การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกรโดยใช้แผนผังสายธารคุณค่าและการจำลองสถานการณ์

IMPROVEMENT OF THE PANTOGRAPH JACK PRODUCTION PROCESS USING VALUE STEAM MAPPING AND SIMULATION MODEL

นายชยานันต์ วิศยทักษิณ

MR. CHAYANAN WISAYATHAKSIN

นายฐาปนนท์ คุ่ยเสงี่ยม

MR. THAPANON KHUISANGEAM

นายณพวัฒน์ จูมงคล

MR. NOPPHAWAT CHUMONGKON

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPROVEMENT OF THE PANTOGRAPH JACK PRODUCTION PROCESS USING VALUE STEAM MAPPING AND SIMULATION MODEL

MR. CHAYANAN WISAYATHAKSIN
MR. THAPANON KHUISANGEAM
MR. NOPPHAWAT CHUMONGKON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกรโดยใช้แผนผังสายธารคุณค่าและการจำลองสถานการณ์
IMPROVEMENT OF THE PANTOGRAPH JACK PRODUCTION PROCESS USING VALUE STEAM MAPPING AND SIMULATION MODEL

นักศึกษา

นายชยานันต์ วิศยทักษิณ	รหัสประจำตัว	61010213
นายฐาปนนท์ คุ่ยเสงี่ยม	รหัสประจำตัว	61010268
นายณพวัฒน์ จูมงคล	รหัสประจำตัว	61010286

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

____
(รศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกรโดยใช้แผนผังสายธารคุณค่าและการจำลองสถานการณ์
นักศึกษา	นายชยานันต์ วิศยทักษิณ นายฐาปนนท์ คุ่ยเสงี่ยม นายณพวัฒน์ จูมงคล
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตปัจจุบันและทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตของแม่แรงยกรถแบบกรรไกรด้วยเทคนิคการผลิตแบบลีน โดยเครื่องมือลีนหลักที่ใช้คือ แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping; VSM) ขั้นแรกคือการเก็บรวบข้อรวมข้อมูลกระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำเพื่อสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของกระบวนการปัจจุบัน (Current-State Map) มีจุดประสงค์เพื่อระบุความสูญเปล่า (Wastes) และปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยปัญหาแรกที่พบคือประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตต่ำเนื่องจากเวลานำ (Lead Time) มีค่ามากถึง 7 วัน 8 ชั่วโมงและสัดส่วนเวลาของกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าต่อเวลานำที่มีค่าเพียง 0.026% ปัญหาต่อมาคือการผลิตเกินจำนวน (Overproduction) เนื่องจากรอบเวลาการผลิตจริง (Cycle Time) มีค่าเพียง 69.54 วินาที/ชิ้น ในขณะที่รอบเวลาเป้าหมาย (Takt Time) เท่ากับ 140.15 วินาที/ชิ้น ซึ่งคิดเป็น 46.62% ของรอบเวลาเป้าหมาย ส่งผลให้ต้องหยุดการทำงานก่อนเวลาเพื่อป้องกันการผลิตเกินจำนวนที่กำหนดไว้ เมื่อสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้แล้ว ขั้นต่อไปเป็นการกำหนดแนวทางการปรับปรุงกระบวนการด้วยการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของกระบวนการในอนาคต (Future-State Map) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ได้แก่ ระบบคัมบัง (Kanban), ซุปเปอร์มาร์เก็ต (Supermarket), การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing), และการผลิตแบบเซลลูล่าร์ (Cellular Manufacturing) หลังจากการวางแผนการปรับปรุงกระบวนการผลิตแล้ว จึงทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของทั้งสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคตเพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ ผลที่ได้คือหลังจากการปรับปรุงกระบวนการ เวลานำของกระบวนการลดลงเหลือ 4 ชั่วโมง 39 นาที ซึ่งลดลงจากเดิม 97.54% สัดส่วนเวลาของกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าต่อเวลานำเพิ่มขึ้นเป็น 1.304% ซึ่งมากกว่าก่อนปรับปรุง 49.39 เท่า และรอบเวลาการผลิตจริงเพิ่มขึ้นเป็น 133.02 วินาที/ชิ้น ซึ่งคิดเป็น 94.91% ของรอบเวลาเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Improvement of the pantograph jack production process using value steam mapping and simulation model
Student	Mr. Chayanan Wisayathaksin
	Mr. Thapanon Khuisangeam
	Mr. Nopphawat Chumongkon
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Tossapol Kiatcharoenpol

ABSTRACT

The objectives of this research are to study the current process and improve the production process of pantograph jack by using Lean manufacturing techniques. The Lean tool used is Value stream mapping (VSM). The study start with collecting data from the upstream to downstream to create a Current-state map to identify wastes and problems. The first problem was the low efficiency of the production process due to the high lead time of 7 days 8 hours. The ratio of value-added time to the lead time was only 0.026%. The next problem was overproduction because the cycle time is 69.54 seconds/piece while the takt time is 140.15 seconds/piece, which is 46.62% of the takt time, resulting in the early stoppage of the production line to prevent overproduction. After identifying the problems, the next step is to define production process improvement approaches by creating a Future-state map. The tools for the improvement included the Kanban system, Supermarket, Line balancing, and Cellular manufacturing then a simulation model of both current and future states was created to compare the results before and after the process improvement. The result from the simulation shows that the total lead time was reduced to 4 hours 39 minutes or a decrease of 97.54% from the current state. The ratio of value-added time to the lead time was increased to 1.304%, which is 49.39 times more than before the improvements, and the cycle time was increased to 133.02 seconds/piece, which is 94.91% of the takt time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกรโดยใช้แผนผังสายธารคุณค่าและการจำลองสถานการณ์สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะแนวทางการดำเนินงานตลอดจนให้ความรู้และคำปรึกษาที่ดีต่อปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่านที่คอยอบรมสั่งสอน ถ่ายทอด วิชาความรู้และประสบการณ์ให้แก่คณะผู้วิจัยรวมถึงขอขอบคูรเพื่อนๆพี่ๆทุกคนสำหรับข้อแนะนำและความช่วยเหลือในทุกด้านๆด้านในการทำวิจัยเรื่องนี้

สุดท้ายต้องขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของคณะผู้วิจัยที่คอยเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนทำให้คณะผู้วิจัยสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายชยานันต์ วิศยทักษิณ
นายฐาปนนท์ คุ่ยเสงี่ยม
นายณพวัฒน์ จูมงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... ข
กิตติกรรมประกาศ .... ค
สารบัญ .... ง
สารบัญตาราง .... ซ
สารบัญรูป .... ฌ

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.5 แผนการดำเนินงาน 3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 การผลิตแบบลีน 4
2.1.1 งานมาตรฐานสำหรับผู้นำ 5
2.1.2 การควบคุมด้วยสายตา 5
2.1.3 กระบวนการที่ต้องรับผิดชอบประจำวัน 6
2.1.4 วินัยของผู้นำ 6
2.2 ความสูญเปล่า 7 ประการ 7
2.2.1 ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตที่มากเกินไป 7
2.2.2 ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น 7
2.2.3 ความสูญเปล่าเนื่องจากการขนย้าย 7
2.2.4 ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตของเสียและแก้ไขงานเสีย 7
2.2.5 ความสูญเปล่าเนื่องจากกระบวนการทำงานไม่มีประสิทธิภาพ 8
2.2.6 ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย 8
2.2.7 ความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหว 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

2.3 ผังสายธารคุณค่า 8
2.3.1 การเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ 9
2.3.2 การสร้างผังสายธารคุณค่าของกระบวนการปัจจุบัน 9
2.3.3 การสร้างผังสายธารคุณค่าของกระบวนการในอนาคต 11
2.4 ประเภทของกิจกรรมในมุมมองการเพิ่มคุณค่า 11
2.4.1 กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า 11
2.4.2 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า 12
2.4.3 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า 12
2.5 ระบบคัมบัง 12
2.5.1 กฎของคัมบัง 12
2.5.2 ชนิดของคัมบัง 13
2.5.3 การประยุกต์ใช้คัมบัง 14
2.6 การผลิตแบบเซลลูล่าร์ 16
2.7 การจัดสมดุลสายการผลิต 17
2.8 ระบบการผลิตแบบดึง 18
2.9 ระบบซุปเปอร์มาเก็ต 19
2.10 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีนา 19
2.10.1 นิยามความหมายของคำที่สำคัญในโปรแกรม Arena 19
2.10.2 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม Arena 20
2.10.3 บัญชีชื่อหน่วยโมดูล 21
2.10.4 บัญชีรายงานผลลัพธ์ 22
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 การสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน 26
3.1.1 ศึกษากระบวนการผลิต 26
3.1.2 การเก็บข้อมูลการผลิต 30
3.1.3 สร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

3.1.4 วิเคราะห์แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน 35
3.1.5 ระบุปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 37
3.2 การสร้างแบบจำลองของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน 39
3.2.1 การสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัจจุบัน 40
3.2.2 การตั้งค่าการรันโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน 43

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 การสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต.. 44
4.1.1 แนวทางในการแก้ไขปัญหาและกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต 44
4.1.2 สร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต 47
4.2 การสร้างแบบจำลองของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต 52
4.2.1 การสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ในอนาคต 52
4.2.2 การตั้งค่าการรันโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ในอนาคต 55
4.3 ผลการรันโปรแกรมแบบจำลองแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน 56
4.3.1 กระบวนการผลิต 56
4.3.2 จำนวนสินค้าคงคลัง 57
4.3.3 จำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากระบบ 57
4.3.4 เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ 58
4.3.5 เวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำ 59
4.4. ผลการปรับปรุงกระบวนการโดยวิเคราะห์จากแผนผังสายธารคุณค่าในอนาคต 59
4.4.1 การจำแนกประเภทของกระบวนการ 59
4.5 ผลการรันโปรแกรมแบบจำลองแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต 61
4.5.1 กระบวนการผลิต 61
4.5.2 จำนวนสินค้าคงคลัง 62
4.5.3 จำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากระบบ 63
4.5.4 เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ 63
4.5.5 เวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำ 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผลงานวิจัย 65

5.2 ข้อเสนอแนะ 70

เอกสารอ้างอิง 71

ภาคผนวก ก 73

ภาคผนวก ข 76

ภาคผนวก ค 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตารางการดำเนินงาน....................3
ตารางที่ 3.1 ชิ้นส่วนย่อยและผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อย 27
ตารางที่ 3.2 สรุปจำนวนคำสั่งซื้อจากลูกค้า 6 เดือน.................... 27
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร 32
ตารางที่ 3.4 ระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่า 35
ตารางที่ 3.5 ระยะเวลาของกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า.................... 36
ตารางที่ 3.6 ระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลัง (Inventory Lead Time).................... 36
ตารางที่ 3.7 รายละเอียด Process ของสถานการณ์ปัจจุบัน 42
ตารางที่ 4.1 ปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหา 46
ตารางที่ 4.2 การจัดสมดุลสายการผลิต.................... 48
ตารางที่ 4.3 รายละเอียด Process ของสถานการณ์ในอนาคต.................... 54
ตารางที่ 4.4 ผลการรันของกระบวนผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน.................... 56
ตารางที่ 4.5 ผลการรันของจำนวนสินค้าคงคลังในสถานการณ์ปัจจุบัน 57
ตารางที่ 4.6 ผลการรันของจำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากระบบในสถานการณ์ปัจจุบัน 58
ตารางที่ 4.7 ผลการรันเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ปัจจุบัน.................... 58
ตารางที่ 4.8 ระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต.................... 60
ตารางที่ 4.9 ระยะเวลาของกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต.................... 60
ตารางที่ 4.10 ระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลังของสถานการณ์ในอนาคต 61
ตารางที่ 4.11 ผลการรันของกระบวนผลิตในสถานการณ์ในอนาคต.................... 62
ตารางที่ 4.12 ผลการรันของจำนวนสินค้าคงคลังของสถานการณ์ในอนาคต 62
ตารางที่ 4.13 ผลการรันของจำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากระบบของสถานการณ์ในอนาคต 63
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบผลการรันแบบจำลองสถานการณ์ 68
ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบตัวชี้วัดของกระบวนการผลิตจากแผนผังสายธารคุณค่า.................... 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในผังสายธารคุณค่า 10
รูปที่ 2.2 กล่องคัมบังเบิก 13
รูปที่ 2.3 การหมุนเวียนคัมบัง 14
รูปที่ 2.4 คัมบังจัดซื้อจากผู้จัดส่งวัตถุดิบ 16
รูปที่ 2.5 การวางผังในเซลล์รูปตัวยู 17
รูปที่ 2.6 หน้าต่างแสดงส่วนประกอบหลักของโปรแกรม 20
รูปที่ 2.7 แสดงรายงานผล 22
รูปที่ 3.1 แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Operation Process Chart) ของกระบวนการผลิต 28
รูปที่ 3.2 ผังสถานที่ปฏิบัติงานของการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร 30
รูปที่ 3.3 แผนภูมิแท่งแสดงเวลาของแต่ละสถานีงาน 30
รูปที่ 3.4 แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน 34
รูปที่ 3.5 แผนภูมิก้างปลาสำหรับปัญหาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตต่ำ 38
รูปที่ 3.6 แผนภูมิก้างปลาสำหรับปัญหาการว่างงานของพนักงาน 39
รูปที่ 3.7 การนำเข้าชิ้นส่วนย่อยโดยใช้ Create Module ของสถานการณ์ปัจจุบัน 40
รูปที่ 3.8 แบบจำลองสถานการณ์ของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน 41
รูปที่ 3.9 การสร้าง Expression Builder เพื่อใช้ในการแสดง WIP Lead Time ของสถานการณ์ปัจจุบัน 43
รูปที่ 4.1 การระบุปัญหาภายในแผนผังสายธารคุณค่าของสานการณ์ปัจจุบัน 45
รูปที่ 4.2 แผนภูมิแท่งแสดงเวลาของการจัดสมดุลสายการผลิต 49
รูปที่ 4.3 การจัดสถานีงานตามการผลิตแบบเซลลูล่าร์ 50
รูปที่ 4.4 แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต 51
รูปที่ 4.5 การนำเข้าบัตรคัมบังเบิกโดยใช้ Create Module ของสถานการณ์ในอนาคต 52
รูปที่ 4.6 แบบจำลองสถานการณ์ของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต 53
รูปที่ 4.7 การกำหนดเงื่อนไขของ Decide เพื่อทำการแยกบัตรคัมบังออกจากชิ้นงาน 55
รูปที่ 4.8 ผลการรันเวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำของสถานการณ์ปัจจุบันในกรณีใช้สัดส่วนของเสียจริง 59
รูปที่ 4.9 ผลการรันเวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำของสถานการณ์ปัจจุบันในกรณีใช้สัดส่วนของเสีย 0% 59
รูปที่ 4.10 ผลการรันเวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำของสถานการณ์ในอนาคตกรณีใช้สัดส่วนของเสียจริง 64
รูปที่ 4.11 ผลการรันเวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำของสถานการณ์ในอนาคตกรณีใช้สัดส่วนของเสีย 0% 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคต 67
รูปที่ 5.2 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบเวลานำของสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคต 68
รูปที่ 5.3 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบสัดส่วนเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อเวลานำ 69
รูปที่ 5.4 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตจริงของสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคต 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนำนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดเบื้องต้นของการปรับปรุงกระบวนการผลิตของแม่แรงยกรถแบบกรรไกร (Pantograph Jack) โดยใช้แผนผังสายธารคุณค่าและแบบจำลองสถานการณ์ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5 แผนการดำเนินงาน

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมการผลิตมีการแข่งขันที่ค่อนข้างสูง บริษัทต่างๆ จึงต้องมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทั้งในแง่ของคุณภาพ และความรวดเร็วในการส่งมอบสินค้า ซึ่งแนวทางที่จะทำให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าได้ กลยุทธ์สำคัญคือการนำเทคนิคและแนวการคิดแบบลีน (Lean Manufacturing) มาประยุกต์ใช้ในองค์กรและกระบวนการผลิต โดยมีเป้าหมายหลักคือเพิ่มประสิทธิภาพ และลดความสูญเปล่า (Waste) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping; VSM) นับเป็นหนึ่งในเครื่องมือลีน (Lean Tools) ที่มีความสำคัญในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตเพื่อให้เห็นภาพรวมของกระบวนการทั้งหมดตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ และแสดงให้เห็นกระบวนการที่เกิดความสูญเปล่า อีกทั้งยังสามารถจำแนกกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value-Added Activities) และกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-Value-Added Activities) ออกจากกัน นำไปสู่การวางแผนในการพัฒนากระบวนการผลิตโดยมีเป้าหมายเพื่อกำจัดความสูญเปล่าซึ่งเป็นกระบวนการที่ขัดขวางการไหลอย่างต่อเนื่องของสายธารคุณค่า (Value Stream) และลดเวลานำ (Lead Time) เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้รวดเร็วมากขึ้น นอกจากนี้ยังนำการจำลองสถานการณ์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ (Simulation-Based Model) มาใช้ในการจำลองกระบวนการผลิตจากแผนผังสายธารคุณค่า เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการการผลิตในปัจจุบันและจำลองสถานการณ์หลังจากการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินการก่อนและหลังการปรับปรุง

โดยปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีการใช้กรณีศึกษาของกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร (Pantograph Jack) ซึ่งเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ของบริษัทผลิตชิ้นส่วนยางยนต์ขนาดใหญ่ที่ผลิตชิ้นส่วนต่างๆ ให้กับรถยนต์หลากหลายบริษัท

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. สร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน (Current-State Map) เพื่อจำแนกประเภทของกิจกรรมและหาความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการผลิต
2. สร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต (Future-State Map) เพื่อกำจัดความสูญเปล่า ลดเวลานำ และเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต
3. สร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม โดยมุ่งเน้นไปที่การประยุกต์ใช้แผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping) มาใช้เป็นเครื่องมือในการมองภาพรวมของกระบวนการผลิตเพื่อค้นหาความสูญเปล่า (Waste) และระบุกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในกระบวนการ หลังจากนั้นจึงมีการนำเทคนิคของลีน (Lean Manufacturing) มาปรับใช้ในการกำจัดความสูญเปล่าที่มีในกระบวนการผลิต โดยจะมีการใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยซอฟต์แวร์อารีนา (Arena Simulation Software) เพื่อวัดผลการดำเนินการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถวางแผนการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อกำจัดความสูญเปล่า เพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต และลดเวลานำของกระบวนการ
2. สามารถเห็นภาพรวมการไหลของกระบวนการผลิตได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. เพิ่มความพึงพอใจของลูกค้าในการที่ได้รับสินค้ารวดเร็วมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ระยะเวลาในการทำตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนเมษายน โดยมีกำหนดการของการดำเนินงานทั้งหมดดังนี้

ตารางที่ 1.1 ตารางการดำเนินงาน

กิจกรรม	พ.ศ.2564					พ.ศ.2565			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย
1) ศึกษาข้อมูลและกำหนดหัวข้อโครงงาน									
2) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง									
3) ติดต่อโรงงานเพื่อขออนุญาตเข้าไปเก็บข้อมูล									
4) เก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการลงสถานที่จริง นำมาสร้างแผนผังกระบวนการปัจจุบัน									
5) วางแผนการปรับปรุงการผลิตและสร้างแผนผังสถานการณ์ในอนาคต									
6) สร้างแบบจำลองก่อนและหลังการปรับปรุง วิเคราะห์และเปรียบเทียบผล									
7) สรุปผลการดำเนินการ									
8) จัดทำรูปเล่มรายงาน									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะนำเสนอการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การผลิตแบบลีน

2.2 ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

2.3 ผังสายธารคุณค่า

2.4 ประเภทของกิจกรรมในมุมมองการเพิ่มคุณค่า

2.5 ระบบคัมบัง

2.6 การผลิตแบบเซลลูล่าร์

2.7 การจัดสมดุลสายการผลิต

2.8 ระบบการผลิตแบบดึง

2.9 ระบบซุปเปอร์มาร์เก็ต

2.10 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีนา

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การผลิตแบบลีน

หลักการผลิตแบบลีนจะประกอบด้วย 5 ประการดังนี้ [1-2]

1. การมุ่งเน้นที่คุณค่า (Value) ต้องรู้ว่าลูกค้าต้องการอะไรและผลิตให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า หากผู้ผลิตผลิตสิ่งที่ลูกค้าไม่ต้องการหรือเกินความจำเป็น นั้นคือความสูญเปล่า (Waste)

2. การแสดงแผนภาพการไหลของคุณค่า (Value Stream Mapping) แสดงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลของกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน เพื่อให้ได้คุณค่าตามที่ลุกค้าต้องการ สามารถระบุขั้นตอนที่เพิ่มคุณค่าและไม่เพิ่มคุณค่าแก่ผลิตภัณฑ์ ทำให้เห็นภาพรวมของความสูญเปล่า

3. การปรับปรุงการไหล (Flow) มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ไหลผ่านกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ (Continuous Flow) และรวดเร็ว ปราศจากการหยุดชะงัก และปราศจากของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระบบการผลิตแบบดึง (Pull System) คือลูกค้าเป็นผู้ดึงหรือผู้สั่งให้ผลิต นั้นคือจะผลิตก็ต่อเมื่อมีความต้องการหรือมีคำสั่งซื้อจากลูกค้าเท่านั้น (Make to Order) เนื่องจากการผลิตแบบลีนจะกำจัดกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าหรือความสูญเปล่าออกไปและเน้นการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time)

5. มุ่งสู่ความสมบูรณ์แบบ (Perfection) เป้าหมายของการผลิตแบบลีน คือ เพื่อองค์กรจะได้มีความสมบูรณ์แบบนำไปสู่การประสบความสำเร็จ ความสมบูรณ์จะนำไปสู่การเพิ่มคุณค่าและกำจัดความสูญเปล่าเน้นไปที่ของเสียเป็นศูนย์ ลดระดับสินค้าคงคลังและจำนวนชิ้นงานระหว่างกระบวนการให้น้อยลงที่สุด และลดต้นทุนโดยต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

องค์ประกอบพื้นฐานของการผลิตแบบลีน (Lean Production) ประกอบด้วย 4 ประการ ได้แก่

2.1.1 งานมาตรฐานสำหรับผู้นำ

หน้าที่ของผู้นำคือการมองดูว่ากระบวนการการผลิตเป็นไปตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ จัดทำมาตรฐานงานของหัวหน้างานเกี่ยวกับการเฝ้าติดตามและคนในทีมให้ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายไว้ให้สำเร็จลุล่วงทำเพื่อให้ผู้นำสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความเสถียร บอกสิ่งที่ผู้นำควรปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติและต้องมีการอบรมผู้นำทุกครั้งเกี่ยวกับการดำเนินการแบบลีนเพื่อให้เห็นจุดมุ่งหมายเดียวกัน

2.1.2 การควบคุมด้วยสายตา

การใช้การควบคุมด้วยสายตาเพื่อมุ่งเน้นไปที่กระบวนการและทำให้สามารถเปรียบเทียบสมรรถนะที่คาดหวังกับสมรรถนะที่แท้จริงได้ง่ายยิ่งขึ้น จะทำให้เห็นจุดที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข เครื่องมือหลักที่ใช้ในการผลิตแบบลีนเพื่อติดตามกระบวนการคือ แผนภูมิติดตามสมรรถนะ เช่น แผนภูมิติดตามการผลิตรายชั่วโมงเป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่พบเห็นได้ทั่วไปมากที่สุดจะวัดยอดผลิตที่คาดหวังไว้เทียบกับยอดผลิตรายชั่วโมงแผนภูมินี้เหมาะสำหรับพื้นที่ที่คิดว่าอัตราการผลิตจะเป็นไปตามค่า Takt Time สิ่งทีได้จากแผนภูมินี้ได้แก่ข้อมูลยอดผลิตที่คาดหวังไว้แต่ละชั่วโมง ข้อมูลยอดผลิตจริงที่ผลิตได้ และเหตุผลที่ทำให้การผลิตต้องหยุดชะงักระหว่างกระบวนการ

แผนภูมิตัวต่อมาคือแผนภูมิติดตามทีละงาน เป็นแผนภูมิที่เก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการติดตั้งเครื่องจักร (Setup Time) และเวลาดำเนินการ (Run Time) ที่คาดหวังเทียบกับเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานที่ผลิตระหว่างกะหนึ่งๆจะแสดงให้เห็นว่าทำงานได้ตรงจังหวะหรือไม่

กระดานแสดงลำดับความสำคัญก่อนหลัง (Priority Board) เป็นสิ่งที่ต้องมีในการผลิตแบบดึงกระดานนี้จะแสดงกำหนดการสำหรับพนักงานที่จะเดินเครื่องเพื่อเติมสิ่งที่ถูกใช้ไปในระบบดึง ตารางการผลิต Kanban เหล่านี้ จะมีรายการระยะเวลาในการติดตั้งเครื่องจักรและดำเนินงานที่ได้วางแผนไว้ ขนาดรุ่น ชนิดภาชนะบรรจุ และข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้องของแต่ละงานไว้ให้พนักงาน เมื่อสัญญาณสั่งผลิต (Kanban) กลับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังศูนย์กลางการผลิตจะนำไปติดไว้ที่กระดานแสดงลำดับความสำคัญก่อนหลัง มีการนำสีมาใช้เพื่อแยกคิว Kanban สีเขียวคือยังมีเวลาเหลือเฟือก่อนการจัดส่งเข้าซูเปอร์มาร์เก็ต สีเหลืองคือภาระงานมากขึ้นแต่ยังสามารถผลิตให้ทันตามเวลาที่กำหนดไว้ ส่วนสีแดงคือภาระการทำงานหนักอาจต้องมีการทำงานล่วงเวลาเกิดขึ้น

2.1.3 กระบวนการที่ต้องรับผิดชอบประจำวัน

องค์ประกอบตัวนี้มีจุดประสงค์เพื่อทำให้มั่นใจว่าได้ติดตามงานที่ได้รับมอบหมายเพื่อแก้ไขปัญหางานของเมื่อวานหรือโอกาสในการปรับปรุงงาน กระบวนการที่ต้องรับผิดชอบประจำวันก็คือชุดของการประชุมประจำวัน 3 ชั้น ชั้นที่ 1 มักจะทำตอนเริ่มกะคือการประชุมสั้นๆของผู้นำทีมการผลิตกับสมาชิกทีม ชั้นที่ 2 คือการประชุมของหัวหน้างานกับผู้นำทีมและตัวแทนกลุ่มที่ทำการสนับสนุน ชั้นที่ 3 คือการประชุมของผู้จัดสายธารคุณค่า (VSM) กับหัวหน้างานและตัวแทนกลุ่มที่ทำการสนับสนุนหรือเจ้าหน้าที่ต่างๆ ชั้นที่ 4 อาจเกิดขึ้นได้ตรงที่ผู้จัดการพบกับสมาชิกในฝ่ายผลิต โดยการประชุมแต่ละครั้งจะมีลักษณะดังนี้ ประชุมครั้งหนึ่งจะนานกว่า 15 นาที สถานที่ประชุมคือสถานที่ผลิตหรือข้างๆที่ไม่ห่างจากสถานที่ผลิต เนื้อหาต่างๆจะระบุไว้ที่กระดานที่แสดงให้เห็นด้วยสายตา (Visual Display Board) งานที่ได้รับมอบหมายประจำวันทำเพื่อติดตามดูผลว่างานที่ได้รับมอบหมายนั้นเสร็จหรือยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการปรับปรุงงานในกระบวนการต่างๆ

2.1.4 วินัยของผู้นำ

การจะทำลีนนั้นต้องการเปลี่ยนในการคิดและนิสัยที่ฝังลึกดังนั้นจึงต้องการผู้นำที่มุ่งมั่นและมีภาวะผู้นำที่มีประสิทธิภาพมี 8 ข้อหลักๆคือ 1.ความหลงใหลในลีน แง่คิดที่สำคัญคือเปรียบเทียบลีนกับทางเลือกอื่นๆว่าดีกว่าทางเลือกอื่นหรือไม่ 2.การยึดมั่นต่อกระบวนการด้วยวินัย การกำหนดสิ่งที่คาดหวังไว้ชัดเจน และการใช้กระบวนการเพื่อติดตามเป็นประจำเป็นสิ่งสำคัญของผู้นำโครงการที่นำการผลิตแบบลีนไปใช้ การยึดมั่นเป็นเหมือนการตรวจเช็คคุณภาพในสถานีงานที่มีความต่อเนื่องกันว่าทำตามที่คาดหวังได้หรือไม่ 3.การกำหนดเป้าหมายการจัดการโครงการ อาจใช้เทคนิค 5 Whys มาช่วยในการวิเคราะห์ สาเหตุของปัญหา แล้วก็ออกมาตรการแก้ไขปัญหาหรือริเริ่มดำเนินการแก้ไข 4.การคิดแบบลีน ผู้นำโครงการจะต้องหาสมดุลระหว่างสถานะอนาคต (Future State) ที่เป็นอุดมคติกับสถานปัจจุบัน (Current State) ว่าสามารถทำได้จริงแค่ไหนตามตารางเวลาและงบประมาณที่มี ถ้าผู้นำสามารถนำหลักการของ Kaizen มาช่วยจะช่วยให้งานสำเร็จลุล่วงได้ง่ายยิ่งขึ้น 5.ความเป็นเจ้าของ เป็นผู้รับผิดชอบในการกำหนดทิศทางและให้การส่งเสริมในพื้นที่การทำงานนั้นๆ สร้างเงื่อนไขและโครงสร้างกับกระบวนการต่างๆซึ่งคนในสถานีงานสามารถเข้ามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นได้ เจ้าของในที่นี้จะทำหน้าที่เป็นคนสอนและท้าทายให้คนอื่นคิดข้อเสนอแนะออกมาว่าวิธีไหนจะทำแล้วออกมาดีที่สุด เคลื่อนไปในทิศทางที่เราได้กำหนดไว้ 6.ความเครียดระหว่างรายละเอียดเชิงประยุกต์และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเทคนิค เป็นสิ่งที่ผู้นำของลีนต้องคำนึงถึงผลที่ตามมาอยู่เสมอเช่น การลดสินค้าคงคลังโดยไม่ลดเวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร สามารถทำให้เกิดการขาดสต็อกได้ง่ายๆ 7.ความสมดุลระหว่างระบบการผลิตและระบบการจัดการ ผู้นำการปฏิบัติแบบลีนต้องมองหาความสูญเปล่าอยู่เสมอ แม้แต่กระบวนการที่ทำการปรับปรุงเสร็จแล้วก็อาจมีความสูญเปล่าเกิดขึ้น 8.ความสัมพันธ์กับกลุ่มสนับสนุนที่มีประสิทธิผล กลุ่มสนับสนุนได้แก่ ฝ่ายควบคุมการผลิต ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายซ่อมบำรุง ฝ่ายทรัพยากรมนุษย์ ฝ่ายคุณภาพ ฝ่ายความปลอดภัย ฝ่ายบัญชี ฝ่ายพวกนี้จะต้องมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา เพื่อเพิ่มความหลากหลายในมุมมองให้ดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและไม่เกิดการหยุดชะงัก ฝ่ายสนับสนุนส่วนใหญ่ควรต้องเข้าประชุมในที่ประชุมสายธารแห่งคุณค่า (VSM) เพื่อวิเคราะห์ทรัพยากรต่างๆที่ต้องใช้ในงาน

