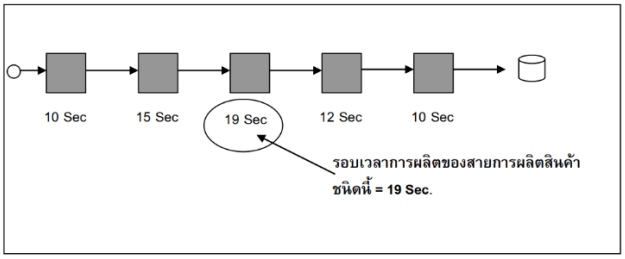


ภาพที่ 2.10 กระบวนการประกอบชิ้นงาน P001

ที่มา: IE Business Solution (ieprosoft.com) (2022)

รอบเวลาการผลิต (Cycle Time ,Tc)

ช่วงเวลาระหว่างงานแต่ละหน่วยจะออกจากสายการผลิต ในทางปฏิบัติจะเป็นค่าเวลาที่สูงที่สุดในการทำงานของสถานีงานใดสถานีงานหนึ่ง โดยคิดเทียบกับทุกสถานีงานในสายการผลิตนั้นๆ แสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ภาพแสดงการหารอบเวลาการผลิตในสายการผลิต

ที่มา: IE Business Solution (ieprosoft.com) (2022)

แสดงเป็นสมการคณิตศาสตร์ แสดงดังสมการที่ 2.3

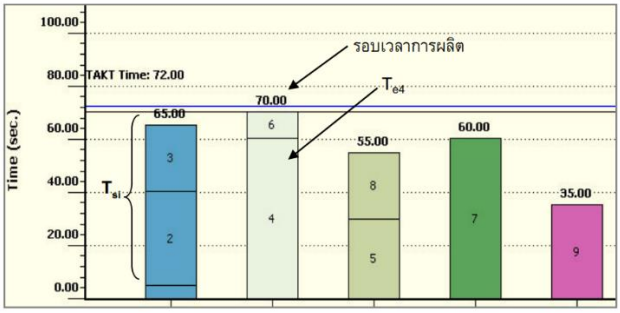
$$Tc = Max\,Tsi \qquad \text{สมการที่ 2.3}$$

เมื่อ Tsi แทนด้วยเวลางานของสถานีงาน i

ค่าของรอบเวลาการผลิตนั้นมีประโยชน์อย่างมากสำหรับโรงงาน ไม่ว่าจะเป็นในส่วนงานการวางแผนการผลิต, การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ตลอดจนการวางผังโรงงาน

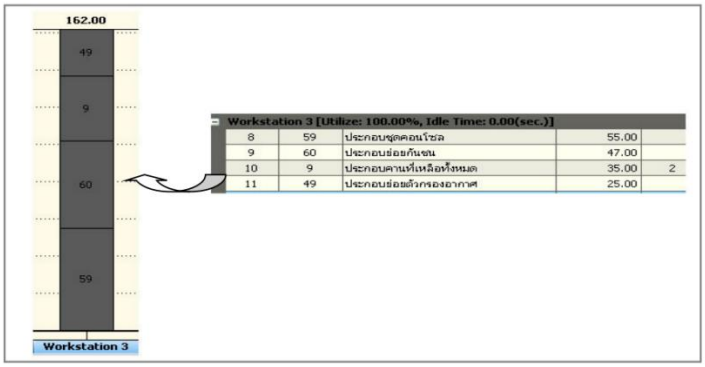
เวลางานของสถานีงาน (Workstation Process Time ,Tsi)

เวลาที่ต้องใช้ในการทำงานในสถานีงาน โดยหาได้จากการนำเวลางานย่อยทั้งหมดในงานเดียวกันที่ทำในสถานีงานมารวมกัน และเวลางานของสถานีงานใดๆ ในสายการผลิตจะไม่มีค่าเวลามากกว่ารอบเวลาการผลิตของสายการผลิตนั้นๆ แสดงในภาพที่ 2.12 และ แสดงในภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.12 ภาพแสดงเวลาของสถานีงาน และรอบเวลาการผลิต

ที่มา: IE Business Solution (ieprosoft.com) (2022)



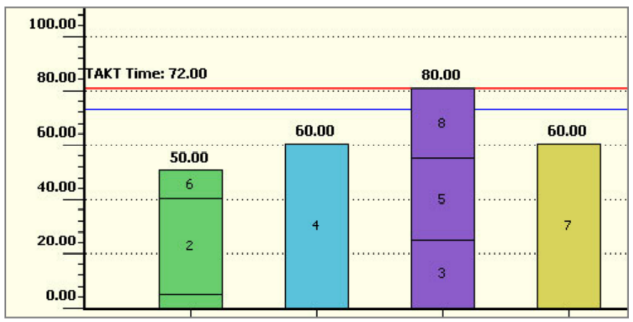
ภาพที่ 2.13 ภาพแสดงงานย่อยในสถานีงานของสายการผลิต

ที่มา: IE Business Solution (ieprosoft.com) (2022)

แทคไทม์ (Takt Time ,Tk) คืออัตราเวลาที่ต้องการในการผลิตสินค้า 1 หน่วยเพื่อให้การผลิตสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ มีจุดประสงค์เพื่อทำให้การผลิตนั้นสอดคล้องกันกับปริมาณความต้องการของสินค้าในตลาด สูตรสำหรับการคำนวณหาค่าแทคไทม์ แสดงในสมการที่ 2.4

$$Tk = (\text{ประสิทธิภาพสายการผลิต} \times \text{เวลาการทำงาน}) / \text{ยอดการผลิตที่ต้องการ}$$ สมการที่ 2.4

จากความเข้าใจของรอบเวลาการผลิต และแทคไทม์ จะเห็นได้ว่า แทคไทม์นั้นหามาจากความต้องการของลูกค้า ส่วนรอบเวลาการผลิตนั้นหามาจากเวลาการผลิตในสายการผลิต ดังนั้นหากรอบเวลาการผลิตมีค่าสูงกว่าค่าแทคไทม์ที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าโรงงานจะไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ เป็นที่มาของการทำงานล่วงเวลาเพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้ทันตามกำหนดส่งของลูกค้า จะทำให้ค่าใช้จ่ายของทางโรงงานมีค่าสูงขึ้น ในการจัดสมดุลสายการผลิตจึงมีความจำเป็นในการนำค่าแทคไทม์มาเป็นตัวกำหนดในการคำนวณการจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อให้สายการผลิตสามารถตอบสนองความต้องการสินค้าได้ แต่ในทางปฏิบัติอาจมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดสมดุลสายการผลิตไปใช้ได้ ทำให้ค่ารอบเวลาการผลิตมีค่าสูงกว่าค่าของแทคไทม์ หากเป็นเช่นนั้นวิศวกรหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต้องพยายามปรับปรุงสายการผลิต เพื่อลดเวลาของรอบเวลาการผลิตให้ลงมาน้อยกว่าหรือเท่ากับเวลาแทคไทม์ที่กำหนด เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการสินค้าของตลาดได้

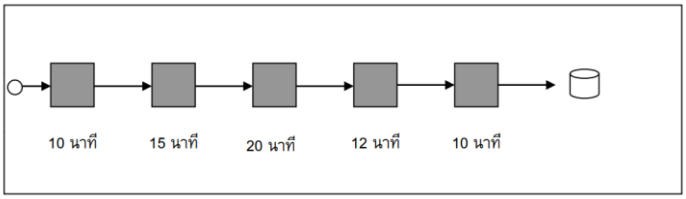


ภาพที่ 2.14 กราฟแท่งแสดงกรณีที่รอบเวลาการผลิตของสายการผลิตสูงกว่าเวลาแทคไทม์
ที่มา: IE Business Solution (ieprosoft.com) (2022)

หากโรงงานแห่งนี้มีแทคไทม์อยู่ที่ 72 วินาที ดังแสดงในภาพที่ 2.14 แสดงว่าใน 1 เดือน โรงงานต้องผลิตสินค้าให้ได้ 10,000 ตัวต่อเดือน (1 เดือนทำงาน 25 วัน และ 1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง) แต่รอบเวลาการผลิตของสายการผลิตนี้อยู่ที่ 80 วินาที แสดงว่าโรงงานสามารถผลิตสินค้าได้จริงเป็นจำนวนเพียง 9,000 ตัวต่อเดือนเท่านั้น สรุปว่าโรงงานยังขาดสินค้าอีก 1,000 ตัวต่อเดือน หากทางโรงงานต้องการผลิตสินค้าให้ได้ตามกำหนด โรงงานจึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มการทำงานล่วงเวลา ซึ่งเป็นการเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้นจากค่าใช้จ่ายปกติ

ตัวอย่างที่ 3

โรงงานแห่งหนึ่งมีการผลิตสินค้า C001 โดยผ่านสายการผลิต C อันประกอบด้วยสถานีงานทั้งหมด 5 สถานีงาน และมีรายละเอียดในการดำเนินการ ดังแสดงในภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 ภาพแสดงเวลา และสถานีงาน
ที่มา: IE Business Solution (ieprosoft.com) (2022)

หากในเดือนมกราคม มียอดการสั่งสินค้า C001 จำนวน 600 ชิ้น จงตอบคำถามดังต่อไปนี้

- รอบเวลาการผลิตของสายการผลิต C เป็นเท่าไหร่
- แทคไทม์ของการสั่งสินค้า C001 ประจำเดือนมกราคมมีค่าเท่าไหร่

- โรงงานสามารถผลิตสินค้าได้ทันตามความต้องการของลูกค้าหรือไม่ เพราะเหตุใด

ข้อมูลเพิ่มเติม: โรงงานมีเวลาทำงานทั้งหมด 25 วันทำงาน แต่ละวันทำงาน 8 ชั่วโมง/วันทำงาน และสิทธิภาพการผลิตของสายการผลิต C เป็น 90%

วิธีทำ

รอบเวลาการผลิตของสายการผลิต C หาได้จากสมการ $\mathrm{Tc} = \mathrm{Max\ Tsi}$

ดังนั้นรอบเวลาการผลิตของสายการผลิต C ได้แก่ 20 นาที

ประสิทธิภาพสายการผลิต = 0.90

เวลาการทำงาน = 60 × 8 × 25 = 1,200 นาที

ยอดการผลิตที่ต้องการ = 600 ชิ้น

ดังนั้น Tk = (0.90 × 1,200)/600 = 18 นาที/ชิ้น

โรงงานไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันตามความต้องการของลูกค้าเพราะ รอบเวลาการผลิตของสายการผลิต C มีค่ามากกว่าเวลาแทคไทม์ที่กำหนด (20 > 18)

การหาจำนวนต่ำที่สุดของสถานีการผลิตที่ต้องการ เมื่อมีการกำหนดงานย่อย และความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานย่อยทุกงานแล้ว ขั้นตอนต่อไปในการจัดสมดุลสายการผลิตได้แก่ การคำนวณหาจำนวนต่ำที่สุดของสถานีการผลิตที่ต้องการ จำนวนสถานีงานต่ำที่สุดนี้เป็นค่าทางทฤษฎี โดยส่วนมากเมื่อทำการจัดสมดุลสายการผลิตจะใช้จำนวนสถานีงานที่มากกว่าจำนวนสถานีงานต่ำที่สุด แต่จะไม่น้อยกว่าจำนวนสถานีงานต่ำที่สุด

3. กำหนดงานย่อยให้กับสถานีงาน

เป็นการกำหนดว่าในแต่ละสถานีงานจะต้องมีงานย่อยใดบ้าง โดยในการพิจารณากำหนดงานย่อยลงในสถานีงานจะต้องนำข้อจำกัดก่อนหลังของการทำงาน(พิจารณาได้จาก Precedence Diagram) และในการเลือกงานย่อยเข้าสถานีงานก็มีวิธีการเลือกได้หลายรูปแบบ กฎเกณฑ์ที่ใช้เป็นกฎเกณฑ์เชิงฮิวริสติกส์ และกฎที่นิยมใช้มีมากมาย

โดยในการพิจารณาการขึ้นสถานีงานใหม่จะพิจารณาจากเวลารวมของงานย่อยในสถานีงานนั้นๆ จะต้องไม่มากกว่าอัตราเวลาที่ต้องการในการผลิตสินค้า 1 หน่วย หากมากกว่าจะต้องทำการขึ้นสถานีงานใหม่

4. การวัดผลงานในการจัดสมดุลสายการผลิต

หน่วยวัดผลงานในการจัดสมดุลสายการผลิตมีด้วยกันหลายรูปแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงหน่วยวัดผลที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน 3 รูปแบบด้วยกัน ได้แก่

- ประสิทธิภาพสายการผลิต (Line Efficiency) แสดงในสมการที่ 2.5

EFF สายการผลิต $=$ ผลรวมประสิทธิภาพสถานีงานทั้งหมด$/$ จำนวนสถานีงานทั้งหมด สมการที่ 2.5

- ประสิทธิภาพในสถานีงาน (Work Station Efficiency) แสดงในสมการที่ 2.6

EFF ในสถานีงาน $=$ ผลรวมเวลาการทำงานในสถานีงาน $\times 100/$ รอบเวลาการผลิต สมการที่2.6

- ตัววัดความสูญเปล่า (Balance Delay or Balance Loss)

ตัววัดความสูญเปล่า คือ เวลาสูญเปล่าอันเกิดจากการว่างงานของสถานีงาน ตัววัดความสูญเปล่ามักถูกใช้เป็นตัววัดความสมบูรณ์ของการจัดสายการผลิตในกรณีที่จัดสมดุลของสายการผลิตได้อย่างสมบูรณ์เวลางานที่แต่ละสถานีงานจะเท่ากับ รอบเวลาการผลิต และทุกสถานีงานต้องมีเวลางานเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัตินั้นทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากข้อจำกัดในหลาย ๆ ด้าน

ประโยชน์ของ Line Balancing

1. ลดความสูญเสียจากการรอคอย

การรอคอยถือเป็น waste หนึ่งใน 8 ประเภทของการผลิตแบบลีน ตัวอย่างเช่น การรอคอยจะเกิดขึ้นเมื่อผู้ปฏิบัติงานกำลังรอวัสดุหรือให้คนอื่นทำงานจนเสร็จ การหยุดทำงานของเครื่องจักรเป็นอีกตัวอย่างของการรอคอย การปรับสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ทำให้มั่นใจได้ว่าทำงานหนักเกินไปหรือว่างเกินไป ด้วยการลดการหยุดทำงานของเครื่องจักร การปรับสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) จะช่วยแก้ปัญหาการรอคอยได้

2. ลดปัญหาสินค้าคงคลัง

การผลิตที่มากเกินไปส่งผลให้มีสินค้าคงคลังมากเกินความจำเป็นถือเป็น waste อีกประเภทหนึ่ง การทำ Line Balancing ทำให้การผลิตเป็นมาตรฐานซึ่งหมายความว่า จะช่วยลดการสะสมหรือสินค้าคงคลังส่วนเกิน โดยการลดเวลาความสูญเปล่า การปรับสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ทำให้มั่นใจได้ว่ามีการดำเนินงาน WIP อยู่ และด้วยการเพิ่มเวลาในการผลิตให้ใกล้เคียงกับTakt Time มากขึ้นจึงมั่นใจได้ว่าการส่งมอบของให้ลูกค้าจะตรงเวลาอย่างแน่นอน

3. ลดความแปรปรวนภายในสายการผลิต

การปรับสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ช่วยลดความแปรปรวนภายในสายการผลิต สายการผลิตที่สมดุลมีความเสถียร และยืดหยุ่นมากพอที่จะปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้ ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงตามความต้องการของลูกค้า หมายถึงการเปลี่ยนแปลงเวลาของ Takt Time การดำเนินการสามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างรวดเร็วผ่านการปรับสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสายการผลิตที่สมดุลนั้น คือ สามารถคาดการณ์ได้สำหรับการปรับเปลี่ยนเพื่อรองรับในการเพิ่มอัตราการผลิต

4. ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มผลกำไร

การสร้างสมดุลของไลน์ผลิตที่สมบูรณ์แบบ ช่วยให้พนักงาน และเครื่องจักรที่ทำงานกันได้อย่างลงตัว เครื่องจักรทั้งหมดใช้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่ากำลังคน และกำลัง

การผลิตของเครื่องจักรนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุดของกระบวนการผลิต ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตน้อยลง และผลกำไรที่มากขึ้น [6]

2.9 การผลิตแบบเซลลูล่าร์

การผลิตแบบเซลลูลาร์ (Cellular Manufacturing) คือ วิธีการหนึ่งของการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) วิธีหนึ่งที่ช่วยให้บริษัทสามารถผลิตผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิดสำหรับลูกค้าของพวกเขาได้โดยมีความสูญเปล่าเกิดขึ้นน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ในการผลิตแบบเซลลูล่าร์ อุปกรณ์ และสถานีงาน (Workstation) จะถูกจัดเรียงไว้ตามลำดับซึ่งจะช่วยให้วัสดุ และส่วนประกอบต่างๆ สามารถไหลผ่านตลอดทั้งกระบวนการไปได้อย่างราบรื่น โดยมีการขนส่งหรือความล่าช้าเกิดขึ้นน้อยที่สุด

การผลิตแบบเซลลูล่าร์ เป็นตัวต่อหนึ่งของการผลิตแบบลีน ซึ่งการผลิตแบบลีนนี้ ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิดที่ลูกค้าต้องการโดยสามารถทำกำไรได้ การผลิตแบบลีนทำให้บริษัทมีผลกำไร และสามารถแข่งขันได้มากขึ้นโดยการลดความสูญเปล่า ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นตัวเพิ่มต้นทุน และเวลานำ (Lead Time) ให้กับกระบวนการผลิต ความสูญเปล่า (Waste) ในความหมายนี้จะหมายถึงองค์ประกอบใดๆ ของกระบวนการผลิตที่เพิ่มค่าใช้จ่ายโดยปราศจากการเพิ่มคุณค่า (Value) ให้แก่ผลิตภัณฑ์ ความสูญเปล่าในการผลิตทั้ง 8 ชนิด แสดงในภาพที่ 2.16 ที่จะถูกจัดการออกไปโดยระบบการผลิตแบบลีน

ข้อบกพร่อง (Defect)	เศษของเสีย (Scrap) การแก้ไขงาน (Rework) การผลิตเพื่อมาทดแทน การตรวจสอบ
การรอคอย (Waiting)	สินค้าขาดมือ (Stockouts) ความล่าช้าจากกระบวนการผลิตแบบเป็นชุด เวลาที่ต้องหยุดเดินเครื่องจักร (Downtime) เกิดคอขวด (Bottleneck) ในการผลิต
กระบวนการผลิต (Processing)	กระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็นหรือไม่ถูกต้อง
การผลิตมากเกินไป (Overproduction)	การผลิตสินค้าที่ไม่ได้มีการสั่งซื้อ
การเคลื่อนไหว (Movement)	การเคลื่อนไหวของมนุษย์ที่ไม่จำเป็นหรือทำให้ต้องใช้แรงมากเกินไป
สินค้าคงคลัง (Inventory)	การมีวัตถุดิบ ชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต (WIP) หรือสินค้าสำเร็จรูปมากเกินไป
การขนส่ง (Transport)	การขนส่งชิ้นงาน WIP เป็นระยะทางไกล การขนส่งไม่มีประสิทธิภาพ
ความคิดสร้างสรรค์ของพนักงานที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้ (Unused Employee Creativity)	เวลา แนวคิด ทักษะความเชี่ยวชาญ การปรับปรุงที่สูญเสียไป

ภาพที่ 2.16 ความสูญเปล่าในการผลิต

การผลิตแบบเซลลูลาร์นี้ ได้ชื่อมาจากคำว่า เซลล์ (Cell) ซึ่งเซลล์การผลิต (Manufacturing Cell) จะประกอบด้วยคน และเครื่องจักรหรือสถานีงานที่ต้องการใช้ในการดำเนินขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการหรือส่วนของกระบวนการ (Process Segment) โดยมีเครื่องจักรถูกจัดเรียงอยู่ตามลำดับของกระบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น หากมีกระบวนการที่ใช้ในการผลิตภัณฑ์ตัวหนึ่งที่ต้องการการตัด และตามมาด้วยการเจาะ และการขัดเงา เซลล์ก็จะรวมอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการดำเนินขั้นตอนเหล่านั้นเข้าไว้ด้วยกัน และจัดเรียงพวกมันตามลำดับของกระบวนการผลิตนั้นๆ การจัดเรียงคน และอุปกรณ์ใส่ในเซลล์การผลิต ช่วยให้บริษัทบรรลุสู่เป้าหมายสำคัญของการผลิตแบบลีนสองอย่าง นั่นคือการไหลแบบทีละชิ้นและการผลิตแบบมีความหลากหลายสูง

