การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความล่าช้า กรณีศึกษา บริษัทผลิตเซมิคอนดักเตอร์

น.ส.รัศมิมน โพธิ์ทอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน สหสาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PROCESS IMPROVEMENT TO REDUCE DELAY IN MANUFACTURING: A CASE STUDY OF SEMICONDUCTOR COMPANY

Miss Rassamimon Bodhidong

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Logistics and Supply Chain Management

Inter-Department of Logistics Management

GRADUATE SCHOOL

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความล่าช้า กรณีศึกษา บริษัทผลิตเซมิคอนดักเตอร์
โดย	น.ส.รัศมิมน โพธิ์ทอง
สาขาวิชา	การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริอร เศรษฐมานิต

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

---------- คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ หนูจักร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา วิสมิตะนันทน์)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริอร เศรษฐมานิต)

---------- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนัญญา วสุศรี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รัศมิมน โพธิ์ทอง : การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความล่าช้า กรณีศึกษา บริษัทผลิตเซมิคอนดักเตอร์. (PROCESS IMPROVEMENT TO REDUCE DELAY IN MANUFACTURING: A CASE STUDY OF SEMICONDUCTOR COMPANY) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.สิริอร เศรษฐมานิต

งานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติ ที่ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของบริษัทผลิตเซมิคอนดักเตอร์ ซึ่งในปัจจุบันประสบกับปัญหาความล่าช้าในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Small Outline Integrated Circuit (SOIC) โดยมีสาเหตุหลักมาจากการที่ประสิทธิภาพของเครื่องจักรไม่เต็ม 100% จึงส่งผลให้การตรวจสอบคุณภาพสินค้าใช้เวลามากกว่าที่ได้คำนวณไว้ ซึ่งปัญหาเรื่องประสิทธิภาพของเครื่องจักรนี้ เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนอุณหภูมิไปมาของเครื่องจักรจากการจัดตารางตรวจสอบคุณภาพที่ไม่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ 3 แนวทาง ได้แก่ การนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตและการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้ การนำทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรมาปรับใช้ และการนำแนวทางทั้งสองมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิต ลดรอบเวลาที่สินค้าอยู่ในกระบวนการ และเพิ่มค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร หลังจากนั้นจึงสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อประเมินผลลัพธ์จากการปรับปรุงประสิทธิภาพ โดยผลการวิจัยพบว่า หลังจากปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีการที่ผู้วิจัยได้เสนอนั้น สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตได้ถึงสัปดาห์ละ 45.49% และลดรอบเวลาที่ชิ้นงานแต่ละล็อตอยู่ในระบบได้ถึง 15.06%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6280057020 : MAJOR LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

KEYWORD: Production Line Balancing, Production Scheduling, Simulation, Total Productive Maintenance

Rassamimon Bodhidong : PROCESS IMPROVEMENT TO REDUCE DELAY IN MANUFACTURING: A CASE STUDY OF SEMICONDUCTOR COMPANY. Advisor: Asst. Prof. SIRI-ON SETAMANIT

This research is an action research which study and proposes a method to improve the efficiency of a manufacturing process in a semiconductor company that is currently facing delays in the manufacturing of Small Outline Integrated Circuit (SOIC) product which is mainly caused of the machine are not 100% efficient so actual processing time is more than calculation. After investigating, it was found that the reason for low machine efficiency is caused by changing the temperature of machine between hot and cold due to inappropriate scheduling. Researcher proposed 3 approaches to improve efficiency of production line. The first approach is to apply production line balancing and production scheduling techniques to improve throughput and average cycle time. The second approach is to apply total productive maintenance to improve availability of machine. And the last approach is to apply first and second approach together, then evaluate the results by using simulation model. The results show that the proposed method helps to increase throughput by 45.49% per week and reduce cycle time by 15.06%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Logistics and Supply Chain Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2020	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริอร เศรษฐมานิต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ผู้วิจัยได้ปรึกษา ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความใส่ใจ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา วิสมิตะนันทน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ธนัญญา วสุศรี กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกสำหรับการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลามาตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์แก่ผู้วิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมไปถึงคณาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้ให้โอกาสทางการศึกษา และให้ความรู้แก่ผู้วิจัย จนกระทั่งสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโทครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านของบริษัทกรณีศึกษา ที่ให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม อนุเคราะห์ข้อมูล และช่วยตรวจสอบความถูกต้องต่าง ๆ ของแบบจำลอง และข้อมูลภายในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ อีกทั้งยังให้ความกรุณาช่วยเหลือ ส่งเสริม และสนับสนุนตลอดการศึกษาระดับปริญญาโทของผู้วิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ส่งเสริมและสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างเสมอมา ขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง ทุก ๆ คนที่คอยเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยในการศึกษาในระดับปริญญาโท ตลอดจนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รัศมิมน โพธิ์ทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3
1.3 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย 4
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย 4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) 5
2.2 การจัดตารางการผลิต (Production Scheduling) 6
2.2.1 การจัดตารางเครื่องจักรเดี่ยว 9
2.2.2 การจัดตารางเครื่องจักรขนาน 11
2.3 การบำรุงรักษา (Maintenance) 13
2.3.1 การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) 13
2.3.2 ประสิทธิผลของเครื่องจักร (Equipment Effectiveness) 15
2.3.3 การวัดประสิทธิผลของเครื่องจักร (Measuring equipment effectiveness) 16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 20
3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา 20
3.2 กระบวนการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา 21
3.3 ปัญหาความล่าช้าในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ 23
3.4 สาเหตุของความล่าช้าที่เกิดขึ้น 25
3.5 การกำหนดแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ 33
3.5.1 การนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตและการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้ 34
3.5.2 การนำทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรมาปรับใช้ 43
3.6 การทดสอบแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ 44
3.7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 45
บทที่ 4 ผลการวิจัย 46
4.1 แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา 46
4.1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Verification) 63
4.1.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model Validation) 64
4.1.3 การคำนวณหาจำนวน Replication ที่เหมาะสม 65
4.2 แบบจำลองสถานการณ์ของวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพที่เสนอแนะ 68
4.2.1 การนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตและการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้ 68
4.2.2 การนำทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรมาปรับใช้ 79
4.2.3 การดำเนินการแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้ง 2 แนวทางพร้อมกัน 89
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 93
5.1 ข้อเสนอแนะสำหรับบริษัทกรณีศึกษา 93
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำงานวิจัยนี้ต่อในอนาคต 94
5.3 ข้อจำกัดในงานวิจัย 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บรรณานุกรม 96

ประวัติผู้เขียน 99

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 วิธีการและทฤษฎีที่งานวิจัยต่าง ๆ เลือกใช้ 19
ตารางที่ 2 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการชดเชยความล่าช้าในช่วงไตรมาสที่ 3 ของปีพ.ศ. 2563.....24
ตารางที่ 3 ตัวอย่างงานระหว่างทำคงค้างในแต่ละขั้นตอน และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ 25
ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ณ วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2563 27
ตารางที่ 5 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าล็อตที่ 1-10 29
ตารางที่ 6 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าล็อตที่ 11-20 30
ตารางที่ 7 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าล็อตที่ 21-30 30
ตารางที่ 8 ผลลัพธ์ในการเรียงลำดับเครื่องจักรและงาน 36
ตารางที่ 9 การจัดสรรงานทั้งหมดลงบนเครื่องจักร 1 36
ตารางที่ 10 การทำซ้ำครั้งแรก.....37
ตารางที่ 11 ผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งแรก 37
ตารางที่ 12 การทำซ้ำครั้งที่ 2.....37
ตารางที่ 13 ผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งที่ 2 38
ตารางที่ 14 การทำซ้ำครั้งที่ 3.....38
ตารางที่ 15 ผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งที่ 3 38
ตารางที่ 16 การทำซ้ำครั้งที่ 4.....39
ตารางที่ 17 การทำซ้ำครั้งที่ 5.....39
ตารางที่ 18 ผลลัพธ์ที่ให้เวลาปิดงานของระบบที่ต่ำที่สุด 39
ตารางที่ 19 ผลลัพธ์ที่ให้เวลาปิดงานของระบบที่ต่ำที่สุด จากการใช้ฟังก์ชัน Solver.....43
ตารางที่ 20 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 1 48
ตารางที่ 21 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 1 (ต่อ).....49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 2 49
ตารางที่ 23 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 2 (ต่อ).....50
ตารางที่ 24 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 2 (ต่อ).....51
ตารางที่ 25 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 3 51
ตารางที่ 26 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 3 (ต่อ).....52
ตารางที่ 27 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 3 (ต่อ).....53
ตารางที่ 28 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4 53
ตารางที่ 29 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4 (ต่อ).....54
ตารางที่ 30 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4 (ต่อ).....55
ตารางที่ 31 จำนวนสินค้าแต่ละประเภท ในแต่ละกรณี.....55
ตารางที่ 32 ข้อมูลนำเข้า สำหรับประสิทธิภาพของเครื่องจักรทั้ง 7 เครื่อง 56
ตารางที่ 33 สัดส่วนของสินค้าที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ.....57
ตารางที่ 34 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร เครื่องที่ 1.....57
ตารางที่ 35 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 1 (ต่อ) 58
ตารางที่ 36 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 2.....58
ตารางที่ 37 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 2 (ต่อ) 59
ตารางที่ 38 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 3.....59
ตารางที่ 39 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 4.....60
ตารางที่ 40 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 5.....60
ตารางที่ 41 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 5 (ต่อ) 61
ตารางที่ 42 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 6.....61
ตารางที่ 43 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 7.....62
ตารางที่ 44 ข้อมูลนำเข้าสำหรับการขัดข้องของเครื่องจักร.....63
ตารางที่ 45 ข้อมูลนำเข้า สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....64

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 46 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลอง กับพฤติกรรมอ้างอิงของระบบ 64
ตารางที่ 47 ค่า Half Width ที่ยอมรับได้ สำหรับตัวชี้วัดแต่ละตัว 65
ตารางที่ 48 การคำนวณจำนวน Replication ที่เหมาะสม จากจำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ 66
ตารางที่ 49 การคำนวณจำนวน Replication ที่เหมาะสม จากรอบเวลาที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ 66
ตารางที่ 50 จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ (ล็อต) 67
ตารางที่ 51 รอบเวลาที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ (วัน) 67
ตารางที่ 52 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (%) 67
ตารางที่ 53 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 1 68
ตารางที่ 54 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 1 (ต่อ) 69
ตารางที่ 55 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 1 (ต่อ) 70
ตารางที่ 56 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 2 70
ตารางที่ 57 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 2 (ต่อ) 71
ตารางที่ 58 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 3 72
ตารางที่ 59 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 3 (ต่อ) 73
ตารางที่ 60 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4 74
ตารางที่ 61 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4 (ต่อ) 75
ตารางที่ 62 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4 (ต่อ) 76
ตารางที่ 63 จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ (ล็อต) 76
ตารางที่ 64 รอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ (วัน) 76
ตารางที่ 65 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (%) 76
ตารางที่ 66 ความแตกต่างของอัตราผลผลิตที่ได้ 77
ตารางที่ 67 ความแตกต่างของรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ 77
ตารางที่ 68 ความแตกต่างของค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร 77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 69 ข้อมูลนำเข้า สำหรับประสิทธิภาพของเครื่องจักรทั้ง 7 เครื่อง 80
ตารางที่ 70 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 1 80
ตารางที่ 71 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 1 (ต่อ) 81
ตารางที่ 72 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 2 82
ตารางที่ 73 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 3 82
ตารางที่ 74 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 3 (ต่อ) 83
ตารางที่ 75 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 4 83
ตารางที่ 76 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 5 84
ตารางที่ 77 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 6 84
ตารางที่ 78 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 6 (ต่อ) 85
ตารางที่ 79 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 7 85
ตารางที่ 80 ข้อมูลนำเข้าสำหรับการขัดข้องของเครื่องจักร 86
ตารางที่ 81 จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ (ล็อต) 86
ตารางที่ 82 รอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ (วัน) 86
ตารางที่ 83 ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (%) 87
ตารางที่ 84 ความแตกต่างของอัตราผลผลิตที่ได้ 87
ตารางที่ 85 ความแตกต่างของรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ 87
ตารางที่ 86 ความแตกต่างของค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร 88
ตารางที่ 87 จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ (ล็อต) 89
ตารางที่ 88 รอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ (วัน) 89
ตารางที่ 89 ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (%) 90
ตารางที่ 90 ความแตกต่างของอัตราผลผลิตที่ได้ 90
ตารางที่ 91 ความแตกต่างของรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ 90
ตารางที่ 92 ความแตกต่างของความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร 91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 93 เปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของอัตราผลผลิตที่ได้ (%).....91