2.2 ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

เป็นงานหรือกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าในกระบวนการผลิต มีอยู่ 7 ประการดังนี้ [1,3]

2.2.1 ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตที่มากเกินไป (Over-production)

คือการผลิตเกินความต้องการของลูกค้าหรือเกินความจำเป็น ทำให้พื้นที่จัดเก็บเพิ่มขึ้น นำไปสู่ต้นทุนที่เพิ่มมากขึ้น วิธีแก้ไขในเบื้องต้นคือ การฝึกให้พนักงานมีทักษะที่ปฏิบัติงานได้หลายอย่าง

2.2.2 ความสูญเปล่าเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Stock)

คือการจัดเก็บสินค้าที่เกินความจำเป็นทำให้มีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการควบคุมดูแลรักษาสินค้ามาก รวมไปถึงความเสี่ยงของวัสดุและผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพ ล้าสมัย และสูญหายแม้ในทางปฏิบัติจะเป็นไปได้ยากที่ทำให้สินค้าคงคลังเป็นศูนย์เพราะอาจนำไปสู่การขาดวัตถุดิบในการผลิต และขาดผลิตภัณฑ์ที่พร้อมส่งมอบดังนั้นจำต้องพิจารณาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมและน้อยที่สุด

2.2.3 ความสูญเปล่าเนื่องจากการขนย้าย (Transportation)

คือการขนย้ายสินค้าระหว่างสถานีงานกับสถานีงาน หรือการขนย้ายไปวางที่ใดที่หนึ่ง นับเป็นความสูญเปล่าอีกอย่างหนึ่ง จำเป็นต้องออกแบบแผนผังหรือปรับปรุงให้เคลื่อนย้ายน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ รวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสม

2.2.4 ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตของเสียและแก้ไขงานเสีย (Defect and Rework)

คือของเสียที่ไม่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าหรือไม่ได้มาตรฐาน นอกจากลูกค้าจะไม่สามารถใช้งานได้ตามที่คาดหวังแล้ว อาจยังก่อให้เกิดอันตราย ความสูญเปล่าประเภทนี้จะส่งผลต่อลูกค้าโดยตรงเรื่องความไม่พึงพอใจและอาจนำไปสู่การยุติการทำธุรกิจ เกิดต้นทุนผลิตซ้ำเกิดขึ้น ความรู้ที่นำมาจัดการความสูญเปล่านี้คือ การบริหารและควบคุมคุณภาพ (Quality Control and Management)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 ความสูญเปล่าเนื่องจากกระบวนการทำงานไม่มีประสิทธิภาพ (Inefficient Process)

คือมีขั้นตอนการทำงานที่มากเกินไป มีขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน ใช้เครื่องมือไม่เหมาะกับงาน และการทำงานในสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม นำไปสู่การเกิดกระบวนการที่ไม่มีคุณค่าหรืออาจมีคุณค่าแต่ใช้เวลาที่มากเกินไป ผลเสียคือ เกิดต้นทุนแรงงานที่ไม่จำเป็น เสียเวลามากในการผลิต รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ผิดประเภทอาจเสียหาย

2.2.6 ความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย (Idle Time)

คือการเกิดเวลารอคอย (Waiting Time) ขึ้น เช่น พนักงานรอคอยชิ้นงาน ชิ้นงานรอคอยพนักงาน เครื่องจักรรอคอยพนักงานหรือชิ้นงาน รวมทั้งการรอคอยกรณีที่เครื่องจักรเสียด้วย เกิดต้นทุนการว่างงานของพนักงานหรือต้นทุนการเสียโอกาสการผลิตของเครื่องจักร นอกจากนั้นถ้าพนักงานหรือเครื่องจักรต้องรอคอยเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์พนักงานหรือเครื่องจักรจะต่ำ แต่ถ้าชิ้นงานเกิดการรอคอย เวลาในการเคลื่อนชิ้นงาน (Throughput Time) และจำนวนชิ้นงานระหว่างกระบวนการ (Work in Process ; WIP) ก็จะสูง

2.2.7 ความสูญเปล่าเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

คือการเคลื่อนไหวด้วยอวัยวะต่าง ๆ ของร่างการ (รวมถึงการเคลื่อนไหวของอุปกรณ์ซึ่งจะมาสัมผัสกับชิ้นงานภายในเครื่องจักร) เพราะเกิดระยะทางการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น เสียเวลาทำงาน เกิดความล้าและความเครียด รวมถึงอาจเกิดอุบัติเหตุได้ ดังนั้นการออกแบบและจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมถือเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้พนักงานเคลื่อนไหวในสิ่งที่ไม่มีคุณค่าให้น้อยที่สุด

2.3 ผังสายธารคุณค่า

สายธารคุณค่า (Value Stream) คือกระบวนการหรือการการกระทำทั้งหมดที่เกิดขึ้น (ทั้งกระบวนการที่สร้างคุณค่าและกระบวนการที่ไม่สร้างคุณค่า) ในการแปลงวัตถุดิบ (Raw Materials) ไปเป็นผลิตภัณฑ์ (Products) จนกระทั่งถึงการส่งมอบให้ลูกค้า (Deliveries) หรือหากมองในแง่การบริการ จะหมายถึงกระบวนการตั้งแต่การวางแนวคิด (Concept) ไปจนถึงการดำเนินการ (Launch) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เปรียบเสมือนสายน้ำที่ไหลอย่างต่อเนื่อง โดยแต่ละขั้นตอนคือส่วนหนึ่งของสายน้ำที่ส่งผ่านผลลัพธ์ (Output) ไปยังจุดต่อไป และที่สุดปลายน้ำคือลูกค้าขององค์กรนั้นๆ

ผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping, VSM) เป็นเครื่องมือลีนชนิดหนึ่งที่แสดงภาพรวมของสายธารคุณค่าเพื่อสร้างความเข้าใจในภาพรวมของกระบวนการตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำโดยการใช้สัญลักษณ์แทนกระบวนการต่างๆ และยังสามารถมองเห็นความสูญเปล่าที่ขัดขวางการไหลอย่างต่อเนื่องของกระบวนการ (Continuous Flow) ได้ชัดเจนและครบถ้วนยิ่งขึ้น ซึ่งผังสายธารคุณค่าแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังสายธารคุณค่าของกระบวนการปัจจุบัน (Current-State Map) ซึ่งแสดงภาพรวมของกระบวนการปัจจุบัน และผังสายธารคุณค่าของกระบวนการอนาคต (Future-State Map) ซึ่งเป็นผลหลังการปรับปรุงกระบวนการ โดยใช้แนวคิดการผลิตแบบลีน [4-5]

ในการสร้างผังสายธารคุณค่า มีขั้นตอนและรายละเอียด ดังนี้

2.3.1 การเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์

ในการเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาสร้างและวิเคราะห์ผังสายธารคุณค่า สามารถใช้การวิเคราะห์ปริมาณของผลิตภัณฑ์ (Product-quantity Analysis) ด้วยการใช้แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart) เพื่อแสดงให้เห็นปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตและสามารถเลือกผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการผลิตสูงเป็นเป้าหมายในการปรับปรุงกระบวนการ

นอกจากนี้ยังมีการใช้การวิเคราะห์เส้นทางของการผลิต (Product-routing Analysis) ซึ่งเป็นแผนภูมิแสดงกระบวนการหรือกิจกรรมของแต่ละผลิตภัณฑ์เพื่อจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการที่คล้ายคลึงกัน โดยกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการผลิตสูงสุดจะเป็นกลุ่มที่ถูกเลือกมาทำการวิเคราะห์ผังสายธารคุณค่าต่อไป

2.3.2 การสร้างผังสายธารคุณค่าของกระบวนการปัจจุบัน

ขั้นตอนการสร้างผังสายธารคุณค่าของกระบวนการปัจจุบัน จะเริ่มจากการลงพื้นที่จริงเพื่อสร้างความเข้าใจและเห็นภาพรวมของกระบวนการได้ชัดเจน โดยข้อจุดสำคัญคือข้อมูลที่เก็บมานั้นต้องมีความถูกต้องแม่นยำเพื่อให้ผังสายธารคุณค่าที่สร้างขึ้นสามารถเป็นตัวแทนของกระบวนการจริงได้ โดยองค์ประกอบต่างๆ และรายละเอียดการสร้างผังสายธารคุณค่า มีดังนี้ [4-6]

1. ระบุลูกค้า (Customers) และผู้ส่งมอบวัตถุดิบ (Suppliers) ใส่ชื่อของลูกค้าและผู้ส่งมอบวัตถุดิบลงในสัญลักษณ์ลูกค้าและผู้ส่งมอบวัตถุดิบ ระบุรายละเอียดความต้องการของลูกค้าและการส่งมอบวัตถุดิบภายในกล่องข้อมูล (Data Box)

2. ระบุกระบวนการลงในกล่องกระบวนการ (Process Box) ภายในแต่ละกล่องกระบวนการจะเป็นการระบุกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสายธารคุณค่าทั้งหมดวางเรียงกันตามลำดับกิจกรรมที่เกิดขึ้น โดยบางสายธารคุณค่าอาจจะมีกระบวนการผลิตแยกกันหลายเส้นแล้วมาบรรจบกันได้ ใต้กล่องกระบวนการจะมีการใส่รายละเอียดต่างๆ ของกระบวนการ ภายในกล่องข้อมูล โดยข้อมูลที่มักนำมาใส่ ได้แก่ รอบเวลา (Cycle Time), เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต (Changeover Time), เวลาในการทำงาน (Uptime), จำนวนพนักงาน, จำนวนประเภทสินค้า เป็นต้น

3. ระบุการเก็บคลังสินค้า (Inventory) ในกระบวนการแสดงจุดที่มีการเก็บคลังสินค้าที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นคลังวัตถุดิบ, ชิ้นงานระหว่างทำ (Work in Process) และคลังสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งคลังสินค้าเป็นจุดสำคัญที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

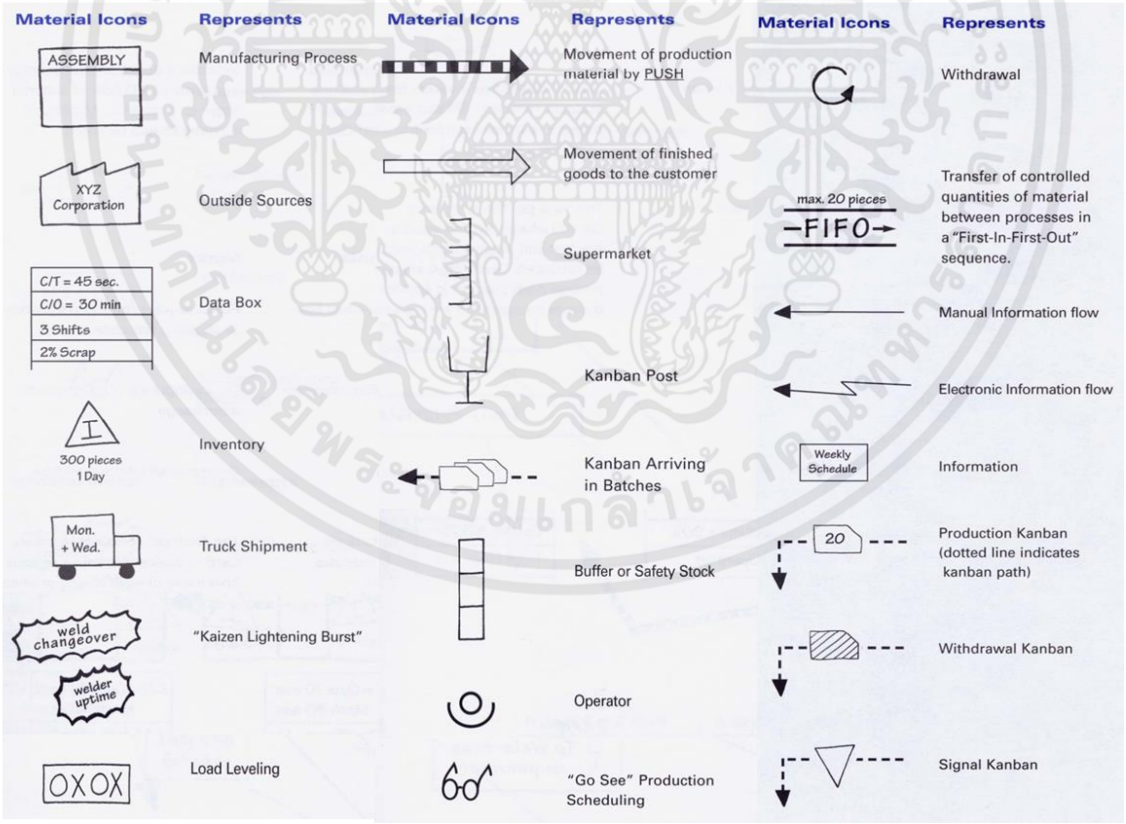
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่งบอกจุดที่การไหลของกระบวนการเกิดการติดขัดและหยุดนิ่ง โดยคลังสินค้าจะใส่สัญลักษณ์สามเหลี่ยม ระบุจำนวนคลังสินค้าและระยะเวลาในการจัดเก็บคลังสินค้าไว้ใจสัญลักษณ์

4. ระบุการขนส่งและการเคลื่อนย้าย ใช้สัญลักษณ์รถบรรทุกเพื่อแสดงเส้นทางการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายวัตถุดิบหรือสินค้าสำเร็จรูป โดยจะมีการระบุวันหรือความถี่ในการขนส่งภายในสัญลักษณ์

5. ระบุเส้นทางการไหลของข้อมูล (Information Flow) ใช้ลูกศรเพื่อแสดงเส้นทางการสื่อสารหรือส่งข้อมูลภายในองค์กร โดยจะแบ่งการส่งข้อมูลเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การส่งข้อมูลแบบปกติ และการส่งข้อมูลแบบอิเล็กทรอนิกส์ และใต้ลูกศรจะมีการระบุรายละเอียดในการส่งข้อมูล เช่น วิธีในการส่งข้อมูล, ความถี่ในการส่งข้อมูล เป็นต้น

6. เส้นระบุเวลา (Timeline) เส้นระบุเวลาจะถูกใส่ไว้ใต้กล่องกระบวนการและคลังสินค้า โดยเส้นเวลาจะแบ่งเป็น 2 ระดับ เส้นที่ต่ำกว่าจะเป็นเวลาของกระบวนการ (Processing Time) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value Added Activities) และเส้นที่สูงกว่าจะแสดงเวลานำ (Lead Time) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value-Added Activities) และควรกำจัดทิ้ง



รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในผังสายธารคุณค่า [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากสามารถระบุเวลาของกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าและไม่เพิ่มคุณค่าให้แก่กระบวนการได้แล้ว จะสามารถวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการทั้งหมดได้ด้วยการหาสัดส่วนเวลาของกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าและไม่เพิ่มคุณค่าให้แก่กระบวนการ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตด้วยผังสายธารคุณค่าของกระบวนการในอนาคตต่อไป

2.3.3 การสร้างผังสายธารคุณค่าของกระบวนการในอนาคต

ในการสร้างผังสายธารคุณค่าของกระบวนการในอนาคตจะมีการนำเครื่องมือและเทคนิคการผลิตแบบลีนมาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ โดยมีเป้าหมายในการกำจัดความสูญเปล่าและสร้างการไหลของกระบวนการที่ต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต ซึ่งมีแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทั้งหมด 6 ข้อ ดังนี้ [4-6]

1. การหาความเร็วในการผลิต (Takt Time) ที่ลูกค้าต้องการ เพื่อสร้างมาตรฐานในการทำงานให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทัน

2. การนำหลักซูเปอร์มาร์เก็ต (Supermarket) และบัตรคัมบัง (Kanban Card) มาปรับใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตและการเบิกวัตถุดิบภายในองค์กร เพื่อสร้างการไหลที่ต่อเนื่องยิ่งขึ้น

3. การนำหลักการไหลอย่างต่อเนื่องมาใช้ โดยอาจจะใช้การแบ่งหรือรวมงานในกระบวนการ เพื่อกำจัดคอขวด ลดเวลาในการทำงาน และลดจำนวนคลังสินค้าที่เกิดขึ้น

4. การกำหนดจุดที่มีการส่งและควบคุมการผลิต (Pacemaker Process) เพื่อเป็นการกำหนดจังหวะในการผลิตของกระบวนการทั้งหมด

5. การจัดสรรและผสมผลิตภัณฑ์ (Leveling Product Mix) อย่างเท่าๆ กันตลอดระยะเวลาในการผลิตเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่หลากหลายได้ดียิ่งขึ้นและลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นการผลิต โดยใช้กล่องเฮจุงกะ (Heijunka Box) ในการจัดสรรปริมาณการผลิต

6. การใช้เครื่องมือและแนวคิดแบบลีนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต

2.4 ประเภทของกิจกรรมในมุมมองการเพิ่มคุณค่า

ปกติกิจกรรมหรืองานย่อยจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท [2]

2.4.1 กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value Added (VA) Activity)

เป็นกิจกรรมที่จำเป็นต่อการผลิตเพราะเพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงาน (Productive Operations) นั้นคือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่างกับวัตถุดิบจนนำไปสู่ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (หรือการเพิ่มหน้าที่ให้แก่ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงาน) เป็นสิ่งที่ลูกค้าเต็มใจที่จะจ่ายเงินให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added (NVA) Activity)

เป็นกิจกรรมที่อยู่ในขั้นตอนการทำงาน ณ ปัจจุบัน แต่ไม่เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ (Unproductive Operations) จัดว่าเป็นความสูญเปล่าและจำเป็นต้องกำจัดออกไป หรือลดให้เหลือน้อยที่สุด เช่น ระยะทางการเคลื่อนย้ายแต่ละแผนกที่มากเกิน การเพิ่มขึ้นของจำนวนชิ้นงานระหว่างกระบวนการ (WIP) จำนวนพนักงานที่มากเกิน ของเสียและการซ่อมแซ่ม การรอคอย กิจกรรมเหล่านี้เป็นกิจกรรมที่เพิ่มต้นทุนและเวลาการผลิตซึ่งไม่มีคุณค่า

2.4.3 กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็น (Necessary but Non-Value Added (NNVA) Activity)

เป็นความสูญเปล่าแต่จำเป็นต้องยอมให้เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เช่น การตรวจสอบคุณภาพ กิจกรรมที่เกิดขึ้นตามกฎหมายและกิจกรรมเพื่อชุมชน

2.5 ระบบคัมบัง

ระบบคัมบัง (Kanban System) เป็นเครื่องมือของการผลิตแบบลีน ทำหน้าที่กำหนดปริมาณการผลิตในทุกๆ กระบวนการ มีจุดมุ่งหมายเพื่อผลิตสิ่งที่สั่ง ในเวลาที่สั่ง และตามปริมาณที่สั่ง มีลักษณะเป็นแผ่นหรือป้ายสัญญาณ มีการระบุรายละเอียด เช่น ระบุชิ้นส่วนย่อย มาจากไหนและไปที่ไหน เสมือนเครื่องมือสื่อสารที่เชื่อมต่อกระบวนการตลอดสายธารคุณค่า [7]

คัมบังเป็นระบบที่ทำงานอัตโนมัติเพื่อส่งสัญญาณกับกระบวนการต้นทางเพื่อควบควบคุมการผลิต โดยมีหน้าที่หลักๆ คือ

1. ให้ข้อมูลการหยิบชิ้นงานไปใช้และคำสั่งผลิต ระบุชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้ จำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ มาจากที่ใด และต้องผลิตเพิ่มเท่าใด

2. กำจัดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินไป ควบคุมสินค้าคงคลังในกระบวนการให้มีในระดับต่ำที่สุด

2.5.1 กฎของคัมบัง

<u>กฎข้อที่ 1</u> กระบวนการปลายทางจะเบิกชิ้นส่วนที่ต้องการจากกระบวนการต้นทาง เป็นการเปลี่ยนการป้อนชิ้นส่วนเป็นการเบิก (Withdraw) ชิ้นส่วน เพื่อแก้ปัญหาการเก็บคงคลังมากเกินไป

<u>กฎข้อที่ 2</u> กระบวนการต้นทางจะต้องผลิตเฉพาะสิ่งที่ถูกเบิกไปเท่านั้น เพื่อป้องกันการผลิตเกินความต้องการด้วยการควบคุมการไหลของชิ้นส่วนทั้งหมดและรักษาระดับวัสดุในกระบวนการให้น้อยที่สุด

<u>กฎข้อที่ 3</u> เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากข้อบกพร่องเท่านั้นที่ถูกส่งไปยังกระบวนการต่อไป โดยในแต่ละกระบวนการจะมีการตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องก่อนส่งไปยังกระบวนการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>กฎข้อที่ 4</u> ต้องจัดทำการปรับเรียบการผลิต (Production Leveling) เป็นการกำจัดความแปรปรวนของการไหลในกระบวนการที่ต่างกัน โดยผลิตเป็นชุดเล็กๆ แทน

<u>กฎข้อที่ 5</u> บัตรคัมบังจะติดไปกับชิ้นงานเสมอ

<u>กฎข้อที่ 6</u> จำนวนของคัมบังค่อยๆ ถูกลดลงทีละน้อยไปเรื่อย ๆ

2.5.2 ชนิดของคัมบัง

2.5.2.1 <u>คัมบังขนส่ง (Transport Kanban)</u> จะใช้บอกเมื่อชิ้นส่วนจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังสายการผลิต หรือระหว่างกระบวนการผลิต มี 2 ประเภท คือ

1. คัมบังผู้จัดส่งวัตถุดิบ (Supplier Kanban) หรือ คัมบังสั่งซื้อชิ้นงาน (Parts-ordering Kanban)

2. คัมบังเบิก (Withdrawal Kanban) หรือ คัมบังภายในโรงงาน (In-factory Kanban) ถูกใช้ระหว่างกระบวนการผลิต ถูกนำมาใช้หลายรูปแบบ ขึ้นกับความต้องการและประเภทของชิ้นส่วน เช่น กล่องคัมบัง รถเข็นคัมบัง

รูปที่ 2.2 กล่องคัมบังเบิก [7]

2.5.2.2 <u>คัมบังการผลิต (Production Kanban)</u> มี 2 ประเภท คือ

1. คัมบังสั่งผลิต (Production-ordering Kanban) ใช้ในกระบวนการที่ไม่ต้องการการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร ระบุว่าจะต้องผลิตอะไรในปริมาณเท่าไร เมื่อคัมบังเบิกสั่งให้ทำการเคลื่อนย้ายจากสายการผลิต คัมบังสั่งผลิตก็เริ่มสั่งให้ผลิตเพิ่มเพื่อทดแทนชิ้นงานที่ขนย้ายออกไป

2. คัมบังสัญญาณ (Signal Kanban) ใช้ในกระบวนการที่มีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร เพื่อส่งสัญญาณให้มีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรตามลำดับคัมบังสั่งผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การประยุกต์ใช้คัมบัง

2.5.3.1 <u>ระยะที่ 1 การกำหนดคัมบัง</u>

สูตรในการหาจำนวนบัตรคัมบัง

1. จำนวนคัมบัง = (ยอดผลิตประจำวัน × (เวลานำ+ระยะปลอดภัย))/ความจุของแท่นรองสินค้า

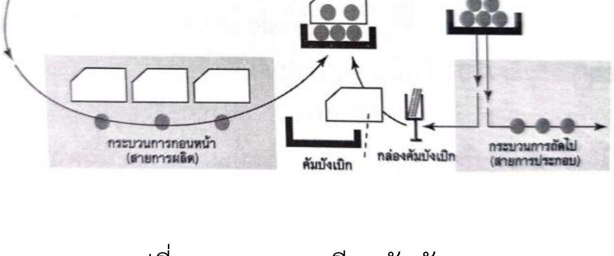
2. ยอดผลิตประจำวันคือ = ยอดผลิตประจำเดือน/จำนวนวันทำงานในหนึ่งเดือน

3. เวลานำ = เวลานำใช้ในการผลิต (เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต + เวลาที่ใช้ในการจัดเก็บ) + เวลา

เพื่อมุ่งสู่จำนวนคัมบังที่น้อยที่สุดต้องทำการปรับปรุงดังนี้ ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องจักรให้สั้นที่สุด ลดเวลานำให้สั้นที่สุด และต้องกำจัดสต็อกสำรองที่ถูกเก็บไว้เพื่อเป็นส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยเพื่อแก้ปัญหาความผันแปรขึ้น-ลงของตลาดและความไม่เสถียรของการผลิตออกไป รอบเวลาการผลิตที่สั้นทำให้สามารถลดจำนวนของคัมบังลงให้น้อยสุดได้ แม้เป็นโรงงานที่ผลิตตามคำสั่งเฉพาะของลูกค้า คัมบังก็ทำหน้าที่เหมือนการควบคุมด้วยสายตาของกระบวนการผลิต

2.5.3.2 <u>ระยะที่ 2 การหมุนเวียนคัมบัง</u>

คัมบังเบิกจะอนุญาตให้สามารถทำการเคลื่อนย้ายชิ้นงานที่ได้ผลิตไว้แล้ว จะมีคนนำชิ้นงานไปและทิ้งคัมบังสั่งผลิต ไว้ในที่จัดเก็บ วิธีในการจัดเก็บคัมบังผลิตที่ดีที่สุดคือเก็บไว้ในกล่องคัมบัง สิ่งที่สามารถเติมได้จากบัตรคันบังคือสิ่งที่ถูกเบิกจากกระบวนการต่างๆ เช่น วัตถุดิบ ชิ้นส่วน ส่วนประกอบย่อย ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป พนักงานจะทำการดึงวัสดุจากกระบวนการก่อนหน้าเมื่อต้องการในการเติมชิ้นส่วน คัมบังเบิกจะบอกปริมาณชิ้นงานที่แน่นอนซึ่งจะถูกบรรจุในพาเลทหรือชุดที่เบิกมา กฎในการหมุนเวียนคัมบังที่สำคัญได้แก่ 1.ทุกพาเลทหรือภาชนะทุกใบต้องมีบัตรคัมบังหนึ่งใบ 2.บัตรคัมบังติดไปกับวัสดุเสมอ 3.เมื่อมีการผลิตในกระบวนการต่อไป คัมบังเบิกถูกนำมาใส่ในกล่องคัมบังเพื่อเป็นสัญญาณความต้องการเติมวัสดุจากกระบวนการต้นทาง



รูปที่ 2.3 การหมุนเวียนคัมบัง [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซูเปอร์มาร์เก็ต (Supermarket) คือ สถานที่ที่จัดเก็บชิ้นงานที่ผลิตแล้ว ส่วนประกอบย่อย และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระบบคัมบัง ซึ่งซูเปอร์มาร์เก็ตหรือคลังจะตั้งอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่ผลิตผลิตภัณฑ์ เพื่อเอาชิ้นงานที่ต้องการ คัมบังเบิกและคัมบังผลิตจะควบคุมกระบวนการนี้เพื่อให้แน่ใจว่ามีชิ้นงานพร้อมหยิบมาใช้เสมอตามความต้องการ แต่ก็จะไม่มีชิ้นงานที่ถูกผลิตเกินกว่าที่ต้องการ แต่บางกรณีประเภทของชิ้นส่วนมีความแตกต่างกันมากเกินไปต้องใช้ระบบเข้าก่อนออกก่อนหรือ FIFO ดังนั้นชิ้นงานจะถูกเบิกตามลำดับการผลิต ซูเปอร์มาร์เก็ตจะช่วยในการถ่ายโอนสินค้าในการผลิต และควบคุมสินค้าคงคลัง

2.5.3.3 <u>ระยะที่ 3 การปรับปรุงกับคัมบัง</u>

คัมบังเป็นศูนย์คือเป้าหมายในอุดมคติ คือ เมื่อกระบวนการปลายทางเบิกชิ้นส่วนระดับสินค้าคงคลังของต้นทางจะเป็นศูนย์ และจะมีการเติมวัสดุที่ถูกเบิกทันที เราสามารถลดจำนวนคัมบังลงทีละใบและระบุปัญหาออกมาจนสามารถเข้าใกล้อุดมคติได้

การฝึกฝนการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเป็นเรื่องสำคัญ สมมติว่าทักษะของพนักงานทุกคนได้รับการปรับปรุงแล้ว ดังนั้น ทุกคนจะทำงานภายใน Takt Time เมื่อลดจำนวนคัมบังลงปัญหาแรกที่เกิดคือเวลาปรับตั้งเครื่องจักร เมื่อจำนวนของคัมบังและจำนวนของสินค้าคงคลังที่ถือไว้ลดต่ำลงจะทำให้ 1.เผยปัญหาตามลำดับความสำคัญของมัน 2.ลดสต็อกสำรอง 3.กระตุ้นให้เกิดกิจกรรมการปรับปรุง 4.ทำให้คุณสามารถปรับการผลิตของคุณ 5.ให้คุณรู้ว่าสิ่งที่คุณทำอยู่เป็นอย่างไร 6.ช่วยคุณคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ถูกต้อง

1. หลักสำคัญของการควบคุม

การควบคุมไม่จำเป็นต้องทำทุกเมื่อถ้าอยู่ในสภาพปกติ สิ่งจำเป็นคือการชี้นำทางสำหรับการไหลปกติและบ่งชี้เมื่อมีความผิดปกติ ใช้การควบคุมด้วยสายตาเพื่อรักษาการไหลของการผลิตอย่างราบเรียบ เริ่มจากคำสั่งซื้อของลูกค้าแล้วย้อนกลับไปยังการจัดซื้อ ของผู้จัดส่งวัตถุดิบ เพื่อจำกัดความผิดปกติซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยปราศจาก การควบคุมด้วยสายตา และเพื่อส่งสัญญาณเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น

2. ขั้นตอนสำคัญในการควบคุมด้วยตา

กำหนดตำแหน่งที่จัดเก็บชิ้นงานและผลิตภัณฑ์ ถูกจัดเก็บระหว่างกระบวนการและทำเครื่องหมายให้ชัดเจน ระบุตำแหน่งการจัดเก็บบนคัมบัง

ให้สัญญาณ Andon (อันดง : หลอดไฟสัญญาณและเสียง เตือน) เมื่อสายการผลิตหยุดเมื่อเกิดชิ้นงานบกพร่อง หรือมีปัญหาใน สายการผลิต และเป็นเสมือนสัญญาณสำหรับการเติมชิ้นงาน

ติดป้ายคัมบังไว้เหนือเซลล์หรือสายการผลิต เพื่อแสดงว่ากำลัง ทำงานอะไรอยู่ แสดงสถานะการเตรียมงาน และอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