การไหลแบบทีละชิ้น (One-piece Flow) คือ สภาวการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผลิตภัณฑ์มีการเคลื่อนผ่านเข้าไปกระบวนการผลิตเพียง 1 ชิ้น ณ ช่วงเวลาหนึ่ง โดยจะมีการกำหนดอัตราการไหลตาม สิ่งที่ตรงกันข้ามกับการไหลแบบทีละชิ้นก็คือ การผลิตแบบเป็นชุดใหญ่ๆ (Large-lot Production) แม้ว่าหลายๆ บริษัทจะผลิตสินค้าออกมาเป็นแบบชุดใหญ่ๆ หรือแบบครั้งละมากๆ แต่วิธีการผลิตเช่นนั้นก็เป็นตัวทำให้เกิดความล่าช้าขึ้นภายในกระบวนการได้ ไม่มีชิ้นงานชิ้นใดที่จะสามารถเคลื่อนย้ายต่อไปยังกระบวนการถัดไปได้จนกว่าชิ้นงานทุกชิ้นในชุดนั้นๆ จะถูกดำเนินการผลิตแล้ว ยิ่งผลิตเป็นชุดใหญ่ขึ้นเท่าไร เวลาที่ชิ้นงานจะถูกวางและรอคอยอยู่ระหว่างกระบวนการก็ยิ่งนานมากขึ้นเท่านั้น

การผลิตแบบเป็นชุดใหญ่ๆ อาจทำให้ความสามารถในการสร้างผลกำไรของบริษัทลดลงได้ในหลายๆ ทาง

- ทำให้ “เวลานำ” ระหว่างคำสั่งซื้อของลูกค้า และการส่งมอบผลิตภัณฑ์ยาวนานออกไป
- ทำให้ต้องการทั้งแรงงาน พลังงาน เนื้อที่ในการจัดเก็บ และการขนส่งผลิตภัณฑ์
- เพิ่มโอกาสที่จะเกิดความเสียหายหรือการชำรุดให้กับผลิตภัณฑ์ในทางตรงกันข้าม

การไหลแบบทีละชิ้นแก้ไขปัญหาเหล่านี้

- ช่วยให้บริษัทสามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ไหลไปยังลูกค้าได้โดยมีความล่าช้าเกิดขึ้นน้อยลง
- ช่วยลดทรัพยากรที่ต้องการใช้ในการจัดเก็บ และการขนส่ง
- ช่วยให้ความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหาย การชำรุดหรือความล้าสมัย
- ช่วยเผยปัญหาอื่นๆ ออกมา ทำให้ปัญหาหล่านั้นได้รับการจัดการไปด้วย

การไหลแบบทีละชิ้น เป็นสภาวการณ์ในอุดมคติ ในการปฏิบัติงานประจำวัน คงไม่สามารถที่จะเป็นไปได้หรือมีความต้องการอยู่ตลอดเวลาที่จะผลิตขึ้นงานเพียงแค่ 1 ชิ้น ณ ช่วงเวลาหนึ่ง สิ่งสำคัญก็คือ การส่งเสริมการไหลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Flow) ของผลิตภัณฑ์ โดยมีเวลารวมของความล่าช้า และการรอคอยเกิดขึ้นน้อยที่สุด การผลิตแบบเซลลูลาร์นั้นช่วยโดยการมุ่งเน้นไปที่

วัสดุที่ผ่านเข้าไปในกระบวนการ ไม่ใช่แค่ที่อุปกรณ์สำหรับจุดปฏิบัติการแต่ละจุดเท่านั้นการผลิตแบบมีความหลากหลายสูง

ในช่วงยุคแรกๆ ของอุตสาหกรรม บริษัทสามารถที่จะผลิต ผลิตภัณฑ์แค่เพียงหนึ่งชนิด และลูกค้าก็จะต้องซื้อมัน แม้ว่ามันจะไม่ตรงตามสิ่งที่พวกเขาน่าจะชอบจริงๆ อย่างไรก็ดี ทุกวันนี้ลูกค้าต้องการความหลากหลาย และแม้แต่การผลิตตามแบบที่สั่ง (Customization) พร้อมด้วยปริมาณที่เฉพาะเจาะจง และต้องการให้จัดส่งไปในเวลาที่เฉพาะเจาะจงอีกด้วย ถ้าบริษัทของคุณไม่มีความยืดหยุ่นเพียงพอที่จะสนองต่อความต้องการของพวกเขาได้ พวกเขาก็จะไปหาคู่แข่งของคุณแทน

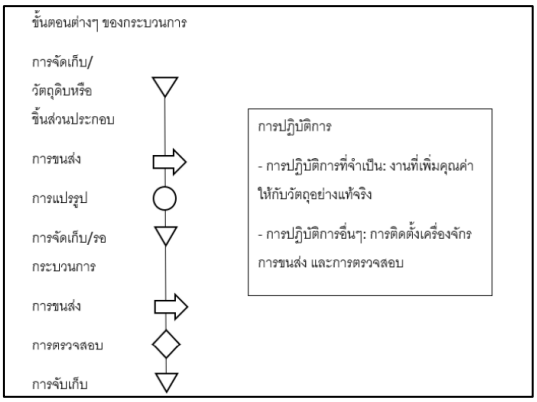
การผลิตแบบเซลลูล่าร์ จะช่วยให้บริษัทของคุณมีความยืดหยุ่น (Flexibility) ขึ้นเพื่อให้สามารถนำส่งผลิตภัณฑ์ในแบบที่ลูกค้าต้องการได้ ด้วยการรวมผลิตภัณฑ์ที่คล้ายๆ กันเข้าไว้ในตระกูลเดียวกัน (Product Family) ซึ่งจะสามารถดำเนินการผลิตในเครื่องจักรตัวเดียวกัน และในลำดับแบบเดียวกันได้ และด้วยการส่งเสริมให้บริษัทลดเวลาที่ต้องการใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Changeover) ระหว่างผลิตภัณฑ์ต่างๆ ลงด้วย วิธีการนี้จึงช่วยขจัดเหตุผลหลักๆ ที่ต้องทำให้การผลิตเป็นชุดใหญ่ๆ ออกไป ซึ่งคือเหตุผลที่ว่า เนื่องจาก การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรนั้นใช้เวลานานเกินไปจึงไม่สามารถที่จะมาคอยเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ อยู่บ่อยๆ

การปรับเปลี่ยนโรงงานไปเป็นโรงงานที่มีการผลิตแบบเซลลูลาร์ หมายถึง การกำจัดความสูญเปล่าออกไปจากกระบวนการ และพร้อมทั้งออกจากการปฏิบัติการด้วย จึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องมาทำความเข้าใจว่าองค์ประกอบเบื้องต้นทั้ง 2 อย่างนี้แตกต่างกันอย่างไร และพวกมันมาบรรจบกันที่ไหนบ้าง

กระบวนการ (Process) คือ การไหลอย่างต่อเนื่องโดยตลอด ซึ่งวัตถุดิบจะถูกปรับเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในการปฏิบัติการชุดหนึ่งๆ สิ่งที่มุ่งเน้นก็คือ เส้นทางของวัสดุที่จะถูกแปลงรูปไปเป็น บางสิ่งบางอย่างที่จะนำไปขาย

กระบวนการผลิตมีขั้นตอนหรือช่วงพื้นฐานอยู่ 4 แบบ แสดงในภาพที่ 2.17

1. การแปรรูป (Transformation): การประกอบ การแยกส่วน การเปลี่ยนรูปร่าง
2. การตรวจสอบ (Inspection): การเปรียบเทียบกับมาตรฐาน
3. การขนส่ง (Transport): การเปลี่ยนสถานที่
4. การจัดเก็บ (Storage): ช่วงเวลาที่รอคอยเมื่อไม่มีอะไรกำลังเกิดขึ้นเลย



ภาพที่ 2.17 กระบวนการและปฏิบัติการต่างๆ

วัสดุ และชิ้นส่วนมักจะผ่านขั้นตอนเหล่านี้หลายครั้งในระหว่างที่อยู่ในกระบวนการผลิต ด้านซ้ายของภาพแสดงถึงลำดับขั้นตอนของกระบวนการแบบทั่วๆไป จะสังเกตได้ว่ามีเพียงขั้นตอนการแปรรูป"เท่านั้นที่เป็นการ “เพิ่มคุณค่า” ให้กับผลิตภัณฑ์

การปฏิบัติการ (Operation) คือ การกระทำใดๆ ที่คนงานหรือเครื่องจักรปฏิบัติต่อวัตถุดิบ ชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work-in-Process : WIP) หรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเนื่องจากการปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับการกระทำ ดังนั้น การปรับปรุงที่เกี่ยวกับการปฏิบัติการจึงมุ่งเน้นไปที่ว่าการกระทำที่เฉพาะเจาะจงต่างๆ นั้น จะถูกทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้อย่างไร วิธีการปรับปรุงการปฏิบัติการนั้นรวมถึงการศึกษาในเรื่องที่ว่าการเคลื่อนไหว (Motion) อย่างไรที่เหมาะสำหรับการกระทำที่เฉพาะเจาะจงหนึ่งๆ หรือการปรับความสูงหรือมุมของพื้นที่ทำงานเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น เป็นต้น

การปรับปรุงการผลิตในการผลิตแบบลีน แค่เพียงการปรับปรุง “การปฏิบัติการ” เท่านั้น ไม่เพียงพอบริษัทยังต้องปรับปรุง “กระบวนการ” ของพวกเขาอีกด้วย ซึ่งการปรับปรุงกระบวนการนั้น จะต้องเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการไหลของวัสดุให้ดีขึ้น เพื่อที่จะลดสิ่งกีดขวาง และความสูญเปล่าให้เหลือน้อยที่สุดด้วย เช่น เวลาที่ใช้ไปในขั้นตอนที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่า (Non-Value-Adding) เช่น การรอคอย หรือการขนส่ง

การปฏิบัติการในเซลล์รูปตัว U ในเซลล์การผลิต อุปกรณ์ และสถานีงานจะถูกจัดเรียงไว้ติดๆ กันตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการผลิต การจัดเรียงแบบนี้จะช่วยลดการเดิน และการขนส่งที่ไม่จำเป็นลงเพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดการไหลได้อย่างราบรื่น ปกติแล้ว จะมีการจัดวางอุปกรณ์ไว้ในเซลล์ที่มีรูปร่างโค้งๆ แบบตัว U หรือ ตัว C รูปแบบนี้จะทำให้จุดสุดท้ายของกระบวนการอยู่ใกล้กับจุดเริ่มต้น ซึ่งจะทำให้การเดินทางของพนักงานเพื่อไปเริ่มต้นรอบต่อไปนั้นสั้นลง

ในการสร้างเซลล์การผลิตหนึ่งๆ ก็มักจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรในสถานที่ทำงานไปด้วย ดังนั้น การจัดเรียงเครื่องจักรให้เป็นไปตามเส้นทางการไหลของ

“กระบวนการ” นี้ พนักงานควบคุมเครื่องจักรอาจจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้วิธีการที่จะเดินเครื่องจักรที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะรองรับกระบวนการผลิตให้ได้ด้วย

การวางผังที่ยึดตาม “การปฏิบัติการ” จะต้องมีการรวมเครื่องจักรเข้ามาไว้ด้วยกันในพื้นที่ส่วนหนึ่งของโรงงาน แต่เมื่อเครื่องจักรถูกนำมาจัดเรียงกันใหม่ให้อยู่ในเซลล์หนึ่งๆ ที่ยึดตามลำดับกระบวนการผลิตแล้ว เครื่องเจียรแต่ละเครื่องก็อาจจะต้องกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของเซลล์ต่างๆ กันไป และการที่จะมีพนักงานควบคุมเครื่องเจียรหนึ่งคนสำหรับแต่ละเซลล์ก็นจะไม่คุ้มค่าเสียแล้ว และเนื่องจากเซลล์ต่างๆ นั้น มักจะเดินรอบเครื่องแบบอัตโนมัติอีกด้วย ดังนั้น เวลา สติปัญญา และทักษะความรู้ความสามารถของพนักงานก็คงต้องสูญเสียไปในการคอยเฝ้าดูเครื่องจักรนั้น

ความสูญเปล่าเหล่านี้สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการสอนการควบคุมเครื่องจักรที่แตกต่างกันหลายๆ เครื่องในกระบวนการให้แก่พนักงาน การทำงานแบบอัตโนมัติแบบง่ายๆ นี้จะช่วยให้พนักงานเพียงหนึ่งคนสามารถที่จะควบคุมการไหลของงานให้ผ่านชุดเครื่องจักรที่แตกต่างกันไปได้

เซลล์หนึ่งๆ อาจจะดำเนินไปได้ด้วยพนักงานเพียงหนึ่งคน หรือด้วยพนักงานหลายๆ คนทำงานร่วมกัน ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ ซึ่งความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานร่วมกันของพนักงานในเซลล์หนึ่งๆ ได้นี้ จะทำได้โดยการฝึกอบรมข้ามสายงาน ซึ่งการฝึกอบรมข้ามสายงานทำให้พนักงานสามารถที่จะปฏิบัติหน้าที่ที่แตกต่างกันภายในกระบวนการหนึ่งได้ และช่วยให้ทีมงานสามารถรับผิดชอบในกระบวนการของพวกเขาได้อย่างเต็มที่ ทั้งยังเป็นจุดกำเนิดหนึ่งของความภาคภูมิใจของพนักงานในหลายๆ แห่งด้วยเพื่อที่จะเดินเครื่องจักรหลายๆ เครื่องที่อยู่ตามลำดับได้นั้น พนักงานจำเป็นที่จะต้อง “ยืน” ทำงานแทนการ “นั่ง” ทำงาน และการทำงานในขณะที่ยืนอยู่นั้นยังทำให้พนักงานสามารถที่จะตอบสนองได้รวดเร็วขึ้นหากเครื่องจักรมีปัญหาเกิดขึ้นอีกด้วย

การผลิตแบบเซลลูล่าร์จะทำงานได้ดีที่สุดกับเครื่องจักรที่มีขนาดเล็กกว่า และมักจะช้ากว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแบบชุดใหญ่ๆ เครื่องจักรที่เล็กลงนี้จะช่วยประหยัดเนื้อที่ได้ การจัดวางเครื่องจักรไว้ติดๆ กันจะช่วยลดระยะทางในการเดิน และจะไม่มีเนื้อที่เหลือสำหรับชิ้นงาน WIP ที่จะเก็บสะสมไว้มากเกินไปด้วย การผลิตแบบนี้ สามารถนำเครื่องจักรที่ช้ากว่ามาใช้ได้เพราะว่าเป้าหมายคือการผลิตชิ้นงานหนึ่งชิ้น ณ ช่วงเวลาหนึ่งในความเร็วตามที่กำหนดมาจากความต้องการของลูกค้า เครื่องจักรสำหรับการผลิตแบบเซลลูล่าร์ ยังจำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นอีกด้วย คือ สามารถติดตั้ง (Set-Up) อย่างรวดเร็วได้โดยง่ายเพื่อให้พวกมันสามารถถูกนำไปใช้เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายชนิดมากยิ่งขึ้น

การใช้เทคนิคการควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ (Jidoka) เพื่อขจัดการคอยเฝ้าดูเครื่องจักร การควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ เป็นวิธีการหนึ่งที่นำเครื่องจักรเข้ามาใช้แทนคนในการทำงานซึ่งจะใส่ “ความชาญฉลาด” ให้กับเครื่องจักรเพื่อที่จะได้ไม่ต้องมีคนมาคอยเฝ้าดูการทำงานแบบอัตโนมัตินั้น เครื่องจักร “ที่ควบคุมตัวเองโดยอัตโนมัติ” นั้น เป็นเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติที่สนับสนุนกระบวนการ

ผลิตที่มีการไหลแบบที่ละชิ้นได้ด้วยตนเอง (โดยอิสระ) พวกมันจะหยุด และให้สัญญาณเมื่อครบรอบการผลิตหนึ่งๆ หรือเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น และพวกมันก็มักจะถูกติดตั้งมาให้สามารถถ่ายชิ้นงานออกมาโดยอัตโนมัติหลังจากที่ดำเนินการผลิตเสร็จสิ้นแล้วอีกด้วย

องค์ประกอบเบื้องต้นในการออกแบบเซลล์การเปลี่ยนแปลงจากการเป็นโรงงานที่ยึดตาม “การปฏิบัติการ” ไปเป็น “เซลล์การผลิต” มีช่วงพื้นฐานทั้งหมด 3 ช่วง ดังนี้

1. การทำความเข้าใจในสภาวะปัจจุบัน
2. การเปลี่ยนแปลงไปเป็นการวางผังตาม “กระบวนการผลิต”
3. การปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง

การผลิตแบบเซลลูล่าร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นต้องอาศัยการทำงานเป็นทีม งานหลักของพนักงานที่ทำงานในเซลล์ก็คือ การดูแลให้มีการไหลผ่านทุกๆ จุดปฏิบัติการไปได้โดยราบรื่น ซึ่งการที่จะให้เป็นเช่นนั้นได้พนักงานจะต้องประสานงานทำงานของพวกเขาไปพร้อมๆ กัน การทำงานเป็นทีมยังเป็นสิ่งสำคัญสำหรับกิจกรรมการปรับปรุงต่างๆ อีกด้วย เพราะพนักงานเป็นกลุ่มหนึ่งที่มีศักยภาพและพละกำลังที่สร้างสรรค์ยิ่งกว่าบุคคลใดก็ตามที่พยายามจะจัดการกับปัญหาเพียงลำพัง

การทำให้สภาพที่ทำงานเป็นมาตรฐานด้วยระบบ 5 ส. แสดงในภาพ 2.18 การจัดเตรียมสภาพที่ทำงานเบื้องต้นเป็นขั้นตอนแรกที่จำเป็นในการสร้างการผลิตแบบเซลลูล่าร์ ในหลายๆ บริษัทที่มพนักงานจะใช้ระบบ 5ส. ในการปรับปรุงและทำให้สภาพที่ทำงานเป็นมาตรฐานเพื่อให้มีการปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัย และมีประสิทธิผล

สะสาง (Sort): การแยก และย้ายสิ่งของที่ไม่จำเป็นในพื้นที่ทำงานออกไป ซึ่งมักจะมีการใช้เทคนิค “ป้ายแดง”

สะดวก (Set in Order): การกำหนดสถานที่ที่เหมาะสมให้กับสิ่งของที่เป็นที่ต้องการแล้วขีดเส้น ปิดฉลาก และทำแผ่นป้ายขึ้นมาชั่วคราวเพื่อระบุสถานที่ใหม่ แนวคิดก็คือ “มีที่สำหรับทุกๆ สิ่ง และทุกๆ สิ่งอยู่ในที่ของมัน”

สะอาด (Shine): การทำความสะอาดทุกอย่างในพื้นฐานทำงาน และการตรวจสอบอุปกรณ์เพื่อที่จะได้พบเห็นสัญญาณของปัญหาเสียตั้งแต่แรกๆ

สร้างมาตรฐาน (Standardize): การจัดทำสภาพที่ได้รับการปรับปรุงแล้วนี้ให้เป็นมาตรฐานในสถานที่ทำงาน และประยุกต์ใช้วิธีการจัดการด้วยสายตา

สร้างนิสัย (Sustain): การใช้การฝึกอบรม การติดต่อสื่อสารเพื่อคงรักษา ตรวจติดตามสภาพที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว และแพร่ขยายแนวคิดและกิจกรรม 5 ส.