ตารางที่ 94 เปรียบเทียบการลดลงของรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ (%).....92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แผนภูมิปริมาณการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เซมิคอนดักเตอร์ในช่วงปีพ.ศ.2559 ถึงปีพ.ศ. 2562.1

ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตหลักของบริษัทกรณีศึกษา.....2

ภาพที่ 3 แผนภูมิปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ SOIC ในช่วงปีพ.ศ. 2560 ถึงปีพ.ศ. 2564 3

ภาพที่ 4 แผนผังแสดงการแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ SOIC.....21

ภาพที่ 5 แผนผังแสดงเส้นทางการไหลของสินค้าแต่ละประเภท.....23

ภาพที่ 6 รูปแบบการตรวจสอบคุณภาพสินค้าแต่ละล็อตในแต่ละวัน 31

ภาพที่ 7 รูปแบบการตรวจสอบคุณภาพสินค้า เมื่อมีสินค้าที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ...31

ภาพที่ 8 การแก้ปัญหาเบื้องต้นของฝ่ายผลิต เมื่อมีสินค้าที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ.....32

ภาพที่ 9 ผลกระทบที่เกิดขึ้น จากการแก้ปัญหาเบื้องต้นของฝ่ายผลิต 33

ภาพที่ 10 ตัวอย่างแผ่นงาน (Spreadsheet) สำหรับการใช้ฟังก์ชัน Solver.....41

ภาพที่ 11 ตัวอย่างการตั้งค่าภายในฟังก์ชัน Solver.....41

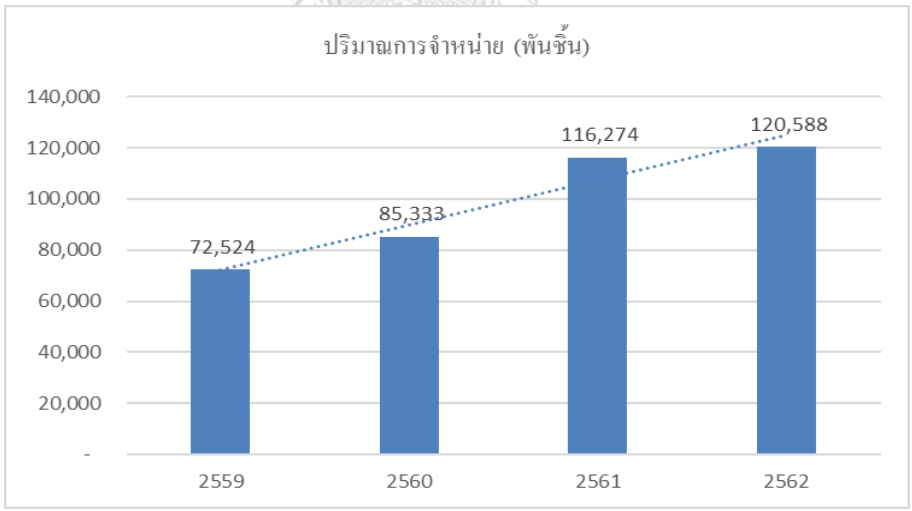
ภาพที่ 12 แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา 46

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก ทั้งในส่วนของการดำรงชีวิตและการทำงาน ส่งผลให้เทคโนโลยีมีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งในภาคครัวเรือน และภาคธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ เครื่องใช้ไฟฟ้า โทรศัพท์มือถือ รวมไปถึงยานพาหนะ ดังนั้น เซมิคอนดักเตอร์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ดังกล่าว จึงมีปริมาณความต้องการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย เห็นได้จากอุตสาหกรรมการผลิตเซมิคอนดักเตอร์ที่มีการเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงปีพ.ศ. 2559 จนถึงปีพ.ศ. 2562 มีปริมาณการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เซมิคอนดักเตอร์ที่สูงขึ้นทุกปี ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภูมิปริมาณการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เซมิคอนดักเตอร์ในช่วงปีพ.ศ.2559 ถึงปีพ.ศ. 2562
แหล่งที่มา: ศูนย์ข้อมูลเชิงลึกอุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

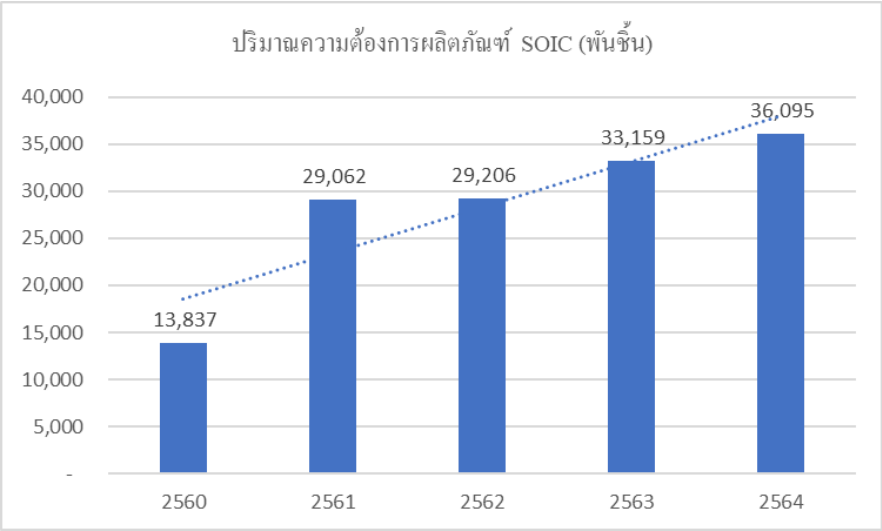
เนื่องจากในอุตสาหกรรมการผลิตเซมิคอนดักเตอร์มีการแข่งขันสูง โดยมีผู้ผลิตสินค้าประเภทเดียวกันหลายราย ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ รวมไปถึงการที่ลูกค้าสามารถเปลี่ยนไปซื้อสินค้าจากผู้ผลิตรายอื่นได้ตลอด ทำให้ผู้ผลิตต้องเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ทางการตลาดที่เปลี่ยนแปลง อันเป็นปัจจัยสำคัญในการตอบสนองความพึงพอใจให้กับลูกค้าและเพิ่มรายได้ให้แก่บริษัท

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทผลิตเซมิคอนดักเตอร์ ที่ผลิตสินค้าตามคำสั่งซื้อ (Made-to-order) และมีระบบการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Production System) โดยมีกระบวนการหลัก 3 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการผลิต กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และกระบวนการบรรจุสินค้า ดังภาพที่ 2 ซึ่งในปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษาประสบกับปัญหาความล่าช้าในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ Small Outline Integrated Circuit (SOIC) โดยฝ่ายผลิตไม่สามารถตรวจสอบคุณภาพของสินค้าได้ตรงตามแผนที่เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตได้วางไว้ และต้องใช้เครื่องจักรในการตรวจสอบคุณภาพของงานระหว่างทำ (Work In Process: WIP) ที่คงค้างจากสัปดาห์ก่อนหน้า เฉลี่ยสัปดาห์ละ 5.7 เครื่อง (137 ชั่วโมงการทำงาน) หรือคิดเป็น 11.1% ของเครื่องจักรที่มีทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งเป็นจำนวนเงินประมาณ 285,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อสัปดาห์ หรือ 3.71 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อไตรมาส

ภาพที่ 2 กระบวนการผลิตหลักของบริษัทกรณีศึกษา

ผลิตภัณฑ์ Small Outline Integrated Circuit (SOIC) เป็นผลิตภัณฑ์เซมิคอนดักเตอร์หนึ่งของบริษัทกรณีศึกษา ที่มีปริมาณความต้องการสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงปีพ.ศ. 2560 ถึงปีพ.ศ. 2564 ดังภาพที่ 3 และมีแนวโน้มที่จะเติบโตขึ้นอีกในอนาคต



ภาพที่ 3 แผนภูมิปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์ SOIC ในช่วงปีพ.ศ. 2560 ถึงปีพ.ศ. 2564
แหล่งที่มา: บริษัทกรณีศึกษา

จากปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการทำงานในปัจจุบัน เพื่อหาสาเหตุของความล่าช้าในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ พบว่าสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาความล่าช้าในกระบวนการคือ การที่เครื่องจักรมีประสิทธิภาพไม่เต็ม 100% และเกิดการขัดข้องในบางครั้ง ส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพมากกว่าที่คำนวณไว้ ซึ่งปัญหาเรื่องประสิทธิภาพของเครื่องจักรนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนอุณหภูมิไปมาของเครื่องจักร เพื่อให้เข้ากับการตรวจสอบคุณภาพสินค้าแต่ละประเภท ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำแนวคิดของการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) และการจัดตารางการผลิต (Scheduling) มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ รวมไปถึงการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Maintenance) เพื่อให้บริษัทสามารถนำกำลังการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัดไปใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ตรงเวลา และมีคุณภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อลดรอบเวลาในการตรวจสอบคุณภาพ ที่เกิดจากปัญหาเรื่องประสิทธิภาพของเครื่องจักร และความไม่สมดุลของสายการตรวจสอบคุณภาพ

1.3 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย

ศึกษากระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และกระบวนการบรรจุสินค้าของกลุ่มผลิตภัณฑ์ SOIC โดยศึกษาจากปริมาณความต้องการและกำลังการผลิตย้อนหลังเป็นเวลา 3 ปี ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2560 ถึงปีพ.ศ. 2563 ในกรณีที่มีเครื่องจักรสำหรับตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ SOIC วันละ 7 เครื่อง และเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ เพื่อเป็นข้อมูลในการประกอบการตัดสินใจของบริษัท