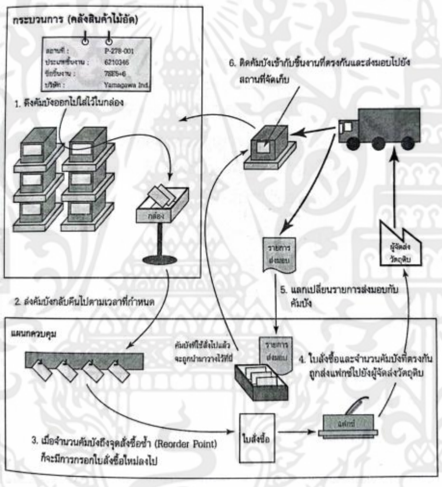
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงป้ายคัมบังให้เห็น ทำให้สามารถรับรู้รอบเวลา วัสดุ ที่มีอยู่ และขั้นตอนการทำงาน ได้ง่ายๆ ด้วยการมองผ่านๆ

นำสัญลักษณ์ที่บ่งชี้ "จุดสั่ง" หรือคัมบังสามเหลี่ยม มาใช้ระบุตำแหน่งจัดเก็บงาน ดังนั้น พนักงานจะรู้ได้เพียงแค่มอง ผ่านๆ ว่าเมื่อไหร่ต้องเติมชิ้นงาน

3. คัมบังและผู้จัดส่งวัตถุดิบ

ระบบคัมบังจะถูกนำไปสู่การออกกฎ จากโรงงานไปยังผู้จัดส่งวัถุดิบในห่วงโซ่ที่ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากความต้องการลูกค้า เมื่อโรงงานได้นำคัมบังมาใช้แล้วจะส่งผลให้การผลิตมากเกินไปจะถูกกำจัดออกไปและวัสดุคงคลังในกระบวนการจะเหลือน้อยต่ำที่สุด และความยืดหยุ่นต่อความเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้าก็จะถูกทำให้สูงสุด



รูปที่ 2.4 คัมบังจัดซื้อจากผู้จัดส่งวัตถุดิบ [7]

2.6 การผลิตแบบเซลลูล่าร์

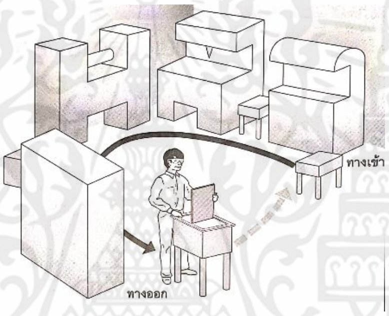
มีช่วงพื้นฐานทั้งหมด 3 ช่วง [8]

ช่วงที่ 1 การทำความเข้าใจในสภาวะปัจจุบันเป็นการการกำหนดมาตรฐานให้แก่ทีมงาน ทีมงานจะต้องเก็บรวบรวมข้อมูล เช่นแผนผังและการไหลของกระบวนการในปัจจุบัน ต่อมาจึงทำการจับเวลาของกระบวนการ โดยบันทึกเวลาของขั้นตอนต่างๆในรอบการผลิตหนึ่งของเครื่องจักรในกระบวนการแต่ละตัว เพื่อใช้ในการหาเวลานำ ขั้นตอนสุดท้ายของช่วงนี้คือ การจัดทำแผ่นงานเชื่อมโยงการทำงานที่เป็นมาตรฐานของจุดปฏิบัติการในแต่ละจุด แผ่นงานนี้จะแสดงความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ในการทำงานของพนักงานและการทำงานของเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงที่ 2 การเปลี่ยนแปลงไปเป็นการวางผังตาม “กระบวนการผลิต” เริ่มต้นด้วยประเมินวิธีที่จะปรับปรุงองค์ประกอบพื้นฐานทั้ง 4 อย่างของการผลิตหรือ 4M คือ วิธีการ (Method) เครื่องจักร (Machine) วัสดุ (Material) และคน (Man) โดยยึดวิธีการและลำดับการทำงานปัจจุบัน ทีมงานจะต้องพิจารณาวิธีการใหม่ๆที่จะสามารถส่งเสริมการไหลให้ดีขึ้นและทำให้เวลานำของกระบวนการสั้นลง ทีมงานจะต้องกำหนดปริมาณวัสดุและชิ้นงาน WIP ที่ต้องการใช้ในการควบคุมเซลล์ และต้องพิจารณาจำนวนพนักงานที่จะนำไปใช้ในการควบคุมเซลล์และพิจารณาว่าพวกเขาน่าจะต้องได้รับการฝึกอบรมเกี่ยวกับอะไรบ้างในการควบคุมเครื่องจักรหลายเครื่อง และต้องออกแบบผังใหม่ โดยในแผนผังนี้ต้องวางเครื่องจักรตามลำดับการผลิต เพื่อให้มีชิ้นงาน WIP น้อยที่สุด และปกติจะอยู่ในเซลล์รูปตัว U หรือตัว C และสุดท้ายทีมงานต้องคอยสังเกตดูว่ามันใช้การได้ดีแค่ไหน



รูปที่ 2.5 การวางผังในเซลล์รูปตัวยู [8]

ช่วงที่ 3 การปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่อง จะเริ่มต้นเมื่อผังใหม่เริ่มเข้าที่เข้าทางแล้ว แม้ว่าการจัดเรียงแบบใหม่นี้ทำให้เวลานำสั้นลงได้อย่างรวดเร็วจนน่าทึ่ง กระบวนการส่วนใหญ่ก็ยังจะสามารถถูกปรับปรุง ได้มากขึ้นไปอีก เป้าหมายของการปรับปรุงจะรวมถึง รอบเวลาในการผลิตยาวนาน ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรยาวนาน การเกิดเหตุขัดข้องของอุปกรณ์ ในการผลิตแบบเซลลูล่าร์ ถือเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องทำให้เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตนั้นสั้นลง โดยเฉพาะจุดที่เป็นคอขวด ทีมปรับปรุงต้องอย่าลืมดูปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง

2.7 การจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดเรียงเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์การผลิต และการจัดสรรพนักงานในการผลิตตามลำดับของกระบวนการผลิตของสินค้า วิธีนี้เหมาะสำหรับกระบวนการผลิตที่สินค้ามีความหลากหลายน้อยและจำนวนมาก ขั้นตอนแรกของการจัดสมดุลการผลิตคือการกำหนดงานย่อยของกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการผลิตและกำหนดลำดับก่อนหลังของกระบวนการย่อยในขั้นตอนการผลิต โดยงานย่อยคือ งาน กิจกรรม หรือขั้นตอนการผลิตที่ต้องใช้พนักงานหรือเครื่องจักรในการจัดทำ โดยทั่วไปพนักงานแต่ละคนสามารถทำงานได้มากกว่า 1 งานย่อย

เป้าหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตคือ การจัดสรรหรือจัดกลุ่มงานย่อยต่างๆเข้าไปในแต่ละสถานีงาน (Workstation) เพื่อให้การเคลื่อนที่ของชิ้นงานมีความต่อเนื่องและรวดเร็วที่สุด หรือจัดให้แต่ละสถานีงานมีเวลารวมของงานย่อยต่างๆให้เท่ากันหรือมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด สถานีงานคือพื้นที่การผลิตหรือตำแหน่งของเครื่องจักรในสายการผลิตที่ต้องมีพนักงานอย่างน้อย 1 คน หรือมีเครื่องจักรอย่างน้อย 1 ตัว [9]

2.8 ระบบการผลิตแบบดึง

การผลิตแบบดึง (Pull system) มี 2 มุมมอง ได้แก่ มุมมองในการผลิต หมายถึง การผลิตชิ้นงานตามปริมาณความต้องการหรือการบริโภคของลูกค้าเท่านั้น และมุมมองในการควบคุมวัสดุ หมายถึงการเบิกสินค้าคงคลังตามปริมาณความต้องการของจุดปฏิบัติการที่เป็นผู้ใช้เท่านั้น การผลิตแบบดึงเป็นการกำจัดความสูญเปล่าที่เป็นผลมาจากระบบผลักซึ่งเป็นระบบการผลิตแบบดั้งเดิมที่วัสดุจะถูกเคลื่อนย้ายจากจุดปฏิบัติการต้นทางไปยังจุดปฏิบัติการที่อยู่ปลายทางทันทีที่มีวัสดุเข้ามาและยึดตามการพยากรณ์ปริมาณความต้องการของลูกค้า (Forecast Demand) หรือที่เรียกว่าการผลิตแบบ “ผู้ผลิตเป็นผู้กำหนด” ซึ่งส่งผลให้เกิดการผลิตมากเกินไป (Over-production) เกิดปัญหาคอขวดของกระบวนการ (Bottleneck) เกิดขึ้นในกรณีที่กระบวนการปลายทางไม่สามารถผลิตได้ทันกระบวนการที่อยู่ต้นทาง หรืออาจเกิดการส่งมอบล่าช้า ส่งผลให้ระบบการผลิตแบบผลักมีการผลิตสินค้าคงคลังมาเก็บไว้ในคลังสินค้าและบริเวณทุกๆ จุดเชื่อมต่อกระบวนการสำคัญๆ ส่วนในระบบการผลิตแบบดึงลูกค้าคือคนปล่อยสัญญาณให้เกิดการผลิตและการเบิกวัสดุ โดยระบบการผลิตแบบดึงจะเริ่มจากลูกค้าภายนอก (External Customer) มีการส่งสัญญาณแบบ “ย้อนหลัง” กลับผ่านไปตามกระบวนการผลิต โดยลูกค้าที่อยู่ปลายทางหรือลูกค้าภายใน (External Customer) ซึ่งวิธีนี้เรียกว่าการผลิต “ลูกค้าเป็นผู้กำหนด”

ระบบการผลิตแบบดึงจะช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อย่างมาก เวลารวมในการผลิต (Lead Time)ลดลง ส่งผลให้สามารถจัดส่งสินค้าได้รวดเร็วมากขึ้นและจัดส่งสินค้าได้ทันตามก าหนด การใช้แรงงานเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด บ่งชี้ปัญหาที่ต้องการปรับปรุงได้ง่ายขึ้น อีกทั้งช่วยให้การผลิตมากเกินไป (Overproduction) ลดลง ปริมาณงานระหว่างผลิตและสินค้าคงคลังลดลง ส่งผลให้พื้นที่จัดเก็บสินค้าคงคลังลดลง และพนักงานมีการทำงานที่สัมพันธ์กับความต้องการของลูกค้า รวมถึงมีระดับทักษะในการทำงานที่เพิ่มมากขึ้น [9-10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ระบบซุปเปอร์มาเก็ต

ซุปเปอร์มาเก็ต (Supermarket) หมายถึง พื้นที่ที่ผลิตชิ้นส่วน ชิ้นส่วนประกอบ ชิ้นส่วนประกอบย่อย และมีสินค้าสำเร็จรูปถูกจัดเก็บไว้ โดยซุปเปอร์มาเก็ตหรือพื้นที่จัดเก็บนี้จะตั้งอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่ผลิตผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วน เมื่อกระบวนการที่อยู่ปลายทาง (ลูกค้า) เบิกชิ้นส่วนจากกระบวนการต้นทาง (ซุปเปอร์มาเก็ต) กระบวนการที่อยู่ต้นทางจะเติมผลิตภัณฑ์ที่ถูกเบิกไปด้วยการผลิตขึ้นมาอีกจำนวนหนึ่งเท่ากับที่ถูกเบิกไป โดยระบบซุปเปอร์มาเก็ตจะทำงานควบคู่กับคัมบังเบิกและคัมบังการผลิต เพื่อให้มั่นใจได้ว่าเมื่อมีความต้องการของลูกค้าจะมีชิ้นงานที่สามารถหยิบใช้ได้ทันที แต่จะไม่มีการผลิตมากกว่าที่ต้องการ ส่วนใหญ่แล้วซุปเปอร์มาเก็ตจะถูกใช้ในการจัดเก็บชุดชิ้นส่วนประกอบระหว่างขั้นตอนหลักๆ ของกระบวนการ เพื่อลดจำนวนสถานที่ที่คนงานซึ่งอยู่ในกระบวนการปลายทางจะต้องไปเบิกชิ้นส่วนที่ต้องการ และระบบซุปเปอร์มาเก็ต เป็นแนวทางในการควบคุมการขนถ่ายในสายการผลิต ควบคุมสินค้าคงคลังและรักษาระดับสินค้าคงคลังไว้ให้ต่ำที่สุด [9]

2.10 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีนา (Arena Simulation)

โปรแกรมอารีนา เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่ใช้สำหรับการสร้างแบบจำลอง และทำการทดลองจากแบบจำลองที่ได้สร้างไว้ เพื่อศึกษาผลการดำเนินงานในสถานการณ์หลากหลายรูปแบบ และช่วยในการหาแนวทางการแก้ไขและพัฒนาระบบต่างๆ เช่น การหาแนวทางการปรับปรุงรอบระยะเวลาในการดำเนินงาน แนวทางในการจัดสรรทรัพยากร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เป็นต้น นอกจากนี้โปรแกรม Arena ทำความเข้าใจได้ง่าย โปรแกรมไม่ซับซ้อนมาก สะดวกต่อการใช้งาน ทำให้เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้งานในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ [11-12]

2.10.1 นิยามความหมายของคำที่สำคัญในโปรแกรม Arena

1. Entity หมายถึง วัตถุที่กำลังจะถูกผลิต หรือวัตถุที่กำลังจะสร้างการทำงานในระบบ โดยที่ผู้สร้างสนใจให้เคลื่อนที่ไปในระบบแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะในระบบ เช่น ลูกค้าเข้ามาในร้านอาหาร วัตถุเข้ามาในระบบการผลิต เป็นต้น

2. Attributes หมายถึง คุณลักษณะประจำตัวของวัตถุ โดยจะติดอยู่กับ Entity เช่น ประเภทของลูกค้า ประเภทของชิ้นส่วน เวลาที่ใช้ในระบบงาน ซึ่งโปรแกรม Arena สามารถกำหนดชื่อคุณลักษณะ

ประจำตัวให้กับวัตถุโดยอัตโนมัติ ได้แก่

Entity Type คือ ชนิดของ Entity เช่น คน รถยนต์ เป็นต้น โดยจะต้องมีการบ่งชี้อย่างชัดเจน

Entity Picture คือ รูปภาพที่จะถูกแสดงออกมาในรูปของ Animation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Entity Create Time คือ เวลาที่กำหนดลงไปเพื่อนำไปประมวลผลและเก็บข้อมูล

Entity Station คือ เป็นตัวระบุสถานีปัจจุบันที่วัตถุอยู่ หรือถ้าวัตถุกำลังถูกขนถ่ายด้วยอุปกรณ์ลำเลียงจะระบุถึงสถานปลายทางที่วัตถุกำลังจะไปถึง

Entity Sequence คือ ข้อมูลแสดงลำดับของสถานีที่วัตถุถูกกำหนดให้เคลื่อนย้ายไป

Entity Jobs Step คือ ตัวเลขชี้ว่าวัตถุนั้นอยู่สถานีใด อยู่ลำดับไหนในสถานี โดยตัวเลขนี้จะถูกเปลี่ยนเพิ่มขึ้นทีละ 1 อัตโนมัติ เมื่อวัตถุถูกเคลื่อนย้ายไปสถานีถัดไป

3. Variable หมายถึง ชื่อตัวแปรที่วัตถุทุกชนิดสามารถใช้ร่วมกันได้ ค่าของตัวแปรนี้จะเปลี่ยนเมื่อวัตถุผ่านเข้ามาในโมดูลที่ใส่สูตรตัวแปรไว้เพื่อบอกสถานะของระบบ เช่น จำนวนเครื่องจักรที่กำลังทำงาน เป็นต้น

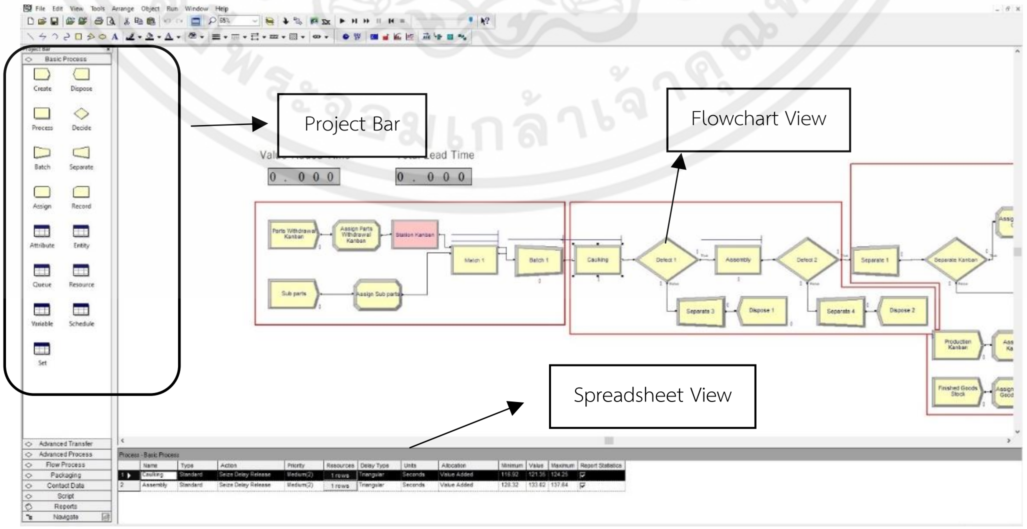
4. Resources หมายถึง ทรัพยากรที่จะใช้ทำกิจกรรมร่วมกับวัตถุ ซึ่งวัตถุจะเรียกใช้ทรัพยากรได้ก็ต่อเมื่อทรัพยากรนั้นว่าง (Seize Resource) และเมื่อทำกิจกรรมเสร็จ วัตถุนั้นจะปล่อยให้ทรัพยากร (Release Resource) นั้นว่าง เพื่อดำเนินกิจกรรมกับวัตถุถัดไป ตัวอย่างทรัพยากร เช่น คน เครื่องจักร เป็นต้น

5. Queues หมายถึง แถวคอยที่วัตถุใช้คอย เนื่องจากทรัพยากรไม่ว่างให้บริการ

6. Event หมายถึง เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะของระบบ เช่น การออกไป หรือการเข้ามาของลูกค้า

2.10.2 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม Arena

ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม Arena ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ Project bar, Flowchart view และ Spreadsheet view แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 หน้าต่างแสดงส่วนประกอบหลักของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 Project bar สำหรับเลือกหน่วยประกอบต่างๆ ที่จะนำมาใช้สร้างแบบจำลอง ซึ่งแต่ละหน่วยประกอบ เรียกว่า โมดูล (Module) โดยหน่วยโมดูลจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. หน่วยโครงสร้าง (Flowchart Module) เป็นหน่วยโมดูลที่ใช้สำหรับจำลองโครงสร้างขั้นตอนการทำงานของระบบ

2. หน่วยตารางจัดการข้อมูล (Spreadsheet Module) เป็นหน่วยโมดูลที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่สามารถนำมาคำนวณได้ หรือประมวลผลในตัวแบบจำลอง

ส่วนที่ 2 Flowchart view เป็นส่วนที่ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงกระบวนการทำงานทั้งหมดของระบบ โดยแสดงการเชื่อมต่อของหน่วยโครงสร้าง (Flowchart Module) นอกจากนี้ยังมีไว้สำหรับสร้างภาพการเคลื่อนไหว (Animation) ให้กับระบบจำลองสถานการณ์อีกด้วย อย่างไรก็ตาม แต่ละโมดูลในโครงสร้าง Flowchart view ยังต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการประมวลผลสำหรับการแสดงสถานะของระบบ เช่น แผนการซ่อมบำรุง ตารางการดำเนินงาน ลักษณะการให้บริการ เป็นต้น โดยข้อมูลเหล่านี้ไม่สามารถกรอกผ่าน Flowchart view ได้ จึงต้องมีหน่วยตารางจัดการข้อมูล (Spreadsheet Module) เพื่อจัดเก็บข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับหน่วยโครงสร้าง Flowchart view

ส่วนที่ 3 Spreadsheet view เป็นส่วนที่แสดงข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสร้างแบบจำลอง เช่น รายชื่อโมดูลทั้งหมดที่อยู่ใน Flowchart view การแจกแจงของข้อมูล เป็นต้น โดยนิยามความหมายของคำที่สำคัญในโปรแกรม ดังนี้

2.10.3 บัญชีชื่อหน่วยโมดูล

บัญชีชื่อหน่วยโมดูล (Arena Modeling Panels) จะปรากฏอยู่ในส่วนของ Project Bar โดยจะ

ประกอบด้วย 3 บัญชี ดังนี้

1. บัญชีแสดงกรรมวิธีพื้นฐาน (Basic Process Panel) คือ บัญชีที่แสดงหน่วยโมดูลพื้นฐานที่ถูกเรียกใช้ย่อยๆ สำหรับสร้างแบบจำลองสถานการณ์พื้นฐาน

2. บัญชีแสดงกรรมวิธีก้าวหน้า (Advanced Process Panel) คือ บัญชีที่แสดงหน่วยโมดูลที่มีความสามารถของหน่วยโครงสร้างละเอียดกว่าโมดูลพื้นฐาน ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองที่มีกิจกรรมเฉพาะด้านหรือมีสถานการณ์ที่มีลักษณะกิจกรรมละเอียดมากขึ้น

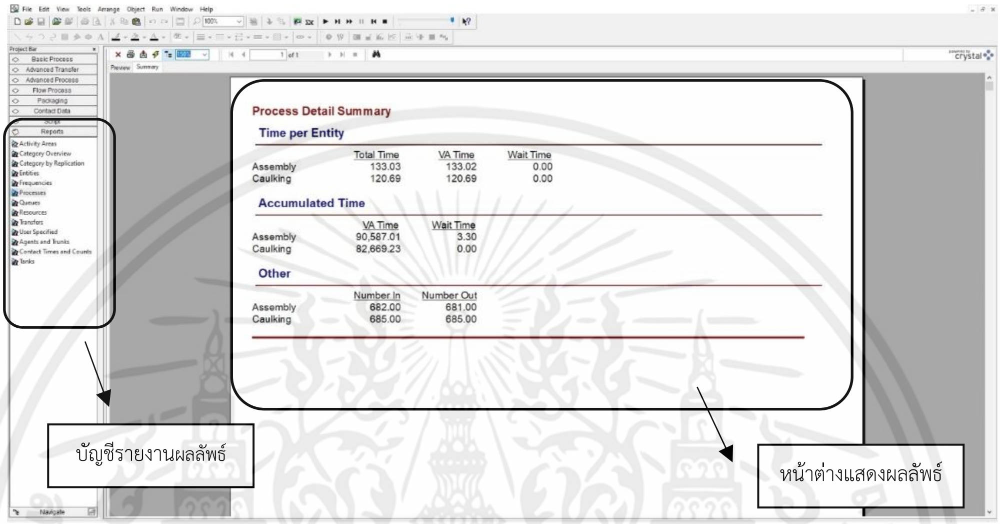
3. บัญชีแสดงกรรมวิธีขนถ่าย (Advanced Transfer Panel) คือ บัญชีที่แสดงหน่วยโมดูลที่ใช้สำหรับการขนย้ายวัตถุที่สนใจ (Entity) ด้วยอุปกรณ์ลำเลียง โดยอุปกรณ์ลำเลียงที่ใช้ในการขนย้ายจะประกอบด้วยอุปกรณ์สายพาน (Conveyor System) ทรัพยากรขนถ่าย (Resource System) และอุปกรณ์รถขนถ่าย (Transportation System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.4 บัญชีรายงานผลลัพธ์

โปรแกรม Arena จะปรากฏรายงานผลลัพธ์ทางสถิติ (Reports) ที่ผู้สร้างได้เลือกไว้หลังจากเสร็จสิ้นการรันผล ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.7 แสดงรายงานผลแบ่งตามประเภททางสถิติ เช่น เมื่อต้องการอ่านรายงานผลเกี่ยวกับกระบวนการให้คลิกที่ Processes ณ บัญชีรายงานผลลัพธ์ (Reports)



รูปที่ 2.7 แสดงรายงานผล

โดยประเภทของบัญชีรายงานผลลัพธ์แบ่งตามประเภททางสถิติที่นิยมใช้ ได้แก่

1. รายงานวัตถุ (Entity Report) คือ รายงานค่าทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับวัตถุ (Entity) ซึ่งประกอบด้วย

Value-Add Time (VA Time) คือ มูลค่าเพิ่มเวลาเฉลี่ยต่อวัตถุ ซึ่งเกิดจากเวลาที่วัตถุทำกิจกรรมที่เกิดมูลค่าเพิ่ม (Value Added) เช่น กำหนดให้เวลาในการทำกิจกรรมในโมดูล Process เป็นเวลาที่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ดังนั้นเวลาในโมดูล Process จะถูกนำมารวมเพื่อหาค่าเฉลี่ยในส่วนของ Value Add Time

Non-Value Add Time (NVA Time) คือ มูลค่าไม่เพิ่มเวลาเฉลี่ยต่อวัตถุ ซึ่งเกิดจากเวลาวัตถุทำกิจกรรมที่ไม่เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non-Value Added) เช่น กำหนดให้เวลาในการทำกิจกรรมในโมดูล Process เป็นเวลาที่ทำให้ไม่เกิดมูลค่าเพิ่ม ดังนั้นเวลาในโมดูล Process จะถูกนำมารวมเพื่อหาค่าเฉลี่ยในส่วนของ NVA Time

Waiting time คือ เวลารอคอยรวมโดยเฉลี่ยต่อวัตถุ เกิดจากการที่วัตถุรอคอยก่อนเข้าระบบของหน่วยงานต่างๆ และเกิดจากเวลาที่วัตถุทำกิจกรรมอันทำให้เกิดการรอคอย (Waiting)

Total Time คือ เวลารวมทั้งหมดโดยเฉลี่ยต่อวัตถุที่อยู่ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Number In คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดที่เข้ามาในระบบ

Number Out คือ จำนวนวัตถุทั้งหมดที่ออกจากระบบ

WIP คือ จำนวนวัตถุเฉลี่ยที่อยู่ในระบบ

Half Width คือ ช่วงความกว้างระหว่างจุดกึ่งกลาง โดยจะปรากฏ Half Width ในกรณีที่จำนวนรอบการทำซ้ำตั้งแต่ 2 รอบขึ้นไป เป็นค่าที่บ่งบอกถึงช่วงความเชื่อมั่นของข้อมูลต่างๆ ในระบบที่ได้จากการประมวลผล ซึ่งการกำหนดจำนวนรอบในการทำซ้ำจะส่งผลต่อความแปรปรวนของผลลัพธ์ โดยผลของ Half Width จะระบุค่าออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ได้แก่ Insufficient คือการบอกว่า ข้อมูลมีไม่เพียงพอที่จะคำนวณค่า Half Width และอีกค่าที่ระบุออกมาคือ Value โดยเมื่อมีข้อมูลเพียงพอจะสามารถคำนวณค่า Half Width แต่ข้อมูลนี้ไม่ได้บ่งบอกว่า ข้อมูลนั้นเพียงพอต่อการนำไปวิเคราะห์ผลลัพธ์ เพราะถ้าจำนวนรอบการทำซ้ำมากขึ้น ก็จะส่งผลให้ค่า Value มีค่าน้อยลง ซึ่งทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

2. รายงานแถวคอย (Queue Report) คือ รายงานค่าทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดำเนินงานที่มีการรอคอย ซึ่งประกอบด้วย

Waiting Time คือ เวลารอคอยเฉลี่ยต่อวัตถุของแต่ละหน่วยโมดูล ที่ทำให้เกิดการรอคอยก่อนเข้าหน่วยโมดูล ซึ่งผลลัพธ์จะแยกออกมาเป็นหน่วยเวลาในแต่ละโมดูล

Number of Waiting คือ จำนวนวัตถุเฉลี่ยที่รอคอยก่อนเข้าหน่วยโมดูลในแต่ละหน่วยโมดูล ซึ่งจะมีผลลัพธ์เป็นจำนวนวัตถุแยกออกมาในแต่ละโมดูล

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปรับปรุงสายการผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์ด้วยปรัชญาแบบลีนโดยลดการทำกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า การปรับเวลาเครื่องจักรให้เหมาะสม การปรับสมดุลของสายการผลิต การลดจำนวนเครื่องจักรให้เหมาะสมกับงาน ระบุจุดที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขในสายการผลิตผลการศึกษาพบว่าสามารถลดต้นทุนของโรงงานการผลิตได้ถึง 2,159,000 ยูโร คิดเป็น 10% ของการลงทุนทั้งหมดของโครงการนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อยอดกับสายการผลิตที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังทำให้สถานีงานแต่ละสถานีงานใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพจึงส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้ดียิ่งขึ้น [13]

การวิเคราะห์คังบันและแผนที่สายธารคุณค่าในการจำลองกรณีศึกษาโรงงานผลิตพลาสติกมีการเน้นเทคนิคของลีน 3 เทคนิคได้แก่ ระบบการผลิตแบบคังบัน การลดเวลาตั้งค่าของเครื่องจักร การบำรุงรักษาการผลิตทั้งหมด มีการใช้แผนที่สายธารคุณค่า เพื่อศึกษากระบวนการทั้งหมดในการผลิต และมีการจำลองด้วยโปรแกรม ANOVA เพื่อให้เห็นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดเวลารอคอยสินค้าจาก 244

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมงเหลือเพียง 4 ชั่วโมง ซึ่งลดลงเกือบ 98% และยังลดสินค้าคงคลังลงจาก 65,900 ชิ้นเป็น 14,491 ชิ้น เป็นการลดลงถึง 77% [14]

การปรับปรุงกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศโดยใช้ VSM ใช้ VSM ในการวิเคราะห์กระบวนการ และทำการปรับปรุงด้วยไคเซน และหลักการ ECRS เป็นพื้นฐานการผสมผสานกันระหว่างระบบลีน และการผลิตแบบโตโยต้า ให้พนักงานมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น นำแนวคิดเครื่องมือการปรับปรุงด้วยวิธีการควบคุมด้วยสายตา และใช้การจัดการ 5ส เป็นเครื่องมือที่ใช้ควบคู่กันไป มีการกำหนดมาตรฐานในการทำงานเพื่อนำไปใช้ต่อ ผลจากการศึกษาพบว่างานระหว่างผลิตลดลง 22.16% ลดเวลานำในการผลิตได้ 24.78% ลดเวลานำของสินค้าลง 23.26% ลดของเสียและทำให้ผลิตภาพเพิ่มขึ้น 4.30 % นอกจากนี้ยังทำให้สินค้าคงคลังลดลง 22% ในอนาคตสามารถขยายให้เกิดการปรับปรุงในหน่วยงานอื่นทั่วทั้งองค์กรได้ [15]