ภาพที่ 2.18 ระบบ 5 ส

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อติชา วัชรานุรักษ์ กล่าวว่า การนำระบบการผลิตแบบลีนมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูปนั้นจากการนำเครื่องมือการผลิดแบบคืนมาประยุกต์ใช้งาน แบ่งได้ 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่ง อัตราการไหลของชิ้นงาน เช่น การผลิตแบบดึง การไหลทีละชิ้น การใช้กลไก 5 ส. การทำงานตามมาตรฐานที่กำหนด การควบคุมด้วยการมองเห็น และการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม กลุ่มที่สอง คือ กระบวนการทำงานที่มีความยืดหยุ่น เช่น การปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ยืดหยุ่น จัดเวลาการทำงานให้หมะสม และการฝึกอบรมให้พนักงานมีทักษะหลากหลาย กลุ่มที่สาม คือ ลดเวลาในการทำงาน เช่น การผลิดแบบเซลล์ การเตรียมพร้อมใช้งานในจุดปฏิบัติงาน การให้อำนาจการตัดสินใจในการทำงานแต่ละระดับ การป้องกันความผิดพลาด การตรวจสอบด้วยตนอง และกลุ่มสุดท้าย คือ การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้กรรมวิธีแบบไคเซ็น การวิเคราะห์ที่มาของปัญหา และการแก้ไขปัญหาร่วมกันเป็นทีม ผลจากการทดลองการประยุกต์ใช้งาน สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิด ร้อยละ 16 ลดปริมาณการเสียหายในกระบวนการผลิด ร้อยละ 8 และลดปริมาณงานค้างระหว่างการผลิต ร้อยละ 41

นิวัฒน์ เดชอำไพ และกาญจนา เศรษฐนันท์ กล่าวว่า บทความนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิต กำจัดความสูญเปล่า และเพิ่มประสิทธิภาพ โดยใช้เครื่องมือ 7 Waste เข้ามาวิเคราะห์ จำแนกความสูญ และใช้คัมบังเพื่อแก้ปัญหา ผลจากการปรับปรุง พบว่า มีจำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้น 17.13 เปอร์เซ็นต์ และ 20.00 เปอร์เซ็นต์ มีเวลานำการผลิตลดลง 16.00 เปอร์เซ็นต์ และ 19.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กิตติชัย อธิกุลรัตน์ และภัทรพงษ์ ภาคภูมิ กล่าวว่า การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยประยุกต์ใช้แนวคิดระบบการผลิตแบบลีน เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต เพื่อให้เกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาสภาพปัจจุบัน ของกิจการเพื่อหาผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการปรับปรุง จากนั้นประยุกต์ใช้แนวคิดระบบการผลิตแบบลีนเพื่อวาด

ภาพสายธารคุณค่าปัจจุบัน และสายธารคุณค่าในอนาคตของผลิตภัณฑ์ จากนั้นประยุกต์ใช้การศึกษาวิธีการทำงาน เพื่อปรับปรุงการทำงาน ลดความสูญเปล่าในกระบวนการโดยการประยุกต์ใช้ 5ส. ในการปรับปรุง ผลการวิจัยทำให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตจากเดิม 125 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็น 160 ชิ้นต่อชั่วโมงหรือหรือเพิ่มขึ้น ร้อยละ 28 อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานทำให้ลดระยะทางเคลื่อนย้าย งานได้ จากเดิม 14 เมตร เหลือ 10 เมตร หรือลดลงร้อยละ 28.57

วิลาสินี ศิริธร กล่าวว่า วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือ การปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการเย็บของโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูปในจังหวัดอุบลราชธานี จากการศึกษาพบว่าเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตใช้เวลานาน ทำให้เกิดความสูญเปล่าในการรอคอย ปัญหาจากวิธีการทำงานของพนักงานที่ยังไม่เหมาะสม ทำให้เกิดความไม่สมดุลของสายการผลิต และปัญหาคุณภาพที่เกิดขึ้นในสายการผลิต ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของผลิตภัณฑ์ 2 รุ่น คือ รุ่น 419883 และ รุ่น 329362 โดยทำการวิเคราะห์และพัฒนาวิธีการปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single Minute Exchange of Die: SMED) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูป ซึ่งเรียกวิธีการนี้ว่า Apparel SMED เพื่อลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตลง จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงานโดยใช้หลักการศึกษางานและหลักการ ECRS เพื่อขจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น ทำให้สามารถลดเวลาในการทำงานในแต่ละขั้นตอนลง เพื่อให้เกิดการปรับเรียบ และสมดุลของสายการผลิตมากขึ้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย	งานวิจัย	ทฤษฎี/หลักการ			
		ระบบการผลิตแบบลีน	การจัดสมดุลสายการผลิต	การศึกษาวิธีการทำงาน	หลักการ ECRS
อติชา วัชรานุรักษ์	เพื่อเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน โดยการนำระบบการผลิตแบบลีนมาประยุกต์ใช้ โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ 1.อัตราการไหลของชิ้นงาน 2. กระบวนการทำงานที่มีความยืดหยุ่น 3. ลดเวลาในการทำงาน 4. การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง	●	●		
นิวัฒน์ เดชอำไพ, กาญจนา เศรษฐนันท์	ปรับปรุงกระบวนการผลิต กำจัดความสูญเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานซึ่งประสบปัญหาผลผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมายจำเป็นต้องปรับกลยุทธ์การผลิต	●			

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงสรุปงานวิจัยที่เกี่ยข้อง (ต่อ)

ผู้วิจัย	งานวิจัย	ทฤษฎี/หลักการ			
		ระบบการผลิตแบบลีน	การจัดสมดุลสายการผลิต	การศึกษาวิธีการทำงาน	หลักการ ECRS
	จึงได้ทดลองนำระบบการผลิตแบบลีนมา และนำเครื่องมือ 7 Waste มาวิเคราะห์ และจำแนกความสูญเปล่า โดยใช้เครื่องมือการผลิตแบบลีนเพื่อปรับปรุง				
กิตติชัย อธิกุลรัตน์, ภัทรพงษ์ ภาคภูมิ	เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยประยุกต์ใช้แนวคิดระบบการผลิตแบบลีน เพื่อลดความสูญเปล่ากระบวนการผลิตลง เพื่อให้เกิดการไหลอย่างต่อเนื่อง โดยประยุกต์ใช้แนวคิดระบบการผลิตแบบลีนวาดภาพสายธารคุณค่าปัจจุบัน	●	●	●	

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงสรุปงานวิจัยที่เกี่ยข้อง (ต่อ)

ผู้วิจัย	งานวิจัย	ทฤษฎี/หลักการ			
		ระบบการผลิตแบบลีน	การจัดสมดุลสายการผลิต	การศึกษาวิธีการทำงาน	หลักการ ECRS
	และสายธารคุณค่าในอนาคตของผลิตภัณฑ์ จากนั้นประยุกต์ใช้การศึกษาวิธีการทำงานเพื่อปรับปรุงการทำงาน ลดความสูญเปล่าที่เกิดในกระบวนการโดยการประยุกต์ใช้ 5 ส. ในการปรับปรุง				
วิลาสินี ศิริธร	ปรับปรุงเพื่อทำการเพิ่มผลผลิตในกระบวนการเย็บ เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตใช้เวลานาน ทำให้เกิดความสูญเปล่าในการรอคอย ปัญหาจากวิธีการทำงานของพนักงานที่ยังไม่เหมาะสม ทำให้เกิดความไม่สมดุลของสายการผลิต และปัญหาคุณภาพที่เกิดในสายการผลิต	●	●	●	●

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงสรุปงานวิจัยที่เกี่ยข้อง (ต่อ)

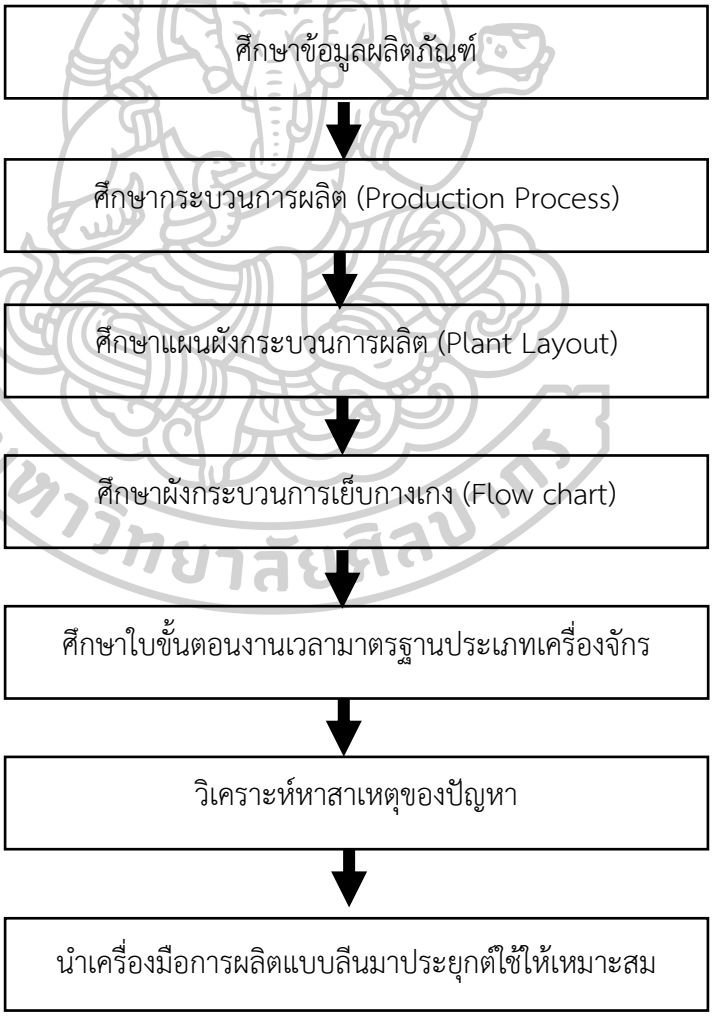
ผู้วิจัย	งานวิจัย	ทฤษฎี/หลักการ			
		ระบบการผลิตแบบลีน	การจัดสมดุลสายการผลิต	การศึกษาวิธีการทำงาน	หลักการ ECRS
	วิเคราะห์เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงานโดยใช้หลักการศึกษางาน และหลักการ ECRS เพื่อขจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นและทำให้สามารถลดเวลาในการทำงานในแต่ละขั้นตอนลง และเพื่อให้เกิดการปรับเรียบและสมดุลสายการผลิตมากขึ้น				

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงขั้นตอน แนวคิด และวิธีการดำเนินงานวิจัยของการเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต โดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน ซึ่งสามารถวัดผลได้โดยเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพ และจำนวนงานออกต่อวัน ก่อน และหลังปรับปรุงของกระบวนการผลิต

งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ ศึกษากระบวนการ และขั้นตอนการเย็บกางเกงโรงงานกรณีศึกษา แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลหาสาเหตุของปัญหา หาวิธีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต กำหนดขอบเขต กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัย จากนั้นศึกษางานทฤษฎีต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย แสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

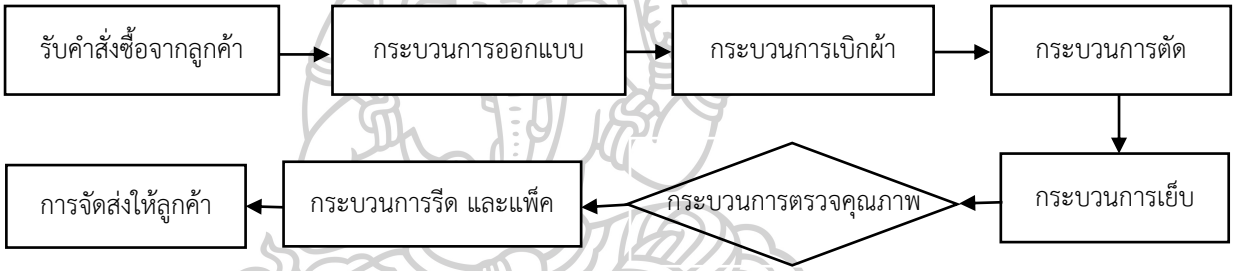
3.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์

1. กางเกง (Pants)

โดยมีลูกค้าหลัก แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1. PROPER CLOTH (PPC)
2. J -Hilburn (JHI)
3. ALTON LANE (ALT)
4. SIZE STREAM (SIZ)
5. STANTT (STT)

3.2 กระบวนการผลิต (Production Process)



ภาพที่ 3.2 กระบวนการผลิตกางเกง

3.2.1 กระบวนการไหลของงาน

ก่อนการปรับปรุง โรงงานกรณีศึกษา แบ่งกระบวนการไหลของการเย็บกางเกง 1 ตัว ออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การเย็บชิ้นหน้า
2. การเย็บชิ้นหลัง
3. การประกอบตัว

โดยแบ่งเป็นขั้นตอนย่อย ได้ดังนี้

1. การเย็บชิ้นหน้า แบ่งเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 เย็บซับใน

1.2 แซ็กชิ้นหน้า

1.3 เย็บซิป

1.4 เย็บสาปกระเป๋า

1.5 แปะกระเป๋า

1.6 โคลัมเบียกระเป๋า

1.7 ทับเส้นปากกระเป๋า

1.8 ประกบซิป

2. การเย็บชิ้นหลัง แบ่งเป็น 9 ขั้นตอน

2.1 เย็บจีบหลัง

2.2 รีดจีบหลัง

2.3 เจาะกระเป๋าหลัง

2.4 รีดลิ้นกระเป๋าหลัง

2.5 เย็บสาปลิ้นกระเป๋า, ติดตรากระเป๋า

2.6 แซ็กชิ้นหลัง

2.7 วนใบมีดกระเป๋าหลัง

2.8 ย้ำหนอนตัวดีกระเป๋าหลัง

2.9 ทับเส้นกระเป๋าหลัง

3. การประกอบตัว แบ่งเป็น 23 ขั้นตอน

3.1 เข้าข้าง

3.2 รีดข้าง

3.3 ย้ำหนอนกระเป๋าเหรียญ

3.4 ห่อข้าง

3.5 เข้าขอบ

3.6 รีดขอบ

3.7 เนาโค้งซิป

3.8 โคลัมเบียซิป

3.9 ทับเส้นโค้งซิป

3.10 เย็บกระโดง

3.11 รีดกระโดง

3.12 ล็อคกระโดง

3.13 ห่อเป้า

3.14 สอยขอบ

3.15 ย้ำหู, ย้ำหนอน

3.16 ย้ำเม็ด

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.17 วัด, ตัดปลายขา

3.18 แซ็กปลายขา

3.19 สอยปลายขา

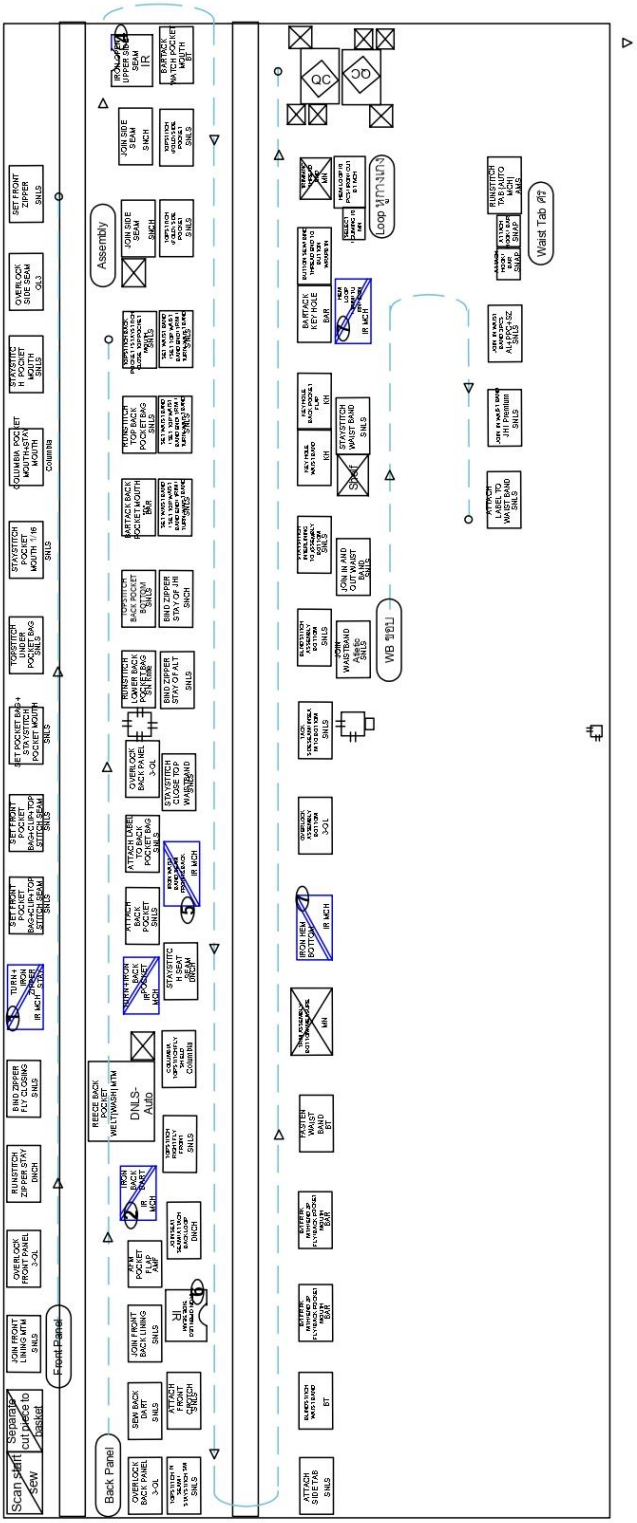
3.20 เจาะรังกระดุม

3.21 ย้ำหางรังกระดุม

3.22 ติดกระดุม

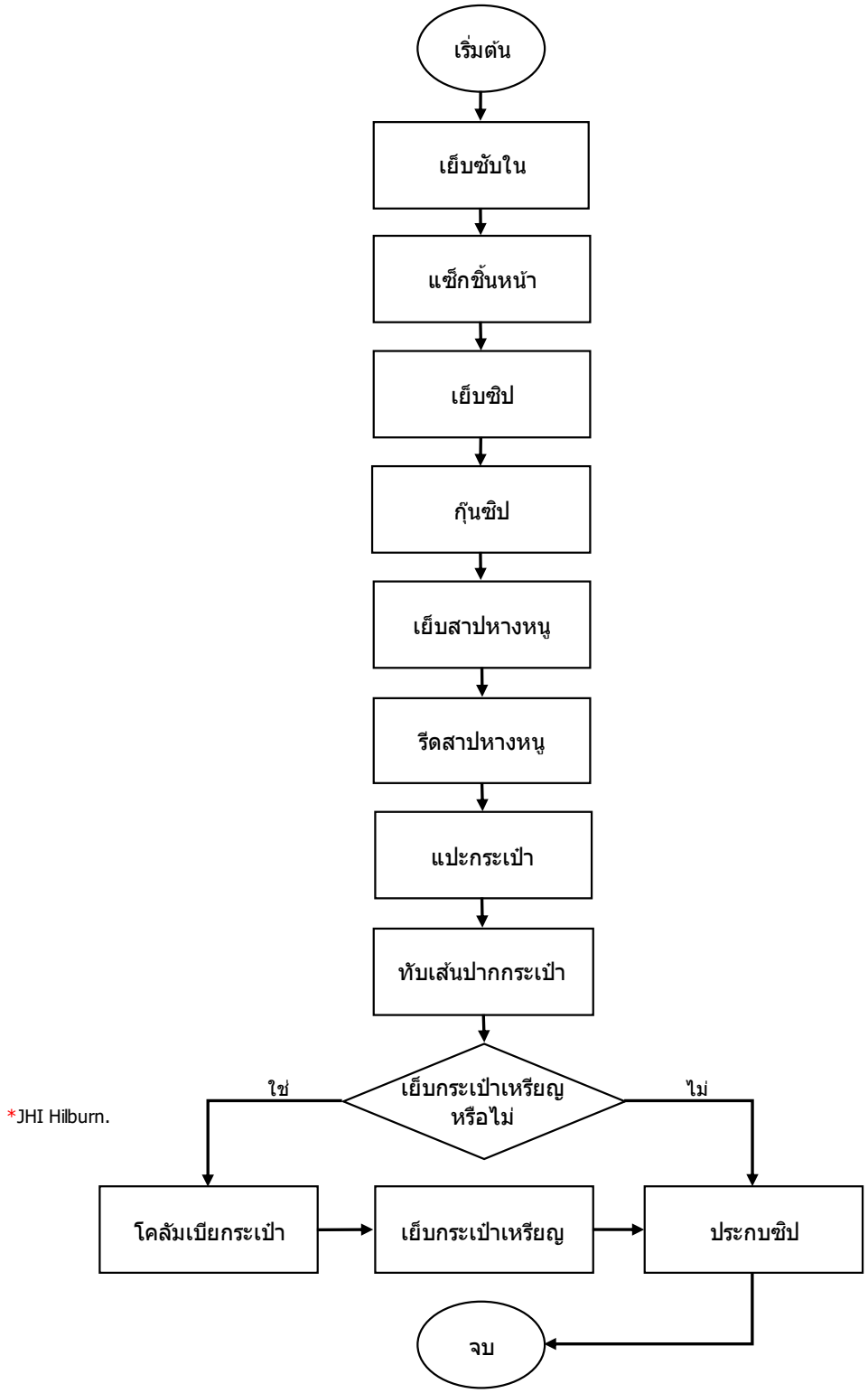
3.23 พันขากระดุม

3.3 แผนผังกระบวนการผลิต (Plant Layout)