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา และสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ศึกษารายละเอียดของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และเก็บรวบรวมข้อมูล
3. วิเคราะห์ข้อมูล หาสาเหตุของปัญหา
4. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดแนวทางในการปรับปรุงประสิทธภาพ
5. ทดสอบแนวทางในการปรับปรุงประสิทธภาพ โดยการจำลองสถานการณ์ เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ ก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถแก้ไขปัญหาความล่าช้าในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าได้
2. สามารถลดรอบเวลาในการตรวจสอบคุณภาพ จากการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ
3. งานวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการป้องกันการเกิดปัญหาความล่าช้าในกระบวนการดำเนินงานของอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาหาสาเหตุของปัญหาความล่าช้าในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยพบว่าสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปัญหาความล่าช้าในกระบวนการคือ ปัญหาเรื่องประสิทธิภาพของเครื่องจักร ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากการเปลี่ยนอุณหภูมิไปมาของเครื่องจักร เพื่อให้เข้ากับการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าแต่ละประเภท ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมทฤษฎีและงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง ได้ดังต่อไปนี้

2.1 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

2.2 การจัดตารางการผลิต (Production Scheduling)

2.2.1 การจัดตารางเครื่องจักรเดี่ยว

2.2.2 การจัดตารางเครื่องจักรขนาน

2.3 การบำรุงรักษา (Maintenance)

2.3.1 การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM)

2.3.2 ประสิทธิผลของเครื่องจักร (Equipment Effectiveness)

2.3.3 การวัดประสิทธิผลของเครื่องจักร (Measuring equipment effectiveness)

2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1 การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

การจัดสมดุลสายการผลิต คือ การจัดงานให้กับสถานีงานต่าง ๆ ในโรงงาน โดยพยายามทำให้ภาระงานในแต่ละสถานีงานมีความสมดุลกัน หรือมีอัตราการทำงานหรือเวลาที่ใช้ในการผลิตเท่า ๆ กัน หากว่าเวลาที่ใช้ในการผลิตไม่เท่ากันแล้วนั้น อัตราการผลิตสินค้าจะถูกกำหนดโดยเวลาการทำงานของสถานีงานที่มีการใช้เวลามากที่สุด หรือที่เราเรียกว่า คอขวด (Bottleneck) ซึ่งเวลาที่ใช้ในสถานีงานที่เป็นจุดคอขวดนั้น จะถูกเรียกว่า รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ซึ่งหมายถึงเวลาในการผลิตสินค้าออกมาแต่ละชิ้น และจะเกิดการรอคอยขึ้นในสถานีงานที่ใช้เวลาในการผลิตน้อยกว่า ส่งผลให้สูญเสียอัตราการผลิตหรือเกิดการว่างงานขึ้น ดังนั้น เป้าหมายของการจัดสมดุลสายการผลิตคือ การกระจายงานให้แต่ละสถานีงานอย่างเท่าเทียมกัน เพื่อให้รอบเวลาการผลิต

เป็นไปตามค่ารอบจังหวะการผลิตสินค้าต่อชิ้น (Takt Time: T/T) โดยอาจจะเป็นการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรในแต่ละสถานีงาน หรือเพิ่มเวลาในการทำงานก็ได้ (ตรรกยะ ยืนบุญ, 2557)

รอบจังหวะการผลิตสินค้าต่อชิ้น (Takt Time: T/T) คือ รอบจังหวะในการผลิตสินค้าต่อชิ้น เพื่อให้ได้จำนวนของผลิตภัณฑ์ตามเป้าหมายตามที่ได้ทำการวางแผนไว้ โดยคำนวณจากการนำเวลาในการผลิตทั้งหมด หารด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์เป้าหมายที่ลูกค้าต้องการหรือตามแผนที่ตั้งเป้าหมายไว้ ซึ่งสามารถแสดงสมการการคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Takt Time (T/T)} = \frac{\text{เวลาในการผลิต (Working Time)}}{\text{เป้าหมายการผลิต (Planning Requirement)}}$$

ตัวอย่างของการปรับรอบเวลาการผลิตให้เป็นไปตามค่ารอบจังหวะการผลิตสินค้าต่อชิ้น เช่น ให้เครื่องจักรอัตโนมัติของสายการผลิตหนึ่ง มีการเดินเครื่องจักร 1 เครื่อง/กะทำงาน/วัน โดยฝ่ายวางแผนการผลิตได้กำหนดเป้าหมายการผลิตไว้ที่ 2,880 ชิ้นภายในเวลา 480 นาที (1 กะทำงาน) และงานแต่ละชิ้นมีรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) 20 วินาที

$$\text{Takt Time} = 480/2{,}880 = 0.167 \text{ นาที/ชิ้น หรือ } 10 \text{ วินาที/ชิ้น}$$

ดังนั้น เพื่อที่จะทำให้ค่า Cycle Time เป็นไปตาม Takt Time คือ 10 วินาที/ชิ้น จะต้องทำการเพิ่มจำนวนเครื่องจักรเป็น 2 เครื่อง/กะทำงาน/วัน หรือเพิ่มจำนวนกะเป็น 2 กะทำงาน/วัน โดยไม่เพิ่มจำนวนเครื่องจักร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 การจัดตารางการผลิต (Production Scheduling)

“การจัดตาราง (Scheduling)” เป็นกระบวนการในการกำหนดลำดับความสำคัญให้กับกิจกรรม หรือการจัดเรียงกิจกรรม เพื่อทำให้กิจกรรมเหล่านั้นเป็นไปตามข้อกำหนด เงื่อนไขบังคับ หรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้ การจัดตารางนั้น มีบทบาทที่สำคัญอย่างมากในการผลิต โดยตารางผลิตจะแสดงถึงแผนงานซึ่งระบุถึงเวลาที่แต่ละงานจะเริ่มต้นและสิ้นสุดบนเครื่องจักรที่งานนั้นใช้ โดยการจัดตารางจะเกิดขึ้นในขั้นตอนสุดท้ายของการวางแผนก่อนที่การผลิตจริงจะเริ่มต้นขึ้น (ปารเมศ ชุติมา, 2551)

ในการสร้างตารางการผลิต ผู้จัดตารางจะต้องทราบถึงเวลาดำเนินการมาตรฐานของแต่ละงานบนแต่ละเครื่องจักร การคำนวณเวลาดำเนินการนี้ จะต้องพิจารณาทั้งปัจจัยที่ขึ้นกับทั้งงานและเครื่องจักร เช่น เวลาปรับตั้งเครื่อง เวลาดำเนินการต่อหน่วย ความเร็วของเครื่องจักร จำนวนชิ้นงานที่ผลิต และคุณภาพของชิ้นงาน เป็นต้น ถ้ามีทางเลือกให้กับงานในการที่จะดำเนินการได้บนหลายเครื่องจักร การจัดตารางจะเข้ามาช่วยในการเลือกทางเลือกดังกล่าวได้ โดยในการจัดตารางจะแบ่งออกเป็น 2 เทคนิค ได้แก่ การจัดตารางแบบไปข้างหน้า (Forward Scheduling) และการจัดตารางแบบถอยหลัง (Backward Scheduling) โดยเทคนิคทั้งสองนี้มีความแตกต่างกัน คือ

การจัดตารางแบบไปข้างหน้า จะเริ่มจัดตารางทันทีที่ได้รับงานและทราบถึงความต้องการต่าง ๆ เกี่ยวกับงาน โดยมากแล้วการจัดตารางแบบนี้จะไม่ให้ความสำคัญกับกำหนดส่งมอบของแต่ละงาน การวางงานลงสู่ตำแหน่งต่าง ๆ บนตารางจะมีทิศทางจากซ้ายไปขวาบนแผนภูมิแกนต์ เพื่อทำให้งานเสร็จเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การจัดตารางแบบนี้จะทำให้ทราบถึงเวลาทำงานเสร็จที่เร็วที่สุดของแต่ละงาน (Earliest Completion Time) เทคนิคการจัดตารางแบบนี้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในหลายหน่วยงานประเภทที่ผลิตสินค้าเพื่อเก็บเข้าคลังพัสดุ (Make to Stock) ซึ่งเป้าหมายของการทำงานไม่ได้มุ่งเน้นไปที่การทำงานให้ได้ตามกำหนดส่งมอบ แต่จะเน้นไปที่การใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด หรือการผลิตให้ได้ผลผลิตมากที่สุด และในบางครั้งอาจจะเป็นการผลิตเพื่อกักตุนเอาไว้ขายหรือใช้ในช่วงที่คาดการณ์ว่าจะมียอดการสั่งซื้อมากเกินกว่ากำลังผลิตที่หน่วยงานจะรับได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การจัดตารางแบบถอยหลัง จะเริ่มจัดตารางเมื่อทราบถึงความต้องการต่าง ๆ เกี่ยวกับงาน ซึ่งโดยมากจะให้ความสำคัญกับกำหนดส่งมอบของแต่ละงาน การวางงานลงสู่ตำแหน่งต่าง ๆ บนตารางจะมีทิศทางจากขวามาซ้ายบนแผนภูมิแกนต์ หนึ่งในแนวทางของการจัดตารางแบบถอยหลังคือ การเริ่มต้นจากงานที่มีกำหนดส่งมอบไกลที่สุดก่อน โดยจะวางงานดังกล่าวให้ทำเสร็จที่กำหนดส่งมอบของมัน จากนั้นก็วางงานที่มีกำหนดส่งมอบไกลรองลงมาลงบนแผนภูมิแกนต์ โดยพยายามวางงานดังกล่าวให้ทำเสร็จที่กำหนดส่งมอบของมัน แต่ต้องไม่ขัดกับข้อจำกัดด้านทรัพยากร (ไม่มีการเกยงานกัน) ถ้าเป็นไปไม่ได้ก็ให้เลื่อนเวลาเริ่มต้นของงานดังกล่าวให้เร็วขึ้นไปทางซ้ายมือของแผนภูมิแกนต์จนกระทั่งไม่มีการเกยงานกันเกิดขึ้น ทำเช่นนี้ซ้ำเรื่อยไปจากขวามาซ้ายของแผนภูมิแกนต์จนกระทั่งสิ้นสุดที่งานแรกของตาราง เทคนิคการจัดตารางแบบนี้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในหลายหน่วยงานประเภทที่ผลิตสินค้าตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to Order) ซึ่งเป้าหมายของการทำงานจะมุ่งเน้นไปที่การจัดส่งสินค้าให้ลูกค้าได้ตามกำหนดส่งมอบ ถึงแม้ว่าตารางที่สร้างขึ้น

จากเทคนิคการจัดตารางแบบถอยหลังนี้จะไม่ทำให้เกิดงานล่าช้าขึ้นก็ตาม แต่อาจจะไม่สามารถหาตารางที่เป็นไปได้จริงก็ได้ เนื่องจากตารางดังกล่าวอาจมีการละเมิดข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตขึ้น (มีงานเริ่มต้นที่เวลา $t < 0$)