การวิเคราะห์ VSM กรณีศึกษาบริษัทเครื่องสูบน้ำของอินเดียโดยจะสังเกตขั้นตอนการผลิตเครื่องสูบน้ำและสังเกตเวลาที่ใช้ในการผลิตจากนั้นวาดแผนภาพสถานะการณ์ปัจจุบันแล้วทำการวิเคราะห์ว่าจะปรับปรุงส่วนไหนได้จากนั้นวาดแผนภาพในอนาคต ต่อมาให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คนประเมินว่าสามารถนำแผนภาพในอนาคตไปใช้ได้หรือไม่ นอกจากนี้ยังพิจารณาถึงการวางแผนผัง ผลจาการศึกษาพบว่าหลังจากการจัดวางแผนผังใหม่สามารถลดระยะทางได้ 300 ฟุต และตอนแรกเวลาการผลิตของกระบวนการผลิตแทบทุกระบวนการจะเกินเวลาการผลิต คือ 420 วินาที หลังการปรับปรุงเวลาการผลิตของทุกกระบวนการจะไม่เกิน 420 วินาที [16]

การศึกษากระบวนการผลิตโคมไฟหน้ารถยนต์โดยใช้ผังงานสายธารแห่งคุณค่าคุณค่าและแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เลียนแบบการทำงานของสายการผลิตจริงช่วยให้มองเห็นภาพการเคลื่อนที่ของทรัพยากรที่เกิดขึ้นในกระบวนการ มีการใช้ระบบการผลิตแบบดึง ระบบคัมบัง ระบบซุปเปอร์มาเก็ต และระบบการผลิตแบบทีละชิ้นมาปรับใช้ในกระบวนการ ผลจากการศึกษาพบว่าสามารถลดสินค้าคงคลังลงได้ 93.87 % ลดระยะเวลานำได้ 86.15 % ลดระยะเวลารอคอยได้ 86.44 % อีกทั้งค่าที่ได้การจำลองใกล้เคียงกับค่าที่ได้จาการลงพื้นที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ [17]

การทำแผนที่สายธารคุณค่าสำหรับการดำเนินการผลิตแบบลีนกรณีศึกษาของบริษัทผลิตสไลด์ที่ใช้ควบคู่กับ Rack System ที่เรียกว่า Rack Mount โดยมีการใช้โปรแกรม ARENA มาใช้ร่วมกันกับ VSM และสร้าง VSM ของแต่ละกระบวนการที่ศึกษาอย่างละเอียด มีการจัดสถานที่ในการทำงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน และจัดการเคลื่อนไหวที่สูญเปล่าในการทำงาน ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดเวลานำ (Lead Time) ได้ถึง 50% ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น บริษัทนี้ยังมีความเห็นว่า VSM เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์สถานการณ์ผลิตปัจจุบันของบริษัท และชี้ให้เห็นจุดที่ต้องได้รับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ไข หลังจากทำ VSM สังเกตุเห็นว่าการรวบรวมข้อมูลการผลิตและการไหลของผลิตภัณฑ์เกี่ยวข้องกับระยะเวลารอคอยของสินค้า [18]

การปรับปรุงสายการผลิตโครงเบาะรองนั่งเป็นชิ้นส่วนเพื่อประกอบของรถจักรยานยนต์ Honda โดยใช้การจำลองสถานการณ์ระบบด้วยโปรแกรม ARENA และทำการวิเคราะห์ความสูญเปล่าโดยใช้ VSM มีการคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการปรับปรุงแบบจำลองที่คิดขึ้นมาว่าคุ้มค่าที่จะทำการปรับปรุงหรือไม่ โดยค่าใช้จ่ายที่ต้องคำนวณได้แก่ การเพิ่มเครื่องจักร 1 เครื่อง ค่าบำรุงรักษา ค่าไฟฟ้า ค่าเพิ่มสถานีงาน ค่าทำงานแต่ละกะของคนงาน ผลจากการศึกษาพบว่าจำนวนชิ้นงานที่ผลิตเพิ่มขึ้น 74% เวลารอคอยลดลง 38.75% และแบบจำลองที่คิดขึ้นมาคุ้มค่ากับการลงทุนปรับปรุง [19]

การจำลองระบบการผลิตแบบดึงโดยใช้โปรแกรมอารีนาซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์ เพื่อทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการพัฒนาการจำลองการผลิตแบบดึงรูปแบบต่างๆเพื่อนำไปประยุกต์ ผลการศึกษาพบว่า ระบบการผลิตแบบดึงโดยใช้คัมบังสามารถลดระยะเวลาในการพัฒนาโมเดลของระบบการผลิตแบบดึงได้เป็นอย่างมากจึงสามารถนำแบบจำลองดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิผลได้อย่างรวดเร็ว เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี สามารถประหยัดเวลาในการ Runtime ได้ 33 - 50% [20]

การะประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนและผังคุณค่าโดยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ในการผลิตยานยนต์ สินค้าหลักของบริษัทนี้คือ ยางรถยนต์โดยใช้เทคนิคของลีน 3 อย่างในการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้แก่ การผลิตแบบไหลทีละชิ้นหรือการไหลอย่างต่อเนื่อง การบำรุงรักษาแบบทุกคนมีส่วนร่วมและการลดเวลาปรับตั้งเครื่องจักร ผลการศึกษาพบว่า สามารถลดเวลาการผลิตลงได้ 21.42% และการผลิตที่ซับซ้อนส่วนใหญ่จะใช้การจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยให้เห็นภาพรวมของกระบวนการผลิตมากขึ้นซึ่งการผลิตยางรถยนต์ก็เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนจึงต้องใช้การจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วย [21]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร (Pantograph Jack) ภายในบริษัทแห่งหนึ่ง ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมยานยนต์ขนาดใหญ่ โดยมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

3.1 การสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

3.2 การสร้างแบบจำลองของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

3.1 การสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

ในการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน มีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ศึกษากระบวนการผลิต

บริษัท ก. เป็นหนึ่งในบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนประเภทต่างๆ ให้กับบริษัทรถยนต์หลากหลายยี่ห้อ โดยคณะผู้จัดทำได้ทำการสอบถามฝ่ายการผลิตของแผนกหนึ่งภายในบริษัทถึงปัญหาการผลิตที่พบ พบว่าผลิตภัณฑ์ Jack Sub Assy Pantograph หรือแม่แรงยกรถแบบกรรไกร มีจำนวนคำสั่งซื้อที่ไม่แน่นอน ทำให้เกิดปัญหาการว่างงานของพนักงานในวันที่มีจำนวนคำสั่งซื้อต่ำ และเกิดคอขวดในกระบวนการ ส่งผลให้มีจำนวนสินค้าคงคลังและจำนวนชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิตมาก คณะผู้จัดจึงได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำของสายธารคุณค่าเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยข้อมูลที่ได้มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1.1 <u>ฝ่ายควบคุมการผลิต</u>

แม่แรงยกรถแบบกรรไกร ประกอบด้วยชิ้นส่วนย่อยทั้งหมด 12 ชิ้น ซึ่งรับมาจากผู้ผลิตชิ้นส่วน (Suppliers) 5 แห่ง ได้แก่ ผู้ผลิตชิ้นส่วน A, B, C, D และ E โดยมีรายละเอียดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ชิ้นส่วนย่อยและผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อย

<table>
<tr><th>ผู้ผลิต</th><th>ชิ้นส่วนย่อย</th><th>จำนวน/ชิ้น</th><th>ผู้ผลิต</th><th>ชิ้นส่วนย่อย</th><th>จำนวน/ชิ้น</th></tr>
<tr><td rowspan="5">A</td><td>Arm Upper</td><td>2</td><td rowspan="2">C</td><td>Metal Screw</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Arm Lower</td><td>2</td><td>Nut Screw</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Gear Inner Lower</td><td>2</td><td rowspan="2">D</td><td>Screw Assy</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Top Holder Body</td><td>1</td><td>Bearing Assy</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Seat</td><td>1</td><td rowspan="2">E</td><td>Top Holder Pin</td><td>2</td></tr>
<tr><td>B</td><td>Sticker</td><td>1</td><td>Seat Pin</td><td>2</td></tr>
</table>

จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการจะมาจากการพยากรณ์จำนวนสินค้าล่วงหน้า 3 เดือน และจะส่งข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์นั้นให้กับฝ่ายควบคุมการผลิต ฝ่ายควบคุมการผลิตจะทำการสั่งซื้อชิ้นส่วนย่อยตามจำนวนที่ลูกค้าได้พยากรณ์ล่วงหน้าไว้ 7 วัน ด้วยการส่งคัมบังแสดงจำนวนความต้องการชิ้นส่วนต่างๆ ไปยังผู้ผลิตทั้ง 5 แห่ง เมื่อถึงวันก่อนวันผลิตจริง ลูกค้าจะทำการยืนยันจำนวนคำสั่งซื้ออีกครั้งก่อนที่จะทำการผลิตจริง ผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อยจะนำชิ้นส่วนมาส่งที่จุดรับสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เมื่อทำการผลิตจนชิ้นส่วนย่อยใกล้หมดแล้ว จะทำการสั่งซื้อส่วนย่อยก่อนครบรอบสัปดาห์ 3 วัน

ตารางที่ 3.2 สรุปจำนวนคำสั่งซื้อจากลูกค้า 6 เดือน

เดือนที่	จำนวนคำสั่งซื้อ (ชิ้น)	จำนวนวันทำงาน (วัน)	จำนวนผลิตเฉลี่ย (ชิ้น/วัน)
1	3610	26	138.85
2	3320	26	127.69
3	2965	20	148.25
4	2450	20	122.50
5	2760	20	138.00
6	3415	24	142.29

เมื่อผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกรเสร็จสิ้นแล้ว จะทำการจัดส่งไปยังสถานที่จัดเก็บสินค้า (Staging) โดยมีจัดเก็บสินค้าคงคลังกันชน (Safety Stock) เมื่อถึงเวลาจัดส่ง จะถูกไปวางที่จุดจัดส่งสินค้าขาออก (Shipping Dock) ภายในอาคาร เพื่อรอรถบรรทุกมารับไปส่งที่ศูนย์กระจายสินค้ากลาง ก่อนจัดส่งไปถึงลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

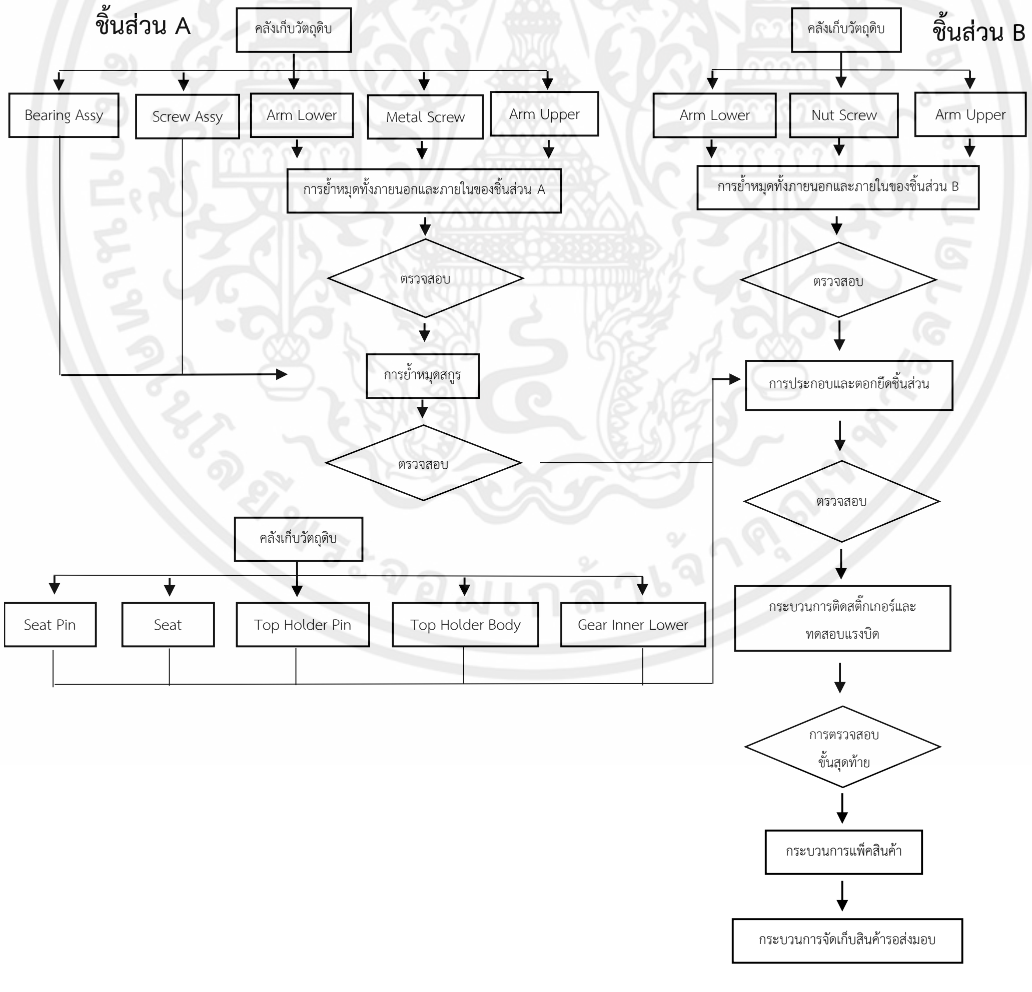
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 การประกอบชิ้นส่วน

ในการประกอบชิ้นส่วนแม่แรงยกรถแบบกรรไกร มีกระบวนการทั้งหมด 10 กระบวนการ ตามลำดับขั้นตอนในรูปที่ 3.1 โดยมีการจัดสถานีงานออกเป็น 5 สถานี และใช้พนักงานทั้งหมด 4 คน มีรายละเอียดผังสถานที่ปฏิบัติงานดังรูปที่ 3.2 และระยะเวลาของแต่ละสถานีงานดังรูปที่ 3.3

สถานีที่ 1 การย้ำหมุดนอกและในชิ้นส่วน A

สถานีนี้ใช้ผู้พนักงาน 1 คน โดยจะทำการประกอบด้วยการนำ Arm Lower, Arm Upper และ Metal Screw วางลงในแท่นจับ เมื่อทำการกดปุ่มเครื่องจักรด้วยมือทั้ง 2 ข้าง เครื่องจักรย้ำหมุดที่ Metal Screw 8 จุด ทั้ง 2 ด้าน หลังจากนั้นจึงหยิบชิ้นงานออกจากแท่นจับและนำไปวางในแท่นจับที่โต๊ะย้ำหมุดใน เมื่อกดปุ่มด้วยมือทั้ง 2 ข้าง เครื่องจักรจะทำการย้ำหมุดภายใน 4 จุด เมื่อเสร็จแล้วจะทำการหมุน Metal Screw ครึ่งรอบและวางกลับเข้าไปในแท่นจับเหมือนขั้นตอนก่อนหน้านี้ กดปุ่มด้วยมือทั้ง 2 ข้าง เครื่องจักรจะทำการย้ำหมุดภายในอีก 4 จุด รวมทั้งสิ้น 8 จุด ก่อนหยิบชิ้นงานออกจากแท่นจับและส่งไปสถานีต่อไป



รูปที่ 3.1 แผนภูมิกระบวนการทำงาน (Operation Process Chart) ของกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สถานีที่ 2</u> การย้ำหมุดนอกและในชิ้นส่วน B

สถานีนี้ใช้พนักงาน 1 คน โดยจะทำการประกอบด้วยการนำ Arm Lower, Arm Upper และ Nut Screw วางลงในแท่นจับ เมื่อทำการกดปุ่มเครื่องจักรด้วยมือทั้ง 2 ข้าง เครื่องจักรย้ำหมุดที่ Nut Screw 8 จุด ทั้ง 2 ด้าน หลังจากนั้นจึงหยิบชิ้นงานออกจากแท่นจับและนำไปวางในแท่นจับที่โต๊ะย้ำหมุดใน เมื่อกดปุ่มด้วยมือทั้ง 2 ข้าง เครื่องจักรจะทำการย้ำหมุดภายใน 4 จุด เมื่อเสร็จแล้วจะทำการหมุน Nut Screw ครึ่งรอบและวางกลับเข้าไปในแท่นจับเหมือนขั้นตอนก่อนหน้านี้ กดปุ่มด้วยมือทั้ง 2 ข้าง เครื่องจักรจะทำการย้ำหมุดภายในอีก 4 จุด รวมทั้งสิ้น 8 จุด ก่อนหยิบชิ้นงานออกจากแท่นจับและส่งไปสถานีต่อไป

<u>สถานีที่ 3</u> การย้ำหมุดสกรู

สถานีนี้ใช้พนักงานเดียวกับสถานีที่ 1 ทำการประกอบชิ้นส่วน A กับ Gear Inner Lower, Bearing Assy และ Screw Assy เข้าด้วยกัน นำไปวางในแท่นจับ และทำการกดปุ่มเครื่องจักรด้วยมือทั้ง 2 ข้าง เครื่องจักรจะทำการย้ำหมุดที่ Screw Assy 8 จุด หลังจากนั้นทำการหยิบชิ้นส่วน B มาประกอบกับชิ้นส่วน A และทำการหมุน Screw Assy ให้แน่น ก่อนส่งไปสถานีถัดไป

<u>สถานีที่ 4</u> การประกอบและตอกยึดชิ้นส่วน

สถานีนี้ใช้พนักงาน 1 คน โดยจะนำ Top Holder Body และนำชิ้นงานที่ประกอบไว้แล้วจากขั้นตอนก่อนหน้า วางชิ้นงานทั้งสองไว้บนแท่นจับ ต่อมานำ Top Holder Pin มาเสียบเข้ารูตำแหน่งชิ้นงาน เมื่อทำเสร็จแล้วต่อมาจะนำ Seat มาวางไว้บนแท่นจับ แล้วจึงนำ Seat Pin มาเสียบเข้ารูตำแหน่ง Screw หยิบชิ้นงานออกจากแท่นจับและนำชิ้นงานที่ประกอบเสร็จจากขั้นตอนก่อนหน้าวางลงบนแท่นจับของการตอกยึด ต่อมาทำการกดปุ่มเพื่อทำการตอกให้เนื้อโลหะประสานกัน ทั้ง 4 ตำแหน่ง เมื่อทำเสร็จแล้วให้นำแปรงลวดทองเหลืองมาขัดทำความสะอาด เอาเศษเสี้ยนออกแล้วส่งต่อไปยังขั้นตอนต่อไป

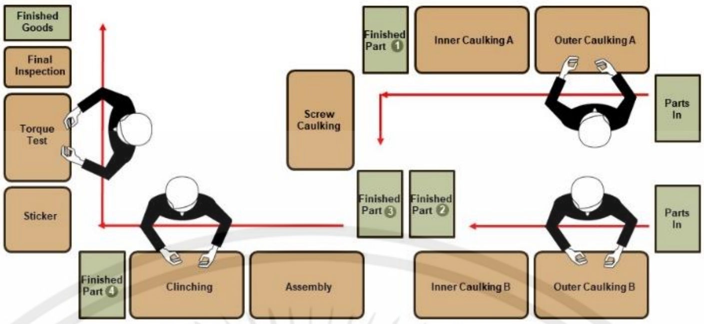
<u>สถานีที่ 5</u> การติดสติ๊กเกอร์และตรวจสอบคุณภาพ

สถานีนี้ใช้พนักงาน 1 คน โดยจะนำชิ้นงานไปใส่ในแท่นจับเพื่อทดสอบแรงบิด (Torque Test) ขณะที่เครื่องทำการทดสอบ จะต้องรอให้ชิ้นงานยกขึ้นจนสุดและพนักงานจะทาจาระบีที่แกน Screw Assy ในเวลาเดียวกันจากนั้นเครื่องก็จะขัน Screw Assy ให้ชิ้นงานพับลงจนสุด พนักงานก็จะหยิบชิ้นงานออกจากแท่นจับแล้วทำการตรวจสอบก่อนจะนำไปติดสติ๊กเกอร์ จากนั้นจะหยิบชิ้นงานใส่ในแท่นจับที่ติดสติ๊กเกอร์ ข้อควรระวังคือ หัว Screw Assy ต้องอยู่ด้านขวามือเท่านั้นเมื่อพนักงานหันหน้าเข้าหาเครื่อง โดยที่สติ๊กเกอร์สั้นติดฝั่งขวาห่างจากขอบ Top Holder Body 52 มิลลิเมตร และสติ๊กเกอร์ยาวติดฝั่งซ้ายห่างจากขอบ Top Holder Body 3 มิลลิเมตร จากนั้นพนักงานจะหยิบชิ้นงานออกจากแท่นจับและตรวจสอบชิ้นงานด้วยสายตาตรวจดู

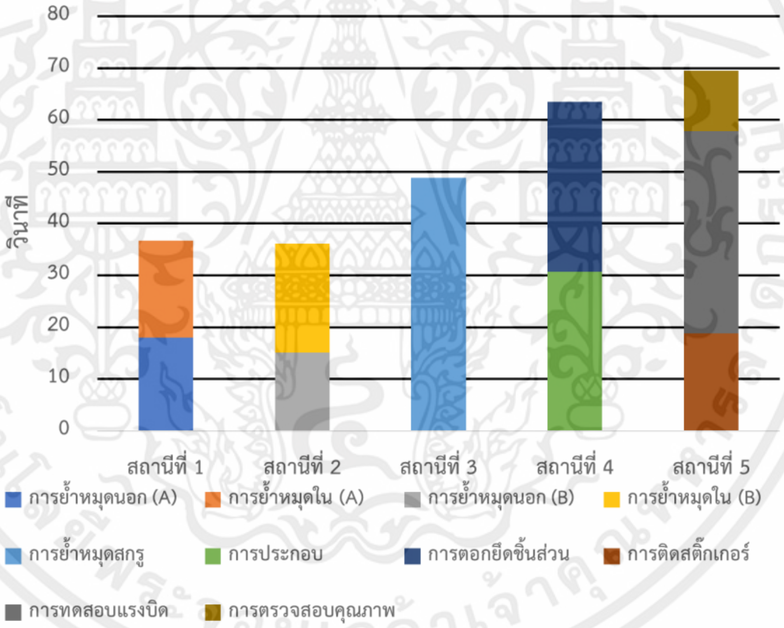
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเรียบร้อย สติ๊กเกอร์ต้องติดแน่นกับชิ้นงานก่อนที่แล้วจะทำขีดสัญลักษณ์ลงบนชิ้นงานด้วยดินสอเทียนสีขาว ก่อนบรรจุลงกล่องเมื่อทำชิ้นงานครบ 5 ชิ้น



รูปที่ 3.2 ผังสถานที่ปฏิบัติงานของการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร



รูปที่ 3.3 แผนภูมิแท่งแสดงเวลาของแต่ละสถานีงาน

3.1.2 การเก็บข้อมูลการผลิต

ในการศึกษากระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร คณะผู้จัดทำได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตด้วยการลงพื้นที่จริง ประกอบกับการสอบถามและขอข้อมูลเอกสาร ได้แก่ จำนวนคำสั่งซื้อในอดีตและคำสั่งซื้อล่วงหน้าจากลูกค้า, การสั่งซื้อชิ้นส่วนย่อยจากผู้ผลิต, เอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standard Operation Procedure; SOP), รายละเอียดกระบวนการการควบคุมคุณภาพการผลิต และเอกสารสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพการผลิตในอดีต เมื่อนำข้อมูลการผลิตที่ได้ทำการรวบรวมมาสรุป สามารถจัดกลุ่มข้อมูลได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

3.1.2.1 <u>ข้อมูลความต้องการของลูกค้า</u>

1. ปริมาณคำสั่งซื้อเฉลี่ย 3,087 ชิ้น/เดือน หรือคิดเป็น 137 ชิ้น/วัน

2. จำนวนวันจัดส่งสินค้า 20 วัน/เดือน (จัดส่งวันละ 1 ครั้ง)

3. บรรจุใส่กล่อง กล่องละ 5 ชิ้น

4. จัดส่งในพาเลท บรรจุ 32 กล่อง

3.1.2.2 <u>ข้อมูลการสั่งซื้อชิ้นส่วนย่อยจากผู้ผลิต</u>

1. จำนวนชิ้นส่วนย่อยที่สั่งซื้อมาจากการพยากรณ์ล่วงหน้าความต้องการของลูกค้าล่วงหน้า 7 วัน

2. ชิ้นส่วนย่อยจะถูกจัดส่งทุก 7 วัน

3.1.2.3 <u>ข้อมูลกระบวนการผลิต</u>

1. จำนวนวันทำงาน 20 วัน/เดือน

2. เวลาในการทำงาน 5 ชั่วโมง 20 นาที หรือคิดเป็น 19,200 วินาที/วัน

3. ทำงาน 1 กะ/วัน

4. รายละเอียดของกระบวนการประกอบแม่แรงยกรถแบบกรรไกร ได้แก่ จำนวนพนักงาน, ระยะเวลากระบวนการ (Processing time), เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Changeover time), ปริมาณชุดการผลิต, ช่วงเวลาที่เครื่องจักรสามารถใช้งานได้ (%Uptime), จำนวนสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการ, และสัดส่วนของเสีย ของทั้งหมด 5 สถานีงาน แสดงดังตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร

ข้อมูล \ สถานีงาน	การย้ำหมุดนอกและในชิ้นส่วน A	การย้ำหมุดนอกและในชิ้นส่วน B	การย้ำหมุดสกรู	การประกอบและตอกยึดชิ้นส่วน	การติดสติ๊กเกอร์และตรวจสอบคุณภาพ
จำนวนพนักงาน (คน)	1	1	1	1	1
ระยะเวลากระบวนการ (Processing time) (วินาที)	36.42	36.17	48.77	63.48	69.54
เวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (Changeover time) (วินาที)	600	600	600	600	600
ชุดการผลิต (Batch)	10	1	1	1	1
ช่วงเวลาที่เครื่องจักรสามารถใช้งานได้ (%Uptime)	96.88	96.88	96.88	96.88	96.88
จำนวนสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการ (ชิ้น)	10	26	2	1	400
จำนวนกะ	1	1	1	1	1
เวลาทำงานต่อวัน (วินาที)	19,200	19,200	19,200	19,200	19,200
สัดส่วนของเสีย (%)	0.48	0.45	0.33	1.20	1.95

3.1.3 สร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

หลังจากการรวบรวมข้อมูลของกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกรในปัจจุบันตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำของสายธารคุณค่า สามารถสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน (Current-State Map) ได้ดังรูปที่ 3.4 โดยมีรายละเอียดภายในแผนผังสายธารคุณค่า ดังนี้

หมายเลข 1 ส่วนลูกค้า (Customer) แทนด้วยสัญลักษณ์รูปโรงงาน โดยใต้สัญลักษณ์จะมีการใส่ข้อมูลความต้องการของลูกค้า ได้แก่ ความต้องการต่อวัน จำนวนชิ้นต่อกล่อง รอบเวลาเป้าหมาย (Takt Time) ภายในกล่องข้อมูล

หมายเลข 2 ฝ่ายควบคุมการผลิต (Production Control) แทนด้วยสัญลักษณ์กระบวนการ โดยฝ่ายควบคุมการผลิตจะทำหน้าที่ควบคุมการผลิตทั้งหมด รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า และสั่งซื้อชิ้นส่วนย่อยจากผู้ผลิต

หมายเลข 3 ผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อย (Suppliers) แทนด้วยสัญลักษณ์รูปโรงงาน ซึ่งในที่นี้เป็นการรวมผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อยทั้ง 5 แห่ง เข้าด้วยกันเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและไม่ซับซ้อนเกินไป และใช้สัญลักษณ์ลูกศรกับรถบรรทุกแสดงความถี่ในการจัดส่งชิ้นส่วนย่อย

หมายเลข 4 สินค้าคลังวัตถุดิบ (Raw Materials Inventory) แทนด้วยสัญลักษณ์สามเหลี่ยม เมื่อผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อยทำการจัดส่งวัตถุดิบ วัตถุดิบจะถูกจัดเก็บในคลังจัดเก็บวัตถุดิบก่อนที่ฝ่ายการประกอบจะทำการเบิกชิ้นส่วนออกมา ซึ่งใช้เวลา 7 วัน วัตถุดิบจึงจะถูกนำมาใช้จนหมด

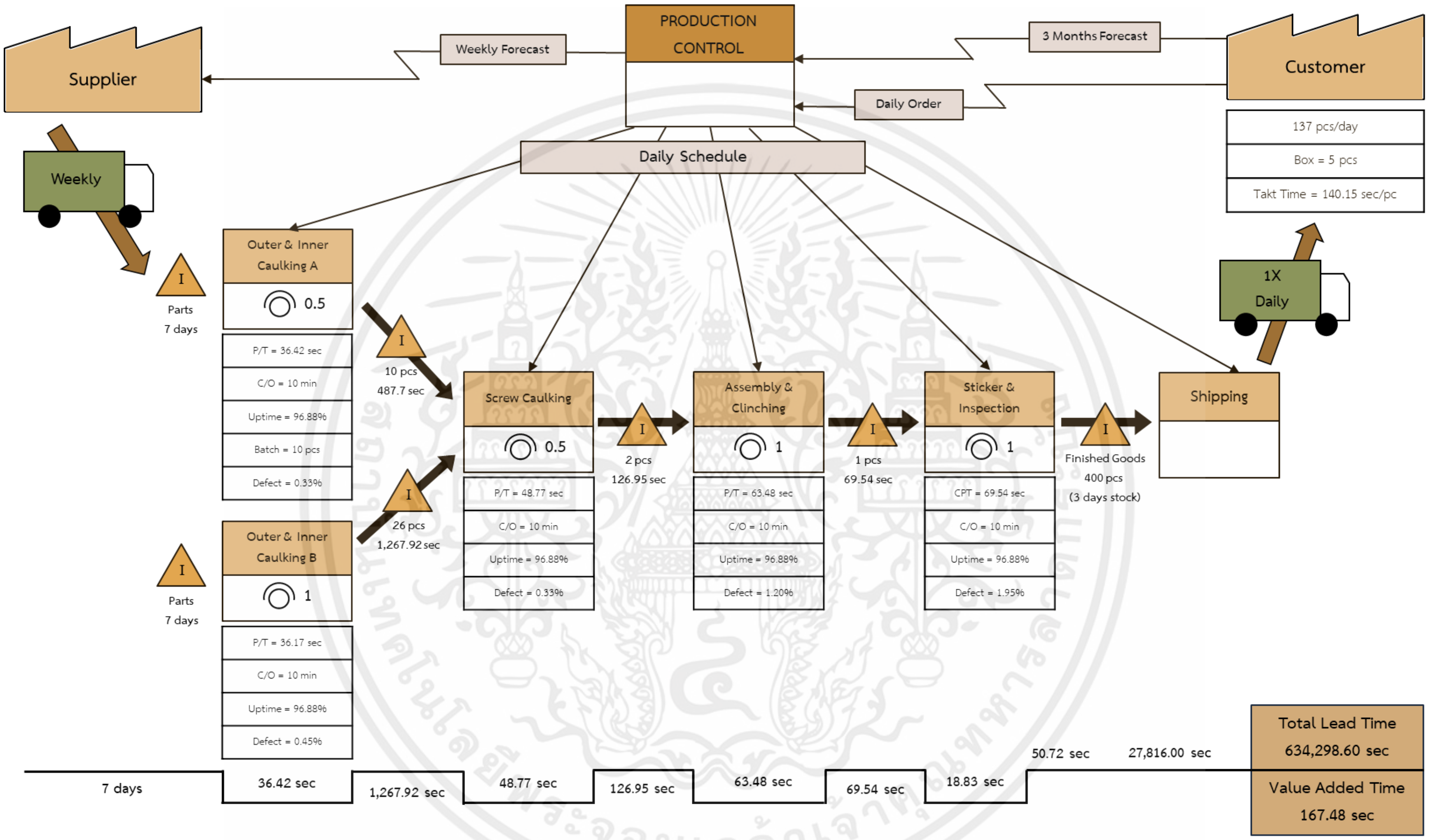
หมายเลข 5 การประกอบชิ้นส่วน สถานีต่างๆ ภายในสายการผลิตจะถูกแทนด้วยกล่องกระบวนการภายในกล่องจะมีการแสดงจำนวนพนักงานที่ใช้ ด้านใต้กล่องกระบวนการจะมีกล่องข้อมูลแสดงรายละเอียด ได้แก่ ระยะเวลาของกระบวนการ (P/T), ระยะเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (C/O), ช่วงเวลาที่เครื่องจักรสามารถใช้งานได้ (Uptime), ขนาดชุดการผลิต (Batch) และ สัดส่วนของเสีย (Defect) โดยระหว่างกระบวนการ จะมีการแสดงจำนวนสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการใต้สัญลักษณ์สามเหลี่ยม