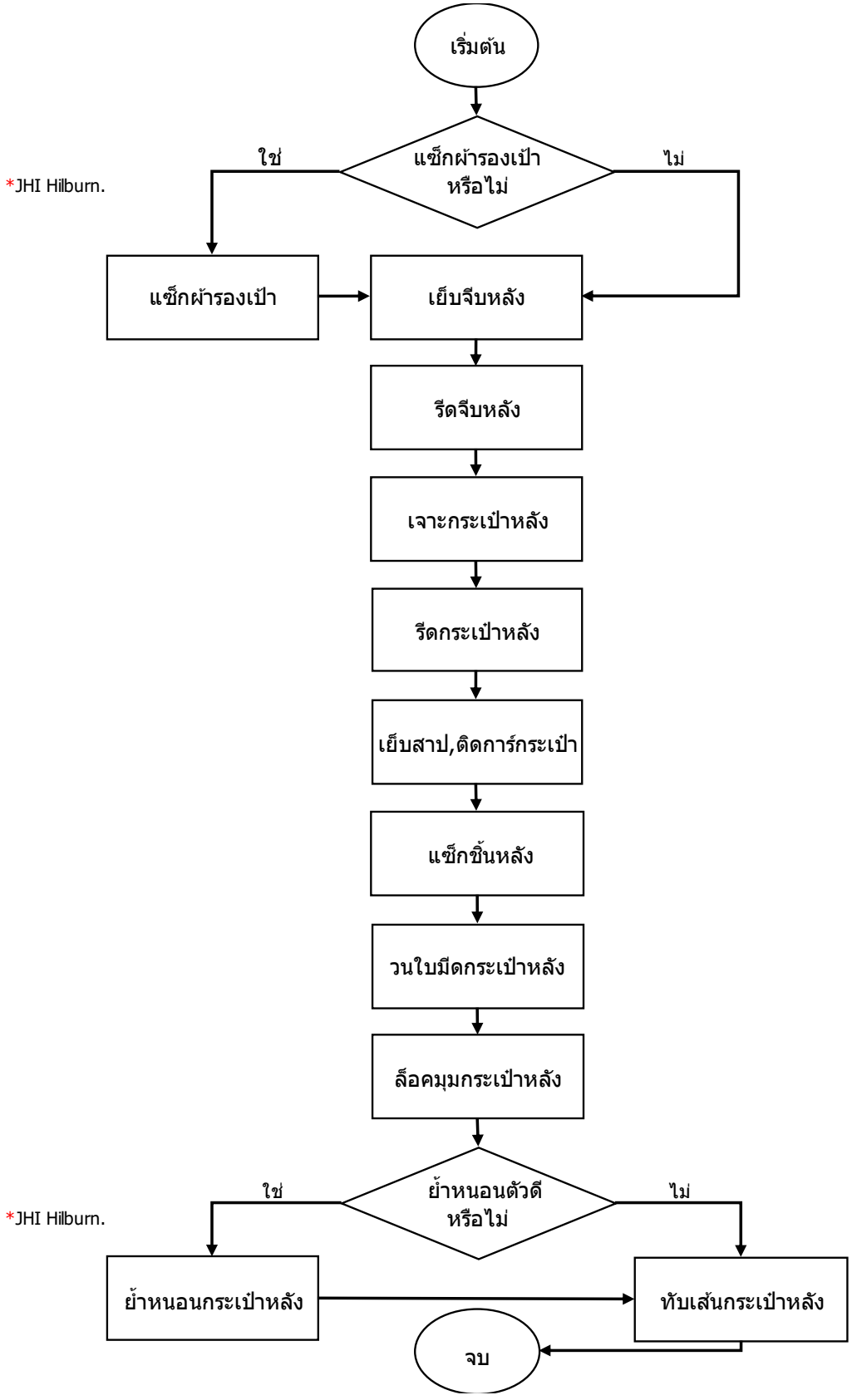


ภาพที่ 3.3 แผนผังกระบวนการผลิต

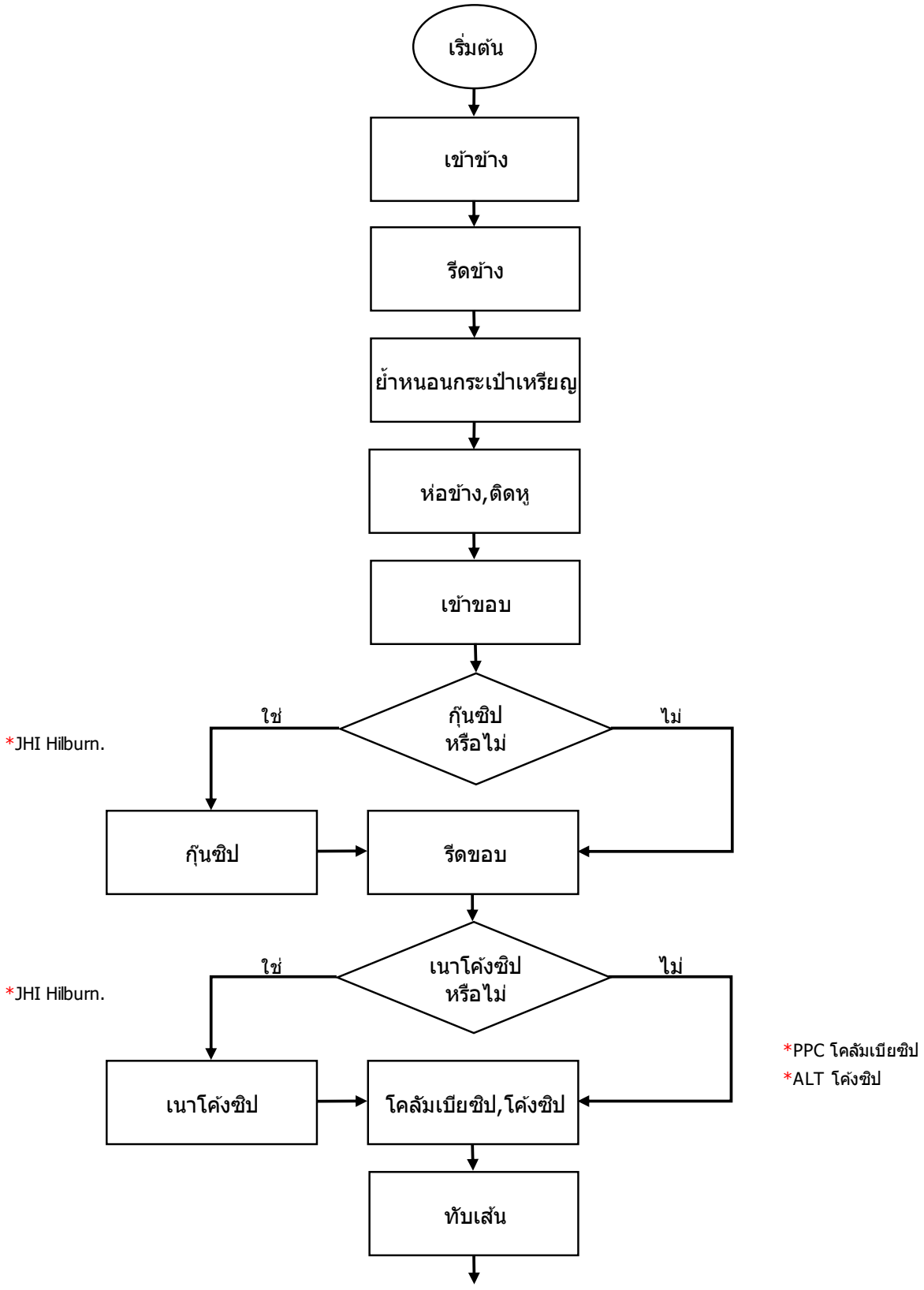
3.4 ผังงานกระบวนการเย็บกางเกง (Flowchart)



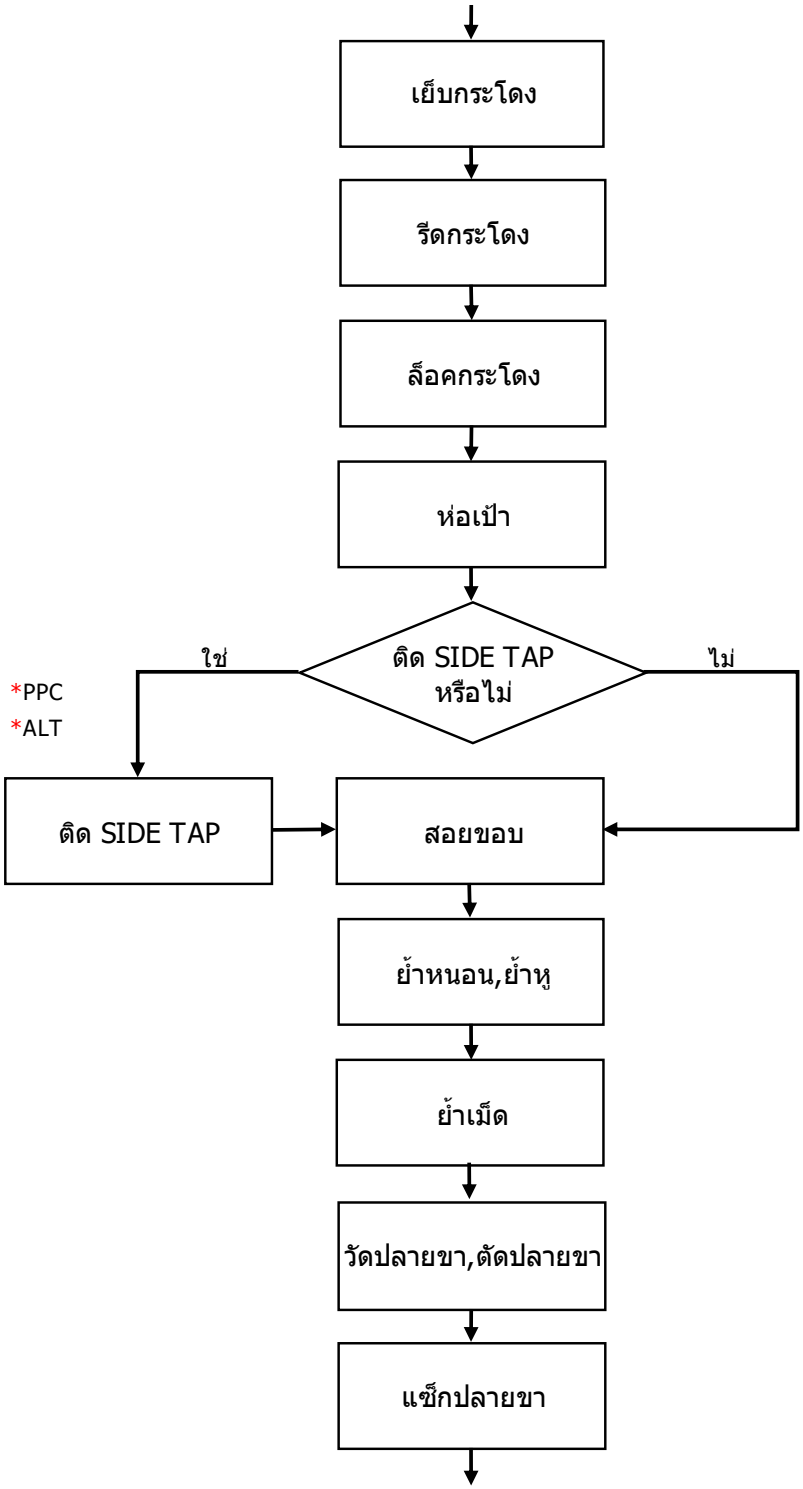
ภาพที่ 3.4 ผังงาน (Flowchart) กระบวนการเย็บกางเกง (ชิ้นหน้า)



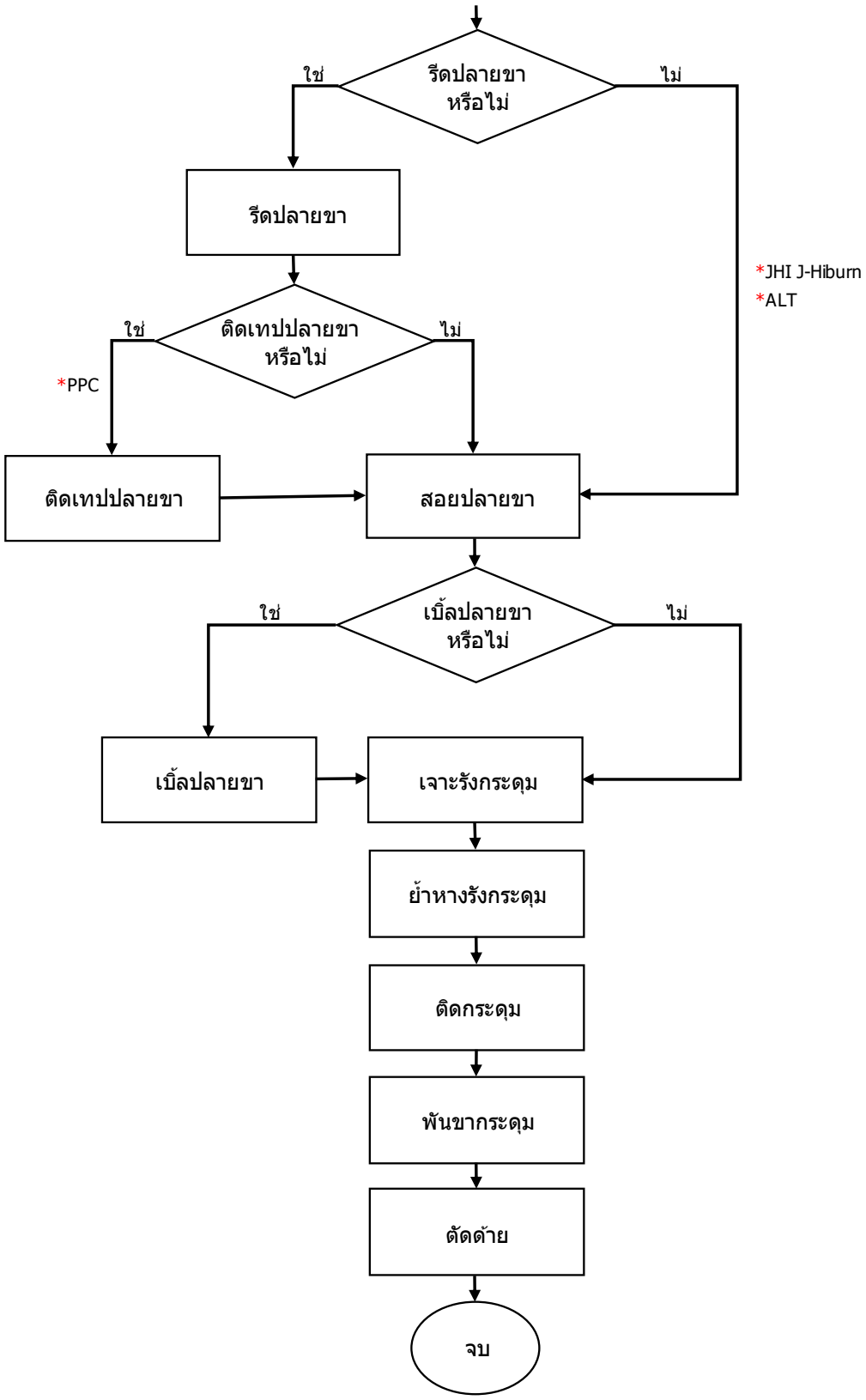
ภาพที่ 3.5 ผังงานกระบวนการเย็บกางเกง (ชิ้นหลัง)



ภาพที่ 3.6 ผังงานกระบวนการเย็บกางเกง (ประกอบตัว)



ภาพที่ 3.7 ผังงานกระบวนการเย็บกางเกง (ประกอบตัว) (ต่อ)



ภาพที่ 3.8 ผังงานกระบวนการเย็บกางเกง (ประกอบตัว) (ต่อ)

3.5 ศึกษาข้อมูลใบขั้นตอนงาน เวลามาตรฐานและประเภทเครื่องจักร

Define Opn flow	Process No.	Description	SMV	Machine
16A-1	16A-1	สอยหู+ริดหู+ตัดหู 8	0.4120	BT MCH
16A-2	16A-2	คัดหู+จุ่มกาว8	0.1200	MN
17A6A-1	17A6A-1	ปักตัวอักษรที่ตราแมน	0.8820	EMB MCH
19A-1	19A-1	เย็บวนศรสาบซิป 1 ชั้น (เครื่อง) +เจียนศรขณะเครื่องทำงาน	0.5500	SNLSAUTO
19A-2	19A-2	เจียน+กลับ+ริดศร 1 ชั้น	0.4820	IRMCH
19A-3	19A-3	เจาะรังดุม1	0.4730	KH MCH
19A-4	19A-4	ย้ำหางรัง 1	0.1580	BT MCH
17A-1	17A-1	ริดขอบผ้านอก 2 ชั้น(ริมบน)ใช้แบบ	0.3910	IRON MCH
17A-2	17A-2	เนาขอบ (ไม่มีแบนโลหิขอบเอว)	0.3010	S/N L/S
17A-3	17A-3	เย็บขอบผ้าขาวติดขอบผ้านอกMTM(ผ้าขาวยาว-ใช้ผ้าเสื้อ)	0.4900	S/N L/S
17A-4	17A-4	หับเส้นขอบ	0.4730	S/N L/S
17A-5	17A-5	MTMเย็บวนหัวขอบสามเหลี่ยม(เครื่องออโต้)	0.2740	SNLSAUTO
17A-6	17A-6	ติดตราแขวนขอบเอว+ตัดหัวตรา อ่านใบPS เปลี่ยนด้าย	0.5220	S/N L/S
17A-7	17A-7	ติดตราสี่เหลี่ยมยาวที่ขอบเอว+หาตรา เปลี่ยนด้าย จักรเข็มเดี่ยว	0.5050	SNLSAUTO
17A-8	17A-8	เลาะด้ายเนาขอบ	0.4050	MN
1	1	เย็บจีบหลัง ผ้าพื้น (มือ) 2 จีบ MTM	1.3880	SNLS
2	2	ริดล้มจีบหลัง 2 จีบ+อบติดฟองน้ำผ้ากาว (ไม่มี Template-ไม่กลับริดอีกด้าน-KONAKA)	0.6420	PRESS
3	3	เครื่องเจาะกระเป๋าหลัง (ล้มอบติดผ้ากาว-ผ้าพื้น) (ซักน้ำ) MTM	0.9380	REECEMCH
4	4	กลับ+ริดล้นกระเป๋าหลัง+ผ่าล้น	0.6210	IRMCH
5	5	เย็บสาบล้นกระเป๋าหลัง(สายพับ)+เย็บติดสาบกระเป๋าหลัง(สาบพับไม่ติดตรา)	1.1020	SNLS
6	6	ติดตรากระเป๋าหลัง 1 (main label) (ติดเครื่อง)+SAFETY	0.5080	CYCLE MCH
7	7	วนผ้ากระเป๋าหลัง ครึ่งล่าง	0.8400	SNLS
8	8	หับเส้นเจาะกระเป๋า (ไม่ทะลุ)	0.7520	SNLS
9	9	ย้ำหนอนปากกระเป๋าหลัง "D"(เปลี่ยนด้าย)	0.7260	BSMCH
10	10	วนผ้ากระเป๋าหลัง ครึ่งบน+หับเส้นกระเป๋าหลัง+เย็บปิดขอบบน	1.7300	SNLS
11	11	3 เส้นแซ็กชิ้นหลัง+ตัดด้ายAUTO MTM	1.5360	OL3
12	12	เย็บติดเป้าหลัง+เจียน เปลี่ยนด้าย	0.9470	SNLS
28A-1	28A-1	เย็บต่อผ้ารองเป้า (ต่อกลางก่อนกัน)	0.1650	S/N L/S
28A-2	28A-2	ลูกโซ่กันผ้ารองเป้า	0.3200	S/N CHN/S
28A-3	28A-3	3เส้นแซ็กผ้ารองเป้า อ่านใบPS	0.2360	3-OL MCH
8A-1	8A-1	พับเย็บติดสาบกระเป๋านาฬิกา บน-ล่าง	0.3740	S/N L/S
8A-2	8A-2	เย็บติดผ้ากระเป๋าลับ(มุมสามเหลี่ยม)	0.9300	S/N L/S
8A-3	8A-3	วนกันกระเป๋าหน้า+ กลับ	1.0710	S/N L/S
8A-4	8A-4	เย็บติดสาบกระเป๋าหน้า4 ชั้น(พับริมช้าง)	1.2350	S/N L/S
13A10A-1	13A10A-1	วางแบบ+จุด 3จุด+เย็บติดซิปสาบขวา2 เข็ม MTM	0.4540	DN C/S
13A10A-2	13A10A-2	วนสาบซิปขวา	0.4480	S/N L/S
13A10A-3	13A10A-3	กลับ + ริดสาบขวา ไม่มีหางหนู	0.4060	IR MCH
13A-1	13A-1	ตัด -ริดติดเทปปากกระเป๋าหน้า(ผ้าพื้น) MTM	0.4510	IRMCH
13A-2	13A-2	เย็บติดซับในชิ้นหน้าMTM	1.7690	S/N L/S
13A-3	13A-3	3เส้นแซ็กชิ้นหน้า (มีซับใน - ยังไม่ติดก/ปหน้า) + 3 เส้นแซ็กสาบซิป ซ้าย ขวา 1 ชั้น	1.6350	3-OL MCH
13A-4	13A-4	เย็บติดกระเป๋าเหรียญ+ขลิบมุม 2	0.6300	
13A-5	13A-5	เย็บติดกระเป๋าหน้าช้าง (เฉียง) + ขลิบ(ล่าง)	1.0530	S/N L/S
13A-6	13A-6	หับเส้นโคลัมเบียริมกระเป๋าเหรียญ 1+โคลัมเบียริปากก/ปหน้า 2	1.1920	COLUMBIA
13A-7	13A-7	วนซ่อนใน/ปเหรียญ+หับเส้นกัน/ป 1/4	0.9350	S/N L/S
13A-8	13A-8	ย้ำหนอนกระเป๋าเหรียญ 2(เปลี่ยนด้าย)	0.3620	BAR MCH
13A-9	13A-9	จั้งปากก/ปหน้าช้าง	0.9310	S/N L/S
13A-10	13A-10	ประกบสาบซิป+เย็บสาบซิปติดผ้านอก - ประกบเป้า (ผ้าพื้น-ไม่ซักน้ำ)	1.3930	S/N L/S
0		จับคู่เข้าช้าง	0.0000	
13	13	ลูกโซ่เย็บเข้าช้าง+ใต้เป้า (กระเป๋าเฉียง) ผ้าพื้น	2.4110	S/N C/S
14	14	ริดแบตะเข็บช้าง (เย็บติดก/ปหน้า)+ปลายขา	0.7770	IR MCH
15	15	ย้ำหนอนปากก/ปสาง 2 (ไม่ทะลุ)	0.5510	BAR MCH
16	16	ห่อผ้ากระเป๋าช้าง+หับเส้นกันกระเป๋าหน้า MBP+ เย็บติดหูตัวกางเกง 8 pcs	1.8140	S/N L/S
17	17	MTMเข้าขอบ (ผ้าพื้น) ตัวกางเกง+วนหัวขอบ+ไม่ล็อคหัวขอบ+วาดกระเป๋าหลัง +เจียน + กลับ หัวขอบ	2.8510	S/N L/S
18	18	ลูกโซ่กันสาบซิปสุดขอบ	0.4690	S/N L/S
19	19	เย็บติดศรเล็กหัวขอบ	0.2060	S/N L/S
20	20	เย็บปิด+ล็อคศรหัวขอบยื่น+เจียน + กลับ	0.5233	S/N L/S
21	21	ริดล้มตะเข็บเข้าขอบ+สาบหน้า(ใส่เทปขอบ+ มีหัวขอบยื่น+รูดซิป)-MBP	1.131	IR MCH
22	22	เนาโค่งสาบซิป (เนาไม่สุดขอบ)	0.6150	S/N L/S
23	23	โคลัมเบียสาบซิป+สอยเก็บหางด้ายโคลัมเบีย(เปลี่ยนด้าย)	0.9720	COLUMBIA
24	24	หับเส้นสาบซิปขวาใต้ขอบ+ตัดด้าย	0.5570	S/N L/S
25	25	ลูกโซ่เย็บกระโดงใต้ขอบ+วัด+วาดใช้แบบ	1.1940	D/N C/S
26	26	ริดแยกกระโดง + แต่งขอบใน (ใส่เทป)+ริดแบตะเข็บปลายขา BULK/MTM	0.9270	IR MCH
27	27	เย็บยึดกระโดงหลังด้านบน +เย็บยึดมุมขอบ V+กลับ	0.8750	S/N L/S
28	28	ย้ำปลายสาบซิป+เจียน+ติดผ้ารองเป้าแบบหุ้มตะเข็บ 4 จุด	0.8819	S/N L/S
29	29	สอยขอบใน 4 จุด	0.5622	BT MCH
30	30	ย้ำขอบ V กลางหลังไม่เอาหนอน	0.2510	BAR MCH
31	31	ย้ำหนอนปากกระเป๋าหน้า2 + ปลายซิป2(นอก1+ใน1)	0.4690	BAR MCH
32	32	ย้ำหูล่าง +บน 8+8 หู (ติดหูที่ตัวกางเกง-ย้ำเอาหนอน)	1.4120	BAR MCH
33	33	ย้ำเม็ด 6มิกระดาษรองกระโดง(MBP) (SPI20)	0.5920	BT MCH
34	34	วัด+เจียนปลายขา (MTM)	1.3180	MN
35	35	เย็บย้ำปลายขา	0.3580	S/N L/S
36	36	3 เส้นแซ็กปลายขา	0.5610	3-OL MCH
37	37	สอยปลายขา	0.6150	BT MCH
38	38	เจาะรังดุมขอบ2+กระเป๋าหลัง2 รัง (2 รอบ 1 คน 1 จักร_RPM =2000)(2 รอบ) MTM	1.1930	KH MCH
39	39	ย้ำหางรังดุมขอบ2+กระเป๋าหลัง 2 รัง(ตัดด้าย บน-ล่าง)	0.7910	BAR MCH
40	40	จุดติดกระดุมขอบเอว3+กระเป๋าหลัง2 (5 จุด)	0.3740	MN
41	41	ติดกระดุมขอบเอว2+SPARE1+กระเป๋าหลัง2 (5 เม็ด) (ยิน) ดูLOGO(เปลี่ยนด้าย)	0.8670	BS MCH
42	42	พันกระดุม 5 (AUTOมัดขาAUTOตัดด้าย) จักรLoiva 15 รอบ /รัง (เปลี่ยนด้าย)	0.7660	WRAPBTN
43	43	ตัดด้าย	1.9350	MN