ในทางปฏิบัติ เราอาจจะต้องใช้ทั้งการจัดตารางแบบไปข้างหน้าและถอยหลังร่วมกัน เพื่อทำให้เกิดดุลยภาพที่เหมาะสมระหว่างตารางที่เป็นไปได้จริงและความล่าช้าของงาน และเมื่อเราใช้การจัดตารางแบบไปข้างหน้าและถอยหลังร่วมกัน ความแตกต่างระหว่างเวลาเริ่มต้นของการดำเนินงานแรกของงานที่เกิดจากการจัดตารางทั้งสองแบบนี้ จะแสดงถึงเวลาหย่อน (Slack Time) ของงานนั้น เวลาหย่อนนี้จะทำให้เราทราบว่า เราไม่จำเป็นต้องเริ่มงานนั้นทันที เพราะเรายังสามารถเริ่มทำงานดังกล่าวได้ที่เวลาใดก็ตามที่น้อยกว่าเวลาเริ่มต้นที่เกิดขึ้นจากการจัดตารางแบบถอยหลัง โดยที่ไม่ทำให้งานนั้นเกิดการล่าช้าขึ้น

แนวคิดอีกประการที่สำคัญในจัดตาราง คือการโหลดงานลงบนตาราง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 เทคนิค คือ การโหลดงานแบบไม่จำกัดขอบเขต (Infinite Loading) และการโหลดงานแบบจำกัดขอบเขต (Finite Loading) โดยเทคนิคทั้งสองนี้มีความแตกต่างกัน คือ

การโหลดงานแบบไม่จำกัดขอบเขต เป็นการโหลดงานลงบนทรัพยากรตามเวลาที่ต้องการใช้ทรัพยากรนั้น โดยไม่พิจารณาถึงกำลังการผลิตที่มีอยู่ที่สามารถจะทำงานนั้นได้ การโหลดงานลักษณะนี้จะพบในการวางแผนการผลิตหลัก (Master Production Scheduling: MPS) เพื่อระบุถึงทรัพยากรที่ต้องการใช้ในการทำงานที่ได้รับมาให้เสร็จ โดยมากการโหลดงานแบบไม่จำกัดขอบเขตนี้จะแสดงให้เห็นถึงภาระงานที่ไม่สม่ำเสมอและคอขวดที่เกิดขึ้น โดยจะมีกำลังการผลิตเหลือในบางคาบเวลา และจะมีกำลังการผลิตไม่พอในบางคาบเวลา ซึ่งเราอาจจะทำการปรับเปลี่ยนตารางของการโหลดงานเพื่อเกลี่ยให้มีการใช้ทรัพยากรที่ใกล้เคียงกันและไม่เกินกำลังการผลิตที่มีอยู่ หรืออาจจะต้องหาวิธีเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตที่มีอยู่ก็ได้

การโหลดงานแบบจำกัดขอบเขต เป็นการโหลดงานลงบนทรัพยากรที่ไม่ยอมให้เกิดการโหลดงานเกินกว่ากำลังการผลิตที่มีอยู่ การโหลดงานแบบนี้จะแสดงให้เห็นว่าหน่วยงานมีแผนที่จะใช้กำลังการผลิตของทรัพยากรแต่ละตัวอย่างไร การโหลดงานแบบจำกัดขอบเขตนี้จะแสดงให้เห็นว่า งานจะทำเสร็จที่แต่ละสถานีงาน (Work center) เมื่อใด ถ้ากำหนดเวลาทำงานต่อวันของสถานีงานนั้นให้ เช่น ถ้าสถานีงานสามารถประกอบชิ้นงานได้ 50 ชิ้นต่อชั่วโมง และโรงงานต้องการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประกอบชิ้นงานให้ได้ 500 ชิ้น ดังนั้น งานนี้ก็จะต้องใช้เวลาประกอบทั้งสิ้น 10 ชั่วโมง ข้อเสียของการโหลดงานแบบจำกัดขอบเขตคือ อาจจะทำให้เกิดตารางที่ไม่เป็นจริงในทางปฏิบัติขึ้นได้เมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงหรือการเลื่อนกำหนดการของงานบางงานออกไปจากเดิม

นอกจากนี้ ในระบบผลิตยังมีรูปแบบที่สำคัญของการจัดเรียงเครื่องจักรอยู่หลายลักษณะขึ้นอยู่กับระบบการทำงานและปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ ขององค์กร โดยรูปแบบการจัดเรียงเครื่องจักรจะส่งผลถึงแบบจำลองที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางด้วย ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

เครื่องจักรเดี่ยว (Single Machine) ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักร 1 เครื่อง และงานทั้งหมดที่เข้ามาสู่ระบบจะถูกดำเนินการด้วยเครื่องจักรนี้ จะมีงานเพียง 1 งานเท่านั้นที่อยู่บนเครื่องจักรนี้ได้ที่เวลาใดเวลาหนึ่ง แต่ละงานจะมีการระบุถึงเวลาดำเนินการและเวลาส่งมอบ นอกจากนั้นยังอาจจะมีคุณลักษณะอื่นที่สำคัญได้อีก เช่น ลำดับความสำคัญของงาน

เครื่องจักรขนาน (Parallel Machine) ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องจักรที่อาจจะเหมือนกันทุกประการ (Identical Machine) หรือคล้ายคลึงกัน (Similar Machine) อยู่จำนวนหนึ่ง โดยแต่ละงานสามารถที่จะเลือกทำบนเครื่องจักรใดที่อยู่ในกลุ่มนี้ก็ได้ โดยอาจจะกล่าวได้ว่า เครื่องจักรแต่ละเครื่องสามารถทำงานทดแทนกันได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.1 การจัดตารางเครื่องจักรเดี่ยว

การจัดตารางเครื่องจักรเดี่ยว ถือได้ว่าเป็นปัญหาระดับพื้นฐานสำหรับการจัดตารางในอุตสาหกรรม รูปแบบของปัญหาการจัดตารางเครื่องจักรเดี่ยวประกอบด้วยงานจำนวนหนึ่ง ที่แต่ละงานประกอบด้วย 1 การดำเนินการ ซึ่งต้องการการบริการจาก 1 ทรัพยากร โดยเมื่อจำนวนของงานมีค่ามากขึ้น จะทำให้เวลาที่ต้องใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดนั้นนานเกินไปกว่าที่จะยอมรับได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นการแก้ปัญหาจริงในอุตสาหกรรมจึงต้องหันไปพึ่งวิธีฮิวริสติก (Heuristic) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งวิธีนี้จะให้คำตอบที่ค่อนข้างดีเป็นที่ยอมรับได้ และบ่อยครั้งที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด อีกทั้งยังใช้เวลาไม่มากในการหาคำตอบอีกด้วย โดยจะนำเสนอวิธีฮิวริสติกที่พบกันบ่อยครั้งในอุตสาหกรรมดังต่อไปนี้

1) EDD (Earliest Due Date): เรียงลำดับงานจากกำหนดส่งมอบของงานเป็นสำคัญ งานที่มีกำหนดส่งมอบก่อน จะถูกวางไว้ในลำดับก่อนหน้างานที่มีกำหนดส่งมอบที่ช้ากว่า

2) SPT (Shortest Processing Time): เรียงลำดับงานตามค่าที่เพิ่มขึ้นของเวลาดำเนินการ

3) LPUL (Largest Penalty per Unit Length): สำหรับแต่ละงาน ให้คำนวณอัตราส่วน Ui = Ti/Pi โดยที่ Ti = น้ำหนักค่าปรับของงาน i และ Pi = เวลาดำเนินการของงาน i แล้วเรียงลำดับงานตามค่าที่ลดลงของ Ui ในกรณีที่งานสองงานหรือมากกว่ามีค่า Ui เท่ากัน ให้เลือกงานที่มีเวลาดำเนินการน้อยกว่ามาทำก่อน

4) SPT-LPUL: ใช้ SPT เป็นกฎหลัก แต่ถ้าเมื่อใดก็ตามที่พบงานสองงานหรือมากกว่ามีแต้มเท่ากันเกิดขึ้น ให้ใช้ค่าของ Ui จากกฎ LPUL เป็นตัวตัดสินว่าจะเลือกงานใดจากงานที่มีแต้มเท่ากันมาทำก่อน

5) SWPT (Shortest Weighted Processing Time): สำหรับแต่ละงาน ให้คำนวณอัตราส่วน Si = Pi/Ti แล้วเรียงลำดับงานตามค่าที่เพิ่มขึ้นของ Si

6) WT-LPUL (Largest Weighted and LPUL): เรียงลำดับงานตามค่าที่ลดลงของน้ำหนักของแต่ละงาน (Ti) แต่ถ้ามีแต้มเท่ากันเกิดขึ้น ให้ใช้กฎ LPUL เป็นตัวตัดสิน

7) CR (Critical Ratio): คำนวณค่า TS จากผลรวมของเวลาดำเนินการของงานทั้งหมดที่ได้จัดตารางไปแล้ว และคำนวณอัตราส่วน CRi สำหรับงาน i ที่ยังไม่ได้จัดตารางได้จาก (Di – TS)/Pi เมื่อ Di คือ เวลาส่งมอบของงาน i โดยงานที่มีค่าของ CR น้อยกว่าจะถูกจัดลำดับก่อน ทำซ้ำกระบวนการดังกล่าวจนกระทั่งทุกงานถูกจัดตาราง

8) COVERT (Cost Over Time): จะกำหนดนิยามของสัญลักษณ์เพิ่มเติมดังต่อไปนี้

TT: ผลรวมของเวลาดำเนินการทั้งหมด

RT: ผลรวมของเวลาดำเนินการของงานที่ยังไม่ได้จัดตาราง

ST: เวลาเริ่มต้นของงานที่จะจัดตารางเป็นงานถัดไป ค่านี้จะเท่ากับ 0 สำหรับงานแรก

PR: ค่าลำดับความสำคัญ

CF: ค่าสัมประสิทธิ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กฎ COVERT ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1: คำนวณ PR สำหรับงานทั้งหมดที่ยังไม่ได้ถูกจัดตาราง ซึ่งแบ่งเป็น 3 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1: ถ้า $Di \leq (ST + Pi)$, $PR = 1$

กรณีที่ 2: ถ้า $(ST + Pi) < Di < TT$, $PR = (TT – Di)/(RT – Pi)$

กรณีที่ 3: ถ้า $TT \leq Di$, $PR = 0$

ขั้นที่ 2: คำนวณ CF สำหรับงาน i ที่ยังไม่ได้จัดตาราง โดยที่ CFi = PR*(Ti/Pi)
ขั้นที่ 3: จัดตารางให้กับงานที่มีค่า CF สูงสุดก่อน

2.2.2 การจัดตารางเครื่องจักรขนาน

ในระบบผลิตที่ประกอบด้วยเครื่องจักรขนาน (Parallel Machines) งานสามารถเลือกทำบนเครื่องจักรใดก็ได้จากจำนวนของเครื่องจักรขนานที่มีอยู่ การนำเครื่องจักรขนานมาใช้งานในระบบผลิตจะทำให้ระบบผลิตมีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น ถ้ามีการจัดสรรงานให้กับเครื่องจักรขนานทั้งแบบที่เหมือนกันทุกประการ (Identical) หรือแบบที่ไม่เหมือนกัน/คล้ายกัน (Non-Identical/Similar) อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จะทำให้เวลาปิดงานของระบบ (Makespan) ลดลงอย่างมาก