หมายเลข 6 สินค้าคลังสำเร็จรูป (Finished Goods Storage) เมื่อทำการประกอบชิ้นส่วนเสร็จสิ้นแล้ว สินค้าสำเร็จรูปจะถูกบรรจุใส่กล่องและจัดเรียงบนพาเลท โดยทำการเก็บสินค้าคงคลังกันชนไว้ 3 วัน เมื่อถึงเวลาจัดส่ง รถบรรทุกจะเข้ามารับสินค้าวันละ 1 ครั้ง เพื่อจัดส่งไปที่ศูนย์กระจายสินค้ากลางก่อนที่จะส่งไปยังลูกค้า

หมายเลข 7 การไหลของข้อมูล (Information Flow) แสดงการสื่อสารทั้งภายในและภายนอกขององค์กร ได้แก่ การส่งข้อมูลคำสั่งซื้อของลูกค้าไปยังฝ่ายควบคุมการผลิต การส่งข้อมูลสั่งซื้อชิ้นส่วนย่อยจากฝ่ายควบคุมการผลิตไปยังผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อย และการส่งข้อมูลปริมาณสินค้าที่ต้องผลิตรายวันให้แก่ทุกสถานีได้รับรู้ทั่วกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

3.1.4 วิเคราะห์แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

หลังจากการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันแล้ว จะนำแผนผังสายธารคุณค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านต่างๆ และระบุความสูญเปล่าของกระบวนการเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงกระบวนการผลิตต่อไป

3.1.4.1 <u>การจำแนกประเภทของของกระบวนการ</u>

1. กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า

กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added Activities) เป็นกระบวนการที่สร้างมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ ในกรณีนี้คือกระบวนการประกอบชิ้นส่วนของแม่แรงยกรถแบบกรรไกร โดยระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added Time) สามารถคำนวณได้ด้วยการนำระยะเวลาของกระบวนการ (Processing Time) ของกระบวนการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดมารวมกัน ซึ่งคิดเป็น 167.48 วินาที หรือ 2.79 นาที (เนื่องจากสถานีที่ 1 และสถานีที่ 2 ทำงานพร้อมกัน จึงใช้เวลาของสถานีที่มากกว่ามาคิดระยะเวลารวมของกระบวนการ) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่า

สถานีที่	กระบวนการ	ระยะเวลาของกระบวนการ (วินาที)
1	การย้ำหมุดนอก (A)	17.94
	การย้ำหมุดใน (A)	18.78
2	การย้ำหมุดนอก (B)	15.07
	การย้ำหมุดใน (B)	21.10
3	การย้ำหมุดสกรู	48.77
4	การประกอบ	30.64
	การตอกยึดชิ้นส่วน	32.84
5	การติดสติ๊กเกอร์	18.83

2. กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า

กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added Activities) เป็นกิจกรรมที่ไม่สร้างมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์และนับเป็นความสูญเปล่าของกระบวนการ โดยระยะเวลาของกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Value Added Time) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร 50.72 วินาที โดยมีรายละเอียดของกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าดังตารางที่ 3.5

นอกจากนี้กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่ายังประกอบด้วยระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลัง (Inventory Lead Time) ซึ่งเป็นระยะเวลาในการรอคอยของสินค้าคงคลังวัตถุดิบ สินค้าคงคลังสำเร็จรูป และชิ้นงานระหว่างกระบวนการ แสดงดังตารางที่ 3.6 โดยระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลัง สามารถคำนวณได้จาก

ระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลัง = จำนวนสินค้าคงคลัง × ระยะเวลาของกระบวนการถัดไป

เนื่องจากการย้ำหมุดนอกและใน (A) และการย้ำหมุดนอกและใน (B) ทำงานพร้อมกัน จึงเลือกระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลังที่มากที่สุดมาใช้ในการคำนวณเวลานำของกระบวนการ

ตารางที่ 3.5 ระยะเวลาของกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า

กระบวนการ	ระยะเวลาของกระบวนการ
การทดสอบแรงบิด	39.03 วินาที
การตรวจสอบคุณภาพ	11.69 วินาที

ตารางที่ 3.6 ระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลัง (Inventory Lead Time)

บริเวณ	ประเภทสินค้าคงคลัง	จำนวน (ชิ้น)	ระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลัง
การจัดเก็บสินค้าคงคลังวัตถุดิบ	วัตถุดิบ	-	7 วัน
ระหว่างการย้ำหมุดนอกและใน (A) และการย้ำหมุดสกรู	ชิ้นงานระหว่างกระบวนการ	10	487.70 วินาที
ระหว่างการย้ำหมุดนอกและใน (B) และการย้ำหมุดสกรู	ชิ้นงานระหว่างกระบวนการ	26	1,267.92 วินาที
ระหว่างการย้ำหมุดสกรูและการประกอบ, ตอกยึดสิ้นส่วน	ชิ้นงานระหว่างกระบวนการ	2	126.95 วินาที
ระหว่างการประกอบ,ตอกยึดสิ้นส่วน และการติดสติ๊กเกอร์,ตรวจสอบคุณภาพ	ชิ้นงานระหว่างกระบวนการ	1	69.54 วินาที
การจัดเก็บสินค้าคงคลังสำเร็จรูป	สินค้าสำเร็จรูป	400	27,816.00 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการระบุประเภทของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าและไม่เพิ่มคุณค่าแล้ว สามารถคำนวณหาเวลานำ (Lead Time) คิดเป็น 634,298.60 วินาที โดยสามารถแบ่งเป็นระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่า 167.48 วินาที และกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า 634,131.12 วินาที เมื่อนำมาคำนวณหาสัดส่วนระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อระยะเวลานำทั้งหมดของกระบวนการ ได้เท่ากับ 0.026 % แสดงว่าระยะเวลาของกระบวนการส่วนใหญ่เป็นกระบวนที่ไม่เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ ซึ่งควรกำจัดทิ้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต

3.1.5 ระบุปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

3.1.5.1 <u>ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการ</u>

หลังจากการวิเคราะห์แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันและจากการสำรวจกระบวนการผลิตในพื้นที่จริง ทำให้สามารถระบุปัญหาหลักๆ ได้เป็น 2 ปัญหา ได้แก่

1. ประสิทธิภาพของการผลิตต่ำ

เมื่อทำการคำนวณสัดส่วนของระยะเวลากระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อระยะเวลานำทั้งหมดของกระบวนการ พบว่ามีอัตราส่วนอยู่ที่ 0.026% ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมาก แสดงถึงกระบวนการที่ไม่มีประสิทธิภาพและต้องได้รับการปรับปรุงอย่างเร่งด่วน

2. การผลิตเกินจำนวน (Overproduction)

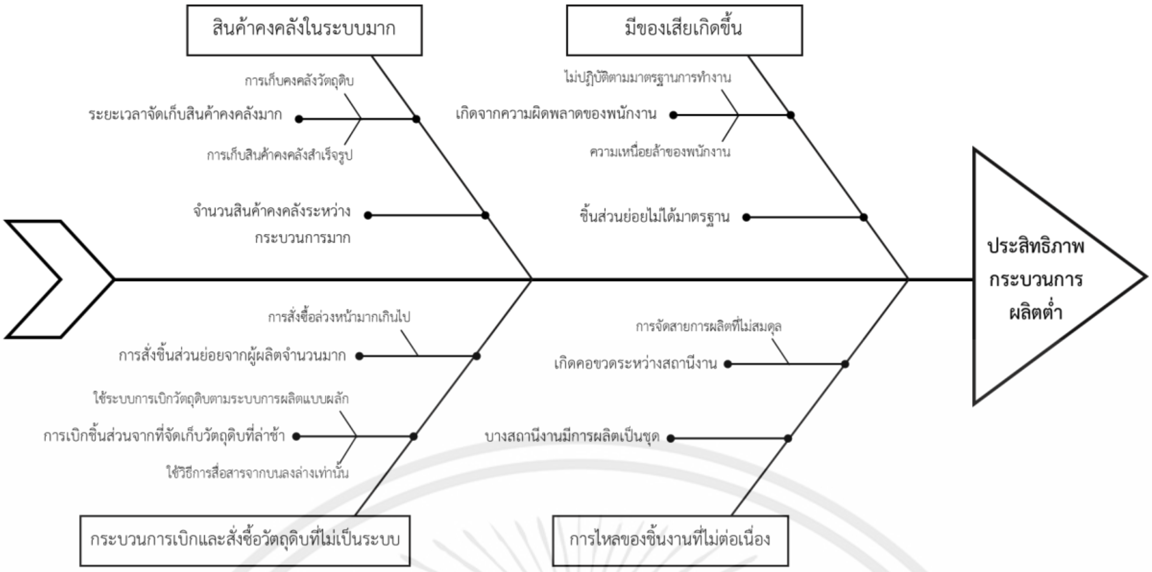
จากข้อมูลการผลิตในปัจจุบัน พบว่ารอบเวลาเป้าหมาย (Takt Time) ซึ่งเป็นระยะเวลาที่พอดีกับความต้องการของลูกค้าในการผลิตสินค้า 1 ชิ้น มีค่าเท่ากับ 140.15 วินาที/ชิ้น ในขณะที่รอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time) ซึ่งเป็นระยะเวลาจริงที่ใช้ในการผลิตสินค้า 1 ชิ้น มีค่าเท่ากับ 69.54 วินาที/ชิ้น คิดเป็นเพียง 49.62% ของรอบเวลาเป้าหมาย แสดงว่าหากทำการผลิตเต็มเวลา 5 ชั่วโมง 20 นาที จำนวนสินค้าที่ผลิตได้จะเกินความต้องการของลูกค้าต่อวัน ส่งผลให้สายการผลิตต้องหยุดการทำงานก่อนเวลาเพื่อป้องกันการผลิตเกินจำนวนที่กำหนดไว้

3.1.5.2 <u>วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา</u>

ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา จะมีการใช้แผนภูมิก้างปลา (Ishikawa Diagram) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในหารวิเคราะห์หารากเหง้าของปัญหา โดยจะแบ่งเป็น 2 ปัญหา ได้แก่ ปัญหาประสิทธิภาพของการผลิตต่ำ (รูปที่ 3.5) และปัญหาการว่างงานของพนักงาน (รูปที่ 3.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แผนภูมิก้างปลาสำหรับปัญหาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตต่ำ

จากการสร้างแผนภูมิก้างปลาของปัญหาประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตต่ำ พบว่ามีสาเหตุหลักทั้งหมด 4 สาเหตุ คือ

1. สินค้าคงคลังในระบบมาก ซึ่งมีสาเหตุมาจากระยะเวลาในการจัดเก็บสินค้าคงคลังวัตถุดิบที่ยาวนานถึง 7 วัน และใช้เวลาในการสำรองสินค้าคงคลังกันชนถึง 3 วัน นอกจากนี้ยังมีสาเหตุมาจากจำนวนสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนมาก ซึ่งมีรากของปัญหามาจากสายการผลิตที่ไม่สมดุล

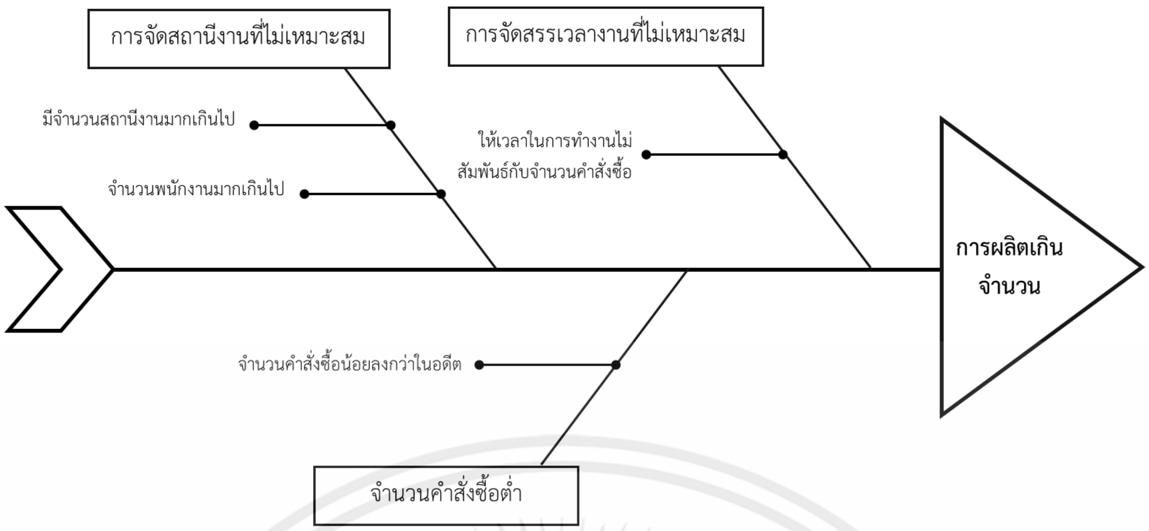
2. มีของเสียเกิดขึ้น มีสาเหตุมาจากความผิดพลาดของพนักงาน โดยมีรากเหง้าของปัญหามาจากการไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการทำงานที่ตั้งไว้ หรืออาจจะเกิดจากความเหนื่อยล้าของพนักงาน สาเหตุอีกสาเหตุคือการรับชิ้นส่วนย่อยหรือวัตถุดิบที่ไม่ได้มาตรฐานมาจากผู้ผลิต

3. กระบวนการเบิกและสั่งซื้อสินค้าที่ไม่เป็นระบบ มีสาเหตุมาจากการสั่งซื้อวัตถุดิบจากผู้ผลิตครั้งละมากๆ ซึ่งสั่งล่วงหน้าถึง 7 วัน และการเบิกชิ้นส่วนจากจุดจัดเก็บวัตถุดิบที่ล่าช้า เนื่องจากใช้ระบบการผลิตแบบผลักและใช้วิธีการสื่อสารและการเบิกชิ้นส่วนแบบบนลงล่าง

4. การไหลของชิ้นงานที่ไม่ต่อเนื่อง มีสาเหตุจากการเกิดคอขวดระหว่างสถานีงาน ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดสายการผลิตที่ไม่สมดุล เช่น การแบ่งหน้าที่การทำงานของพนักงานที่ไม่สมดุลกันในแต่ละสถานีการผลิต อีกสาเหตุหนึ่งนั้นมาจากบางสถานีงานมีการผลิตเป็นชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แผนภูมิก้างปลาสำหรับปัญหาการว่างงานของพนักงาน

จากการสร้างแผนภูมิก้างปลาของปัญหาการผลิตเกินจำนวน พบว่ามีสาเหตุหลักทั้งหมด 3 สาเหตุ คือ

1. การจัดสถานีงานไม่เหมาะสม มีสาเหตุหลักคือมีจำนวนสถานีงานมากเกินไป และอีกสาเหตุหนึ่งคือจำนวนพนักงานมากเกินไปเมื่อเทียบกับสินค้าที่จะต้องทำการผลิต

2. การจัดสรรเวลางานไม่เหมาะสมกับจำนวนคำสั่งซื้อจากลูกค้าในแต่ละวันซึ่งมีปริมาณน้อย ในขณะที่กำหนดเวลาในการผลิตต่อวันมาก

3. จำนวนคำสั่งซื้อต่ำ มีสาเหตุมาจากจำนวนคำสั่งซื้อของลูกค้าน้อยลงกว่าในอดีต แต่ความสามารถในการผลิตเท่าเดิมทำให้เกิดการว่างงานของพนักงาน

3.2 การสร้างแบบจำลองของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

หลังจากทำการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันในกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกรแล้ว ต่อมาจะเป็นขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) โดยใช้โปรแกรมอารีนา (Arena Simulation) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์กับสถานการณ์จริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

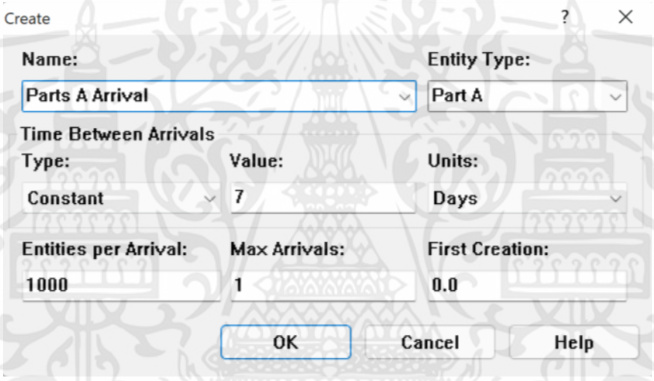
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัจจุบัน

ในการสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ปัจจุบัน จะมีการแบ่งกระบวนตั้งแต่ต้นน้ำไปยังปลายน้ำเป็น 3 ส่วน และส่วนที่ 4 เป็นการแสดงผลเวลาของการรันแบบจำลองสถานการณ์ แสดงดังรูปที่ 3.8 โดยมีรายละเอียดดังนี้

<u>หมายเลข 1 การนำเข้าชิ้นส่วนย่อยและการควบคุมการผลิต</u>

ใช้เครื่องมือ Create Module เพื่อทำการนำเข้าวัตถุดิบทั้งชิ้นส่วนย่อยของชิ้นส่วน A และชิ้นส่วน B (Entity Part A และ Part B) โดยการกำหนดค่าให้มีการการนำเข้าชิ้นส่วนทุกๆ 7 วัน จำนวนครั้งละประมาณ 1,000 ชิ้น หลังจากการนำเข้าชิ้นส่วนย่อยแล้ว จะมีการ Create Module ที่เป็นการควบคุมปริมาณการผลิตต่อวัน และใช้เครื่องมือ Match เพื่อเป็นการจับคู่คำสั่งผลิตกับชิ้นส่วนให้มีความสอดคล้องกัน



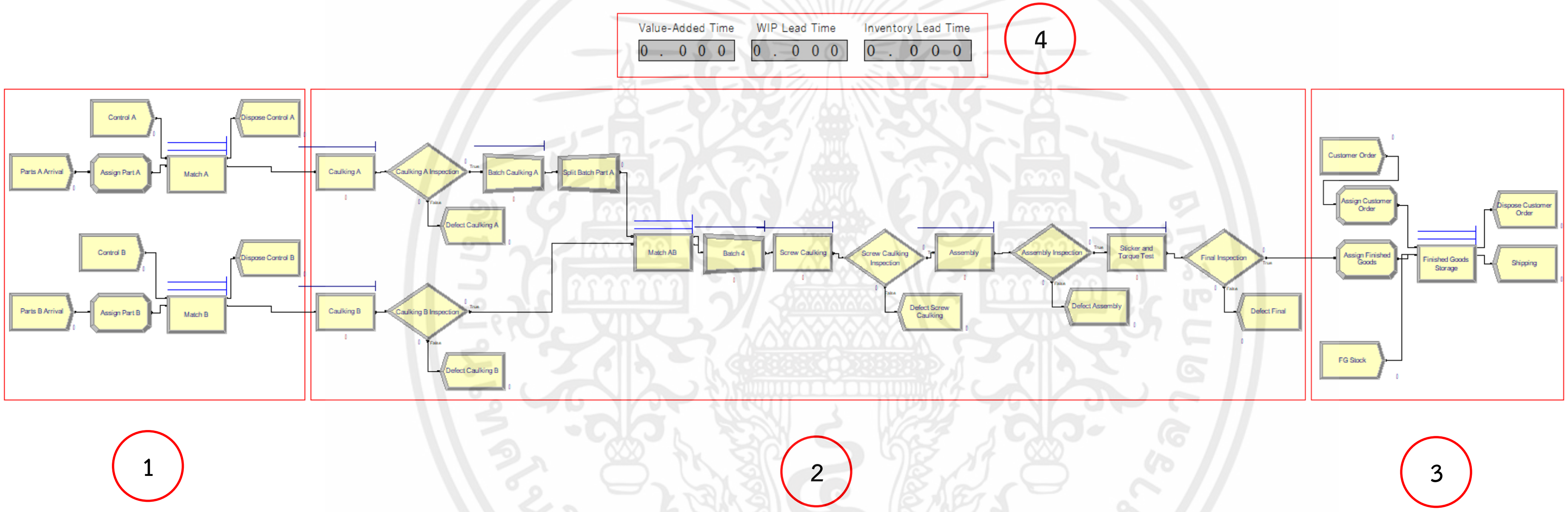
รูปที่ 3.7 การนำเข้าชิ้นส่วนย่อยโดยใช้ Create Module ของสถานการณ์ปัจจุบัน

<u>หมายเลข 2 กระบวนการผลิต</u>

ทำการสร้าง Resource ทั้งผู้ปฏิบัติงานและเครื่องจักรทั้ง 5 สถานีงาน เพื่อใช้ในการระบุทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ หลังจากนั้นจะทำการใช้เครื่องมือ Process ในการจำลองกระบวนการทำงานในแต่ละสถานี โดยมีรายละเอียดในข้อมูลของแต่ละกระบวนการ ดังตารางที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แบบจำลองสถานการณ์ของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

ตารางที่ 3.7 รายละเอียด Process ของสถานการณ์ปัจจุบัน

สถานีงาน	Action	Priority	Delay Type	Mean	S.D.
Caulking A (การย้ำหมุดนอกและในชิ้นส่วน A)	Seize Delay Release	Medium	Normal	36.416	1.459
Caulking B (การย้ำหมุดนอกและในชิ้นส่วน B)	Seize Delay Release	Medium	Normal	36.168	1.428
Screw Caulking (การย้ำหมุดสกรู)	Seize Delay Release	High	Normal	48.766	3.955
Assembly (การประกอบและตอกยึดชิ้นส่วน)	Seize Delay Release	Medium	Normal	63.476	3.196
Sticker and Torque Test (การติดสติ๊กเกอร์และตรวจสอบคุณภาพ)	Seize Delay Release	Medium	Normal	69.542	2.000

ในการประกอบรวมชิ้นส่วน A และชิ้นส่วน B เข้าด้วยกัน จะมีการใช้เครื่องมือ Match เพื่อรอให้ชิ้นส่วน A และ B เข้ามาสู่สถานีถัดไปพร้อมกัน หลังจากนั้นจะทำการรวมชิ้นส่วนด้วยการใช้เครื่องมือ Batch แบบ Permanent ก่อนจะถูกส่งไปสู่สถานี Screw Caulking โดยแต่ละกระบวนการจะมีการตรวจสอบคุณภาพ โดยแทนด้วยเครื่องมือ Decide และระบุสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้น โดยของเสียจะถูกนำออกจากระบบด้วยเครื่องมือ Dispose

<u>หมายเลข 3 การจัดเก็บสินค้าคงคลังสำเร็จรูปและการส่งมอบ</u>

คำสั่งซื้อของลูกค้าจะถูกส่งเข้ามาโดยใช้เครื่องมือ Create Module ของ Entity Order โดยมีคำสั่งซื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 137 ชิ้น/วัน และทำการรับคำสั่งซื้อทุกวัน ซึ่งจะมีการเก็บสินค้าคงคลังกันชนล่วงหน้าไว้แล้วประมาณ 411 ชิ้น หรือประมาณ 3 วัน ด้วยเครื่องมือ Create Module FG Stock เพื่อนำเข้า Entity Stock

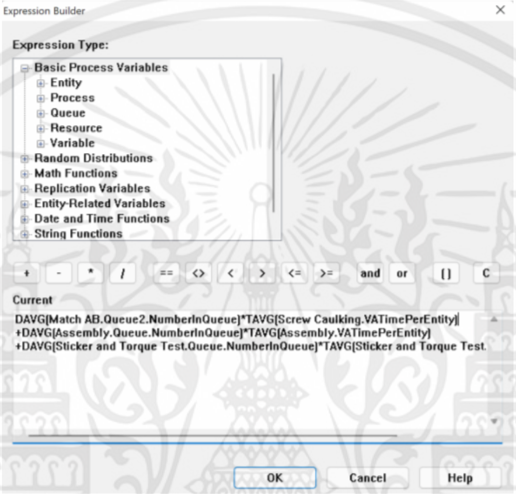
หลังจากที่ชิ้นงานผ่านกระบวนการผลิตเสร็จสิ้นแล้ว จะทำการสร้างคุณสมบัติใหม่ด้วยเครื่องมือ Assign โดยทำการ Assign Entity Type ใหม่ ให้กลายเป็น Entity FG (สินค้าสำเร็จรูป) ต่อจากนั้น สินค้าสำเร็จรูป สินค้าคงคลังกันชน และคำสั่งซื้อจากลูกค้าจะถูกขับคู่ด้วยเครื่องมือ Match ซึ่งเปรียบเสมือนจุดจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป ก่อนที่จะถูกส่งไปยังลูกค้าโดยใช้เครื่องมือ Dispose

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 4 การแสดงผลเวลา

ช่องแสดงผลเวลาจะแบ่งออกเป็น 3 ช่อง ได้แก่ Value-Added Time (เวลาที่เพิ่มคุณค่า), WIP Lead Time (เวลานำที่เกิดจากชิ้นงานระหว่างกระบวนการ) และ Inventory Lead Time (เวลานำที่เกิดจากการจัดเก็บสินค้าคงคลัง) โดยค่าที่แสดงในช่อง มาจากการนำค่าตัวแปร (Variables) ต่างๆ ที่มาจากผลการรันแบบจำลองไปคำนวณต่อด้วยการใช้ Expression Builder เช่น การคำนวณ WIP Lead Time จะมีการสร้างสูตรการคำนวณ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การสร้าง Expression Builder เพื่อใช้ในการแสดง WIP Lead Time ของสถานการณ์ปัจจุบัน

3.2.2 การตั้งค่าการรันโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน

ในการรันแบบจำลองสถานการณ์ จะทำการตั้งค่า Run Setup ในส่วนของ Replication Parameters กำหนดให้ Replication Length มีค่า 7 วัน และกำหนด Hours Per Day อยู่ที่ 5.333 ชั่วโมง/วัน (5 ชั่วโมง 20 นาที) ตั้งค่า Base Time Unit ให้เป็นหน่วยวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

หลังจากการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันของกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร และทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันแล้ว ทำให้พบปัญหาและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่ นำไปสู่การออกแบบแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคตและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีนา (Arena Simulation) ของแผนผังสายธารคุณค่าทั้งในสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคต ได้ผลการดำเนินงานโดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

4.2 การสร้างแบบจำลองของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

4.3 ผลการรันโปรแกรมแบบจำลองแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

4.4 ผลการปรับปรุงกระบวนการโดยวิเคราะห์จากแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

4.5 ผลการรันโปรแกรมแบบจำลองแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

4.1 การสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

หลังจากการสร้างการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันของกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร และทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันแล้ว ทำให้พบปัญหาและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่ต้องทำการปรับปรุงกระบวนการด้วยการออกแบบแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

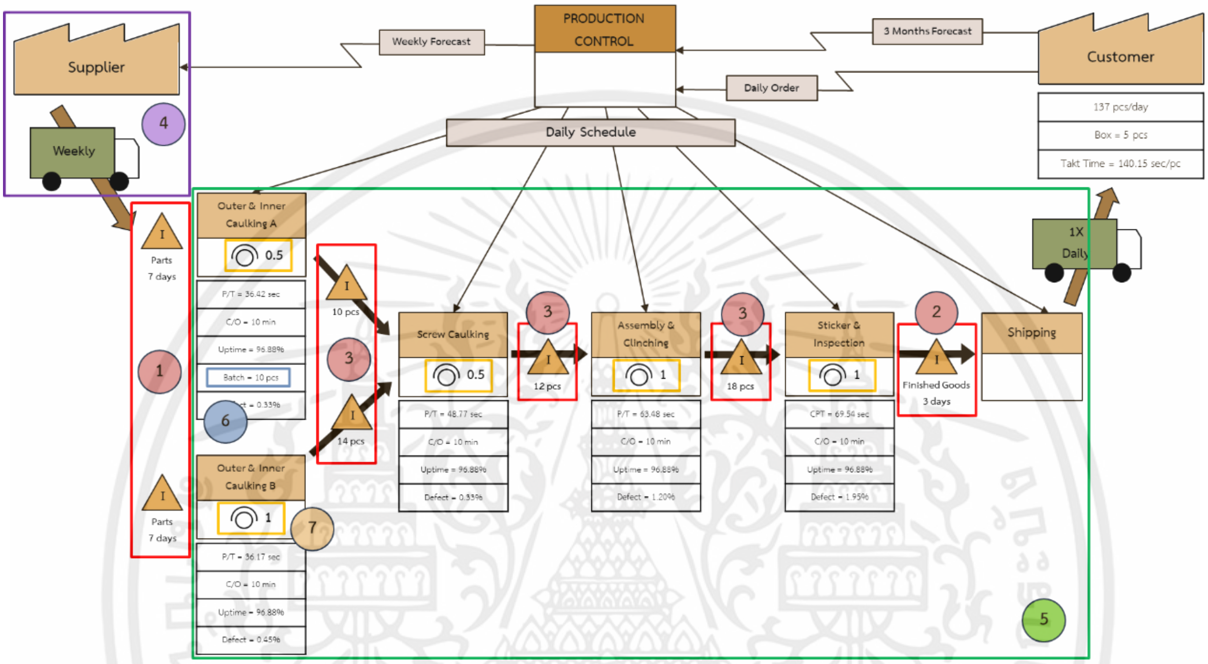
4.1.1 แนวทางในการแก้ไขปัญหาและกำจัดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

จากการระบุปัญหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในหัวข้อ 3.1.4.3 คณะผู้จัดทำได้ทำการเลือกปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่มีความสำคัญและสมควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน หลังจากนั้นคณะผู้จัดทำได้ทำการระดมความคิดเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาเหล่านั้นโดยการใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing Technique) เป็นเครื่องมือหลักในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เป็นตารางสรุปภาพรวมของปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดในกระบวนการผลิต โดยจะทำการตีกรอบภายในแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน (รูปที่ 4.1) และกำหนดตัวหมายเลขเพื่อเชื่อมกับปัญหาที่ระบุไว้ในตารางที่ 4.1 นอกจากนี้ยังมีการวางแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาด้วยการใช้เครื่องมือการผลิตแบบลีนต่างๆ



รูปที่ 4.1 การระบุปัญหาภายในแผนผังสายธารคุณค่าของสานการณ์ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหา

ปัญหา	สาเหตุของปัญหา	หมายเลข	ประเภทความสูญเปล่า	แนวทางการแก้ปัญหา
ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตต่ำ	ระยะเวลาในการเก็บสินค้าคงคลังวัตถุดิบมาก	1	การเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น	- ใช้ระบบคัมบังและซุปเปอร์มาร์เก็ตในการสั่งซื้อวัตถุดิบและการเบิกวัตถุดิบจากคลังตามคำสั่งซื้อจากลูกค้าแบบรายวัน
	ระยะเวลาในการเก็บสินค้าคงคลังสำเร็จรูป	2	การเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น	- ใช้ระบบคัมบังและซุปเปอร์มาร์เก็ตในการกำหนดจำนวนสั่งผลิตและเบิกสินค้าสำเร็จรูปตามจำนวนคำสั่งซื้อจากลูกค้าแบบรายวัน
	จำนวนสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการมาก	3	การเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น	- นำระบบการผลิตแบบการไหลทีละชิ้นมาใช้ - นำการจัดสายการผลิตแบบเซลลูล่าร์มาใช้
	สั่งซื้อวัตถุดิบล่วงหน้ามากเกินไป	4	การเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น	- เปลี่ยนจากระบบการผลิตแบบผลักมาเป็นระบบการผลิตแบบดึง
	ระบบการเบิกชิ้นส่วนที่ล่าช้า	1	การรอคอย	- ใช้ระบบคัมบังในการเบิกวัตถุดิบจากคลังจัดเก็บวัตถุดิบ
	การจัดสายการผลิตที่ไม่สมดุล	5	การรอคอย	- จัดสายการผลิตให้สมดุลกันทั้งหมด
	บางสถานีมีการผลิตเป็นชุด	6	การรอคอย	- นำระบบการผลิตแบบการไหลทีละชิ้นมาใช้
การผลิตเกินจำนวน	จำนวนสถานีงานมากเกินไป	5	กระบวนการทำงานไม่มีประสิทธิภาพ	- จัดสายการผลิตให้มีจำนวนสถานีงานเหมาะสมกับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตต่อวัน - นำการจัดสายการผลิตแบบเซลลูล่าร์มาใช้
	จำนวนพนักงานมากเกินไป	7	กระบวนการทำงานไม่มีประสิทธิภาพ	- นำการจัดสายการผลิตแบบเซลลูล่าร์มาใช้

4.1.2 สร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

หลังจากทำการวิเคราะห์ปัญหาและวางแนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีนไว้เบื้องต้นแล้ว คณะผู้จัดทำได้ทำการลงรายละเอียดในการปรับปรุงกระบวนการผลิตตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำของสายธารคุณค่า ทำให้สามารถสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต (Future-State Map) ซึ่งเป็นแผนผังสายธารคุณค่าในอุดมคติหลังจากการปรับปรุงกระบวนการทั้งหมดแล้ว แสดงดังรูปที่ 3.13 โดยมีรายละเอียดของกระบวนการใหม่ ดังนี้

หมายเลข 1 ส่วนลูกค้า (Customer) แทนด้วยสัญลักษณ์รูปโรงงาน โดยใต้สัญลักษณ์จะมีการใส่ข้อมูลความต้องการของลูกค้า ได้แก่ ความต้องการต่อวัน จำนวนชิ้นต่อกล่อง รอบเวลาเป้าหมาย (Takt Time) ภายในกล่องข้อมูล

หมายเลข 2 ฝ่ายควบคุมการผลิต (Production Control) แทนด้วยสัญลักษณ์กระบวนการ โดยฝ่ายควบคุมการผลิตจะทำหน้าที่รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า สั่งซื้อชิ้นส่วนย่อยจากผู้ผลิต และทำหน้าที่ควบคุมบัตรคัมบังในการเบิกวัตถุดิบและเบิกสินค้าสำเร็จรูปเพื่อส่งมอบให้ลูกค้า

หมายเลข 3 ผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อย (Suppliers) แทนด้วยสัญลักษณ์รูปโรงงาน ซึ่งในที่นี้เป็นการรวมผู้ผลิตชิ้นส่วนย่อยทั้ง 5 แห่ง เข้าด้วยกันเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและไม่ซับซ้อนเกินไป

หมายเลข 4 การรับวัตถุดิบ แทนด้วยสัญลักษณ์ลูกศรกับรถบรรทุก แสดงความถี่ในการจัดส่งวัตถุดิบจากผู้ผลิต โดยทำการเปลี่ยนแปลงเป็นการจัดส่งวันละ 2 ครั้ง จากเดิมที่เป็นจัดส่งรายสัปดาห์ เพื่อลดระยะเวลาในการเก็บสินค้าคงคลังวัตถุดิบลง

หมายเลข 5 ระบบคัมบังและซุปเปอร์มาร์เก็ตในการเบิกวัตถุดิบ นำมาใช้เพื่อลดจำนวนสินค้าคงคลังวัตถุดิบให้น้อยที่สุด ซึ่งจากเดิมเป็นระบบผลักที่จะทำการสั่งซื้อวัตถุดิบไว้ล่วงหน้า 7 วัน จึงทำให้มีสินค้าคงคลังวัตถุดิบจำนวนมาก นอกจากนี้ยังทำให้การเบิกวัตถุดิบของฝ่ายการประกอบมีความเป็นระบบและต่อเนื่องมากขึ้น

วัตถุดิบที่ส่งมาจากผู้ผลิตจะถูกนำมาเก็บไว้ในซุปเปอร์มาร์เก็ต และเมื่อฝ่ายการประกอบทำการเบิกวัตถุดิบออกไปจากซุปเปอร์มาร์เก็ตด้วยการส่งบัตรคัมบังเบิก (แทนด้วยสัญลักษณ์บัตรคัมบังแบบลาย) บัตรคัมบังนั้นจะถูกนำไปใส่ในจุดเก็บคัมบัง (Kanban Post แทนด้วยสัญลักษณ์รูปถ้วย) โดยหลังจากการผลิตเสร็จสิ้นฝ่ายควบคุมการผลิตจะมาเก็บบัตรคัมบังนั้นเพื่อนับจำนวนวัตถุดิบที่ถูกเบิกไปใช้และทำการสั่งซื้อวัตถุดิบจากผู้ผลิตในครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>หมายเลข 6 การประกอบชิ้นส่วน</u> สถานีต่างๆ ภายในสายการผลิตจะถูกแทนด้วยกล่องกระบวนการ ภายในกล่องจะมีการแสดงจำนวนพนักงานที่ใช้ ด้านใต้กล่องกระบวนการจะมีกล่องข้อมูลแสดงรายละเอียด ได้แก่ ระยะเวลาของกระบวนการ (P/T), ระยะเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร (C/O), ช่วงเวลาที่เครื่องจักรสามารถใช้งานได้ (Uptime), ขนาดชุดการผลิต (Batch) และ สัดส่วนของเสีย (Defect) โดยระหว่างกระบวนการจะมีการใช้สัญลักษณ์ FIFO เพื่อแสดงถึงการเข้าก่อน-ออกก่อน (First-In-First-Out) ไหลทีละชิ้น

ในกระบวนการเดิม จะมีการแบ่งสถานีงานออกเป็น 5 สถานี ใช้พนักงาน 4 คน ซึ่งพบว่ารอบเวลาการผลิตจริงมีค่าน้อยกว่ารอบเวลาเป้าหมายมาก ก่อให้เกิดการว่างงานของพนักงาน คณะผู้จัดทำจึงทำการจัดสถานีงานใหม่โดยใช้หลักการจัดสมดุลสายการผลิต สามารถคำนวณจำนวนสถานีงานที่เหมาะสมได้จากสูตร

จำนวนสถานีงานขั้นต่ำ = ผลรวมเวลาของกระบวนการ / รอบเวลาเป้าหมาย

= 218.21 วินาที / 140.15 วินาที

= 1.56 สถานี ≈ 2 สถานี

หลังจากกำหนดจำนวนสถานีงานขั้นต่ำได้ 2 สถานี จะทำการจัดสถานีงานใหม่ให้มีความสมดุล โดยกระบวนการทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 4.2

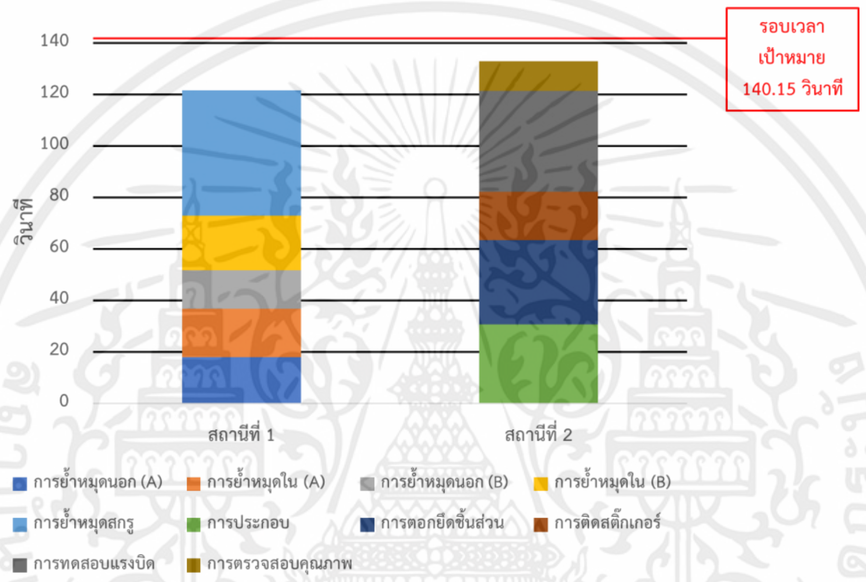
ตารางที่ 4.2 การจัดสมดุลสายการผลิต

กระบวนการ	รายละเอียด	กระบวนการก่อนหน้า	เวลา (วินาที)
A	การย้ำหมุดนอก (A)	-	17.938
B	การย้ำหมุดใน (A)	A	18.478
C	การย้ำหมุดนอก (B)	-	15.068
D	การย้ำหมุดใน (B)	C	21.100
E	การย้ำหมุดสกรู	B, D	48.766
F	การประกอบ	E	30.640
G	การตอกยึดชิ้นส่วน	F	32.836
H	การติดสติ๊กเกอร์	G	18.828
I	การทดสอบแรงบิด	H	39.028
J	การตรวจสอบคุณภาพ	I	11.686

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการจัดสมดุลสายการผลิตให้ทั้ง 2 สถานี และใช้พนักงาน 2 คน มีเวลารวมของกระบวนการใกล้เคียงกันที่สุด ผลคือสถานีงานที่ 1 ประกอบด้วยกระบวนการย้ำหมุดนอก (A), การย้ำหมุดใน (A), การย้ำหมุดนอก (B), การย้ำหมุดใน (B) และการย้ำหมุดสกรู และสถานีงานที่ 2 ประกอบด้วยกระบวนการประกอบ, การตอกยึดชิ้นส่วน, การติดสติ๊กเกอร์, การทดสอบแรงบิด, การตรวจสอบคุณภาพ โดยรอบเวลาการผลิตจริงของกระบวนการใหม่มีค่า 133.02 วินาที ซึ่งคิดเป็น 94.91 % ของรอบเวลาเป้าหมาย แสดงว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตพอดีกับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ต้องผลิตต่อวัน ทำให้การว่างงานของพนักงานลดลง

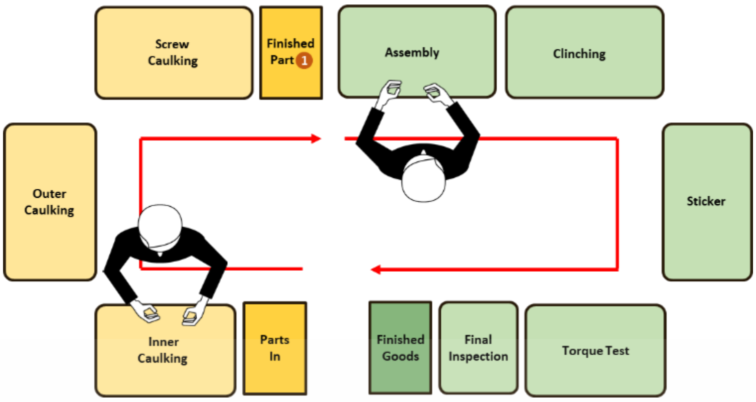


รูปที่ 4.2 แผนภูมิแท่งแสดงเวลาของการจัดสมดุลสายการผลิต

นอกการจัดสมดุลสายการผลิตแล้ว ยังมีการปรับการวางผังสถานีงานใหม่เพื่อลดสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการ (WIP) และปรับปรุงให้กระบวนการไหลอย่างต่อเนื่อง โดยการใช้การผลิตแบบเซลลูล่าร์ ซึ่งเป็นการทำงานแบบไหลแบบทีละชิ้นและพนักงานคนหนึ่งสามารถทำงานได้หลายกระบวนการ จากนั้นจึงมีการจัดผังสถานีงานให้เป็นรูปตัวยู (U-Shape Cell) เพื่อลดการเคลื่อนไหวที่สูญเปล่าให้มากที่สุด ได้ผังสถานีงานดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การจัดสถานีงานตามการผลิตแบบเซลลูล่าร์

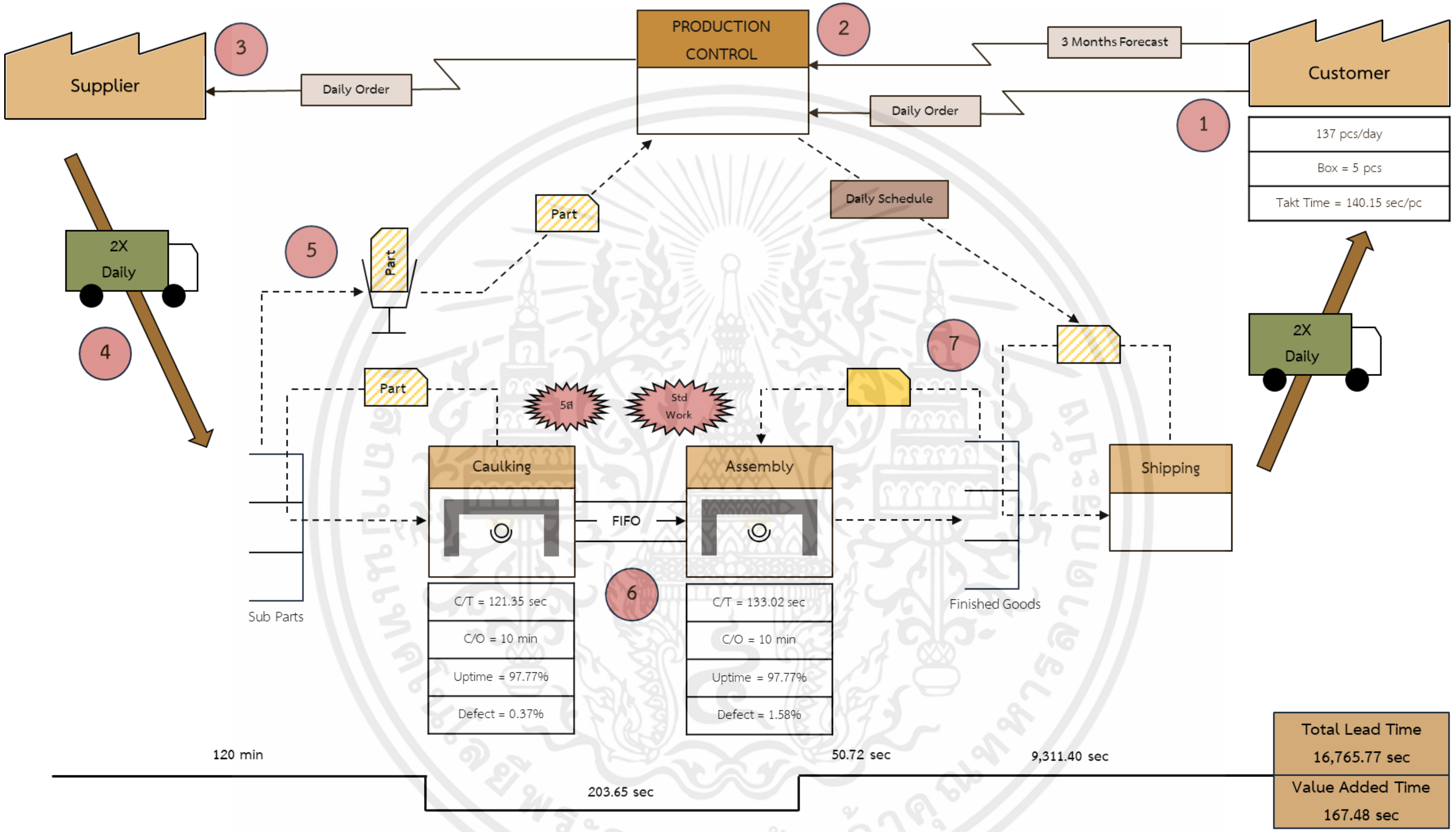
นอกจากนี้ยังมีการนำหลัก 5ส ซึ่งเป็นกิจกรรมของพนักงานให้มีส่วนร่วมในการจัดสถานที่ทำงาน เพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ทำให้พนักงานสามาถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มาประยุกต์ใช้ภายในฝ่ายการประกอบ และมีการสร้างเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน (SOP) สำหรับกระบวนการใหม่เพื่อสร้างความเข้าใจที่ตรงกันและควบคุมวิธีการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยเครื่องมือที่นำมาใช้เหล่านี้จะใส่ไว้ในสัญลักษณ์ไคเซ็น (Kaizen Burst) รอบสัญลักษณ์กระบวนการประกอบ

<u>หมายเลข 7 ระบบคัมบังและซุปเปอร์มาร์เก็ตในการเบิกสินค้าสำเร็จรูป</u> นำมาใช้เพื่อลดจำนวนสินค้าคงคลังสำเร็จรูปให้น้อยที่สุด ซึ่งจากเดิมเป็นการเก็บสินค้าคงคลังกันชนเป็นเวลา 3 วัน จึงทำให้มีสินค้าคงคลังสำเร็จรูปจำนวนมาก นอกจากนี้ยังเป็นจุดที่ทำการควบคุมปริมาณการผลิตต่อวันให้เป็นไปตามคำสั่งซื้อของลูกค้าอีกด้วย

ฝ่ายควบคุมการผลิตจะทำการส่งบัตรคัมบังตามจำนวนคำสั่งซื้อในวันนั้นๆ ลงไปในฝ่ายการประกอบ เมื่อถึงกำหนดการจัดส่ง แผนกจัดส่งจะทำการส่งบัตรคัมบังเบิกไปที่ซุปเปอร์มาร์เก็ตเพื่อทำการเบิกสินค้าสำเร็จรูปออกมาใช้ เมื่อสินค้าคงคลังสำเร็จรูปถูกดึงออกไปใช้แล้ว บัตรคัมบังสั่งผลิต (แทนด้วยสัญลักษณ์บัตรคัมบังแบบทึบ) จะถูกส่งกลับไปยังฝ่ายการประกอบเพื่อทำการผลิตทดแทนสินค้าสำเร็จรูปที่ถูกเบิกไปใช้ โดยสินค้าสำเร็จจะมีการเก็บคงคลังสินค้ากันชนไว้เป็นเวลาประมาณครึ่งวัน และจะทำการจัดส่งสินค้าสำเร็จรูปให้แก่ลูกค้าวันละ 2 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

4.2 การสร้างแบบจำลองของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

หลังจากทำการวางแผนการปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกร ตั้งแต่ต้นน้ำไปจนถึงปลายน้ำของสายธารคุณค่าแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคตโดยมีรายละเอียดดังนี้

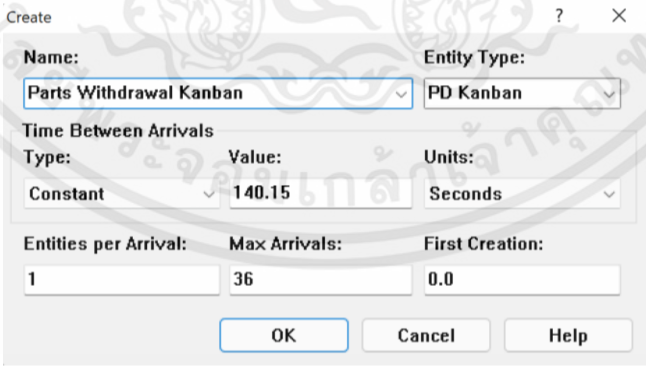
4.2.1 การสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ในอนาคต

ในการสร้างแบบจำลองของสถานการณ์ในอนาคต จะมีการแบ่งกระบวนออกเป็น 3 ส่วน และส่วนที่ 4 เป็นการแสดงผลเวลาของการรันแบบจำลองสถานการณ์ แสดงดังรูปที่ 4.6 โดยมีรายละเอียดดังนี้

<u>หมายเลข 1 การนำเข้าชิ้นส่วนย่อย</u>

ใช้เครื่องมือ Create Module เพื่อทำการนำเข้าวัตถุดิบชิ้นส่วนย่อย (Entity Type: Parts) โดยมีค่า Time Between Arrival อยู่ที่ 140.15 วินาที (เท่ากับค่ารอบเวลาเป้าหมาย) และทำการนำเข้าบัตรคัมบังเบิกชิ้นส่วนด้วยเครื่องมือ Create Module กำหนดค่าดังรูปที่ 4.5 โดยกำหนด Max Arrival เท่ากับ 36 ซึ่งเปรียบเสมือนบัตรคัมบังเบิกก่อนเริ่มกระบวนของวันนั้นๆ เพื่อให้แบบจำลองสามารถเริ่มรันได้ก่อนที่บัตรคัมบังสั่งผลิตจะวนกลับมา

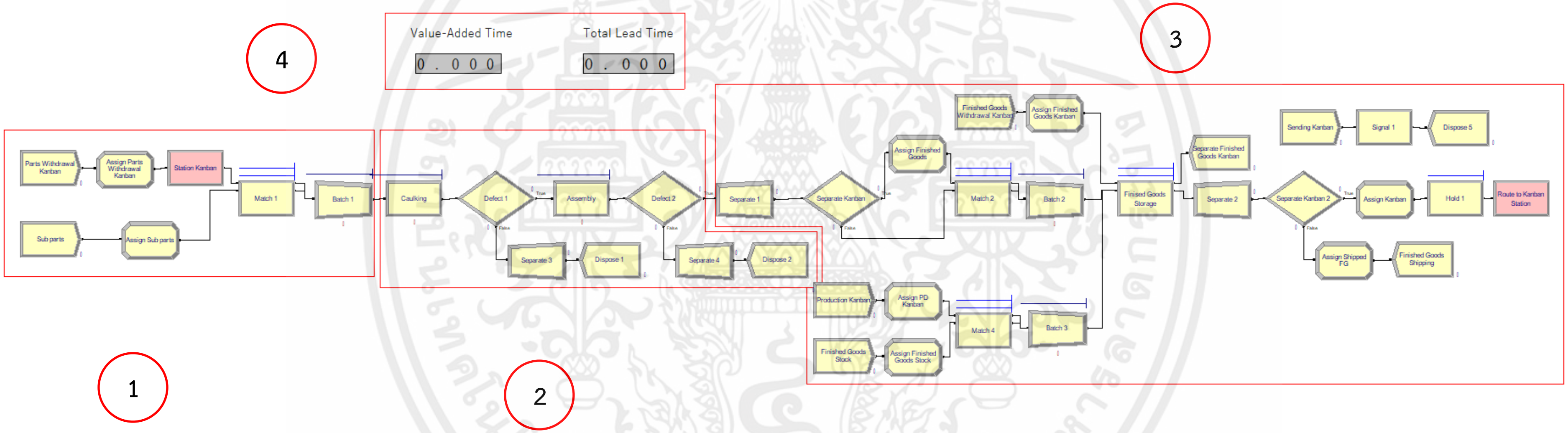
หลังจากนำเข้าชิ้นส่วนย่อยและบัตรคัมบังเบิกแล้ว จะทำการกำหนดคุณสมบัติของทั้งชิ้นส่วนย่อยและบัตรคัมบังเบิกด้วย Assign โดยกำหนดค่า Attribute ของชิ้นส่วนย่อยให้เป็นค่า Attribute 1, 1 และบัตรคัมบังเบิกเป็น Attribute 1, 3 เพื่อใช้ในการแยกชิ้นส่วนย่อยและบัตรบังออกจากกันในกระบวนการถัดไป และใช้เครื่องมือ Match และ Batch เพื่อเป็นการติดบัตรคัมบังไปกับชิ้นส่วนย่อย



รูปที่ 4.5 การนำเข้าบัตรคัมบังเบิกโดยใช้ Create Module ของสถานการณ์ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แบบจำลองสถานการณ์ของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

หมายเลข 2 กระบวนการผลิต

ทำการสร้าง Resource ทั้งผู้ปฏิบัติงานและเครื่องจักรทั้ง 2 สถานีงาน เพื่อใช้ในการระบุทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ หลังจากนั้นจะทำการใช้เครื่องมือ Process ในการจำลองกระบวนการทำงานในแต่ละสถานี โดยมีรายละเอียดในข้อมูลของแต่ละกระบวนการ ดังตารางที่ 4.3 และแต่ละสถานีงานจะมีการตรวจสอบคุณภาพ โดยแทนด้วยเครื่องมือ Decide และระบุสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้น โดยของเสียจะถูกนำออกจากระบบด้วยเครื่องมือ Dispose

ตารางที่ 4.3 รายละเอียด Process ของสถานการณ์ในอนาคต

สถานีงาน	Action	Priority	Delay Type	Mean	S.D.
Caulking (การย้ำหมุด)	Seize Delay Release	Medium	Normal	121.350	2.983
Assembly (การประกอบชิ้นส่วน)	Seize Delay Release	Medium	Normal	133.018	3.428

หมายเลข 3 การควบคุมการผลิตและการส่งมอบ

เมื่อได้รับคำสั่งซื้อรายวันจากลูกค้า บัตรคัมบังเบิกสินค้าสำเร็จรูปจะเข้ามาสู่สายการผลิตด้วยเครื่องมือ Create Module ชื่อ Finished Goods Withdrawal Kanban (Entity Type: FG Kanban) โดยมีค่า Time Between Arrival เท่ากับรอบเวลาเป้าหมาย หรือ 140.15 วินาที โดยเข้ามาครั้งละ 1 ใบ

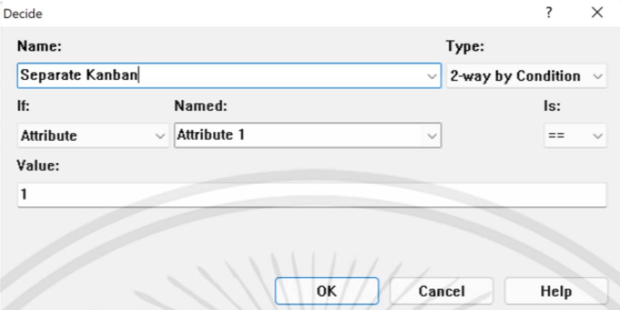
ในส่วนของสินค้าคงคลังกันชน จะมีการนำเข้าสินค้าคงคลังกันชนและบัตรคัมบังสั่งผลิตผ่านทาง Create Module ชื่อ Finished Goods Stock (Entity Type: Stock) และ Production Kanban (Entity Type: PD Kanban) โดยกำหนดให้ทั้ง 2 โมดูล มีค่า Entity Per Arrival เท่ากับ 70 และ Max Arrival เท่ากับ 1 ซึ่งเป็นการเก็บสินค้าคงคลังกันชนประมาณครึ่งวันของรอบการผลิตที่ผ่านมา โดยสินค้าคงคลังกันชนส่วนนี้จะถูกนำไปใช้ก่อนสินค้าที่พึ่งผลิตเสร็จเพื่อให้สามารถรันแบบจำลองในช่วงเริ่มต้นได้ หลังจากนั้นจะทำการ Assign ค่า Attribute ให้สินค้าคงคลังกันชนและบัตรคัมบังสั่งผลิตมีค่า Attribute 1, 2 และ Attribute 1, 3 ตามลำดับ บัตรคัมบังสั่งผลิตและสินค้าคงคลังกันชนจะถูกจับคู่เข้าด้วยกันด้วยเครื่องมือ Match และ Batch ก่อนถูกส่งไปยัง Match Finished Goods Storage เพื่อจับคู่กับบัตรคัมบังเบิกสินค้าสำเร็จรูป

ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนผลิต จะทำการแยกบัตรคัมบังและชิ้นงานออกจากกันด้วยเครื่องมือ Decide โดยกำหนดเงื่อนไขดังรูปที่ 4.7 โดยชิ้นส่วนย่อยซึ่งมีค่า Attribute 1, 1 จะถูก Assign คุณสมบัติใหม่ให้มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Attribute 1, 2 และเปลี่ยน Entity Type จาก Parts เป็น FG Produced และจะถูกนำกลับมาติดบัตรคัมบังสั่งผลิตอีกครั้งด้วยเครื่องมือ Match และ Batch ก่อนถูกส่งไปยัง Match Finished Goods Storage เพื่อจับคู่กับบัตรคัมบังเบิกสินค้าสำเร็จรูปต่อไป



รูปที่ 4.7 การกำหนดเงื่อนไขของ Decide เพื่อทำการแยกบัตรคัมบังออกจากชิ้นงาน

หลังจากสินค้าสำเร็จรูปและสินค้าคงคลังกันชนถูกจับคู่กับบัตรคัมบังเบิกสินค้าสำเร็จรูปที่ Match Finished Goods Storage แล้ว สินค้าสำเร็จรูปและบัตรคัมบังสั่งผลิตจะถูกแยกออกจากกันด้วยเครื่องมือ Decide โดยกำหนดเงื่อนไขให้ Attribute 1, 3 เป็น True โดยสินค้าสำเร็จรูปและสินค้าคงคลังกันชนซึ่งมีคุณสมบัติเป็น Attribute 1, 2 จะถูกส่งมอบไปยังลูกค้าผ่านเครื่องมือ Dispose ในขณะบัตรคัมบังสั่งผลิตจะถูกส่งกลับไปยังการเบิกชิ้นส่วนย่อยในตอนเริ่ม โดยกำหนดให้ส่งกลับไปทุกๆ 1 ชั่วโมง 20 นาที หรือ 4,800 วินาที โดยใช้เครื่องมือ Hold ประเภท Wait For Signal และส่งกลับไปยังจุดเบิกชิ้นส่วนย่อยด้วยการใช้ Route โดยมีจุดหมายอยู่ที่ Station Kanban