ภาพที่ 3.9 ข้อมูลใบขั้นตอนงาน

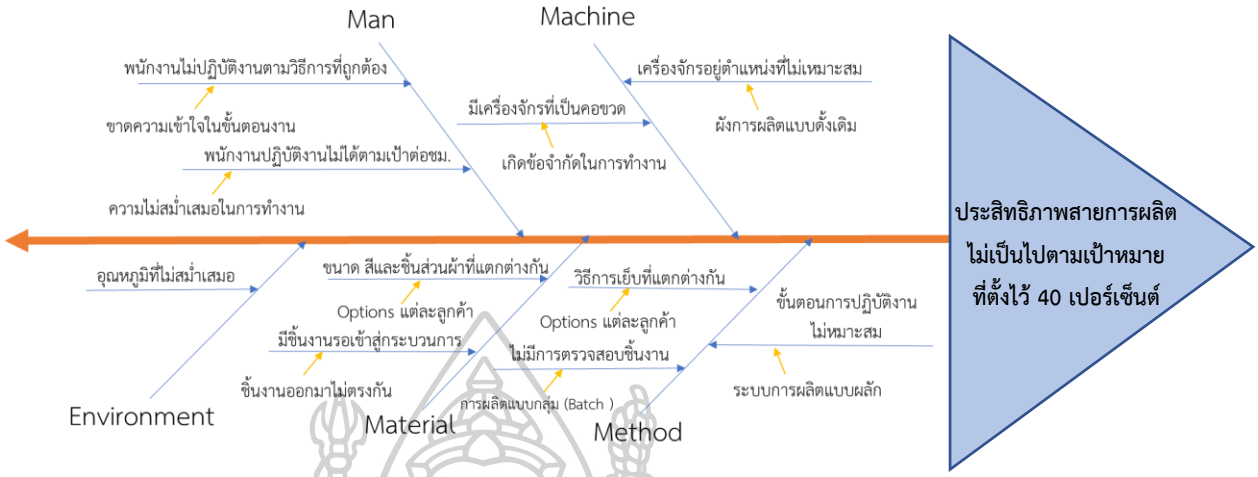
3.6 จำนวนงานออก (Output) ในเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคม

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงจำนวนงานออก/วัน

วันที่	จำนวนงานออก/วัน (ตัว)		
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1	-	122	90
2	-	99	108
3	108	-	-
4	112	93	100
5	108	94	114
6	115	94	131
7	90	80	114
8	-	68	102
9	120	70	88
10	109	-	-
11	117	55	105
12	116	77	112
13	121	79	111
14	101	78	112
15	-	70	115
16	124	80	94
17	120	-	-
18	101	63	111
19	113	76	122
20	116	82	119
21	84	80	120
22	-	81	113
23	96	80	91
24	103	-	-
25	108	67	118
26	31	86	115
27	125	106	127
28	86	110	106
29	-	106	101
30	111	-	-
31	94	-	-
รวม/เดือน	2629	2096	2739
เฉลี่ย/วัน	105	84	110

หมายเหตุ การหาค่าเฉลี่ยเกิดจากการคำนวณตามวันทำงานจริงของแต่ละเดือน

3.7 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา



ภาพที่ 3.10 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาผลิตงานไม่ได้ตามเป้าที่ตั้งไว้ 40 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงสาเหตุ และวิธีการปรับปรุง

สาเหตุของปัญหา	วิธีการปัจจุบัน	เครื่องมือการผลิตแบบลีน
1. เครื่องจักรอยู่ตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม	ผังการผลิตแบบดั้งเดิม	- ผังการผลิตแบบต่อเนื่อง - การจัดสายการผลิตแบบเซลลูลาร์ (Cellular Manufacturing)
2. เครื่องจักรที่เป็นคอขวด	ทำตามวิธีการที่ถูกกำหนดไว้	พัฒนาเครื่องจักรให้ตอบสนองวิธีการทำงานมากยิ่งขึ้น (ECRS)
3. พนักงานไม่ปฏิบัติงานตามวิธีการที่ถูกต้อง	ไม่มีวิธีการทำงานที่ชัดเจน	ระบุวิธีการทำงานที่ชัดเจน
4. พนักงานปฏิบัติงานไม่ได้ตามเป้าต่อชั่วโมง	ไม่มีการกำหนดเป้าต่อชั่วโมงและไม่มีการเดินเก็บข้อมูลรายชั่วโมง	- จัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) - มีการกำหนดเป้าต่อชั่วโมงและเดินเก็บข้อมูลรายชั่วโมง

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงสาเหตุและวิธีการปรับปรุง (ต่อ)

สาเหตุของปัญหา	วิธีการปัจจุบัน	เครื่องมือการผลิตแบบลีน
5. มีชิ้นงานรอเข้าสู่กระบวนการ	แยกชิ้นส่วนในการผลิตชิ้นหน้าและชิ้นหลัง	- รวมชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน - การผลิตแบบเซลลูลาร์ (Cellular Manufacturing)
6.ขนาด สี และชิ้นส่วนผ้าที่แตกต่างกัน	ไม่มีการเลือกเฉดสีผ้าที่คล้ายกันไว้ใกล้กัน	เลือกเฉดสีผ้าที่คล้ายกันไว้ใกล้กัน
7. ไม่มีการตรวจสอบชิ้นงาน	การผลิตแบบกลุ่ม (Batch Production)	การไหลของงานทีละชิ้น (One-Piece Flow)
8. วิธีการเย็บที่แตกต่างกัน	โหลดงานเข้าเย็บในรูปแบบอิสระ	โหลดงานเข้าเย็บแยกตามกลุ่มลูกค้า
9. ขั้นตอนการปฏิบัติงานไม่เหมาะสม	ระบบการผลิตแบบผลัก	ระบบการผลิตแบบดึง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานตัวอย่างพบว่า โรงงานตัวอย่างยังประสบปัญหาประสิทธิภาพสายการผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ทางโรงงานตั้งไว้ และจากการวิเคราะห์ข้อมูลของโรงงานในด้านต่างๆ ที่ได้กล่าวมาในบทก่อนหน้านี้พบปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต ดังนี้

1. ขาดผังการผลิตแบบต่อเนื่อง ทำให้มีการไหลของงานไม่ต่อเนื่อง เกิดการรอที่สูญเปล่า

2. ขาดการจัดสมดุล (Line Balancing) ในสายการผลิต ทำให้เกิดปัญหาคอขวด และปัญหางานกองในสายการผลิตที่ส่งผลให้ไม่ได้ผลผลิตตามเป้าหมายที่คาดหวังไว้

3. ขาดการวิเคราะห์ และปรับปรุงวิธีการในขั้นตอนการผลิต เพื่อลดเวลาในการทำงานของพนักงาน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำเครื่องมือการผลิตแบบลีน การจัดสมดุลสายการผลิต การศึกษาวิธีการทำงาน และหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาความสมดุลในไลน์ผลิต เพื่อให้การไหลของงานต่อเนื่องเกิดความสูญเปล่าให้น้อยที่สุด และเพิ่มความสะดวกให้กับพนักงานในการเปลี่ยนไปยังตำแหน่งต่างๆ เพื่อความสมดุลในไลน์ผลิต และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต โดยทำการศึกษาใบขั้นตอนงาน จับเวลา และเก็บข้อมูลเพื่อนำมาคำนวณหาค่า Takt Times หลังจากนั้นทำการออกแบบไลน์ผลิต ซึ่งประกอบไปด้วยการออกแบบ 3 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนแรก ทำการออกแบบการไหลของขั้นตอนงาน โดยการทำสายธารมูลค่า (VSM) ขั้นตอนที่ 2 ทำการออกแบบการไหลของวัตถุดิบโดยการออกแบบแผนผัง (Layout Design) ด้วยเอกสารมาตรฐานการทำงาน และขั้นตอนสุดท้าย ทำการออกแบบการไหลของพนักงาน โดยการจัดทำเอกสารมาตรฐานการทำงาน (Standard Work Sheet) โดยสรุปขั้นตอนการออกแบบไลน์ผลิตได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปขั้นตอนการออกแบบไลน์ผลิต

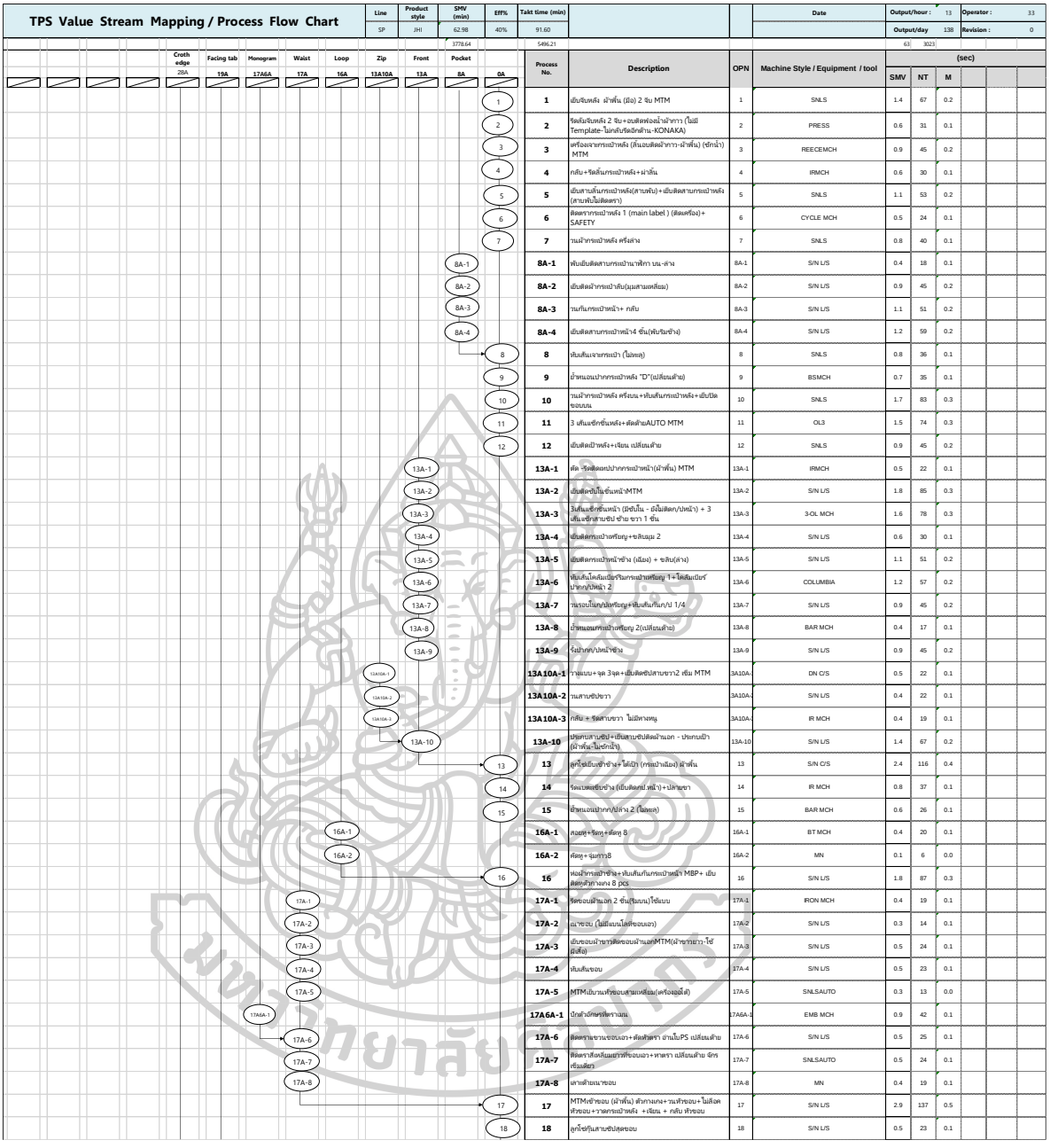
ขั้นตอน	วิธีการ	เครื่องมือ
1. การออกแบบการไหลของขั้นตอนงาน	1.1. สร้างสายธารมูลค่า (VSM)/แผนภูมิการไหลของขั้นตอนงาน 1.2. กำหนดเวลาขั้นตอนงาน	สายธารมูลค่า
2. การออกแบบการไหลของวัตถุดิบ	2.1. กำหนดแทคไทม์ (Takt Times) 2.2 กำหนดจำนวนเครื่องจักร 2.3 ออกแบบแผนผังด้วยเอกสารมาตรฐานการทำงาน (SWS)	เอกสารมาตรฐานการทำงาน (Layout)
3. การออกแบบการไหลของพนักงาน	3.1. สร้างแผนภูมิงานของพนักงานเพื่อโหลดพนักงาน 3.2. ออกแบบการไหลของพนักงานด้วยเอกสารมาตรฐานการทำงาน	แผนภูมิปริมาณงานของพนักงาน

4.1 การออกแบบการไหลของขั้นตอนงาน Process flow Design (ลำดับขั้นตอนงาน)

4.1.1 ทำการสร้างสายธารมูลค่า(VSM)/แผนภูมิการไหลของขั้นตอนงาน (Process Flow Chart)

4.1.2 ทำการกำหนดเวลาขั้นตอนงาน

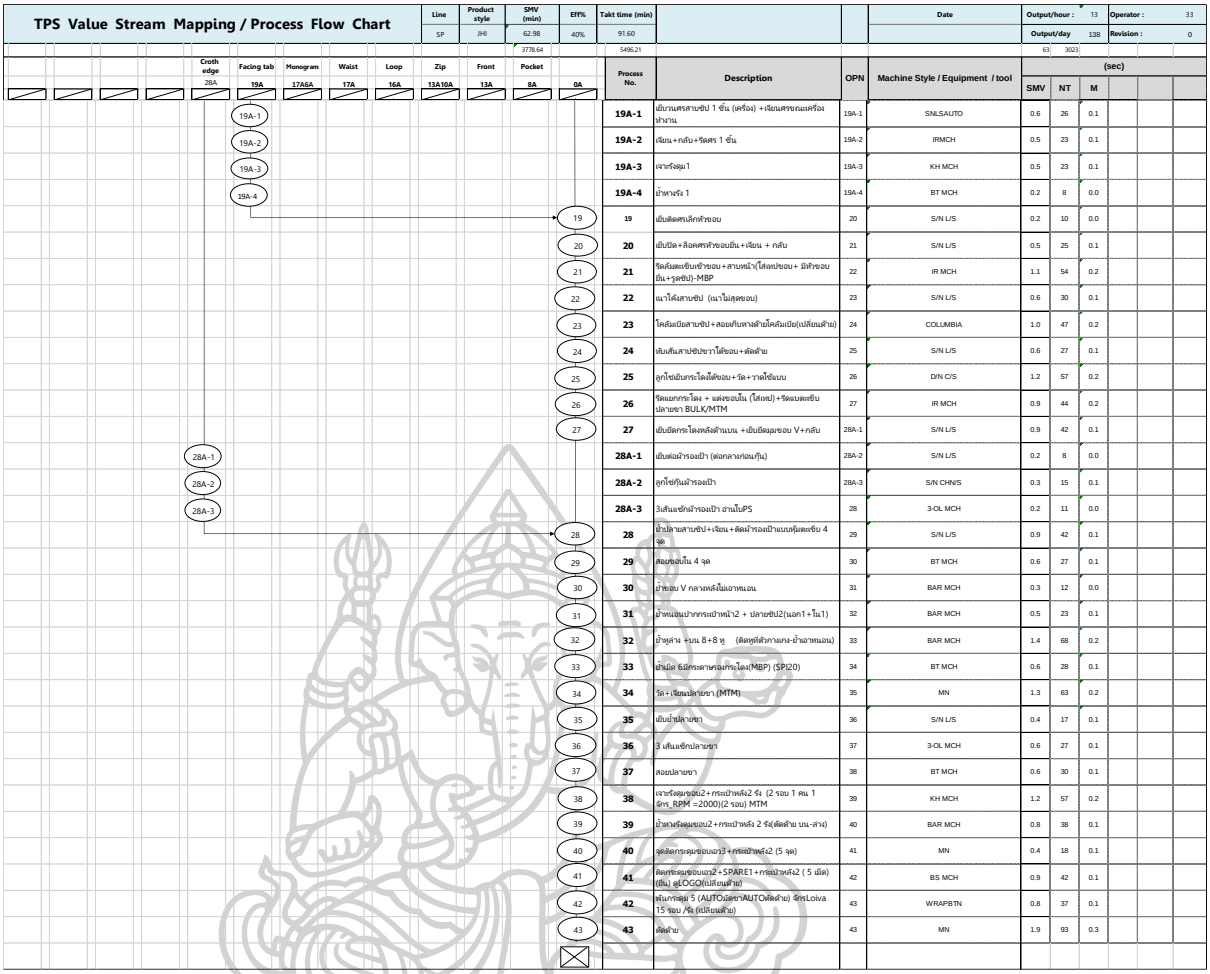
มหาวิทยาลัยศิลปากร



TPS Value Stream Mapping / Process Flow Chart	Line	Product style	SMV (min)	Eff%	Takt time (min)			Date	Output/hour : 13		Operator : 33
	SP	JHI	62.98	40%	91.60				Output/day 138		Revision : 0
			3778.64		5496.21				63 3023		