เครื่องจักรขนานที่เหมือนกันทุกประการ ในกรณีที่งานมีความสำคัญแตกต่างกันและมีกำหนดส่งมอบ น้ำหนักที่ให้กับแต่ละงานจะแสดงถึงค่าปรับเมื่อส่งงานล่าช้า วัตถุประสงค์ของการจัดตารางคือ ทำให้ค่าปรับที่เกิดจากการส่งงานล่าช้าโดยรวมมีค่าน้อยที่สุด โดยจะนำวิธีฮิวริสติกแบบย้อนกลับ-ไปข้างหน้า (Backward-Forward Heuristic: BF) มาประยุกต์ใช้ ตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1: คำนวณค่าเวลาสะสมที่เหลืออยู่บนแต่ละเครื่องจักร (Remaining Cumulative Time: RCT) สำหรับแต่ละเครื่องจักร โดยที่เวลาปิดงานของระบบมีค่าเท่ากับ RCT เริ่มต้นนี้ และค่าของ RCT นี้ยังเป็นเวลาที่เครื่องจักรทำงานสุดท้ายที่จัดสรรให้เสร็จอีกด้วย
ขั้นที่ 2: แบ่งงานออกเป็นกลุ่มตามค่าของน้ำหนัก แต่ละกลุ่มให้เรียงงานตามค่าที่ลดลงของเวลาส่งมอบ
ขั้นที่ 3: สำหรับเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ให้หาค่า RCT ปัจจุบัน โดยค่านี้จะเป็นเวลาที่เครื่องจักรจะทำงานถัดไปเสร็จ
ขั้นที่ 4: เลือกงานที่ยังไม่ได้รับการจัดสรรจำนวนมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จากแต่ละกลุ่มเพื่อนำมาจัดสรรให้กับแต่ละเครื่องจักร จำนวนของงานมากที่สุดที่สามารถเลือกได้ในแต่ละกลุ่มจะเท่ากับจำนวนของเครื่องจักรขนาน m เครื่อง การจัดสรรจะเริ่มต้นจากงานที่ยังไม่ได้จัดสรรที่มีเวลาส่งมอบนานสุดจากแต่ละกลุ่มน้ำหนัก จากนั้นให้คำนวณค่าปรับที่เกิดขึ้นเนื่องจากการจัดสรรนี้
ขั้นที่ 5: เลือกงานผสมที่เกิดจากการจัดสรร m งานลงบน m เครื่องจักรขนานที่ได้จากขั้นที่ 4 ที่ทำให้ผลรวมของค่าปรับที่เกิดจากการจัดสรรงานเหล่านี้มีค่าน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 6: จัดสรรแต่ละงานที่เลือกไว้จากงานผสมที่ได้จากขั้นที่ 5 ไปยังเครื่องจักรที่เหมาะสม และปรับเปลี่ยนค่า RCT ของแต่ละเครื่องจักร โดยลบ RCT เดิมออกด้วยเวลาดำเนินการของงานที่จัดสรรให้ ถ้าทุกงานได้รับการจัดสรรแล้ว ให้ไปทำต่อยังขั้นที่ 7 แต่ถ้าไม่เป็นเช่นนั้น ก็ให้กลับไปทำต่อในขั้นที่ 4

ขั้นที่ 7: ถ้าค่า RCT สุดท้ายสำหรับเครื่องจักรใดก็ตามมีค่าติดลบ เหตุการณ์นี้เกิดขึ้นเนื่องจากงานสุดท้ายที่จัดสรรให้ไปกับเครื่องจักรในเฟสย้อนกลับ (งานแรกของลำดับงาน) ไม่สามารถเริ่มต้นที่เวลา t = 0 ได้ ให้ประเมินผลโดยการวางงานนี้ในตำแหน่งแรกของแต่ละลำดับงานบนแต่ละเครื่องจักร แล้วคำนวณค่าปรับทั้งหมดสำหรับแต่ละงานผสม เมื่อได้ลำดับงานที่สมบูรณ์บนแต่ละเครื่องจักรแล้ว ก็ให้ประยุกต์เฟสไปข้างหน้าของฮิวริสติก BF กับงานบนแต่ละเครื่องจักร แล้วให้เลือกงานผสมที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุด

เครื่องจักรขนานที่ไม่เหมือนกัน กรณีของเครื่องจักรขนานที่งานอาจจะทำบน m เครื่องจักรใดก็ได้ที่มีความพร้อม เนื่องจากความแตกต่างกันระหว่างเครื่องจักร ทำให้เวลาในการดำเนินการของแต่ละงานบนเครื่องจักรอาจจะแตกต่างกันได้ โดยหัวข้อนี้จะแสดงให้เห็นถึงวิธีการจัดสรรงานให้กับเครื่องจักรขนานที่ไม่เหมือนกัน (Non-Identical Parallel Machine) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เวลาปิดงานของระบบมีค่าน้อยที่สุด

ถ้ามีเครื่องจักรขนานอยู่ m เครื่อง ให้จัดลำดับเครื่องจักรเหล่านั้นตามประสิทธิภาพในการทำงาน โดยให้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ในลำดับแรก เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงสุดถัดมาให้อยู่ในลำดับที่สอง และทำเช่นนี้ต่อไป จากนั้นให้จัดลำดับงานตามลำดับที่ลดลงของเวลาดำเนินการ เรียกงานที่มีเวลาดำเนินการสูงสุดว่า งาน 1 งานที่มีเวลาดำเนินการสูงเป็นอันดับสองว่า งาน 2 และทำเช่นนี้ต่อไป ขั้นตอนต่อไปให้ทำดังนี้

ขั้นที่ 1: ใส่เวลาดำเนินการของงานทั้งหมดลงบนเครื่องจักร 1 กำหนดให้ค่านี้เป็นค่าปัจจุบันของเวลาดำเนินการทั้งหมดที่จัดสรรให้กับเครื่องจักร 1 (TT1) ในขณะนี้ TTi สำหรับ i = 2, 3, …, m มีค่าเป็น 0 เนื่องจากยังไม่มีงานใดที่จัดสรรให้กับเครื่องจักรที่เหลือนี้ ดังนั้น TT1 จึงเป็นค่าปัจจุบันของเวลาปิดงานของระบบ

ขั้นที่ 2: พิจารณาการจัดสรรงานใหม่ที่เป็นไปได้ เริ่มต้นจากงานแรกและทำต่อไปจนถึงงาน n โดยขั้นแรกให้เลือกงานตัวเลือก ย้ายงานนี้ชั่วคราวออกจากเครื่องจักร 1 แล้วจัดสรรงานนี้ให้กับเครื่องจักรที่เหลือทั้งหมดทีละเครื่อง ลดค่าของ TT1 ลงด้วยค่าเวลาดำเนินการของงาน

ตัวเลือก เพิ่ม TTi ของเครื่องจักร i ด้วยเวลาดำเนินการของงานบนเครื่องจักรที่สามารถจัดสรรงานนั้นได้ หาค่าที่น้อยที่สุดของ TTi สำหรับ i = 2, …, m (ไม่รวมกรณีของ TTi = 0) เปรียบเทียบค่า TTi กับ TT1 แล้วหาค่าที่น้อยที่สุดของทั้งสองค่านี้ จากนั้นให้หาเวลาปิดงานใหม่โดยหาค่าที่มากที่สุดระหว่าง TT1 กับค่าที่น้อยที่สุดของ TTi โดยที่ i = 2, …, m ถ้าเวลาปิดงานใหม่น้อยกว่าค่าปัจจุบัน ก็ให้จัดสรรงานนั้นกับเครื่องจักรดังกล่าวแบบถาวร แล้วกำหนดค่าเวลาปิดงานของระบบใหม่ให้เท่ากับค่าใหม่นี้ แต่ถ้าไม่เป็นเช่นนั้นก็ให้ยกเลิกการจัดสรรนี้ เลือกงานใหม่จากลำดับงานแล้วทำขั้นตอนดังกล่าวซ้ำ ถ้าได้พิจารณางานทั้งหมดแล้วให้หยุด จะได้ลำดับการจัดสรรงานที่ดีที่สุด

2.3 การบำรุงรักษา (Maintenance)

การบำรุงรักษา หมายถึง กิจกรรมหรืองานทั้งหมดที่กระทำต่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อรักษาสภาพ หรือป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหาย โดยให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานได้ตลอดเวลา รวมทั้งช่วยยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น และเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด หากเครื่องจักรเกิดขัดข้องกะทันหันหรือไม่สามารถใช้งานได้ จะทำให้มีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพการผลิต และการบริการนั้น ๆ (สุพร อัศวินนิมิต และธีรพร พัดภู่, 2548)

2.3.1 การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM)

การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) หมายถึง การบำรุงรักษาที่ทำให้เกิดผลผลิตที่สูงขึ้น ซึ่งจะมีการปฏิบัติและจัดการโดยพนักงานทั้งหมดในองค์กรร่วมกันจัดทำเป็นกิจกรรมกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งทำงานเกี่ยวกับเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ต้องการปรับปรุง โดยเริ่มจากพนักงานฝ่ายผลิต (Line Operators) จนถึงระดับผู้บริหาร (Top management) โดยในระบบ TPM จะมีเป้าหมายอยู่ 5 ประการ คือ

1. การปรับปรุงเครื่องจักรให้มีประสิทธิผล โดยเป้าหมายนี้จะถูกแบ่งเป็นหลายทีม ซึ่งประกอบไปด้วยพนักงานฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายซ่อมบำรุง และหัวหน้างานฝ่ายผลิต เข้ามาร่วมกันและตั้งเป้าหมายในด้านการลดหนึ่งในการสูญเสียหลักของเครื่องจักร 6 แบบ (One of the six big losses) ซึ่งได้แก่

1) ความสูญเสียของเครื่องจักรขัดข้องเสียหาย (Breakdown losses)

2) ความสูญเสียของการปรับตั้งและปรับแต่ง (Setup and adjustment losses)

3) ความสูญเสียของการเดินเครื่องเปล่าและหยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ (Idling and minor stoppages losses)

4) ความสูญเสียของการลดความเร็วในการผลิต (Reducing speed losses)

5) ความสูญเสียของผลผลิตที่มีตำหนิและต้องผลิตใหม่ (Quality defects and rework losses)

6) ความสูญเสียของการเริ่มเดินเครื่องเริ่มต้น (Startup losses)

เมื่อผลของเป้าหมายนี้ประสบความสำเร็จ ก็จะทำการขยายไปยังส่วนอื่น ๆ กับเครื่องจักรที่ใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกัน แล้วดำเนินการวางแผนและปฏิบัติต่อเนื่องไป

2. การซ่อมบำรุงได้ด้วยตัวเองโดยพนักงานฝ่ายผลิต โดยเป้าหมายนี้จะให้พนักงานในส่วนการผลิตเข้ามามีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาเครื่องจักรของตนเอง โดยการทำความสะอาด (Cleaning) ตรวจสอบ (Check) การหล่อลื่น (Lubrication) และบางครั้งสามารถซ่อมงานเล็ก ๆ น้อย ๆ ด้วยตนเอง (Minor repairs)