หมายเลข 4 การแสดงผลเวลา

ช่องแสดงผลเวลาจะแบ่งออกเป็น 2 ช่อง ได้แก่ Value-Added Time (เวลาที่เพิ่มคุณค่า) และ Total Lead Time (เวลานำทั้งหมด) โดยค่าที่แสดงในช่อง มาจากการนำค่าตัวแปร (Variables) ต่างๆ ที่มาจากผลการรันแบบจำลองไปคำนวณต่อด้วยการใช้ Expression Builder

4.2.2 การตั้งค่าการรันโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ในอนาคต

ในการรันแบบจำลองสถานการณ์ จะทำการตั้งค่า Run Setup ให้เหมือนกับแบบจำลองสถานการณ์ของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน ในส่วนของ Replication Parameters กำหนดให้ Replication Length มีค่า 7 วัน และกำหนด Hours Per Day อยู่ที่ 5.333 ชั่วโมง/วัน (5 ชั่วโมง 20 นาที) ตั้งค่า Base Time Unit ให้เป็นหน่วยวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการรันโปรแกรมแบบจำลองแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

จากการรันโปรแกรมแบบจำลองแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน โดยทำการตั้งค่าให้ Replication Length หรือจำนวนวันในการทำงาน มีค่า 7 วัน และกำหนดให้ Hours Per Day หรือชั่วโมงการทำงานต่อวันอยู่ที่ 5.333 ชั่วโมง/วัน โดยมีการกำหนดเงื่อนไขของแบบจำลองเป็น 2 เงื่อนไข ได้แก่ กรณีที่นำสัดส่วนของเสียตามสถานการณ์จริงมาคิดและกรณีที่ไม่มีของเสียเกิดขึ้น ได้ผลการรันโปรแกรมโดยสรุปออกมาเป็นหัวข้อดังนี้

4.3.1 กระบวนการผลิต

ผลการรันแบบจำลองในส่วนของรายละเอียดข้อมูลกระบวนการผลิต (Process) แสดงดังตารางที่ 4.4 ประกอบด้วย VA Time Per Entity (ระยะเวลาที่เพิ่มคุณค่าต่อชิ้น), Wait Time Per Entity (ระยะเวลารอคอยต่อชิ้น), Total Time Per Entity (เวลาทั้งหมดต่อชิ้น) และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นของแต่ละกระบวนการ

ตารางที่ 4.4 ผลการรันของกระบวนผลิตในสถานการณ์ปัจจุบัน

กระบวนการ	VA Time Per Entity (วินาที)		Wait Time Per Entity (วินาที)		Total Time Per Entity (วินาที)		จำนวนของเสีย (ชิ้น)	
	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย0%
Caulking A	36.39	36.30	6,099.64	6,071.14	6,136.04	6,107.44	4	0
Caulking B	36.17	36.17	2,630.48	2,634.22	2,666.65	2,670.38	6	0
Screw Caulking	48.67	48.78	254.46	255.01	303.14	303.79	2	0
Assembly	63.49	63.47	66.32	66.53	129.81	130.01	16	0
Sticker and Torque Test	69.54	69.64	25.56	27.87	95.10	97.52	15	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 จำนวนสินค้าคงคลัง

จำนวนสินค้าคงคลังในระบบสามารถนับได้โดยการดูจากจำนวนแถวคอย (Queues) จากการรันแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 4.5 ซึ่งแถวคอยของกระบวนการ Caulking A, Caulking B, Screw Caulking, Assembly และ Sticker and Torque Test เป็นสินค้าคลังประเภทชิ้นงานระหว่างกระบวนการ (WIP) และ Finished Goods Storage เป็นสินค้าคงคลังประเภทสินค้าคงคลังสำเร็จรูป

ตารางที่ 4.5 ผลการรันของจำนวนสินค้าคงคลังในสถานการณ์ปัจจุบัน

กระบวนการ	จำนวนสินค้าคงคลัง (ชิ้น)					
	น้อยสุด		มากสุด		เฉลี่ย	
	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย 0%
ระหว่าง Caulking A กับ Screw Caulking	0	0	2	1	0.00	0.00
ระหว่าง Caulking B กับ Screw Caulking	0	0	95	91	30.19	28.19
ระหว่าง Screw Caulking กับ Assembly	0	0	3	3	0.49	0.50
ระหว่าง Assembly กับ Sticker and Torque Test	0	0	2	2	0.18	0.21
Finished Goods Storage	0	0	459	499	386.49	409.85

4.3.3 จำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากระบบ

จำนวนชิ้นงานที่ทำการส่งมอบให้ลูกค้าจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทชิ้นงาน (Entity Type) ได้แก่ Finished Goods เป็นชิ้นงานที่ได้จากการผลิต และ Finished Goods Stock ซึ่งเป็นสินค้าคงคลังกันชน โดยจำนวนชิ้นงาน Finished Goods ที่เข้ามาคือชิ้นงานทั้งหมดที่ผลิตได้ใน 7 วัน และจำนวนชิ้นงานที่ออกคือจำนวนชิ้นงานที่ส่งมอบให้ลูกค้า แสดงดังตารางที่ 4.6 ซึ่งสาเหตุที่ชิ้นงานที่ออกจากระบบน้อยกว่าจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมดเนื่องจากมีการนำ Finished Goods Stock มาใช้ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการรันของจำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากระบบในสถานการณ์ปัจจุบัน

ชิ้นงาน	จำนวนที่เข้า (ชิ้น)		จำนวนที่ออก (ชิ้น)	
	มีของเสีย	ของเสีย0%	มีของเสีย	ของเสีย0%
Finished Goods	957	1000	548	548
Finished Goods Stock	411	411	411	411
รวม	1,368	1,411	959	959

4.3.4 เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์

เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ (% Utilization) ของทรัพยากร ประกอบด้วยทรัพยากรที่เป็นผู้ปฏิบัติงาน 4 คน และเครื่องจักรประจำสถานีงาน 5 เครื่อง ผลจากการรันแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการรันเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ปัจจุบัน

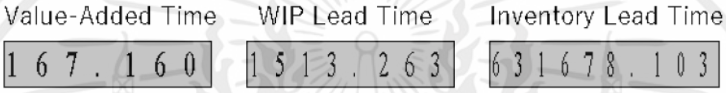
สถานี	Resource	เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์	
		มีของเสีย	ของเสีย0%
Caulking A	Operator A	62.94	63.30
	Caulking A Machine	27.08	27.01
Caulking B	Operator B	26.91	26.91
	Caulking B Machine	26.91	26.91
Screw Caulking	Operator A	62.94	63.30
	Screw Caulking Machine	35.86	36.29
Assembly	Operator C	46.67	47.23
	Assembly Machine	46.67	47.23
Sticker and Torque Test	Operator D	50.30	51.82
	Sticker Machine	50.30	51.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

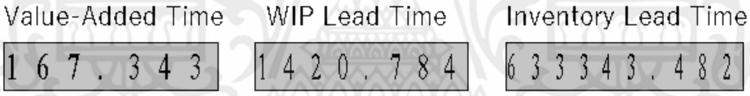
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 เวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำ

เวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำมาจากการนำค่าตัวแปร (Variables) ต่างๆ ที่มาจากผลการรันแบบจำลองไปคำนวณต่อด้วยการใช้ Expression Builder ในกรณีใช้สัดส่วนของเสียจริง แสดงดังรูปที่ 4.8 ระยะเวลาที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added Time) เท่ากับ 167.16 วินาที และระยะเวลานำทั้งหมดที่เกิดจากชิ้นงานระหว่างกระบวนการและการจัดเก็บสินค้าคงคลัง มีค่าเท่ากับ 633,191.37 วินาที ในกรณีที่สัดส่วนของเสียเป็นศูนย์ แสดงดังรูปที่ 4.9 ระยะเวลาที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added Time) เท่ากับ 167.34 วินาที และระยะเวลานำทั้งหมดที่เกิดจากชิ้นงานระหว่างกระบวนการและการจัดเก็บสินค้าคงคลัง มีค่าเท่ากับ 634,764.22 วินาที



รูปที่ 4.8 ผลการรันเวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำของสถานการณ์ปัจจุบันในกรณีใช้สัดส่วนของเสียจริง



รูปที่ 4.9 ผลการรันเวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำของสถานการณ์ปัจจุบันในกรณีใช้สัดส่วนของเสีย 0%

4.4 ผลการปรับปรุงกระบวนการโดยวิเคราะห์จากแผนผังสายธารคุณค่าในอนาคต

หลังจากการวางแนวทางการปรับปรุงกระบวนการด้วยการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคตแล้ว จะนำแผนผังสายธารคุณค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 การจำแนกประเภทของของกระบวนการ

1. กระบวนการที่เพิ่มคุณค่า

ระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added Time) สามารถคำนวณได้ด้วยการนำระยะเวลาของกระบวนการ (Processing Time) ของกระบวนการประกอบชิ้นส่วนทั้งหมดมารวมกัน ซึ่งคิดเป็น 203.65 วินาที หรือ 3.39 นาที รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

สถานีที่	กระบวนการ	ระยะเวลาของกระบวนการ (วินาที)
1	การย้ำหมุดนอก (A)	17.94
	การย้ำหมุดใน (A)	18.78
	การย้ำหมุดนอก (B)	15.07
	การย้ำหมุดใน (B)	21.10
	การย้ำหมุดสกรู	48.77
2	การประกอบ	30.64
	การตอกยึดชิ้นส่วน	32.84
	การติดสติ๊กเกอร์	18.83

2. กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า

ระยะเวลาของกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added Time) ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกรเท่ากับ 50.72 วินาที โดยมีรายละเอียดของกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าดังตารางที่ 4.9

นอกจากนี้กระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่ายังประกอบด้วยระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลัง (Inventory Lead Time) ซึ่งเป็นระยะเวลาในการรอคอยของสินค้าคงคลังวัตถุดิบ สินค้าคงคลังสำเร็จรูป และชิ้นงานระหว่างกระบวนการ แสดงดังตารางที่ 4.10 โดยระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลัง

ตารางที่ 4.9 ระยะเวลาของกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

กระบวนการ	ระยะเวลาของกระบวนการ
การทดสอบแรงบิด	39.03 วินาที
การตรวจสอบคุณภาพ	11.69 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลังของสถานการณ์ในอนาคต

บริเวณ	ประเภทสินค้าคงคลัง	จำนวน (ชิ้น)	ระยะเวลารอคอยของสินค้าคงคลัง
การจัดเก็บสินค้าคงคลังวัตถุดิบ	วัตถุดิบ	-	7200 วินาที
ระหว่างการย้ำหมุด (Caulking) และการประกอบ (Assembly)	ชิ้นงานระหว่างกระบวนการ	0	0 วินาที
การจัดเก็บสินค้าคงคลังสำเร็จรูป	สินค้าสำเร็จรูป	70	9,311.40 วินาที

หลังจากการระบุประเภทของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าและไม่เพิ่มคุณค่าแล้ว สามารถคำนวณหาเวลานำ (Lead Time) คิดเป็น 16,765.77 วินาที โดยสามารถแบ่งเป็นระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่า 203.65 วินาที และกระบวนการที่ไม่เพิ่มคุณค่า 16,562.12 วินาที เมื่อนำมาคำนวณหาสัดส่วนระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อระยะเวลานำทั้งหมดของกระบวนการ ได้เท่ากับ 1.21%

4.5 ผลการรันโปรแกรมแบบจำลองแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

จากการรันโปรแกรมแบบจำลองแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต โดยทำการตั้งค่าให้ Replication Length หรือจำนวนวันในการทำงาน มีค่า 7 วัน และกำหนดให้ Hours Per Day หรือชั่วโมงการทำงานต่อวันอยู่ที่ 5.333 ชั่วโมง/วัน โดยมีการกำหนดเงื่อนไขของแบบจำลองเป็น 2 เงื่อนไข ได้แก่ กรณีที่นำสัดส่วนของเสียตามสถานการณ์จริงมาคิดและกรณีที่ไม่มีของเสียเกิดขึ้น ได้ผลการรันโปรแกรมโดยสรุปออกมาเป็นหัวข้อดังนี้

4.5.1 กระบวนการผลิต

ผลการรันแบบจำลองในส่วนของรายละเอียดข้อมูลกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงด้วยการจัดสมดุลสายการผลิตและวางผังสถานีงานใหม่ แสดงผลดังตารางที่ 4.11 ประกอบด้วย VA Time Per Entity (ระยะเวลาที่เพิ่มคุณค่าต่อชิ้น), Wait Time Per Entity (ระยะเวลารอคอยต่อชิ้น), Total Time Per Entity (เวลาทั้งหมดต่อชิ้น) และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นของของทั้ง 2 สถานีงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการรันของกระบวนผลิตในสถานการณ์ในอนาคต

กระบวนการ	VA Time Per Entity (วินาที)		Wait Time Per Entity (วินาที)		Total Time Per Entity (วินาที)		จำนวนของเสีย (ชิ้น)	
	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย 0%
Caulking A	121.19	121.23	0	0	121.19	121.23	8	0
Assembly	132.99	133.10	0.27	0.30	133.25	133.41	18	0

4.5.2 จำนวนสินค้าคงคลัง

จำนวนสินค้าคงคลังในระบบสามารถนับได้โดยการดูจากจำนวนแถวคอย (Queues) จากการรันแบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 4.12 ซึ่งแถวคอยของกระบวนการ Caulking, Assembly เป็นสินค้าคลังประเภทชิ้นงานระหว่างกระบวนการ (WIP) และ Finished Goods Storage เป็นสินค้าคงคลังประเภทสินค้าคงคลังสำเร็จรูป

ตารางที่ 4.12 ผลการรันของจำนวนสินค้าคงคลังของสถานการณ์ในอนาคต

กระบวนการ	จำนวนสินค้าคงคลัง (ชิ้น)					
	น้อยสุด		มากสุด		เฉลี่ย	
	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย 0%
ระหว่าง Caulking กับ Assembly	0	0	1	1	0.00	0.00
Finished Goods Storage	0	0	69	69	61.28	68.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 จำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากระบบ

จำนวนชิ้นงานที่ทำการส่งมอบให้ลูกค้าจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทชิ้นงาน (Entity Type) ได้แก่ Finished Goods เป็นชิ้นงานที่ได้จากการผลิต และ Finished Goods Stock ซึ่งเป็นสินค้าคงคลังกันชน โดยจำนวนชิ้นงาน Finished Goods ที่เข้ามาคือชิ้นงานทั้งหมดที่ผลิตได้ใน 7 วัน และจำนวนชิ้นงานที่ออกคือจำนวนชิ้นงานที่ส่งมอบให้ลูกค้า ซึ่งสาเหตุที่ชิ้นงานที่ออกจากระบบน้อยกว่าจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด เนื่องจากมีการนำ Finished Goods Stock มาใช้ก่อน

ตารางที่ 4.13 ผลการรันของจำนวนชิ้นงานที่เข้าและออกจากระบบของสถานการณ์ในอนาคต

ชิ้นงาน	จำนวนที่เข้า (ชิ้น)		จำนวนที่ออก (ชิ้น)	
	มีของเสีย	ของเสีย0%	มีของเสีย	ของเสีย0%
Finished Goods	958	958	889	889
Finished Goods Stock	70	70	70	70
รวม	1,028	1,028	959	959

4.5.4 เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์

เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ (% Utilization) ของทรัพยากร ประกอบด้วยทรัพยากรที่เป็นผู้ปฏิบัติงาน 2 คน ผลจากการรันแบบจำลองแสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ผลการรันเปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ปัจจุบัน

สถานี	Resource	เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์	
		มีของเสีย	ของเสีย0%
Caulking	Operator A	86.48	86.50
Assembly	Operator B	94.41	94.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.5 เวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำ

เวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำมาจากการนำค่าตัวแปร (Variables) ต่างๆ ที่มาจากผลการรันแบบจำลองไปคำนวณต่อด้วยการใช้ Expression Builder ในกรณีใช้สัดส่วนของเสียจริง แสดงดังรูปที่ 4.10 ระยะเวลาที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added Time) เท่ากับ 203.46 วินาที และระยะเวลานำทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 15,603.76 วินาที ในกรณีที่สัดส่วนของเสียเป็นศูนย์ แสดงดังรูปที่ 4.11 ระยะเวลาที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added Time) เท่ากับ 203.61 วินาที และระยะเวลานำทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 16,529.78 วินาที

รูปที่ 4.10 ผลการรันเวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำของสถานการณ์ในอนาคตกรณีใช้สัดส่วนของเสียจริง

รูปที่ 4.11 ผลการรันเวลาที่เพิ่มคุณค่าและเวลานำของสถานการณ์ในอนาคตกรณีใช้สัดส่วนของเสีย 0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตของแม่แรงยกรถแบบกรรไกร (Pantograph Jack) โดยการใช้แผนผังสายธารคุณค่าและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ สามาถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

5.1 สรุปผลงานวิจัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

หนึ่งในเครื่องมือลีน (Lean Tools) ที่มีความสำคัญและใช้ในปริญญานิพนธ์นี้คือแผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping; VSM) ซึ่งช่วยในการมองภาพรวมของกระบวนการตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำและสร้างการไหลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Flow) ของสายธารคุณค่า โดยการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นแรกคือการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน (Current-State Map) มีจุดประสงค์เพื่อระบุความสูญเปล่า (Wastes) ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการและจำแนกกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added Activities) กับกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Added Activities) ออกจากกัน นำไปสู่ขั้นตอนที่ 2 ซึ่งเป็นการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต (Future-State Map) ซึ่งเป็นการแสดงภาพรวมของกระบวนการในอุดมคติหลังการปรับปรุงกระบวนการโดยใช้เครื่องมือลีน โดยในการวัดผลที่เกิดจากการปรับปรุงกระบวนการผลิต จะมีการใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีน่า (Arena Simulation) มาจำลองกระบวนการของแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคต

กรณีศึกษากระบวนการผลิตแม่แรงยกรถแบบกรรไกรซึ่งเป็นสินค้าของบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนในอุตสาหกรรมยานยนต์ขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ประกอบด้วยชิ้นส่วนย่อยทั้งหมด 12 ชิ้น ซึ่งทำการสั่งชิ้นส่วนย่อยจากผู้ผลิตชิ้นส่วน (Suppliers) ทั้ง 5 แห่งทุก 7 วัน โดยในการผลิตจะแบ่งสถานีงานออกเป็น 5 สถานี ได้แก่ การย้ำหมุดนอกและในชิ้นส่วน A, การย้ำหมุดนอกและในชิ้นส่วน B, การย้ำหมุดสกรู, การประกอบและตอกยึดชิ้นส่วน และการติดสติ๊กเกอร์และตรวจสอบคุณภาพ เมื่อทำการประกอบเสร็จแล้ว จะมีการเก็บสินค้าคงคลังสำเร็จรูป 3 วัน ก่อนจะทำการส่งมอบสินค้าให้แก่ลูกค้า หลังจากรวบรวมข้อมูลการผลิตที่จำเป็นแล้ว ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

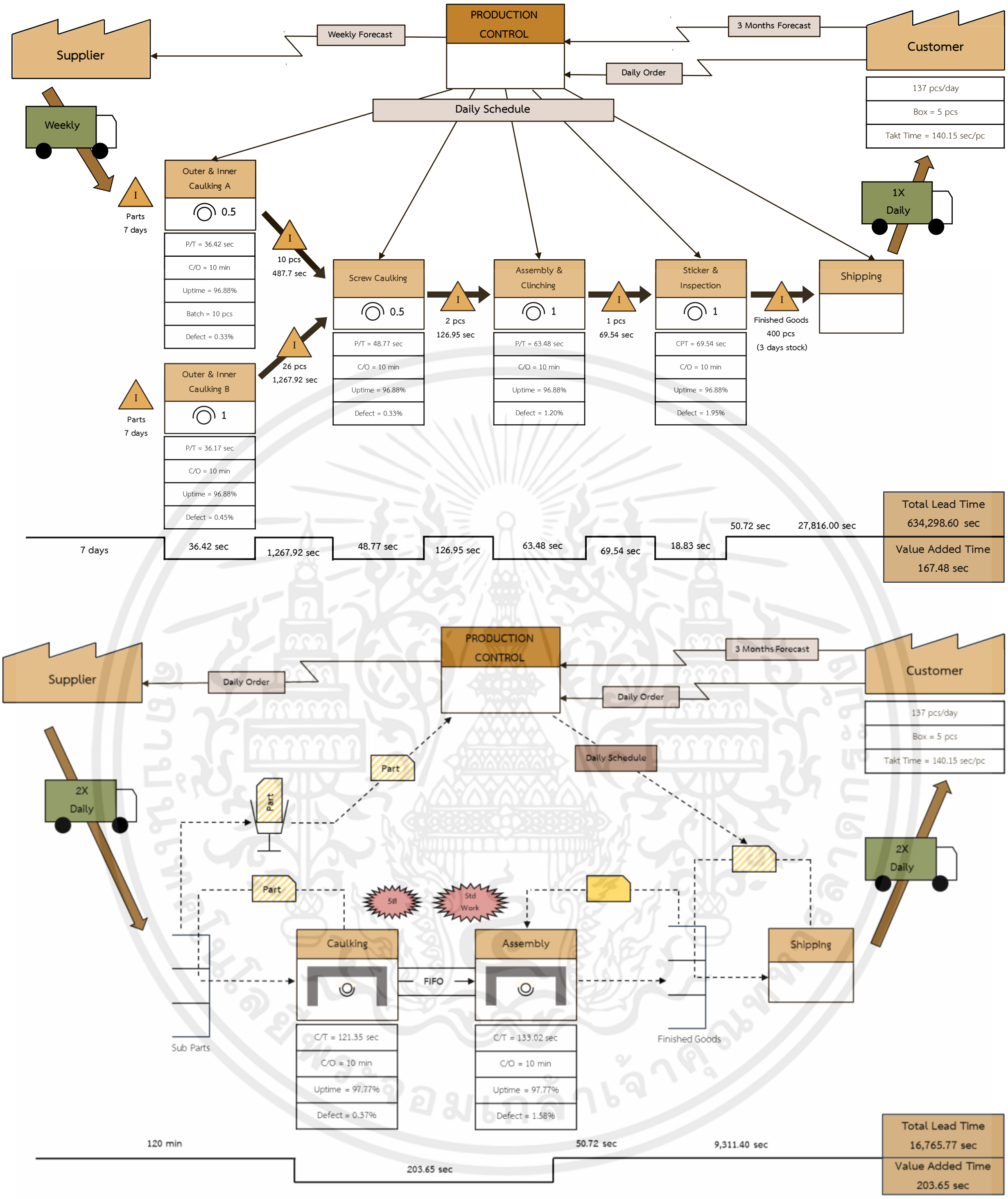
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้สามารถสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันได้ดังรูปที่ 5.1 ซึ่งจากการวิเคราะห์แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน พบว่าเวลานำของกระบวนการทั้งหมด (Lead Time) เท่ากับ 634,298.60 วินาที ในขณะที่ระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (Value-Added Time) มีค่าเพียง 167.48 วินาที เมื่อนำมาคำนวณหาสัดส่วนระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อระยะเวลานำทั้งหมดของกระบวนการ มีค่าเท่ากับ 0.026 % ซึ่งบ่งชี้ว่าระยะเวลาของกระบวนการส่วนใหญ่เป็นกระบวนที่ไม่เพิ่มคุณค่าให้และควรกำจัดทิ้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต

จากการวิเคราะห์แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน พบปัญหาหลัก 2 ปัญหา ได้แก่ 1) ประสิทธิภาพของการผลิตต่ำ โดยมีสัดส่วนระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อระยะเวลานำที่ต่ำมาก 2) การผลิตเกินจำนวน ซึ่งมาจากการที่รอบเวลาการผลิตจริงต่ำกว่ารอบเวลาเป้าหมายมาก หลังจากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิก้างปลา (Ishikawa Diagram) และวางแนวทางการแก้ไขสาเหตุของปัญหาเหล่านั้น ทำให้สามารถสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคตได้ดังรูปที่ 5.2 โดยส่วนที่ทำการปรับปรุงกระบวนการมีทั้งหมด 6 ส่วน ได้แก่ 1) ใช้ระบบคัมบัง (Kanban) และซุปเปอร์มาร์เก็ต (Supermarket) ในการเบิกชิ้นส่วนย่อย 2) ใช้ระบบคัมบังในการสั่งซื้อชิ้นส่วนย่อย 3) ใช้การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) 4) ใช้การผลิตแบบเซลลูล่าร์ (Cellular Manufacturing) ในการจัดผังสถานีงาน 5) ระบบคัมบังและซุปเปอร์มาร์เก็ตในการเบิกสินค้าสำเร็จรูป 6) ใช้ระบบคัมบังในการสั่งผลิตสินค้า ซึ่งจากการวิเคราะห์แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต พบว่าเวลานำของกระบวนการทั้งหมดเท่ากับ 16,765.77 วินาที และระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าเท่ากับ 203.65 วินาที เมื่อนำมาคำนวณหาสัดส่วนระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อระยะเวลานำทั้งหมดของกระบวนการ มีค่าเท่ากับ 1.215% เมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน พบว่าเวลานำทั้งหมดของกระบวนการลดลง 617,532.83 วินาที หรือคิดเป็น 97.357% และสัดส่วนระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อระยะเวลานำทั้งหมดของกระบวนการเพิ่มขึ้น 1.189% หรือคิดเป็นเพิ่มขึ้น 46.73 เท่าจากค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



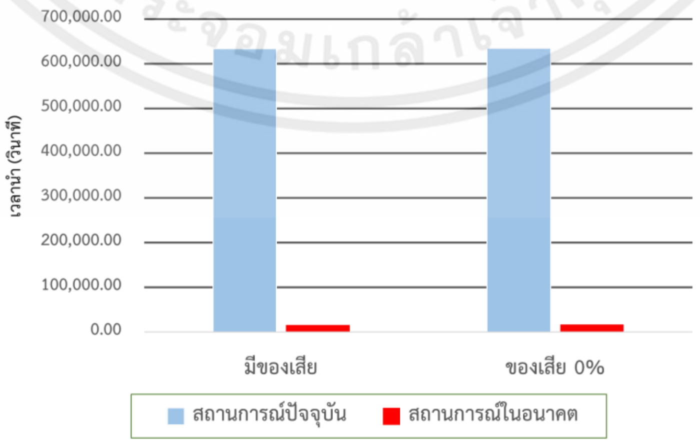
รูปที่ 5.1 เปรียบเทียบแผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากการสร้างแผนผังสายธารคุณค่าของทั้งสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคตแล้ว จะนำข้อมูลที่ได้มาทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของทั้ง 2 สถานการณ์เพื่อทำการเปรียบเทียบผลการปรับปรุงกระบวนการ โดยทำการกำหนดให้ Replication Length มีค่า 7 วัน และกำหนดเงื่อนไขของการจำลองสถานการณ์เป็น 2 เงื่อนไข ได้แก่ กรณีที่นำสัดส่วนของเสียตามสถานการณ์จริงมาคิด และกรณีที่ไม่มีของเสียเกิดขึ้น ผลลัพธ์จากการรันแบบจำลองสถานการณ์แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคต แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบผลการรันแบบจำลองสถานการณ์

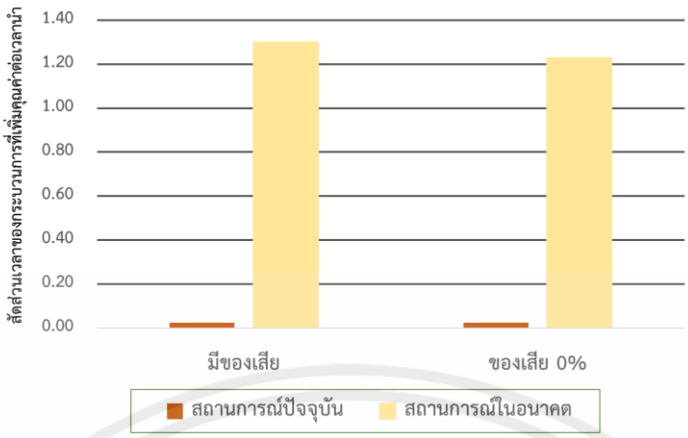
ตัวชี้วัด	สถานการณ์ปัจจุบัน		สถานการณ์ในอนาคต	
	มีของเสีย	ของเสีย 0%	มีของเสีย	ของเสีย 0%
เวลานำ (วินาที)	633,191.37	634,764.22	15,603.76	16,529.78
ระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่า (วินาที)	167.16	167.34	203.46	203.61
สัดส่วนเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อเวลานำ	0.026%	0.026%	1.304%	1.232%
เวลารอคอยต่อชิ้น (วินาที)	9,076.46	9,054.77	0.27	0.30
จำนวนสินค้าคงคลังเฉลี่ย (ชิ้น)	418	439	62	69



รูปที่ 5.2 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบเวลานำของสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



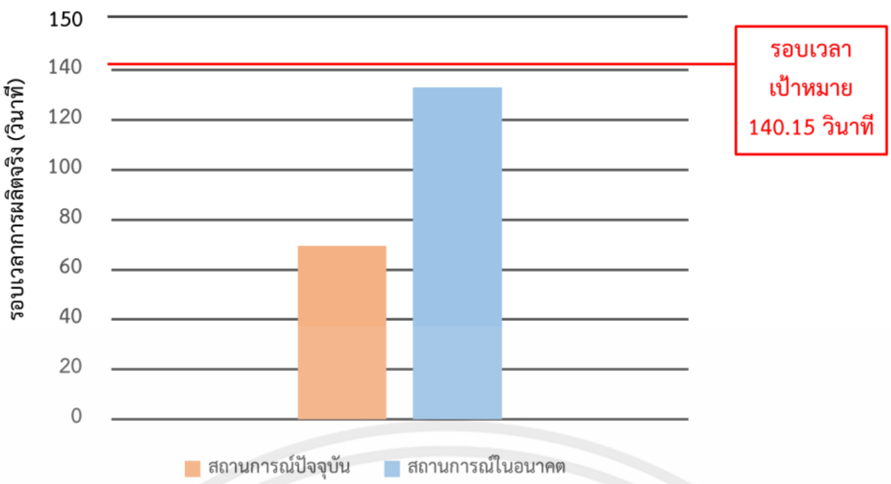
รูปที่ 5.3 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบสัดส่วนเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อเวลานำ

จากผลการรันแบบจำลองสถานการณ์ภายใต้เงื่อนไขที่มีของเสียตามจริง พบว่าหลังจากการปรับปรุงกระบวนการ ระยะเวลานำของกระบวนการลดลงจาก 633,191.37 วินาที (ประมาณ 7 วัน 8 ชั่วโมง) เป็น 15,603.76 วินาที (ประมาณ 4 ชั่วโมง 39 นาที) ซึ่งลดลง 617,587.61 วินาที หรือคิดเป็น 97.54% จากสถานการณ์ปัจจุบัน (รูปที่ 5.2) และสัดส่วนระยะเวลาของกระบวนการที่เพิ่มคุณค่าต่อระยะเวลานำหลังการปรับปรุงกระบวนการเพิ่มขึ้นจากเดิมที่มีค่า 0.026% เป็น 1.304% ซึ่งมากกว่าเดิม 1.278% หรือคิดเป็น 49.39 เท่าจากสถานการณ์ปัจจุบัน (รูปที่ 5.3) ซึ่งแสดงว่าประสิทธิภาพของการผลิตดีขึ้นจากเดิม นอกจากนี้ระยะเวลาการรอคอยของชิ้นงานและจำนวนสินค้าคงคลังเฉลี่ยยังลดลงจากสถานการณ์ปัจจุบันอย่างมาก

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบตัวชี้วัดของกระบวนการผลิตจากแผนผังสายธารคุณค่า

ตัวชี้วัด	สถานการณ์ปัจจุบัน	สถานการณ์ในอนาคต
รอบเวลาเป้าหมาย (วินาที/ชิ้น)	140.15	140.15
รอบเวลาการผลิตจริง (วินาที/ชิ้น)	69.54	133.02
จำนวนผู้ปฏิบัติงานที่ใช้ (คน)	4	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบรอบเวลาการผลิตจริงของสถานการณ์ปัจจุบันและสถานการณ์ในอนาคต

จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้แผนผังสายธารคุณค่า พบว่าหลังจากการปรับปรุงกระบวนการ รอบเวลาการผลิตจริงเพิ่มขึ้นจากเดิม 69.54 วินาที/ชิ้น ซึ่งคิดเป็น 46.62% ของรอบเวลาเป้าหมาย (Takt Time) เป็น 133.02 วินาที/ชิ้น ซึ่งคิดเป็น 94.91% ของรอบเวลาเป้าหมาย แสดงว่าปัญหาการผลิตเกินจำนวน (Overproduction) ได้รับการแก้ไขแล้ว นอกจากนี้จำนวนผู้ปฏิบัติงานที่ใช้ยังลดลงจาก 4 คน เหลือ 2 คน

5.2 ข้อเสนอแนะ

การจำลองสถานการณ์ด้วยแบบจำลองในขณะนี้ ไม่ได้พิจารณารวมเรื่องค่าใช้จ่ายในส่วนต่างๆ ได้แก่ ค่าจ้างของพนักงาน ค่าใช้จ่ายในการปรับสายการผลิต และค่าใช้จ่ายในการกำจัดของของเสียที่เกิดขึ้น และไม่ได้สร้างตัวเลือกในการปรับปรุงกระบวนการผลิตรูปแบบอื่นๆ มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการปรับปรุงกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] J. P. Womack and D. T. Jones. แนวคิดแบบลีน (Lean Thinking). แปลโดย วิทยา สุหฤทดำรง และ ยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อี.ไอ.สแควร์, 2550.