Process No.	Description	OPN	Machine Style / Equipment / tool	(sec) SMV	NT	M
1	เย็บจีบหลัง ผ้าพื้น (อิอ) 2 จีบ MTM	1	SNLS	1.4	67	0.2
2	รีดจีบหลัง 2 จีบ+ลงสีตรงห่วงผ้าดาว (ไม่มี Template- ไม่ตรงกับรีดจีบด้าน -KONAKA)	2	PRESS	0.6	31	0.1
3	เครื่องเจาะกระเป๋าหลัง (สิ้นสุดติดผ้าดาว-ผ้าพื้น) (ซักน้ำ) MTM	3	REECEMCH	0.9	45	0.2
4	กลับ+รีดสิ้นกระเป๋าหลัง+ผ่าสิ้น	4	IRMCH	0.6	30	0.1
5	เย็บสาบสิ้นกระเป๋าหลัง(สาบพับ)+เย็บติดสาบกระเป๋าหลัง (สาบพับไม่ติดตรา)	5	SNLS	1.1	53	0.2
6	ติดตรากระเป๋าหลัง 1 (main label) (ติดเครื่อง)+ SAFETY	6	CYCLE MCH	0.5	24	0.1
7	วนผ้ากระเป๋าหลัง ครึ่งล่าง	7	SNLS	0.8	40	0.1
8A-1	พับเย็บติดสาบกระเป๋านาฬิกา บน-ล่าง	8A-1	S/N L/S	0.4	18	0.1
8A-2	เย็บติดผ้ากระเป๋าดับ(มุมสามเหลี่ยม)	8A-2	S/N L/S	0.9	45	0.2
8A-3	วนก้นกระเป๋าหน้า+ กลับ	8A-3	S/N L/S	1.1	51	0.2
8A-4	เย็บติดสาบกระเป๋าหน้า4 ชิ้น(พับริมข้าง)	8A-4	S/N L/S	1.2	59	0.2
8	ทับเส้นเจาะกระเป๋า (ไม่ทดลุ)	8	SNLS	0.8	36	0.1
9	ย้ำหมอนปากกระเป๋าหลัง "D"(เปลี่ยนด้าย)	9	BSMCH	0.7	35	0.1
10	วนผ้ากระเป๋าหลัง ครึ่งบน+ทับเส้นกระเป๋าหลัง+เย็บปิดขอบบน	10	SNLS	1.7	83	0.3
11	3 เส้นแซ็กชิ้นหลัง+ตัดด้ายAUTO MTM	11	OL3	1.5	74	0.3
12	เย็บติดป้าหลัง++เจียน เปลี่ยนด้าย	12	SNLS	0.9	45	0.2
13A-1	ติด ทีพติดแปปากกระเป๋าหน้า(ผ้าพื้น) MTM	13A-1	IRMCH	0.5	22	0.1
13A-2	เย็บติดซิปชิ้นหน้าMTM	13A-2	S/N L/S	1.8	85	0.3
13A-3	3เส้นแซ็กหัวหน้า (มีชิ้นใน - ยังไม่ติดก/ปหน้า) + 3 เส้นแซ็กสาบซิป ซ้าย ขวา 1 ชิ้น	13A-3	3-OL MCH	1.6	78	0.3
13A-4	เย็บติดกระเป๋าหรียญ+ขลิบมุม 2	13A-4	S/N L/S	0.6	30	0.1
13A-5	เย็บติดกระเป๋าหน้าข้าง (เฉียง) + ขลิบ(ล่าง)	13A-5	S/N L/S	1.1	51	0.2
13A-6	ทับเส้นโคลัมเบียร์วินกระเป๋าหรียญ 1+โคลัมเบียร์ปากก/ปหน้า 2	13A-6	COLUMBIA	1.2	57	0.2
13A-7	วนรอบในก/ปหรียญ+ทับเส้นก็แก/ปl 1/4	13A-7	S/N L/S	0.9	45	0.2
13A-8	ย้ำหมอนกระเป๋าหรียญ 2(เปลี่ยนด้าย)	13A-8	BAR MCH	0.4	17	0.1
13A-9	จั่บปากก/ปหน้าข้าง	13A-9	S/N L/S	0.9	45	0.2
13A10A-1	วางแบบ+จุด 3จุด+เย็บติดซิปสาบขวา2 เข็ม MTM	3A10A-	DN C/S	0.5	22	0.1
13A10A-2	วนสาบซิปขวา	3A10A-	S/N L/S	0.4	22	0.1
13A10A-3	กลับ + รีดสาบขวา ไม่มีหางหนู	3A10A-	IR MCH	0.4	19	0.1
13A-10	ปะคนสาบซิป+เย็บสาบซิปติดผ้านอก - ปะคนเป้า (ผ้าพื้น-ไม่ซักน้ำ)	13A-10	S/N L/S	1.4	67	0.2
13	ลูกไข่เย็บข้าง+ใส่เป้า (กรอเป้าเฉียง) ผ้าพื้น	13	S/N C/S	2.4	116	0.4
14	รีดแหลมซิปข้าง (เย็บติดก.ปหน้า)+ปลายขา	14	IR MCH	0.8	37	0.1
15	ย้ำหมอนปากก/ปล่าง 2 (ไม่ทดล)	15	BAR MCH	0.6	26	0.1
16A-1	ตอยย+รีดๆ+ตัดๆ 8	16A-1	BT MCH	0.4	20	0.1
16A-2	ตัดๆ+จุกเก็บ8	16A-2	MN	0.1	6	0.0
16	ห่อผ้ากระเป๋าข้าง+ทับเส้นก้นกระเป๋าหน้า+ MBP+ เย็บติดหัวท้ายแขน 8 pcs	16	S/N L/S	1.8	87	0.3
17A-1	รีดขอบผ้านอก 2 ชั้น(ชายบน)ใช้เบน	17A-1	IRON MCH	0.4	19	0.1
17A-2	แจขอบ (ไม่ติดสปโลโก้ขอบเอว)	17A-2	S/N L/S	0.3	14	0.1
17A-3	เย็บขอบผ้าขาวติดขอบผ้านอกMTM(ผ้าขาวยาว-ใช้ผ้าสี่)	17A-3	S/N L/S	0.5	24	0.1
17A-4	ทับเส้นขอบ	17A-4	S/N L/S	0.5	23	0.1
17A-5	MTMเย็บวนหัวขอบสามเหลี่ยม(ครึ่งองศ์ใส่)	17A-5	SNLSAUTO	0.3	13	0.0
17A6A-1	บักตัวอักษรที่ตราเย็น	17A6A-1	EMB MCH	0.9	42	0.1
17A-6	ติดตราขวาขอบเอว+ตัดหัวตรา อำไม่PS เปลี่ยนด้าย	17A-6	S/N L/S	0.5	25	0.1
17A-7	ติดตาสิ่งเย็บเอาหัวขอบเอว+หาตรา เปลี่ยนด้าย จักรพิวเดียว	17A-7	SNLSAUTO	0.5	24	0.1
17A-8	เลาด้ายนายขอบ	17A-8	MN	0.4	19	0.1
17	MTMเข้าขอบ (ผ้าพื้น) ตัวกางเกง+วนหัวขอบ+ไม่เล็อดหัวขอบ+วางกระเป๋าหลัง +เจียน + กลับ หัวขอบ	17	S/N L/S	2.9	137	0.5
18	ลูกไข่เย็บสาบซิปปลายขอบ	18	S/N L/S	0.5	23	0.1

ภาพที่ 4.1 แผนสายธารคุณค่ากระบวนการเย็บกางเกง



ภาพที่ 4.2 แผนสายธารคุณค่ากระบวนการเย็บกางเกง(ต่อ)

วิธีการคำนวณเวลาในขั้นตอนงาน

1. จำนวนพนักงานเท่ากับ 33 คน
2. ชั่วโมงการทำงานเท่ากับ 11 ชั่วโมง
3. เป้าประสิทธิภาพในการผลิตเท่ากับ 40%
4. เวลารวมทั้งหมดของกระบวนการเท่ากับ 3,023 วินาที
5. ค่า SMV เท่ากับ 62.98 นาที
6. จำนวนงานออกต่อวัน โดยคิดจาก

จำนวนงานออก/วัน $=$ (เวลาการทำงาน(ชม.) $\times$ จำนวนพนักงาน $\times$ ค่าประสิทธิภาพ%)/ค่า SMV

เมื่อแทนค่าลงไปจะได้ จำนวนงานออกต่อวันเท่ากับ 138 ตัว

4.2 ทำการออกแบบการไหลของวัตถุดิบ (Material Flow Design) (แผนผังเครื่องจักร)

4.2.1 กำหนดแทคไทม์ (Takt Time)

1. ค่า Takt times โดยคิดจาก

$$Takt\ times = \text{เวลารวมทั้งหมดของกระบวนการ}/\text{จำนวนพนักงาน}$$

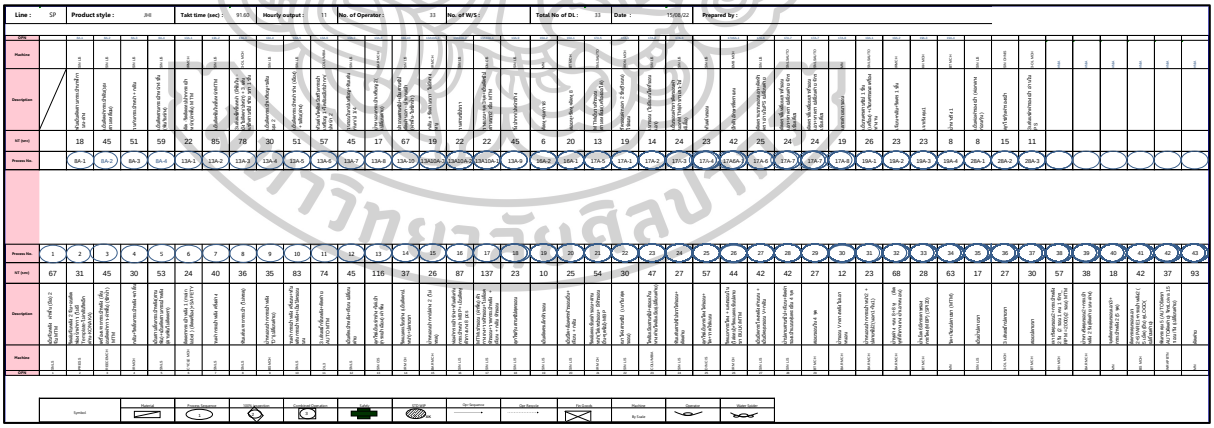
เมื่อแทนค่าลงไปจะได้ Takt times เท่ากับ 91.60 วินาที

4.2.2 ออกแบบแผนผังด้วยเอกสารมาตรฐานการทำงาน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

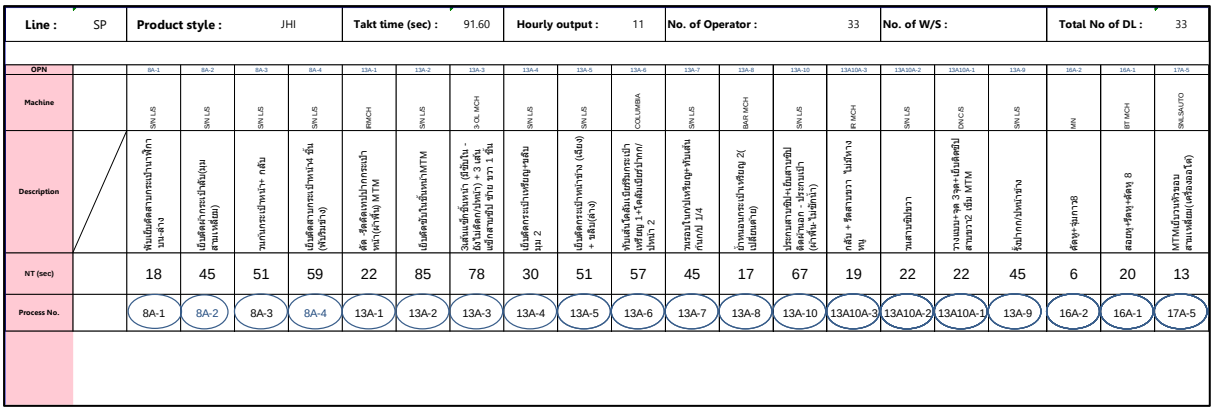
4.2.2.1 จัดเตรียมเครื่องจักรตามลำดับขั้นตอนงาน และลดช่องว่างให้น้อยที่สุด

4.2.2.2 ใช้แผนผังไลน์ขนาน 2 เส้นโดยมีการไหลเป็นรูปตัวยู

4.2.2.3 การไหลของขั้นตอนหลักอยู่ด้านหนึ่ง และการไหลของขั้นตอนรองอยู่อีกด้านหนึ่ง โดยการไหลของขั้นตอนรองอยู่ใกล้กับทางเข้าของการไหลของขั้นตอนหลัก



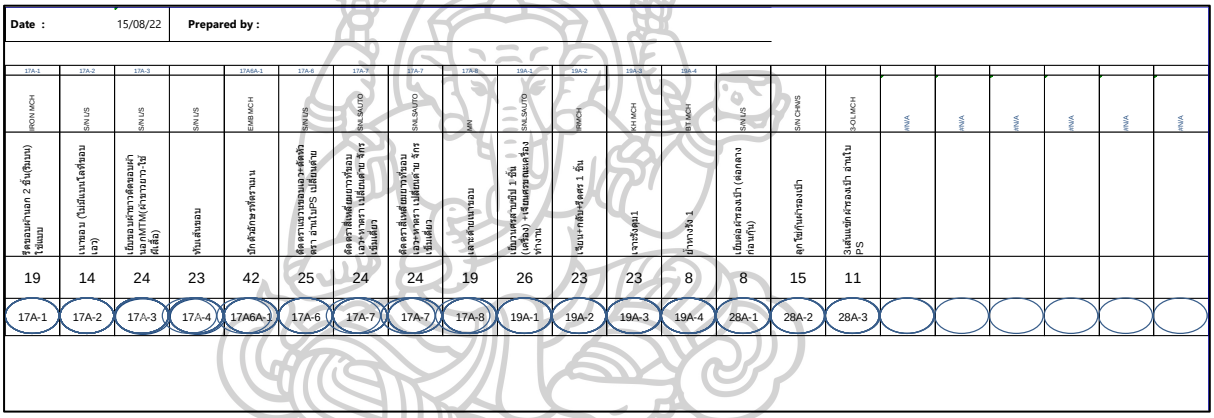
ภาพที่ 4.3 การออกแบบแผนผัง (Layout Design) กระบวนการเย็บกางเกง



Line : SP	Product style : JHI	Takt time (sec) : 91.60	Hourly output : 11	No. of Operator : 33	No. of W/S :	Total No of DL : 33

OPN		8A-1	8A-2	8A-3	8A-4	13A-1	13A-2	13A-3	13A-4	13A-5	13A-6	13A-7	13A-8	13A-10	13A10A-3	13A10A-2	13A10A-1	13A-9	16A-2	16A-1	17A-5
Machine		SIN LIS	SIN LIS	SIN LIS	SIN LIS	ERICH	SIN LIS	S-OL MCH	SIN LIS	SIN LIS	COLUMBIA	SIN LIS	BAR MCH	SIN LIS	ER MCH	SIN LIS	DNC-B	SIN LIS	MIN	BT MCH	SNK-SAUTO
Description		ทำแม็กติดตามกระบะนำเข้าทางแนะนำ	เป็นชิ้นงานกระป๋องฝาม สามแง่มุม)	วางกันกระป๋องนำ- กลับ	เป็นชิ้นงานกระป๋องนำ- ชิ้น (ฝั่งเรียบร้อย)	ตัด ล้างชิ้นงานป้องกันกระป๋องนำ หน้า(ด้านที่ผ่าน MTM	เป็นชิ้นงานใบชิ้นงานMTM	3แห่งแม็กชิ้นงาน (ผู้ปฏิบัติงาน - ผู้ปฏิบัติงาน(ด้านซ้าย) + 3 แห่ง แม็กชิ้นงานผู้ปฏิบัติงาน ด้าน ขวา 1 ชิ้น	เป็นชิ้นงานกระป๋องผู้ปฏิบัติงาน ชุด 2	เป็นชิ้นงานกระป๋องนำเข้าง (เรียง) + ชนิ้น(ด้านซ้าย)	ทำแม็กใช้ชิ้นงานกระป๋องนำ เข้าชิ้นงาน 1+ใช้แม็กนำเข้าทาง ชุดงาน 2	วางกระป๋องนำเข้าชิ้นงาน ด้านกลาง 1/4	ตำแหน่งกระป๋องนำเข้าชิ้นงาน 2(ไม่ใช้งานด้าน)	ประกอบฝาเข้ากับตัวกระป๋อง ผู้ปฏิบัติงานด้าน ประกอบฝา (ด้านซ้าย-ไม่ใช้งาน)	กลับ + ใช้งานงานวาง ไม่ใช้งาน ชุด	วางกระป๋องนำ	วางและพ่น 3 จุด+เป็นชิ้นงานผู้ปฏิบัติงาน ด้านขวา เข้า MTM	ชิ้นงานกระป๋องนำเข้างาน	ตัดจุด+ชิ้นงานชุด	ตรวจสอบชิ้นงาน 8	MTM(ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบงานด้านซ้าย)
NT (sec)		18	45	51	59	22	85	78	30	51	57	45	17	67	19	22	22	45	6	20	13
Process No.		8A-1	8A-2	8A-3	8A-4	13A-1	13A-2	13A-3	13A-4	13A-5	13A-6	13A-7	13A-8	13A-10	13A10A-3	13A10A-2	13A10A-1	13A-9	16A-2	16A-1	17A-5

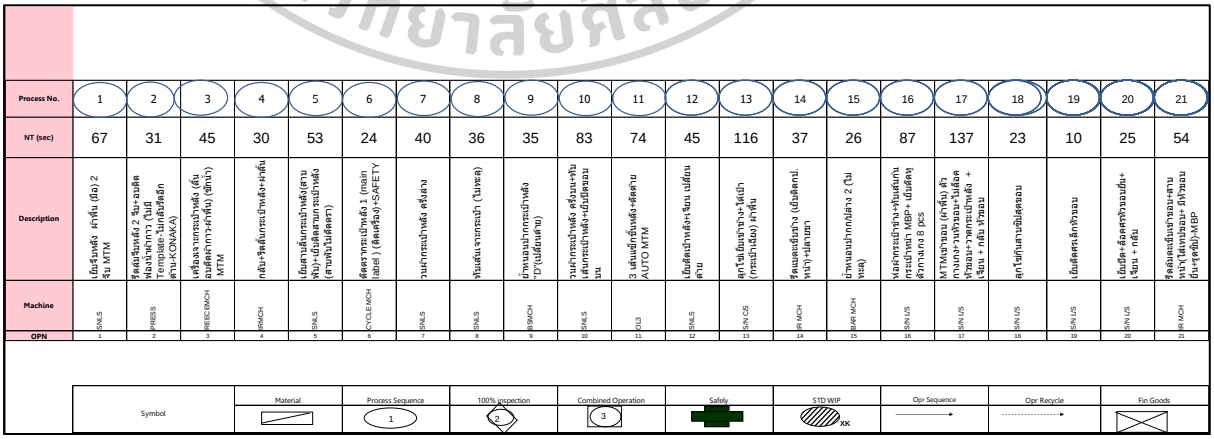
ภาพที่ 4.3 การออกแบบแผนผัง (Layout Design) กระบวนการเย็บกางเกง (ต่อ)



Date : 15/08/22	Prepared by :

17A-1	17A-2	17A-3	17A-4	17A6A-1	17A-6	17A-7	17A-7	17A-8	19A-1	19A-2	19A-3	19A-4	28A-1	28A-2	28A-3						
IRON MCH	SIN LIS	SIN LIS	SIN LIS	EMB MCH	SIN LIS	SNK-SAUTO	SNK-SAUTO	MA	SNK-SAUTO	PMCH	KH MCH	BT MCH	SIN LIS	SIN CHWS	S-OL MCH	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
รีดขอบกางเกง 2 ชั้น(ซ้าย-ขวา) ไม่ใช้แรง	เนาขอบ (ไม่ใช้แรงไฟฟ้าขอบเอว)	เย็บขอบหน้าวางตัดขอบหน้าแล้ว MTM(ด้านขวา-ใช้ตัดเสื้อ)	พับเย็บขอบ	ปักตัวบ่งชี้ตราสินค้า	ตัดตราสินค้าขอบหน้าตัดขอบเอว ตรา ด้านใน-PS ไม่ใช้แรงงาน	ตัดตราสินค้าขอบหน้าตัดขอบเอวตราสินค้าขอบเอว ตรา ไม่ใช้แรงงาน	ตัดตราสินค้าขอบหน้าตัดขอบเอวตราสินค้าขอบเอว	แสตะพับขอบเอว	ใช้มาตรฐานชุด 1 ชิ้น (ซ้าย) + ใช้แสตะพับขอบเอวด้านขวา	ใช้มือกลับชุดตรง 1 ชิ้น	เจาะรูหูรูด1	ป้ายชาย 1	ป้ายข้างกางเกง ด้านขวา	ตุดไม้กันด้านข้างกางเกง	3แห่งแม็กข้างกางเกง ด้านใน PS					
19	14	24	23	42	25	24	24	19	26	23	23	8	8	15	11						
17A-1	17A-2	17A-3	17A-4	17A6A-1	17A-6	17A-7	17A-7	17A-8	19A-1	19A-2	19A-3	19A-4	28A-1	28A-2	28A-3						