3. แผนการบำรุงรักษา (Planned Maintenance) โดยเป้าหมายนี้ทางฝ่ายซ่อมบำรุงจะเป็นผู้ร่วมหลัก ในการกำหนดแผนงานและกำหนดบุคคลผู้รับผิดชอบเป้าหมายนี้ โดยจะต้องเป็นการกำจัดหรือแก้ไขปัญหาเครื่องเสื่อม (Deterioration) อันเนื่องมาจากการซ่อมบำรุงได้ด้วยตนเองของทีมพนักงานฝ่ายผลิตไม่เพียงพอหรือไม่ถูกวิธี นอกจากนั้นจะต้องแจ้งฝ่ายผลิตถึงสภาพของเครื่องจักรด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. การฝึกอบรมเพื่อปรับปรุงทักษะการผลิตและซ่อมบำรุง (Training to improve operating and maintenance skills) โดยเป้าหมายนี้จะเป็นหัวใจหลักในการพัฒนาระบบ TPM เนื่องจากระบบ TPM ต้องการการสนับสนุนจากพนักงานทุก ๆ ฝ่ายและทุก ๆ คน เพื่อเป็นสิ่งสำคัญในการนำสู่เป้าหมายที่วางไว้

5. การบริหารจัดการเครื่องจักรแต่เนิ่น ๆ (Early equipment management) จะเป็นการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในระหว่างที่เริ่มเดินเครื่องจักร โดยจะแบ่งเป็นส่วนของการออกแบบและติดตั้งเครื่องจักร (Design/Installation stage) และส่วนของการผลิตและซ่อมบำรุง (Operation/Maintenance stage)

2.3.2 ประสิทธิผลของเครื่องจักร (Equipment Effectiveness)

ประสิทธิผลของเครื่องจักร คือ กิจกรรมที่มุ่งขยายผลผลิตให้มากขึ้น เมื่อเทียบกับเวลาในการเดินเครื่องจักรให้ลดน้อยลง แต่อย่างไรก็ตาม ประสิทธิผลของเครื่องจักรจะมีอุปสรรคต่อการเพิ่มประสิทธิผลจากความสูญเสียใหญ่ทั้ง 6 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ความสูญเสียของเครื่องจักรขัดข้องเสียหาย (Breakdown losses) โดยมีความสูญเสียอยู่ 2 แบบ คือ การสูญเสียเวลา (Time losses) ซึ่งทำให้ผลผลิตลดลง และการสูญเสียจำนวนผลผลิต (Quantity losses) ซึ่งมีสาเหตุมาจากความบกพร่องของสินค้า ดังนั้น เพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิผลสูงสุดจำเป็นต้องทำการป้องกันและกำจัดความสูญเสียนี้ให้เป็นศูนย์

2. ความสูญเสียของการปรับตั้งและปรับแต่ง (Setup and adjustment losses) ความสูญเสียนี้จะทำให้เกิดเวลาเครื่องจักรขัดข้องหรือหยุดทำงาน (Downtime) และจำนวนสินค้าบกพร่อง (Defective products) เพิ่มขึ้น ซึ่งมักเกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนการผลิตสินค้าจากชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งจะต้องมีการปรับตั้งและปรับแต่งหน้าที่การทำงานของเครื่องจักรเสียใหม่

3. ความสูญเสียของการเดินเครื่องเปล่าและหยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ (Idling and minor stoppages losses) ความสูญเสียของการหยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ เกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรถูกรบกวนเนื่องจากระบบทำงานผิดเพี้ยนหรือเครื่องจักรเริ่มเดินเครื่องเปล่า โดยส่วนใหญ่ความสูญเสียนี้จะเล็กน้อยและเกิดบ่อยครั้ง จนอาจถูกมองข้ามไป แต่เพื่อให้ประสิทธิผลของเครื่องจักรสูงสุด ควรมีการจัดแผนการดำเนินงานในการลดความสูญเสียชนิดนี้ให้เป็นศูนย์

4. ความสูญเสียของการลดความเร็วในการผลิต (Reducing speed losses) ความสูญเสียนี้ จะพิจารณาจากความแตกต่างระหว่างความเร็วในการผลิตตอนออกแบบ (Equipment design speed) โดยพิจารณาจากข้อกำหนด (Specification) ของเครื่อง กับความเร็วในการผลิตที่แท้จริงในตอนเดินเครื่อง (Actual operating speed) ซึ่งเป้าหมายคือการลดช่องว่างระหว่างความเร็วที่ออกแบบกับความเร็วในการผลิตจริงลงให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

5. ความสูญเสียของผลผลิตที่มีตำหนิและต้องผลิตใหม่ (Quality defects and rework losses) ความสูญเสียชนิดนี้เกิดจากระบบการทำงานของเครื่องจักรผิดปกติ โดยทั่วไปแล้วจะเกิดไม่บ่อย และสามารถแก้ปัญหาให้กลับไปสู่สภาพเครื่องจักรเดิมที่ปกติได้ แต่อย่างไรก็ตาม ผลผลิตที่มีตำหนิควรมีการพิจารณา สืบสวน และวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงเสียก่อน จากนั้นถึงจะดำเนินการแก้ไข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6. ความสูญเสียของการเริ่มเดินเครื่องเริ่มต้น (Startup losses) ความสูญเสียนี้คือความสูญเสียผลผลิตที่ได้เมื่อเริ่มเดินเครื่องจากจุดเริ่มต้นจนเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งเราไม่สามารถที่จะเดินเครื่องจักรเพื่อผลิตสินค้าได้ 100% ตามข้อกำหนดของเครื่องจักร หรือในเวลาที่กำหนด

2.3.3 การวัดประสิทธิผลของเครื่องจักร (Measuring equipment effectiveness)

การวัดประสิทธิผลของเครื่องจักร สามารถวัดได้โดยค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ซึ่งเกิดจากปัจจัย 3 ประการ คือ ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Availability) อัตราของสมรรถนะเครื่องจักร (Performance rate) และอัตราคุณภาพ (Quality rate) โดยคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Overall Equipment Effectiveness (OEE)} = \text{Availability} \times \text{Performance rate} \times \text{Quality rate}$$

เมื่อ $$\text{Availability (Operating rate)} = \frac{\text{Loading time - Downtime} \times 100}{\text{Loading time}}$$

$$\text{Performance rate} = \frac{\text{Output} \times \text{Actual cycle time}}{\text{Loading time - Downtime}} \times \frac{\text{Ideal cycle time}}{\text{Actual cycle time}}$$

และ $$\text{Quality rate} = \frac{\text{Input - (Quality defect + Startup defects + Rework)}}{\text{input}}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการศึกษาทฤษฎีและแนวคิดที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมในแต่ละสถานีงาน และนำการจัดตารางการผลิตเข้ามาเป็นตัวช่วยในการกำหนดลำดับความสำคัญของงาน เพื่อลดการเปลี่ยนอุณหภูมิไปมาของเครื่องจักร และลดเวลาปิดงานของระบบ (Makespan) ลง ควบคู่ไปกับการนำทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษา มาปรับใช้ในการวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพดีอยู่เสมอ เพื่อเป็นแนวทางในการลดความล่าช้าที่เกิดขึ้นในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการตรวจสอบคุณภาพ เพื่อผลผลิตที่สูงขึ้นในอนาคตอีกด้วย

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยในอดีตของกระบวนการผลิตสินค้าชนิดต่าง ๆ พบว่า มีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีและแนวคิดที่แตกต่างกันมากมายในการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิต เช่น อิสรา รุ่งนพคุณ (2548) ได้ปรับปรุงวิธีการวางแผนการผลิตของบริษัทเคมีภัณฑ์แห่งหนึ่ง โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่คำนึงถึงเงื่อนไขจริงของกระบวนการผลิต มุ่งลดเวลารอคอยในกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุด โดยหลังจากใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น สามารถลดเวลาโดยรวมของการผลิตในแต่ละสัปดาห์ เวลาสูญเสียเนื่องจากการรอคอยในกระบวนการผลิต สามารถขจัดความผิดพลาดของการจัดลำดับการผลิตโดยพนักงาน และยังสามารถลดเวลานำในการออกแผนลำดับการผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ และวีรภรณ์ พันธ์นุช (2552) ได้ศึกษาการเพิ่มผลิตภาพในการวางแผนและควบคุมการผลิตโดยใช้ทฤษฎีข้อจำกัดสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตวงจรรวม พบว่าสามารถเข้าไปแก้ปัญหาในสายการผลิตได้อย่างตรงจุดและรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตของกระบวนการได้

นอกจากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และทฤษฎีข้อจำกัดแล้ว ยังมีผู้วิจัยกลุ่มหนึ่ง เช่น นิสา ชัยนภาพร (2545) ธนาการ ประภาสัจจะเวทย์ (2558) Anil Jaggi (2015) และ Ahmad Adnan (2016) ได้นำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมาประยุกต์ใช้ โดยหลังจากที่ผู้วิจัยเหล่านี้ได้ใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตแล้ว พบว่าอัตราการผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้น และสามารถลดปริมาณงานระหว่างทำ และลดจำนวนชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดการรอคอยลงได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากที่ศึกษาต่อไป ผู้วิจัยพบว่า มีผู้วิจัยบางท่าน ที่ได้นำหลักการเกี่ยวกับการบำรุงรักษามาใช้ในงานวิจัย เช่น ภาคินัย มนปราณีต (2557) และ Fam, S.F., et al. (2018) ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสำคัญ จากการนำระบบ TPM มาใช้ และภีม พรประเสริฐ (2560) ได้นำหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้เพื่อลดระยะเวลาการหยุดฉุกเฉินของเครื่องจักร โดยผู้วิจัยเหล่านี้ สามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญ

นอกเหนือจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตด้วยวิธีการต่าง ๆ ข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยพบว่า มีผู้วิจัยเป็นจำนวนมาก ที่นำการจัดตารางการผลิตมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต ไม่ว่าจะเป็น อมรรัตน์ อโนทัย (2549) ญาณี เฉยใจชื่น (2549) ธนรัตน์ สมบูรณ์ (2554) และ พิรุณพร พิพัฒนพร (2558) โดยหลังจากที่ผู้วิจัยเหล่านี้ ได้นำการจัดตารางการผลิตเข้ามาช่วย

ในการเพิ่มประสิทธิภาพแล้ว พบวิธีการที่แตกต่างกันในการจัดลำดับของการผลิตที่ดีที่สุด โดยขึ้นอยู่กับชนิดของสินค้าและกระบวนการผลิต

นอกจากนี้ ยังมีผู้วิจัยอีกหลายท่าน ที่นำการจำลองสถานการณ์มาแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ต่าง ๆ และใช้เป็นตัวช่วยในการตัดสินใจในสายการผลิต เช่น สโรชา เกษแก้ว (2559) ได้หาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปโดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม สำหรับการลดการผลิตที่ไม่ทันตามวันที่กำหนด จักรกฤษณ์ เจริญรัมย์ (2560) ที่ได้นำการจำลองสถานการณ์มาใช้หาเวลาการผลิตรวมที่เหมาะที่สุดของการจัดตารางการผลิตเครื่องขนาน และ Peter Tamas (2017) ซึ่งได้สร้างแบบจำลองของสายการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อเป็นตัวช่วยในการประกอบการตัดสินใจ เมื่อเกิดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างกันขึ้นภายในสายการผลิต

เนื่องจากมีผู้วิจัยหลายท่าน ที่ได้นำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต และการจัดตารางการผลิตมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต รวมไปถึงการนำหลักการเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาเรื่องประสิทธิภาพของเครื่องจักร ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเทคนิคดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ แต่เนื่องจากไม่สามารถลงมือปรับปรุงกระบวนการจริงของบริษัทกรณีศึกษาได้ ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะทดสอบแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการจำลองสถานการณ์ และได้รวบรวมวิธีการ ทฤษฎีที่งานวิจัยต่าง ๆ รวมถึงงานวิจัยในครั้งนี้เลือกใช้ ในรูปแบบของตาราง เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ ดังตารางที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1 วิธีการและทฤษฎีที่งานวิจัยต่าง ๆ เลือกใช้