[2] กิตติวัฒน์ สิริเกษมสุข. การศึกษาการทำงานอุตสาหกรรม (Industrial Work Study). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด มีน เซอร์วิส ซัพพลาย, 2563.

[3] L. Wilson. How to implement Lean Manufacturing. McGraw-Hill, 2010.

[4] D. Tapping and T. Shuker. Value Stream Management for the Lean Office. Productivity Press, 2003.

[5] M. Rother and J. Shook. Learning to see. Library B.C. Institute of Technology, 1999.

[6] K. Martin and M. Osterling. Value Stream Mapping: How to Visualize Work and Align Leadership for Organizational Transformation. McGraw-Hill, 2013.

[7] Productivity Press Development Team. คัมบัง (Kanban for the Shopfloor). แปลโดย บุญเสริม วันทนาศุภมาต, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ อี.ไอ.สแควร์ พับลิชชิ่ง, 2549.

[8] Productivity Press Development Team. การผลิตแบบเซลลูล่าร์ (Cellular Manufacturing One-piece Flow for Workteams). แปลโดย ดร.วิทยา สุหฤทดำรง และ ยุพา กลอนกลาง, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ อี.ไอ.สแควร์ พับลิชชิ่ง, 2549.

[9] สิทธิพร พิมพ์สกุล. การจัดการปฏิบัติการและโซ่อุปทาน พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด มีน เซอร์วิส ซัพพลาย, 2561.

[10] Productivity Press Development Team. การผลิตแบบดึง (Pull Production for the Shopfloor). แปลโดย ยุพา กลอนกลาง, ดร. วิทยา สุหฤทดำรง, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ อี.ไอ.สแควร์ พับลิชชิ่ง, 2549.

[11] ผศ.ดร. รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น, บมจ, 2553.

[12] W. David Kelton, R. Sadowski, and N. Zupick. Simulation with Arena. McGraw-Hill, 2014.

[13] J. Azevedo, J.C. Sa, L.P. Ferreira, G. Santos, F.M. Cruz, G. Jimenez, F.J.G. Silva. Improvement of Production Line in the Automotive Industry Through Lean Philosophy. Procedia Manufacturing 2019.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] Mahdi Sabaghi, Reza Rostamzadeh, Christian Mascle. Kanban and value stream mapping analysis in lean manufacturing philosophy via simulation: A plastic fabrication. Services and Operations Management, 2015.

[15] กังวาล ศรีโนนโคตร. 2561. การปรับปรุงกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศโดยใช้ VSM. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตบัณฑิตวิทยาลัยสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมสถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.

[16] S. Thirunavukkarasu, Balaji Visvanath Bheeman, R. Ashwin, M. Varadharajan, S.R. Devadasan. Lean implementation through value stream mapping: a case study in an Indian pump manufacturing company. Services and Operations Management, 2013.

[17] ปัณฑิตา สันดุษฎี และ สุธิดา เสรีเสถียรทรัพย์. 2560. การศึกษากระบวนการผลิตโคมไฟหน้ารถยนต์โดยใช้ผังงานสายธารแห่งคุณค่าและแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตวิทยาลัยสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[18] Wolfgang Apel, Jia Yong LI, Vanessa Walton. Value Stream Mapping for Lean Manufacturing Implementation. Faculty of Worcester Polytechnic Institute (WPI) and Central Industrial Supply (CIS), 2007.

[19] ชนัญญา วงศ์สายเชื้อ, นงนภัส ปรากฏวงศ์, ประภาพร อินทร์จันทร์ และรัชชานนท์ สิงห์แสง. 2558. การปรับปรุงสายการผลิต Frame sub ass'y seat support กรณีศึกษา บริษัท ไทยซัมมิท โกลด์ เพรส จำกัด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[20] Mark A. Treadwell and Jeffrey W. Hermann. A KANBAN MODULE FOR SIMULATING PULL PRODUCTION IN ARENA. University of Maryland College Park, MD 20742, U.S.A. 2005.

[21] อุบลวรรณ อ้นโต. การประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนและผังคุณค่าโดยการจำลองสถานการณ์ในการผลิตยานยนต์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการด้านโลติสติกส์ (สหสาขาวิชา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

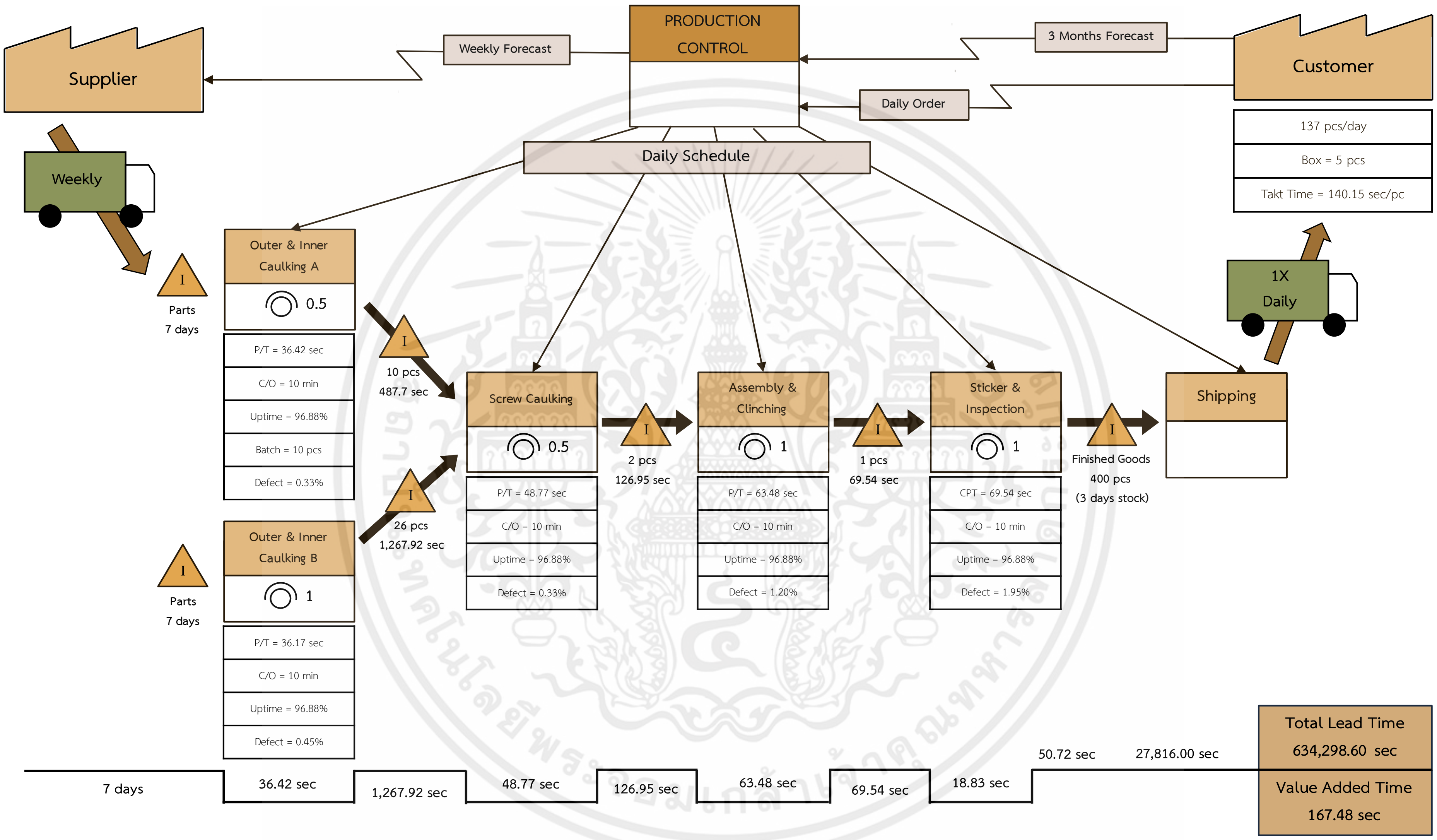
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

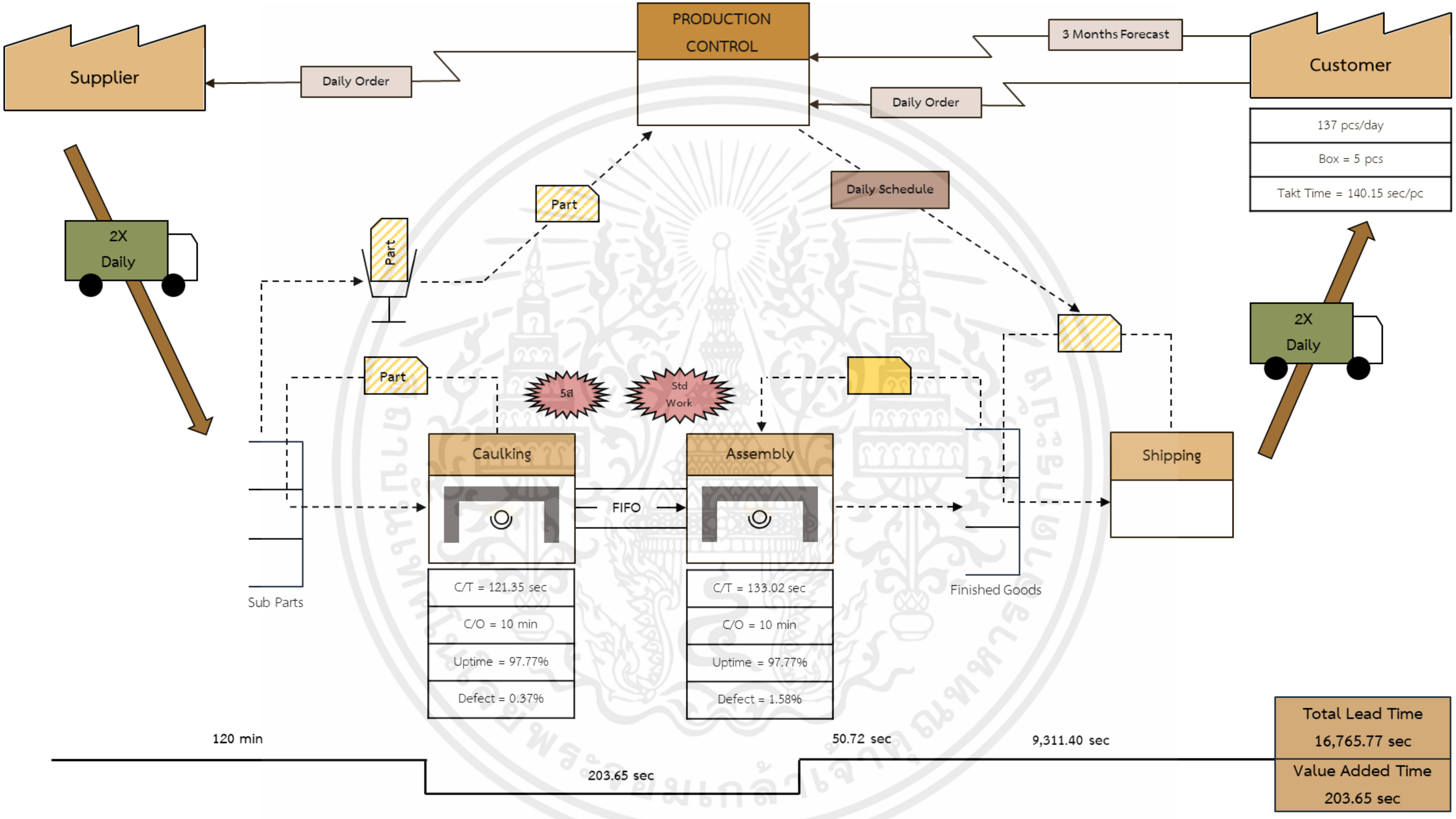
(แผนผังสายธารคุณค่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผก.1 แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ปัจจุบัน



รูปที่ ผก.2 แผนผังสายธารคุณค่าของสถานการณ์ในอนาคต

ภาคผนวก ข

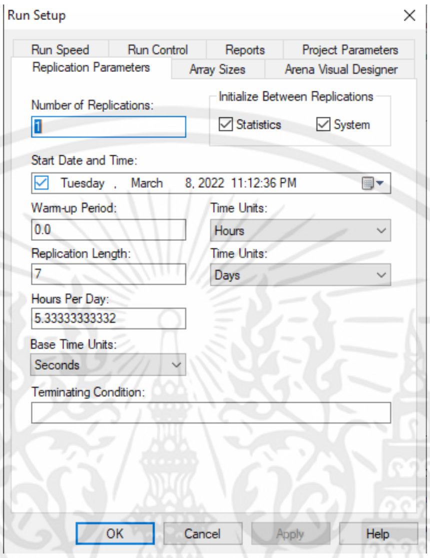
(ผลการรันแบบจำลองสถานการณ์ของสถานการณ์ปัจจุบัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

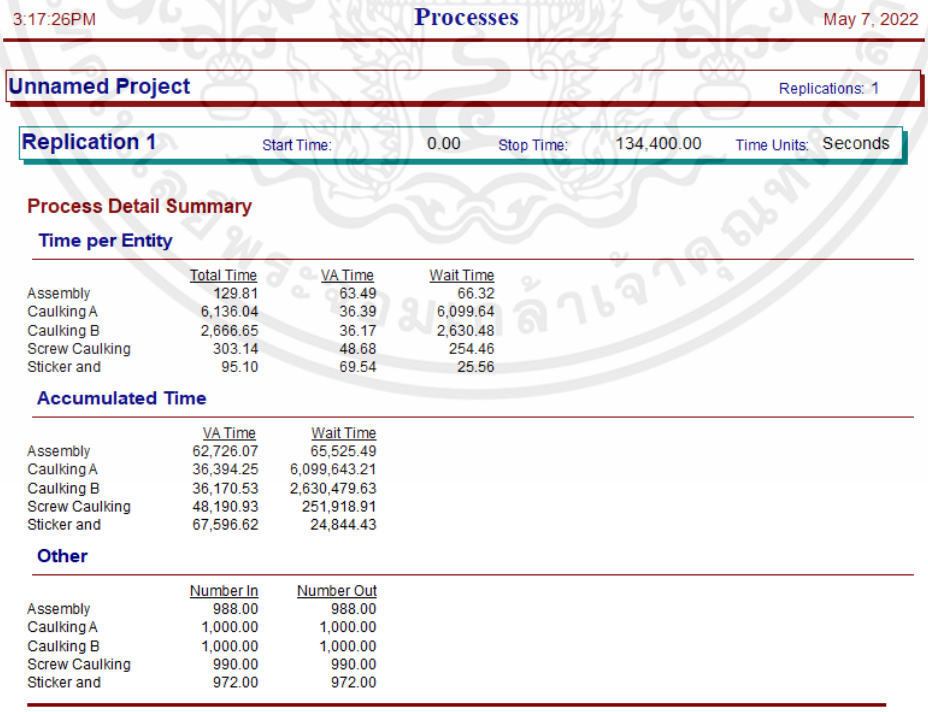
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1 ผลการรันแบบจำลองของสถานการณ์ปัจจุบันในกรณีนำสัดส่วนของเสียตามสถานการณ์จริงมาคิด

ในการรันแบบจำลองสถานการณ์ จะทำการตั้งค่า Run Setup ในส่วนของ Replication Parameters กำหนดให้ Replication Length มีค่า 7 วัน และกำหนด Hours Per Day อยู่ที่ 5.333 ชั่วโมง/วัน (5 ชั่วโมง 20 นาที) ตั้งค่า Base Time Unit ให้เป็นหน่วยวินาที



รูปที่ ผข. 1 การตั้งค่า Replication Parameters



3:17:26PM **Processes** May 7, 2022

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Process Detail Summary

Time per Entity

	Total Time	VA Time	Wait Time
Assembly	129.81	63.49	66.32
Caulking A	6,136.04	36.39	6,099.64
Caulking B	2,666.65	36.17	2,630.48
Screw Caulking	303.14	48.68	254.46
Sticker and	95.10	69.54	25.56

Accumulated Time

	VA Time	Wait Time
Assembly	62,726.07	65,525.49
Caulking A	36,394.25	6,099,643.21
Caulking B	36,170.53	2,630,479.63
Screw Caulking	48,190.93	251,918.91
Sticker and	67,596.62	24,844.43

Other

	Number In	Number Out
Assembly	988.00	988.00
Caulking A	1,000.00	1,000.00
Caulking B	1,000.00	1,000.00
Screw Caulking	990.00	990.00
Sticker and	972.00	972.00

รูปที่ ผข. 2 หน้าต่างผล Process ของสถานการณ์ปัจจุบัน กรณีคิดของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3:21:01PM **Queues** May 7, 2022

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Queue Detail Summary

Time

	Waiting Time
Assembly.Queue	66.32
Batch 4.Queue	0.00
Batch Caulking A.Queue	416.57
Caulking A.Queue	6099.64
Caulking B.Queue	2630.48
Finished Goods Storage.Queue1	0.00
Finished Goods Storage.Queue2	38119.78
Match A.Queue1	0.00
Match A.Queue2	53913.60
Match AB.Queue1	0.07
Match AB.Queue2	4033.23
Match B.Queue1	0.00
Match B.Queue2	53913.60
Screw Caulking.Queue	254.46
Sticker and Torque Test.Queue	25.56

Other

	Number Waiting
Assembly.Queue	0.49
Batch 4.Queue	0.00
Batch Caulking A.Queue	3.60
Caulking A.Queue	45.38
Caulking B.Queue	19.57
Finished Goods Storage.Queue1	0.00
Finished Goods Storage.Queue2	386.49
Match A.Queue1	9.14
Match A.Queue2	401.14
Match AB.Queue1	0.00
Match AB.Queue2	30.19
Match B.Queue1	9.14
Match B.Queue2	401.14
Screw Caulking.Queue	1.87
Sticker and Torque Test.Queue	0.18

รูปที่ ผข. 3 หน้าต่างผล Queues ของสถานการณ์ปัจจุบัน กรณีคิดของเสีย

3:23:58PM **Resources** May 7, 2022

Unnamed Project

Replications: 1

Replication 1

Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Resource Detail Summary

Usage

	Inst Util	Num Busy	Num Sched	Num Seized	Sched Util
Assembly	0.47	0.47	1.00	988.00	0.47
Caulking A	0.27	0.27	1.00	1,000.00	0.27
Caulking B	0.27	0.27	1.00	1,000.00	0.27
Operator A	0.63	0.63	1.00	1,990.00	0.63
Operator B	0.27	0.27	1.00	1,000.00	0.27
Operator C	0.47	0.47	1.00	988.00	0.47
Operator D	0.50	0.50	1.00	972.00	0.50
Screw	0.36	0.36	1.00	990.00	0.36
Torque Test	0.50	0.50	1.00	972.00	0.50

รูปที่ ผข. 4 หน้าต่างผล Resources ของสถานการณ์ปัจจุบัน กรณีคิดของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2 ผลการรันแบบจำลองของสถานการณ์ปัจจุบันในกรณีไม่นำสัดส่วนของเสียมาคิด

ในการรันแบบจำลองสถานการณ์ จะทำการตั้งค่า Run Setup ในส่วนของ Replication Parameters กำหนดให้ Replication Length มีค่า 7 วัน และกำหนด Hours Per Day อยู่ที่ 5.333 ชั่วโมง/วัน (5 ชั่วโมง 20 นาที) ตั้งค่า Base Time Unit ให้เป็นหน่วยวินาที

3:41:38PM **Processes** May 7, 2022

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Process Detail Summary

Time per Entity

	Total Time	VA Time	Wait Time
Assembly	130.01	63.47	66.53
Caulking A	6,107.44	36.30	6,071.14
Caulking B	2,670.38	36.17	2,634.22
Screw Caulking	303.79	48.78	255.01
Sticker and	97.52	69.64	27.87

Accumulated Time

	VA Time	Wait Time
Assembly	63,473.66	66,534.13
Caulking A	36,298.66	6,071,141.90
Caulking B	36,166.72	2,634,217.99
Screw Caulking	48,778.96	255,013.05
Sticker and	69,644.02	27,871.83

Other

	Number In	Number Out
Assembly	1,000.00	1,000.00
Caulking A	1,000.00	1,000.00
Caulking B	1,000.00	1,000.00
Screw Caulking	1,000.00	1,000.00
Sticker and	1,000.00	1,000.00

รูปที่ ผข. 5 หน้าต่างผล Process ของสถานการณ์ปัจจุบัน กรณีไม่คิดของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3:43:22PM **Queues** May 7, 2022

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Queue Detail Summary

Time

	Waiting Time
Assembly.Queue	66.53
Batch 4.Queue	0.00
Batch Caulking A.Queue	351.22
Caulking A.Queue	6071.14
Caulking B.Queue	2634.22
Finished Goods Storage.Queue1	0.00
Finished Goods Storage.Queue2	39084.53
Match A.Queue1	0.00
Match A.Queue2	53913.60
Match AB.Queue1	0.02
Match AB.Queue2	3788.29
Match B.Queue1	0.00
Match B.Queue2	53913.60
Screw Caulking.Queue	255.01
Sticker and Torque Test.Queue	27.87

Other

	Number Waiting
Assembly.Queue	0.50
Batch 4.Queue	0.00
Batch Caulking A.Queue	2.61
Caulking A.Queue	45.17
Caulking B.Queue	19.60
Finished Goods Storage.Queue1	0.00
Finished Goods Storage.Queue2	409.85
Match A.Queue1	9.14
Match A.Queue2	401.14
Match AB.Queue1	0.00
Match AB.Queue2	28.19
Match B.Queue1	9.14
Match B.Queue2	401.14
Screw Caulking.Queue	1.90
Sticker and Torque Test.Queue	0.21

รูปที่ ผข. 6 หน้าต่างผล Queues ของสถานการณ์ปัจจุบัน กรณีไม่คิดของเสีย

3:45:50PM **Resources** May 7, 2022

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Resource Detail Summary

Usage

	Inst Util	Num Busy	Num Sched	Num Seized	Sched Util
Operator 1	0.87	0.87	1.00	959.00	0.87
Operator 2	0.95	0.95	1.00	959.00	0.95

รูปที่ ผข. 7 หน้าต่างผล Resources ของสถานการณ์ปัจจุบัน กรณีไม่คิดของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

(ผลการรันแบบจำลองสถานการณ์ของสถานการณ์ในอนาคต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1 ผลการรันแบบจำลองของสถานการณ์ในอนาคตในกรณีนำสัดส่วนของเสียตามสถานการณ์จริงมาคิด

ในการรันแบบจำลองสถานการณ์ จะทำการตั้งค่า Run Setup ในส่วนของ Replication Parameters กำหนดให้ Replication Length มีค่า 7 วัน และกำหนด Hours Per Day อยู่ที่ 5.333 ชั่วโมง/วัน (5 ชั่วโมง 20 นาที) ตั้งค่า Base Time Unit ให้เป็นหน่วยวินาที

3:34:56PM **Processes** May 7, 2022

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Process Detail Summary

Time per Entity

	Total Time	VA Time	Wait Time
Assembly	133.25	132.99	0.27
Caulking	121.19	121.19	0.00

Accumulated Time

	VA Time	Wait Time
Assembly	126,871.71	253.41
Caulking	116,223.14	0.00

Other

	Number In	Number Out
Assembly	955.00	954.00
Caulking	959.00	959.00

รูปที่ ผค. 1 หน้าต่างผล Process ของสถานการณ์ในอนาคต กรณีคิดของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3:36:18PM **Queues** May 7, 2022

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Queue Detail Summary

Time

	Waiting Time
Assembly.Queue	0.27
Batch 1.Queue	0.00
Batch 2.Queue	0.00
Batch 3.Queue	0.00
Caulking.Queue	0.00
Finised Goods Storage.Queue1	0.00
Finised Goods Storage.Queue2	8361.84
Hold 1.Queue	2409.30
Match 1.Queue1	2537.59
Match 1.Queue2	0.00
Match 2.Queue1	0.00
Match 2.Queue2	0.00
Match 4.Queue1	0.00
Match 4.Queue2	0.00

Other

	Number Waiting
Assembly.Queue	0.00
Batch 1.Queue	0.00
Batch 2.Queue	0.00
Batch 3.Queue	0.00
Caulking.Queue	0.00
Finised Goods Storage.Queue1	0.00
Finised Goods Storage.Queue2	61.28
Hold 1.Queue	17.20
Match 1.Queue1	18.18
Match 1.Queue2	0.00
Match 2.Queue1	0.00
Match 2.Queue2	0.00
Match 4.Queue1	0.00
Match 4.Queue2	0.00

รูปที่ ผค. 2 หน้าต่างผล Queues ของสถานการณ์ในอนาคต กรณีคิดของเสีย

3:35:24PM **Resources** May 7, 2022

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Resource Detail Summary

Usage

	Inst Util	Num Busy	Num Sched	Num Seized	Sched Util
Operator 1	0.86	0.86	1.00	959.00	0.86
Operator 2	0.94	0.94	1.00	955.00	0.94

รูปที่ ผค. 3 หน้าต่างผล Resources ของสถานการณ์ในอนาคต กรณีคิดของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.2 ผลการรันแบบจำลองของสถานการณ์ในอนาคตในกรณีไม่นำสัดส่วนของเสียมาคิด

ในการรันแบบจำลองสถานการณ์ จะทำการตั้งค่า Run Setup ในส่วนของ Replication Parameters กำหนดให้ Replication Length มีค่า 7 วัน และกำหนด Hours Per Day อยู่ที่ 5.333 ชั่วโมง/วัน (5 ชั่วโมง 20 นาที) ตั้งค่า Base Time Unit ให้เป็นหน่วยวินาที

3:45:22PM **Processes** May 7, 2022

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Process Detail Summary

Time per Entity

	Total Time	VA Time	Wait Time
Assembly	133.41	133.10	0.30
Caulking	121.23	121.23	0.00

Accumulated Time

	VA Time	Wait Time
Assembly	127,512.16	292.04
Caulking	116,259.87	0.00

Other

	Number In	Number Out
Assembly	959.00	958.00
Caulking	959.00	959.00

รูปที่ ผค. 4 หน้าต่างผล Process ของสถานการณ์ในอนาคต กรณีไม่คิดของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3:46:05PM **Queues** May 7, 2022

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Queue Detail Summary

Time

	Waiting Time
Assembly.Queue	0.30
Batch 1.Queue	0.00
Batch 2.Queue	0.00
Batch 3.Queue	0.00
Caulking.Queue	0.00
Finised Goods Storage.Queue1	0.00
Finised Goods Storage.Queue2	9211.30
Hold 1.Queue	2409.30
Match 1.Queue1	2537.59
Match 1.Queue2	0.00
Match 2.Queue1	0.00
Match 2.Queue2	0.00
Match 4.Queue1	0.00
Match 4.Queue2	0.00

Other

	Number Waiting
Assembly.Queue	0.00
Batch 1.Queue	0.00
Batch 2.Queue	0.00
Batch 3.Queue	0.00
Caulking.Queue	0.00
Finised Goods Storage.Queue1	0.00
Finised Goods Storage.Queue2	68.18
Hold 1.Queue	17.20
Match 1.Queue1	18.18
Match 1.Queue2	0.00
Match 2.Queue1	0.00
Match 2.Queue2	0.00
Match 4.Queue1	0.00
Match 4.Queue2	0.00

รูปที่ ผค. 5 หน้าต่างผล Queues ของสถานการณ์ในอนาคต กรณีคิดของเสีย

3:45:50PM **Resources** May 7, 2022

Unnamed Project Replications: 1

Replication 1 Start Time: 0.00 Stop Time: 134,400.00 Time Units: Seconds

Resource Detail Summary

Usage

	Inst Util	Num Busy	Num Sched	Num Seized	Sched Util
Operator 1	0.87	0.87	1.00	959.00	0.87
Operator 2	0.95	0.95	1.00	959.00	0.95

รูปที่ ผค. 6 หน้าต่างผล Resources ของสถานการณ์ในอนาคต กรณีไม่คิดของเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้