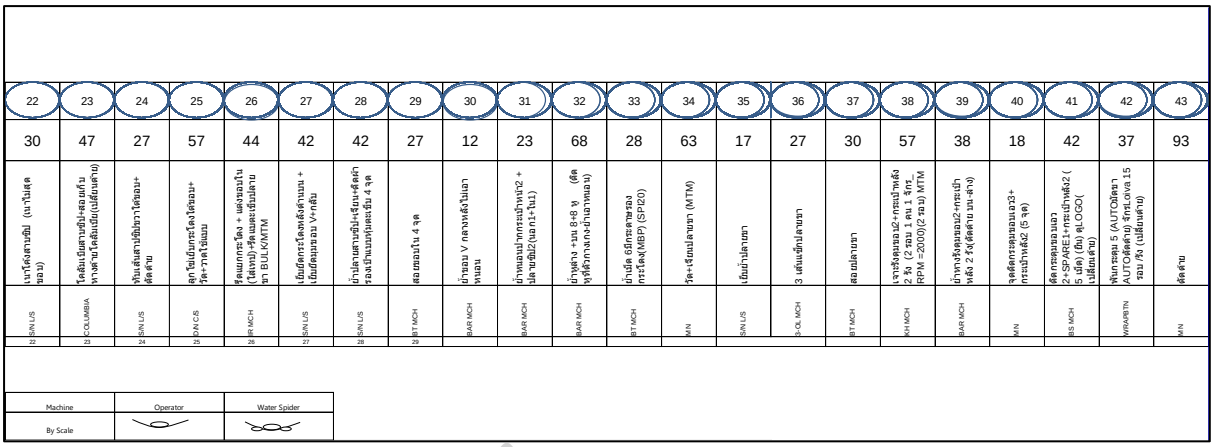
ภาพที่ 4.3 การออกแบบแผนผัง (Layout Design) กระบวนการเย็บกางเกง (ต่อ)



Process No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
NT (sec)	67	31	45	30	53	24	40	36	35	83	74	45	116	37	26	87	137	23	10	25	54
Description	เย็บจีบหลัง ฝาทึบ (ซ้าย) 2 จีบ MTM	จีดลงจีบหลัง 2 จีบ+ถอดผ้าออกจากเครื่องจักร (ไม่ใช้แรงงาน-ใช้เครื่องจักร-KONAKA)	เครื่องจักรกระป๋องหลัง (ตัดถอดผ้าออกจากฝาทึบ) (ผู้ปฏิบัติงาน) MTM	กลับ+จัดเก็บการกระป๋องหลังฝาทึบ	เย็บการกระป๋องหลังฝาทึบ(ตามพื้นผ้า-ไม่ใช้แรงงาน-กระป๋องหลัง (ด้านหน้าไม่ต้องการ)	ตัดตรวจกระป๋องหลัง 1 (main label) (ติดแต่ติดลูก+SAFETY	วางกำกระป๋องหลัง ครั้งสาง	ทำแผ่นจากกระป๋อง (ไม่ทะลุ	นำผ้าแผ่นจากกระป๋องหลัง "ไว้(ไม่ต้องทำ)	วางแผ่นกระป๋องหลัง ครั้งแรก+ทับเส้นกระป๋องหลัง+ยึดปลดแผ่น	3 แห่งแม็กชิ้นหลัง+ติดด้าน AUTO MTM	เย็บติดผ้าหลัง+จีบแล้วเปลี่ยนด้าน	ลูกไม้เย็บผ้าหลัง+ใส่ผ้า (กระป๋องเย็บ) ฝาทึบ	รีดแผ่นกระป๋องฝาทึบ (เย็บติดผ้าหน้า)+ผ้าแผ่นๆ	นำผ้าแผ่นจากกระป๋อง 2 (ไม่ทะลุ	พลิกกระป๋องฝาทึบ+ผ้าแผ่นกระป๋องหลัง MBP+ เย็บติดผ้าหลังแผ่น 8 pcs	MTM(ด้านขวา) (ผ้าหลัง) ตัวกางเกง+วางกระป๋องผ้า+ไม่ติดผ้าหลังแผ่น+วางตรวจกระป๋องหลัง + เย็บ + ทำผ้า ผ้าหลัง	ลูกไม้ผ้าหลังติดตรง	เย็บติดตรงจีบหลัง	เย็บจีบ+ติดตรงจีบหลัง+เย็บ + ทำผ้า	ติดตรงจีบหลังกางเกงหลัง ผ้าหลัง ไม่ใช้แรงงาน+ใช้เครื่องจักร เย็บ+ทำผ้า MBP
Machine	SNLS	PRESS	REIC.EMCH	IRMCH	SNLS	CYCLE MCH	SNLS	SNLS	BTMCH	SNLS	FOU3	SNLS	SIN CB	IR MCH	BAR MCH	SIN LIS	SIN LIS	SIN LIS	SIN LIS	SIN LIS	IR MCH
OPN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Symbol | Material | Process Sequence | 100% inspection | Combined Operation | Safety | STD WIP | Opr Sequence | Opr Recycle | Fin Goods

ภาพที่ 4.3 การออกแบบแผนผัง (Layout Design) กระบวนการเย็บกางเกง (ต่อ)

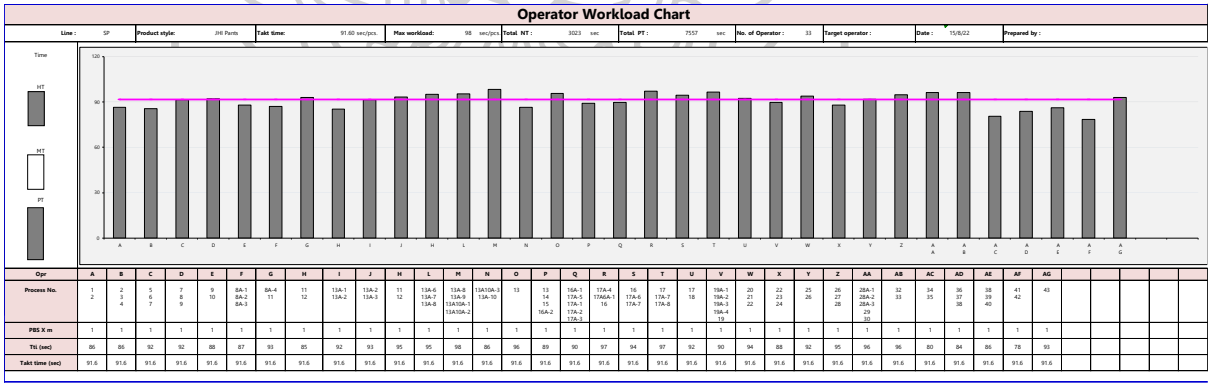


ภาพที่ 4.3 การออกแบบแผนผัง (Layout Design) กระบวนการเย็บกางเกง (ต่อ)

4.3 การออกแบบการไหลของพนักงาน (Operator Flow Design)

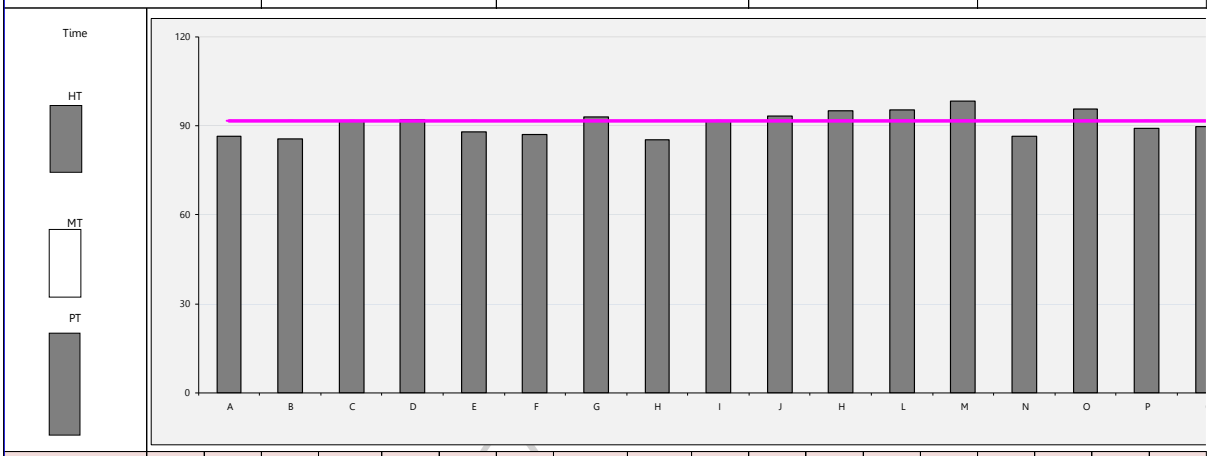
4.3.1 ทำการสร้างแผนภูมิปริมาณงานของพนักงานเพื่อโหลดพนักงาน

4.3.2 ทำการออกแบบการไหลของพนักงานด้วยเอกสารมาตรฐานการทำงาน (Standard Work Sheet) ในรูปแบบฟอร์มมาตรฐานเพื่อแสดงการออกแบบแบบผัง (layout Design) และการมอบหมายงานของผู้ปฏิบัติงาน



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิปริมาณงานของพนักงาน

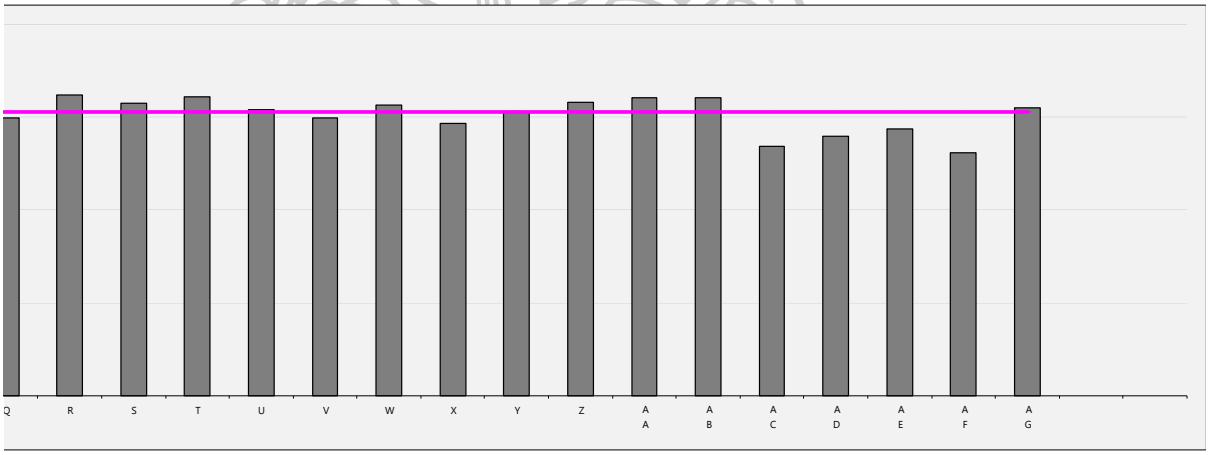
Line :	SP	Product style:	JHI Pants	Takt time:	91.60 sec/pcs.	Max workload:	98 sec/pcs.	Total NT :	3023 sec



Opr	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	H	L	M	N	O	P	Q	R
Process No.	1 2	2 3 4	5 6 7	7 8 9	9 10	8A-1 8A-2 8A-3	8A-4 11	11 12	13A-1 13A-2	13A-2 13A-3	11 12	13A-6 13A-7 13A-8	13A-8 13A-9 13A10A-1 13A10A-2	13A10A-3 13A-10	13	13 14 15 16A-2	16A-1 17A-5 17A-1 17A-2 17A-3	17A-4 17A6A-1 16
PBS X m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tti (sec)	86	86	92	92	88	87	93	85	92	93	95	95	98	86	96	89	90	97
Takt time (sec)	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6

ภาพที่ 4.4 แผนภูมิปริมาณงานของพนักงาน (ต่อ)

Total PT :	7557 sec	No. of Operator :	33	Target operator :	Date :	15/8/22	Prepared by :



S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG					
16 17A-6 17A-7	17 17A-7 17A-8	17 18	19A-1 19A-2 19A-3 19A-4 19	20 21 22	22 23 24	25 26	26 27 28	28A-1 28A-2 28A-3 29 30	32 33	34 35	36 37 38	38 39 40	41 42	43					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
94	97	92	90	94	88	92	95	96	96	80	84	86	78	93					
91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6	91.6					

ภาพที่ 4.4 แผนภูมิปริมาณงานของพนักงาน (ต่อ)

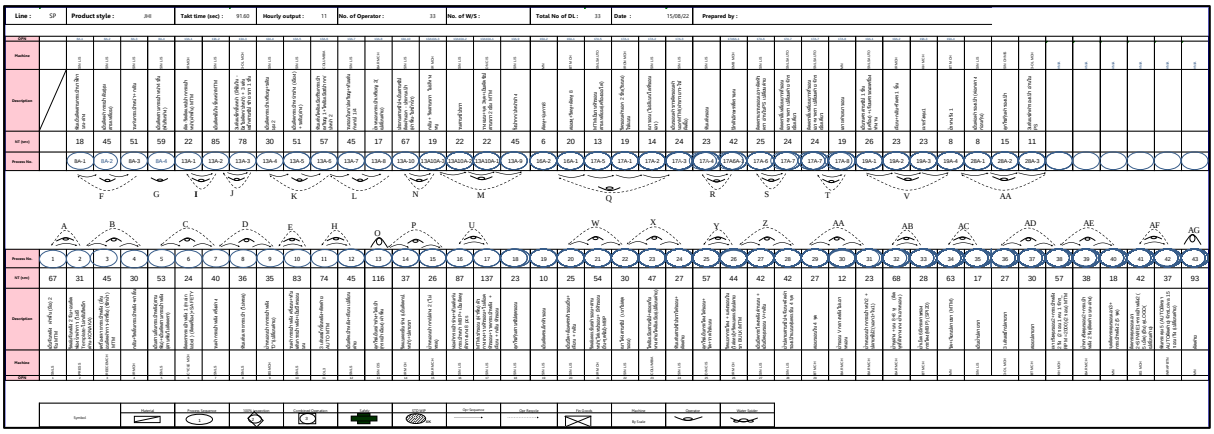
Operator Work Load Plan

Line : SP　　Product style: JHI　　Takt time : 91.60 sec　　Date : 15/8/22　　Total NT : 3023 sec

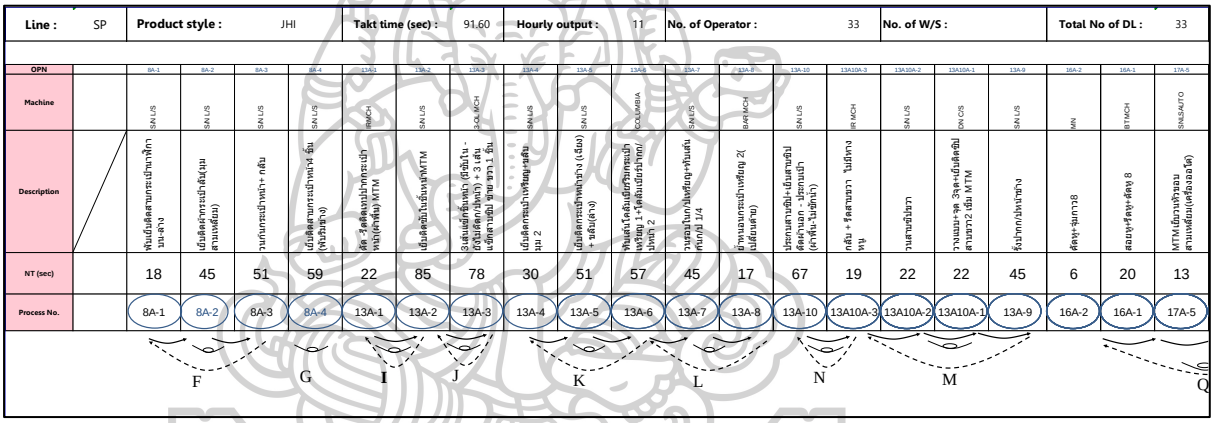
No.	Emp #	Operator	OPE	OPE	OPE	OPE	OPE	OPE	TOTAL
			Workload						
1		A	1	2					86
			67	20					
2		B	2	3	4				86
			11	45	30				
3		C	5	6	7				92
			53	24	14				
4		D	7	8	9				92
			26	36	30				
5		E	9	10					88
			5	83					
6		F	8A-1	8A-2	8A-3				87
			18	45	24				
7		G	8A-4	11					93
			59	34					
8		H	11	12					85
			40	45					
9		I	13A-1	13A-2					92
			22	70					
10		J	13A-2	13A-3					93
			15	78					
11		K	13A-4	13A-5	13A-6				95
			30	51	14				
12		L	13A-6	13A-7	13A-8				95
			43	45	7				
13		M	13A-8	13A-9	13A10A-1	13A10A-2			98
			10	45	22	22			
14		N	13A10A-3	13A-10					86
			19	67					
15		O	13						96
			96						
16		P	13	14	15	16A-2			89
			20	37	26	6			
17		Q	16A-1	17A-5	17A-1	17A-2	17A-3		90
			20	13	19	14	24		
18		R	17A-4	17A6A-1	16				97
			23	42	32				
19		S	16	17A-6	17A-7				94
			55	25	14				
20		T	17	17A-7	17A-8				97
			67	10	19				

No.	Emp #	Operator	OPE	OPE	OPE	OPE	OPE	OPE	TOTAL
			Workload						
21		U	17	18					92
			70	23					
22		V	19A-1	19A-2	19A-3	19A-4	19		90
			26	23	23	8	10		
23		W	20	21	22				94
			25	54	15				
24		X	22	23	24				88
			15	47	27				
25		Y	25	26					92
			57	34					
26		Z	26	27	28				95
			10	42	42				
27		AA	28A-1	28A-2	28A-3	29	30	31	96
			8	15	11	27	12	23	
28		AB	32	33					96
			68	28					
29		AC	34	35					80
			63	17					
30		AD	36	37	38				84
			27	30	27				
31		AE	38	39	40				86
			30	38	18				
32		AF	41	42					78
			42	37					
33		AG	43						93
			93						

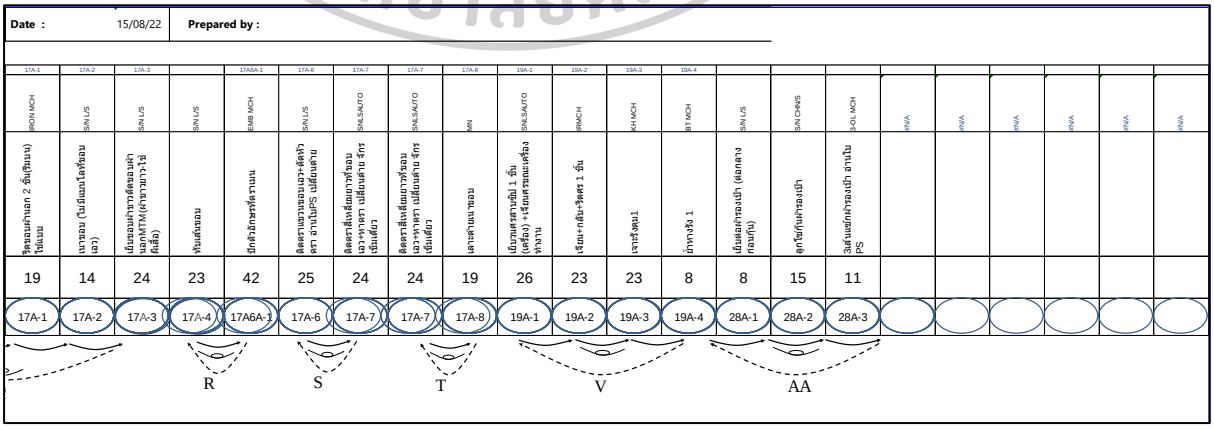
ภาพที่ 4.5 การวิเคราะห์ปริมาณงานของพนักงาน



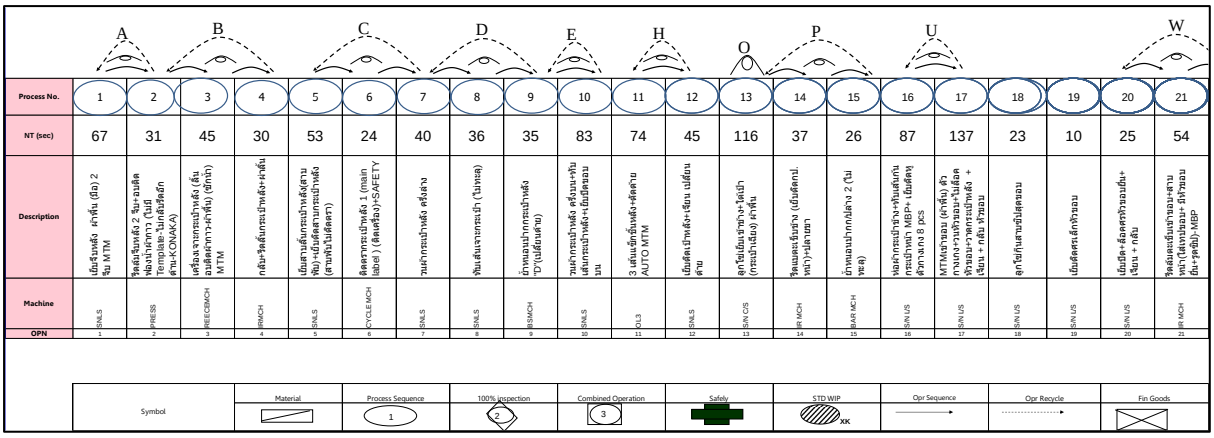
ภาพที่ 4.6 เอกสารมาตรฐานการทำงาน (Standard Work Sheet)