แหล่งอ้างอิง	ทฤษฎี				การทดสอบแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ		
	ทฤษฎีข้อจำกัด	การจัดสมดุลสายการผลิต	การบำรุงรักษา	การจัดตารางการผลิต	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	การจำลองสถานการณ์	นำไปใช้จริงในบริษัทกรณีศึกษา
อิสรา รุ่งนพคุณ (2548)				x	x		
วีรภรณ์ พันธ์นุช (2552)	x						x
นิสา ชัยนภาพร (2545)		x					x
ธนาการ ประภาสัจจะเวทย์ (2558)		x			x		
Anil Jaggi (2015)		x			x		
Ahmad Adnan (2016)		x					x
ภาคินัย มนปราณีต (2557)			x				x
ภีม พรประเสริฐ (2560)			x				x
Fam, S.F., et al. (2018)			x		x		
อมรรัตน์ อโนทัย (2549)				x			x
ญาณี เฉยใจชื่น (2549)				x			x
ธนรัตน์ สมบูรณ์ (2554)				x			x
พิรุณพร พิพัฒนพร (2558)				x			x
สโรชา เกษแก้ว (2559)				x		x	
จักรกฤษณ์ เจริญรัมย์ (2560)				x		x	
งานวิจัยในครั้งนี้		x	x	x		x	

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

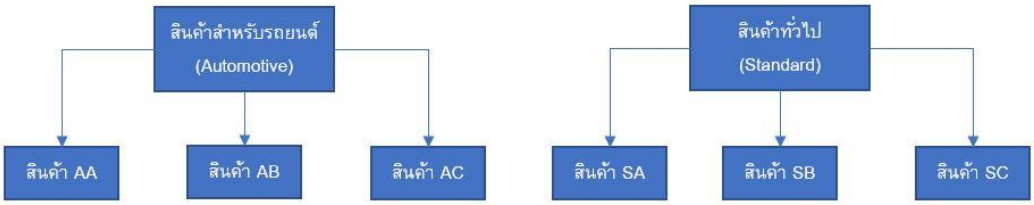
ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงรายละเอียดในการดำเนินงานวิจัย เพื่อที่จะศึกษาภาพรวมของบริษัทกรณีศึกษา ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาความล่าช้าที่เกิดขึ้นในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา และสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น
2. ศึกษารายละเอียดของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และเก็บรวบรวมข้อมูล
3. วิเคราะห์ข้อมูล หาสาเหตุของปัญหา
4. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ
5. ทดสอบแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยการจำลองสถานการณ์ เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทผลิตเซมิคอนดักเตอร์ ที่มีกระบวนการหลัก 3 กระบวนการ ได้แก่ กระบวนการผลิต กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และกระบวนการบรรจุสินค้า ดังที่กล่าวในข้างต้น และเนื่องจากเกิดปัญหาความล่าช้าขึ้นในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาตั้งแต่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ไปจนถึงกระบวนการบรรจุสินค้าของผลิตภัณฑ์ Small Outline Integrated Circuit (SOIC) โดยสามารถแบ่งประเภทของสินค้าได้ดังต่อไปนี้

ผลิตภัณฑ์ SOIC ที่ผ่านเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของบริษัทกรณีศึกษา จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ สินค้าสำหรับรถยนต์ (Automotive) และสินค้าทั่วไป (Standard) โดยในแต่ละกลุ่มจะมีสินค้า 3 ชนิด ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะแบ่งสินค้าออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ สินค้า AA, สินค้า AB, สินค้า AC, สินค้า SA, สินค้า SB และ สินค้า SC ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนผังแสดงการแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ SOIC

ปัจจุบัน เครื่องจักรที่สามารถใช้ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ SOIC ได้ มีทั้งหมด 12 เครื่อง ซึ่งสามารถปรับตั้งเครื่องจักรเป็นอุณหภูมิใดก็ได้ โดยถ้าหากปรับตั้งเครื่องจักรเป็นอุณหภูมิตั้งแต่ 90 องศาเซลเซียสขึ้นไป จะใช้ในสถานีงานที่ 1 และเรียกว่า Tester 1 (Hot Temperature) และถ้าหากปรับตั้งเครื่องจักรเป็นอุณหภูมิ –40 องศาเซลเซียส จะถูกใช้ในสถานีงานที่ 2 และเรียกว่า Tester 2 (Cold Temperature) แต่เนื่องจากเครื่องจักรที่มีอยู่ จะต้องใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์กลุ่มอื่น ๆ จึงทำให้ไม่สามารถเปิดใช้งานเครื่องจักรทั้ง 12 เครื่องพร้อมกันได้ โดยจำนวนเครื่องจักรที่ถูกเปิดใช้งานสำหรับผลิตภัณฑ์ SOIC ในแต่ละสัปดาห์ จะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับว่าผลิตภัณฑ์กลุ่มใด มีปริมาณความต้องการที่สูงกว่าและเร่งด่วนมากกว่า ซึ่งโดยปกติแล้ว เครื่องจักรที่มีอยู่ทั้งหมด จะถูกจัดสรรให้ผลิตภัณฑ์ SOIC เฉลี่ยวันละ 7 เครื่อง โดยจะถูกปรับตั้งให้เป็น Tester 1 จำนวน 5 เครื่อง และ Tester 2 จำนวน 2 เครื่อง ตามสัดส่วนของกำลังการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งถ้าหากเกิดการล่าช้าขึ้นที่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง จะต้องปรับแผนการตรวจสอบคุณภาพใหม่ และเปลี่ยนสัดส่วนระหว่าง Tester 1 และ Tester 2 ภายใต้จำนวนของเครื่องจักรที่มีอยู่ในสัปดาห์นั้น ๆ เพื่อชดเชยความล่าช้าที่เกิดขึ้นตามปริมาณของงานระหว่างทำ (Work In Process: WIP) ในแต่ละขั้นตอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2 กระบวนการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา

สินค้าแต่ละประเภท จะมีเส้นทางในการตรวจสอบคุณภาพที่แตกต่างกัน และใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพไม่เท่ากัน โดยสินค้าทั้ง 6 ประเภท จะต้องผ่านเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 1 แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากสินค้าสำหรับรถยนต์ (สินค้า AA, AB, AC) มีปัจจัยด้านความปลอดภัยเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงจำเป็นที่จะต้องมีคุณภาพสูงกว่าสินค้าทั่วไป (สินค้า SA, SB, SC) ดังนั้น หลังจากผ่านการตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 1 แล้ว สินค้าสำหรับรถยนต์จะต้องเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 2 ด้วย ในขณะที่สินค้าทั่วไปสามารถส่งต่อไปยังกระบวนการบรรจุสินค้าได้ทันที โดยแผนผังแสดงการไหลของสินค้าแต่ละประเภท แสดงในภาพที่ 5 และรายละเอียดกระบวนการดำเนินงานของบริษัทกรณีศึกษา เป็นดังต่อไปนี้

1. สินค้าทั้ง 6 ประเภท ที่ผ่านกระบวนการผลิตแล้ว และกำลังรอเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ จะเรียกว่า Untest Stock (UTS)

2. หลังจากที่เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตกำหนดตารางการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ฝ่ายผลิตจะจัดเตรียม UTS ให้พร้อมต่อการตรวจสอบคุณภาพ โดยในปัจจุบันการจัดสรรงานเข้าสู่เครื่องจักร จะเรียงลำดับโดยงานที่มีกำหนดส่งมอบก่อน จะถูกวางไว้ในลำดับก่อนหน้างานที่มีกำหนดส่งมอบที่ช้ากว่า

3. เมื่อ UTS แต่ละล็อตถูกจัดให้พร้อมต่อการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จะถูกตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 1

4. ถ้าหากสินค้าไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ จะต้องให้วิศวกรเป็นผู้ตัดสินใจ ว่าจะต้องทำการตรวจสอบซ้ำใหม่อีกครั้ง หรือสามารถส่งไปยังกระบวนการถัดไปได้เลย

5. หลังจากที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพจาก Tester 1 แล้ว

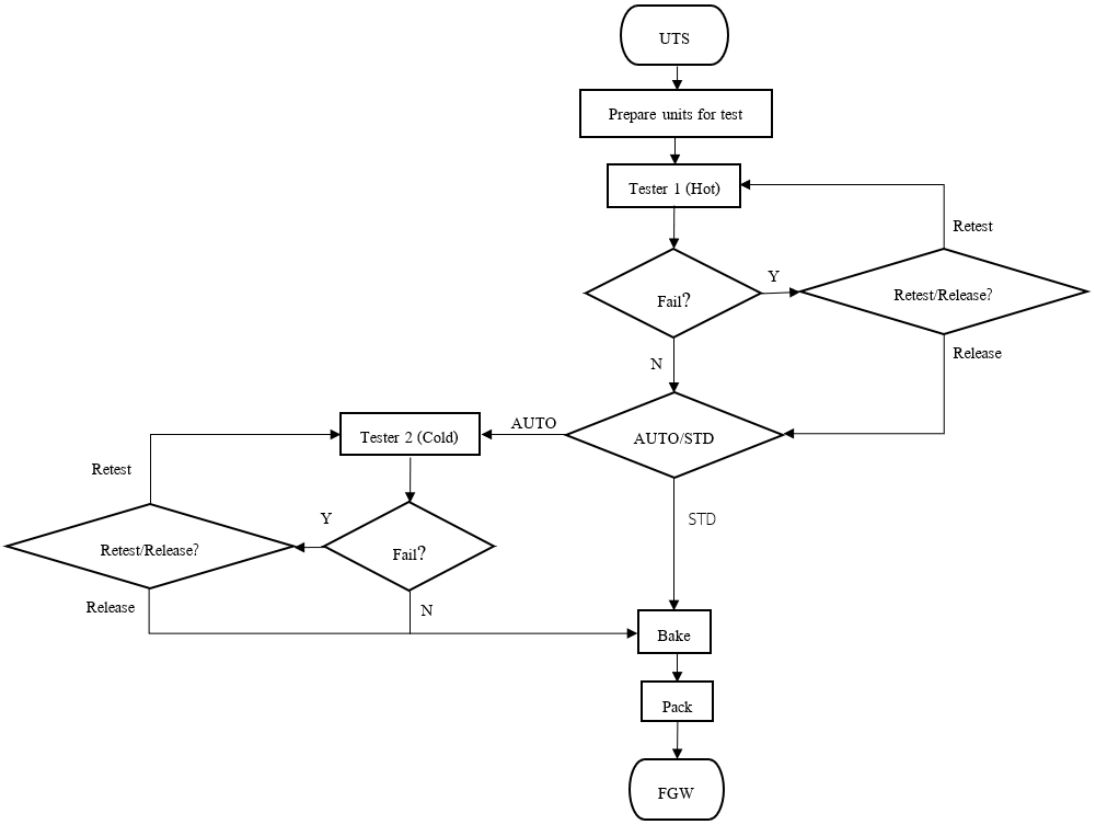
   5.1 สินค้าสำหรับรถยนต์ (Automotive) ซึ่งได้แก่สินค้า AA, AB และ AC จะถูกส่งไปยัง Tester 2 เพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพในเกณฑ์ที่สูงขึ้น โดยถ้าหากสินค้าไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 2 จะต้องให้วิศวกรเป็นผู้ตัดสินใจว่าจะต้องทำการตรวจสอบซ้ำใหม่อีกครั้งหรือไม่ เช่นเดียวกับที่ Tester 1