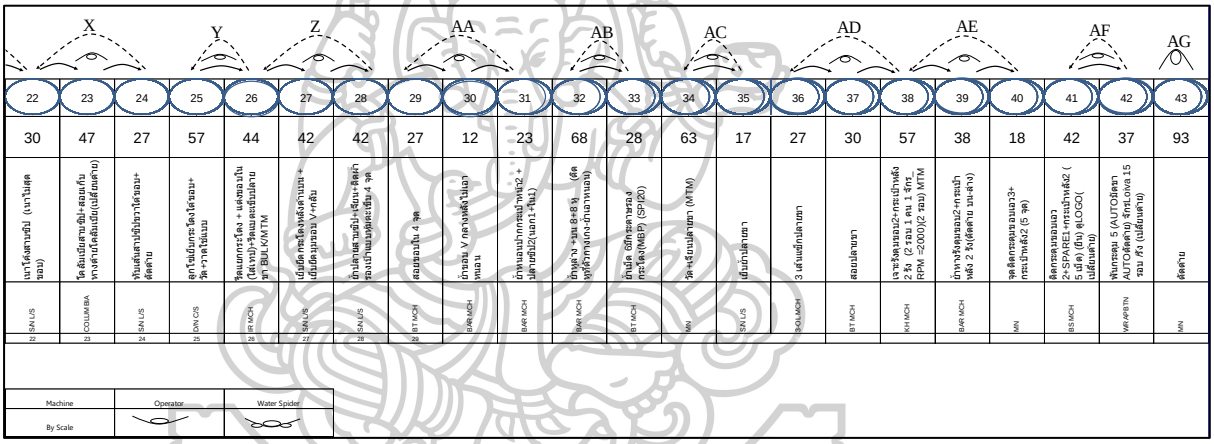
ภาพที่ 4.6 เอกสารมาตรฐานการทำงาน (Standard Work Sheet) (ต่อ)



ภาพที่ 4.6 เอกสารมาตรฐานการทำงาน (Standard Work Sheet) (ต่อ)



ภาพที่ 4.6 เอกสารมาตรฐานการทำงาน (Standard Work Sheet) (ต่อ)



ภาพที่ 4.6 เอกสารมาตรฐานการทำงาน (Standard Work Sheet) (ต่อ)

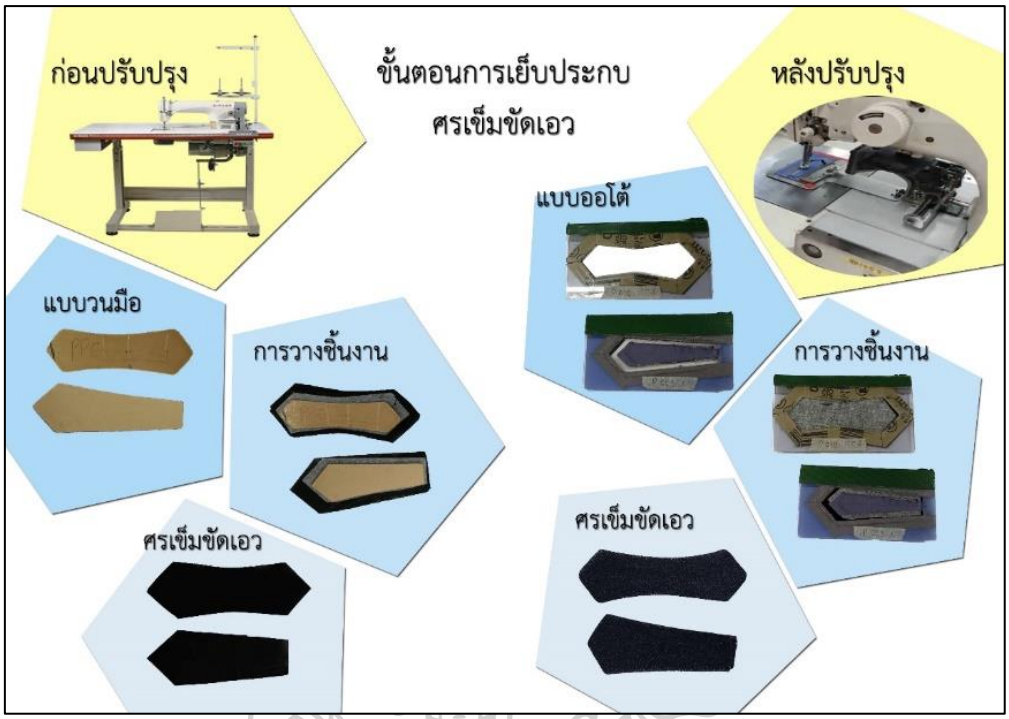
4.4 การปรับปรุงวิธีการทำงานแต่ละขั้นตอนในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงปัญหา และวิธีการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนงาน

ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	การปรับปรุง
1. ทุกขั้นตอนการเย็บ	ไม่มีการกำหนดจำนวนเป้าต่อชั่วโมงการทำงานให้กับพนักงาน	กำหนดเป้าต่อชั่วโมง และจัดทำเอกสารเพื่อจดจำนวนงานออกต่อชั่วโมงให้กับพนักงานเย็บทุกขั้นตอนงาน แสดงในภาพที่ 4.7
2. เย็บประกบศรเข็มขัดเอว	ขั้นตอนการเย็บอะไหล่ศรเข็มขัดเอวเป็นขั้นตอนแรกของการเข้าผลิตที่ใช้เวลานานในการเย็บ	พัฒนาเครื่องจักรให้เป็นจักรออโต้เพื่อลดเวลาในการทำงานของพนักงานโดยได้รับความร่วมมือจากช่างจักรประจำโรงงาน แสดงในภาพที่ 4.8

วันที่ฤกษ์ดี / เวลา ออฟิศ	ชื่อขั้นตอนงาน_____					
	วันที่____	วันที่____	วันที่____	วันที่____	วันที่____	วันที่____
08:00-09:00						
09:00-10:00						
10:00-11:00						
11:00-12:00						
12:00-12:30						
13:30-14:00						
14:00-15:00						
15:00-16:00						
16:00-17:00						
17:30-18:30						
18:30-19:30						
19:30-20:30						

ภาพที่ 4.7 ใบงานออกต่อชั่วโมง (ทุกขั้นตอนงาน)

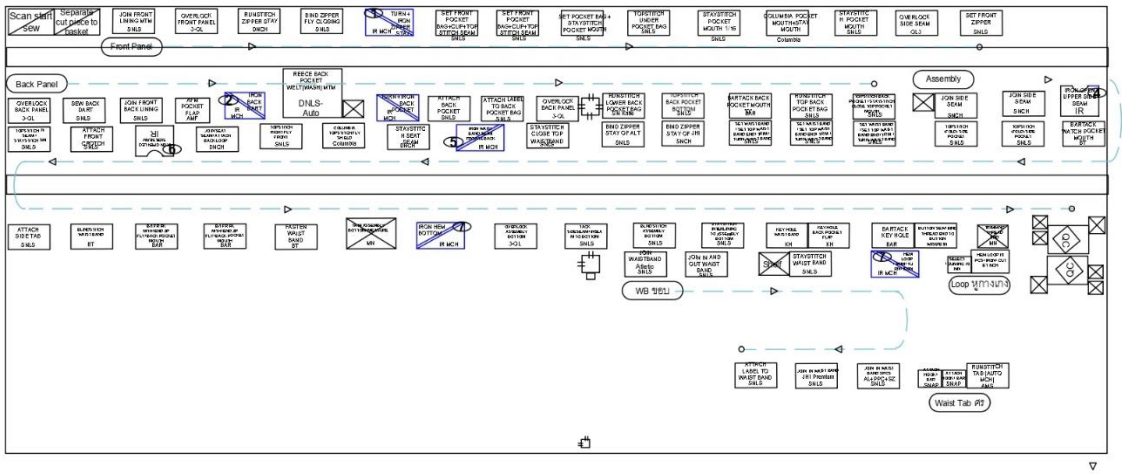


ภาพที่ 4.8 ภาพการปรับปรุงขั้นตอนการเย็บประกบศรเข็มขัดเอว

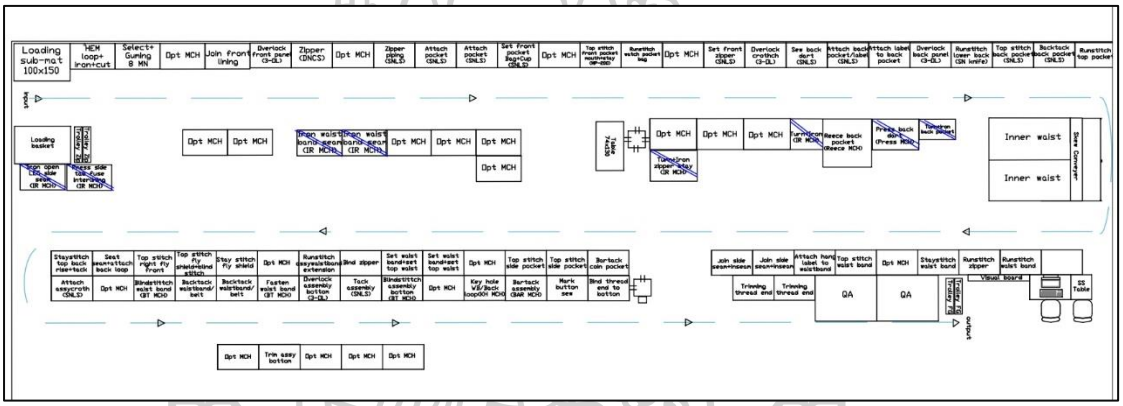
4.5 ผลจากการจัดสมดุลการผลิต (Line balance)

4.5.1 แผนผังกระบวนการผลิต (Plant Layout) ก่อน-หลังปรับปรุง

จากผลการศึกษา พบว่า ก่อนการปรับปรุงแผนผังกระบวนการผลิต มีการแยกการไหลของกระบวนการเย็บกางเกงออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรก เป็นส่วนชิ้นหน้าของกางเกง ส่วนที่สอง เป็นส่วนชิ้นหลังกางเกง และส่วนสุดท้าย เป็นการนำส่วนแรก และส่วนที่สองมาประกอบกัน จึงทำให้การไหลของกระบวนการไม่ต่อเนื่อง เกิดจุดคอขวด และหลังจากการปรับปรุงแผนผังกระบวนการผลิต ได้ทำการรวมการไหลของการผลิตเข้าด้วยกัน โดยเริ่มจากการเย็บชิ้นหน้าของกางเกง ต่อด้วยการเย็บชิ้นหลังของกางเกง และสุดท้ายเป็นการนำชิ้นหน้า และชิ้นหลังของกางเกงมาประกอบกัน ทำให้เกิดการไหลของกระบวนการเย็บกางเกงอย่างต่อเนื่องไปในทิศทางเดียวกัน



ภาพที่ 4.9 แผนผังกระบวนการผลิต (Plant Layout) ก่อนปรับปรุง



ภาพที่ 4.10 แผนผังกระบวนการผลิต (Plant Layout) หลังปรับปรุง

4.6.2 จำนวนงานออก (Output) ก่อน-หลังปรับปรุง

จากผลการศึกษาพบว่า ก่อนการปรับปรุง จำนวนงานออก (Output) เฉลี่ยในเดือน พ.ค. มิ.ย. และ ก.ค. อยู่ที่ 105 84 และ 110 ตัว ตามลำดับ และหลังจากการปรับปรุง จำนวนงานออก (Output) เฉลี่ยในเดือน ส.ค. ก.ย. และ ต.ค. อยู่ที่ 125 134 และ 139 ตัว ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงจำนวนงานออก/วัน

วันที่	จำนวนงานออก/วัน (ตัว)					
	ก่อนปรับปรุง			หลังปรับปรุง		
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค	ก.ย.	ต.ค.
1	-	122	90	120	150	136
2	-	99	108	111	140	-
3	108	-	-	118	110	90
4	112	93	100	140	-	160
5	108	94	114	120	130	140
6	115	94	131	92	150	43
7	90	80	114	-	135	150
8	-	68	102	116	130	110
9	120	70	88	124	105	-
10	109	-	-	117	131	150
11	117	55	105	127	-	142
12	116	77	112	-	143	135
13	121	79	111	100	150	-
14	101	78	112	-	108	136
15	-	70	115	121	130	140
16	124	80	94	115	121	-
17	120	-	-	112	125	154
18	101	63	111	115	-	160
19	113	76	122	124	140	175
20	116	82	119	129	150	161
21	84	80	120	-	150	143
22	-	81	113	126	132	100
23	96	80	91	119	120	-
24	103	-	-	124	130	140
25	108	67	118	141	-	170
26	31	86	115	150	125	135
27	125	106	127	95	150	160
28	86	110	106	-	150	130
29	-	106	101	154	155	-
30	111	-	-	162	-	169
31	94	-	-	170	-	-
รวม/เดือน	2629	2096	2739	3242	3360	3329
เฉลี่ย/วัน	105	84	110	125	134	139

หมายเหตุ การหาค่าเฉลี่ยเกิดจากการคำนวณตามวันทำงานจริงของแต่ละเดือน

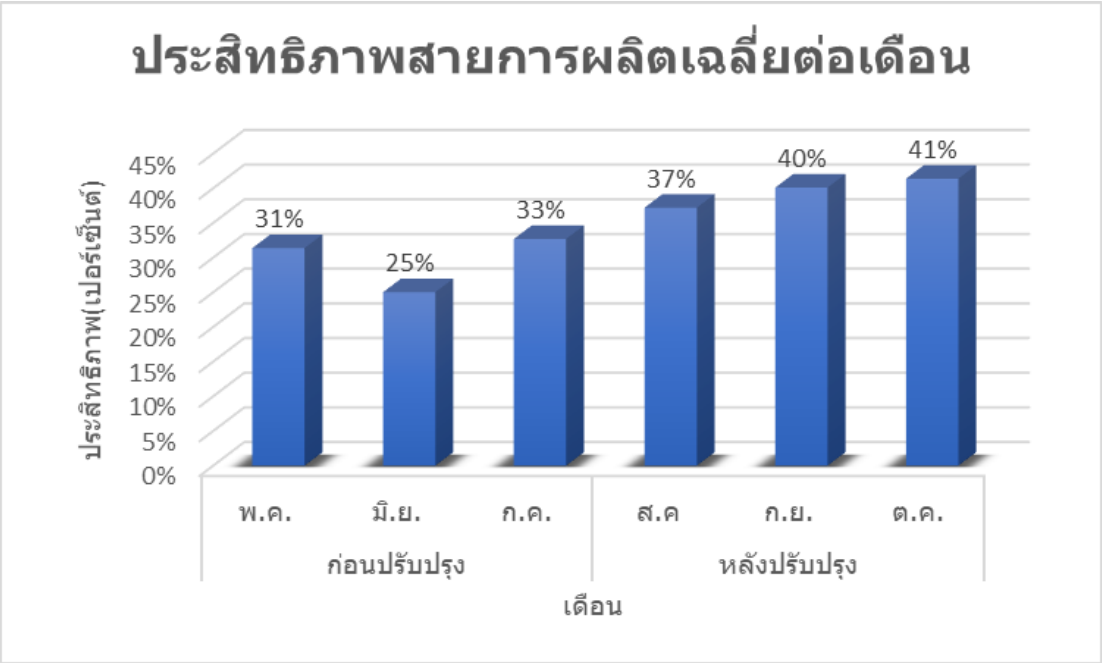
บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษามีวัตถุประสงค์ในการประยุกต์ใช้แนวคิด และวิธีการผลิตแบบลีนมาเป็นแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งได้ทำการจัดสมดุลสายการผลิต เพื่อลดความสูญเปล่า ลดเวลา และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ทางโรงงานตั้งไว้ที่ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการวัดผล การศึกษาเปรียบเทียบผลก่อน และหลัง ดังต่อไปนี้

5.1 ประสิทธิภาพสายการผลิต (Efficiency) ก่อน-หลังปรับปรุง

จากผลการศึกษาพบว่า ก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต ในเดือน พ.ค. มิ.ย. และ ก.ค. จำนวนงานออก ก่อนปรับปรุง อยู่ที่ 105 84 และ 110 ตัวต่อวัน และหลังปรับปรุงในเดือน ส.ค. ก.ย. และ ต.ค. จำนวนงานออกอยู่ที่ 125 134 และ 139 ตัวต่อวันตามลำดับ โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ย 3 เดือน ก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 100 ตัวต่อวัน และหลังปรับปรุงอยู่ที่ 133 ตัวต่อวัน โดยหลังปรับปรุงจำนวนงานออกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากเดิม 33 ตัวต่อวัน ส่งผลให้มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยในเดือน พ.ค. มิ.ย. และ ก.ค. อยู่ที่ 31 25 และ 33 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ และในเดือน ส.ค. ก.ย. และ ต.ค. อยู่ที่ 37 40 และ 41 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ย 3 เดือน ก่อนปรับปรุงอยู่ที่ 30 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และหลังปรับปรุงอยู่ที่ 39 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน โดยหลังปรับปรุงมีค่าประสิทธิภาพสายการผลิต เพิ่มขึ้นจากเดิม 9 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน

ภาพที่ 5.1 แผนภูมิแสดงจำนวนงานออกเฉลี่ยต่อเดือน



ภาพที่ 5.2 แผนภูมิแสดงประสิทธิภาพสายการผลิตเฉลี่ยต่อเดือน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการเพิ่มประสิทธิภาพครั้งนี้มีการจัดเก็บข้อมูล และทำการปรับปรุงเป็นระยะเวลา 3 เดือนประสิทธิภาพอยู่ที่ 39 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยังไม่ได้ตามเป้าหมายที่ทางโรงงานตั้งไว้ 40 เปอร์เซ็นต์ ทางผู้วิจัยได้มีการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ทางโรงงานตั้งไว้

5.2.2 โรงงานควรมีการพัฒนาทักษะของพนักงานเพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้หลากหลายมากขึ้น

5.2.3 โรงงานควรมีการจับเวลาการทำงานของพนักงานในแต่ละขั้นตอน ทุกๆ สัปดาห์เพื่อให้เกิดการพัฒนา และปรับปรุงการทำงานอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

รายการอ้างอิง

กิตติชัย อธิกุลรัตน์ และภัทรพงษ์ ภาคภูมิ. "การประยุกต์ระบบการผลิตแบบลีนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต กรณีศึกษา บริษัท ยู.พี.เอส. อุตสาหกรรม จำกัด." สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ธารชุดา พันธ์นิกุล และคณะ. (2557). การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอตุสาหการ กรณีศึกษา : โรงงานประกอบรถจักรยาน. เอกสารนำเสนอที่**การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2557**, 30-31 ตุลาคม 2557, สมุทรปราการ.

นิวัฒน์ เดชอำไพ และ กาญจนา เศรษฐนันท์. "การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตชุดชั้นในสตรี โดยประยุกต์ใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน." วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บริษัท ไออี บิสซิเนส โซลูชั่น จำกัด. **ขั้นตอนในการจัดสมดุลสายการผลิต - IE Business Solution (ieprosoft.com)**. เข้าถึงเมื่อ. เข้าถึงได้จาก

ยุพา กลอนกลาง. **การผลิตแบบเซลลูล่าร์ (Cellular Manufacturing: One-piece Flow for Workteams.)** (วิทยา สุหฤทดำรง, ผู้แปล). กรุงเทพฯ: อี.ไอ.สแควร์ พับลิชชิ่ง.

วิทยา สุหฤทดำรง. (2549). **ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ Productivity Development Team** (ยุพา กลอนกลาง, ผู้แปล).

วิลาสินี ศิริธร. "การเพิ่มผลผลิต : กรณีศึกษาโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูป จังหวัดอุบลราชธานี." วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

อติชา วัชรานุรักษ์. "การประยุกต์ใช้ระบบลีนในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณีศึกษา การผลิตเสื้อโปโลเชิ้ต." หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสิ่งทอ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

อติชา วัชรานุรักษ์. (2552). "การประยุกต์ใช้ระบบลีนในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณีศึกษาการผลิตเสื้อโปโลเชิ้ต." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

Green, B. M. (2002). **A Taxonomy of The Adaptation of Lean Production Tools and (Online)**. Accessed March 12, 2019.

Suthikarnnarunai, N. (2008, March 18 – 21). **Automotive Supply Chain and Logistics**

Management. Paper presented at the Proceeding of International Multi-conference of Engineering and Computer Scientists, HongKong.

Womack, J., Jones, D., and Roos, D. (1990). **The Machine that Changed the World**. n.p: Harper Perennial.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ประภัสรา ว่องวัฒนกูล	
สถานที่เกิด	นครปฐม	
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2563	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม
	พ.ศ. 2564	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จากมหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

มหาวิทยาลัยศิลปากร