   5.2 สินค้าทั่วไป (Standard) ซึ่งได้แก่สินค้า SA, SB และ SC จะส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไปได้ทันที

6. หลังจากที่สินค้าผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จะถูกส่งไปยังกระบวนการอบ

7. เมื่อสินค้าผ่านการอบแล้ว จะถูกส่งไปยังกระบวนการบรรจุสินค้า เพื่อเตรียมพร้อมในการจัดส่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 5 แผนผังแสดงเส้นทางการไหลของสินค้าแต่ละประเภท

3.3 ปัญหาความล่าช้าในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของบริษัทกรณีศึกษา ผู้วิจัยพบว่ามีความล่าช้าเกิดขึ้นในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 1 และ Tester 2 โดยในช่วงไตรมาสที่ 3 ของปีพ.ศ. 2563 บริษัทกรณีศึกษาต้องใช้เครื่องจักรในการชดเชยความล่าช้าที่เกิดขึ้นในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพเฉลี่ยสัปดาห์ละ 5.7 เครื่อง จากเครื่องจักรที่มีอยู่ทั้งหมด 49 เครื่อง (จำนวนเครื่องจักรเฉลี่ยวันละ 7 เครื่อง จำนวน 7 วันต่อสัปดาห์) ดังตารางที่ 2 และด้วยเหตุนี้ จึงต้องสูญเสียเครื่องจักรที่มีอยู่ ไปใช้ตรวจสอบคุณภาพงานระหว่างทำที่คงค้างจากสัปดาห์ก่อนหน้าก่อน จึงทำให้มีจำนวนเครื่องจักรที่เหลือสำหรับใช้ในการตรวจสอบคุณภาพงานใหม่ในสัปดาห์นั้น ๆ น้อยลง และลดอัตราผลผลิตจากการตรวจสอบคุณภาพลงจากประมาณ 1.2 ล้านชิ้นต่อสัปดาห์ เหลือเพียงประมาณ 1.1 ล้านชิ้นต่อสัปดาห์ โดยผลผลิตจากตรวจสอบคุณภาพที่หายไปประมาณ 142,500 ชิ้นต่อสัปดาห์นั้น คิดเป็นรายได้ประมาณ 285,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ ต่อสัปดาห์ อีกทั้งรอบเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานแต่ละล็อตอยู่ในระบบนั้น ยังเพิ่มจากรอบเวลามาตรฐาน 3 วัน เป็นล็อตละประมาณ 6-7 วันอีกด้วย

ตารางที่ 2 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการชดเชยความล่าช้าในช่วงไตรมาสที่ 3 ของปีพ.ศ. 2563

วันที่คำนวณ	จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ (เครื่อง)
29-มิ.ย.	2.1
6-ก.ค.	4.9
13-ก.ค.	5.8
20-ก.ค.	6.6
27-ก.ค.	7.5
3-ส.ค.	3.1
10-ส.ค.	6.4
17-ส.ค.	1.8
24-ส.ค.	4.9
31-ส.ค.	3.7
7-ก.ย.	6
14-ก.ย.	11.1
21-ก.ย.	10.5
เฉลี่ย	5.7

ในการคำนวณความล่าช้า เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตจะคำนวณความล่าช้าที่เกิดขึ้นสัปดาห์ละ 1 ครั้งจากเวลาที่ต้องใช้ในการตรวจสอบงานระหว่างทำที่คงค้างจากสัปดาห์ก่อนหน้า และปรับแผนการตรวจสอบคุณภาพใหม่เพื่อชดเชยความล่าช้าที่เกิดขึ้น เช่น

ในเช้าวันจันทร์ เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตพบว่ามีงานระหว่างทำจากสัปดาห์ที่แล้วคงค้างอยู่ที่ Tester 1 และ Tester 2 ดังตารางที่ 3 โดยงานคงค้างที่ Tester 1 ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมด 46 ชั่วโมง และงานคงค้างที่ Tester 2 ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมด 76.5 ชั่วโมง ซึ่งฝ่ายผลิตของบริษัทกรณีศึกษานั้นทำงานตลอด 24 ชั่วโมง จึงใช้เครื่องจักร 1 เครื่องเป็นตัวแทนของเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้น จะต้องใช้ Tester 1 จำนวน 1.9 เครื่อง และ Tester 2 จำนวน 3.2 เครื่อง หรือคิดเป็นจำนวนเครื่องจักรทั้งหมด 5.1 เครื่อง ที่ต้องใช้ในการตรวจสอบคุณภาพงานที่คงค้างจากสัปดาห์ก่อนหน้า และหลังจากที่เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตทราบแล้วว่าจะต้องใช้เครื่องจักรกี่เครื่องในการตรวจสอบคุณภาพงานที่คงค้างจากสัปดาห์ก่อนหน้า จะทำการปรับแผนการตรวจสอบคุณภาพสำหรับวันอังคารถึงวันอาทิตย์ โดยหักลบจำนวนเครื่องจักรที่ต้องใช้

ตรวจสอบคุณภาพงานที่ล่าช้าออกจากจำนวนเครื่องจักรทั้งหมดที่มีอยู่ในสัปดาห์นั้น ๆ ก่อนที่จะวางแผนในการตรวจสอบคุณภาพใหม่อีกครั้ง เช่น ถ้าในสัปดาห์นั้น ๆ มีเครื่องจักรอยู่ทั้งหมด 49 เครื่อง จะต้องจัดสรรเครื่องจักรจำนวน 5.1 เครื่องสำหรับการตรวจสอบคุณภาพงานที่ค้างจากสัปดาห์ก่อนหน้าก่อน และจะเหลือเครื่องจักรสำหรับตรวจสอบคุณภาพงานใหม่ในสัปดาห์นั้น ๆ เพียงแค่ 43.9 เครื่อง ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ถ้าหากไม่มีความล่าช้าเกิดขึ้นในสัปดาห์ก่อนหน้า จะสามารถใช้เครื่องจักรทั้ง 49 เครื่อง ในการตรวจสอบคุณภาพงานที่เข้ามาใหม่ได้ทันที

ตารางที่ 3 ตัวอย่างงานระหว่างทำคงค้างในแต่ละขั้นตอน และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ

Tester 1		Tester 2	
Lot	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)	Lot	เวลาที่ใช้ (ชั่วโมง)
1	23	1	7
2	10	2	7
3	13	3	16
		4	4
		5	4.5
		6	4.5
		7	2.5
		8	14
		9	17
รวม	46	รวม	76.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 สาเหตุของความล่าช้าที่เกิดขึ้น

หลังจากที่ศึกษากระบวนการทำงานในปัจจุบัน ผู้วิจัยพบว่าสาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาความล่าช้าในกระบวนการ มีดังต่อไปนี้

3.4.1 เครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบคุณภาพไม่เต็ม 100% ทำให้ต้องใช้เวลามากกว่าที่ได้คำนวณไว้ โดยภายในเครื่องจักรที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพสินค้า จะแบ่งออกเป็นช่องจำนวนหนึ่ง ที่น้อยกว่าจำนวนสินค้าในแต่ละล็อต ทำให้สินค้าแต่ละล็อตจะต้องถูกแบ่งเพื่อ

ตรวจสอบคุณภาพเป็นรอบตามจำนวนของช่องภายในเครื่องจักรไปเรื่อย ๆ จนกว่าสินค้าในล็อตนั้น ๆ จะถูกตรวจสอบครบทุกชิ้นจึงจะถือว่าตรวจสอบเสร็จ 1 ล็อต ซึ่งปัญหาที่พบคือ ช่องภายในเครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้ 100% โดยส่วนใหญ่เกิดจากการมีคราบไอน้ำ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนอุณหภูมิของเครื่องจักรจากอุณหภูมิเย็นเป็นอุณหภูมิร้อน (เปลี่ยนจาก Tester 2 เป็น Tester 1) เพื่อให้เข้ากับสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่เปลี่ยนแปลง หรือเพื่อปรับสมดุลของสายการตรวจสอบคุณภาพหลังจากที่เกิดความล่าช้าขึ้น เกาะอยู่ที่บางช่องภายในเครื่องจักร และอีกส่วนหนึ่งเกิดจากการเสื่อมสภาพตามเวลาของเครื่องจักร ส่งผลให้ช่องนั้น ๆ ไม่สามารถใช้ตรวจสอบคุณภาพสินค้าได้ จึงทำให้จำนวนรอบที่ต้องใช้ในการตรวจสอบสินค้า 1 ล็อตเพิ่มมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น

ให้ภายในเครื่องจักร มีช่องสำหรับการตรวจสอบคุณภาพ 20 ช่อง และสินค้า 1 ล็อตมีจำนวน 100 ชิ้น ถ้าเครื่องจักรมีประสิทธิภาพเต็ม 100% จะใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพ 100/20 = 5 ครั้งต่อ 1 ล็อต แต่ถ้าหากมีคราบไอน้ำเกาะอยู่ 5 ช่อง จะทำให้ตรวจสอบคุณภาพได้เพียงครั้งละ 15 ชิ้น (ประสิทธิภาพของเครื่องจักร 75%) และต้องใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพ 100/15 = 7 ครั้งต่อ 1 ล็อต

ฝ่ายผลิต จะรายงานประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่องให้ฝ่ายซ่อมบำรุงทราบเดือนละ 1 ครั้ง และถ้าหากเครื่องจักรเครื่องใดมีประสิทธิภาพไม่ถึง 90% ฝ่ายซ่อมบำรุงจะแจ้งเจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตให้ปรับแผนการตรวจสอบคุณภาพใหม่ เพื่อชดเชยเวลาที่ต้องใช้ในการทำความสะอาดเครื่องจักรเพื่อนำคราบไอน้ำที่เกาะอยู่ภายในออก ซึ่งในการทำความสะอาดเครื่องจักร 1 เครื่องแต่ละครั้ง จะต้องใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง โดยเป้าหมายของฝ่ายซ่อมบำรุงในการทำความสะอาดเครื่องจักรแต่ละครั้ง คือเพื่อให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรจะอยู่ระหว่าง 95–100% หลังจากที่ทำความสะอาดเสร็จ โดย ณ วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2563 เครื่องจักรที่มีทั้งหมด 12 เครื่อง มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 93.1% ดังรายละเอียดในตารางที่ 4 และในแต่ละสัปดาห์ ฝ่ายผลิตจะเลือกเปิดเครื่องจักร โดยเลือกจากเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดก่อน ตามจำนวนเครื่องจักรที่ต้องการเปิดในสัปดาห์นั้น ๆ

ในการคำนวณกำลังการตรวจสอบคุณภาพเพื่อวางแผนการตรวจสอบคุณภาพ เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตจะคำนวณโดยคิดว่าประสิทธิภาพของเครื่องจักรอยู่ที่ 95% ซึ่งไม่ตรงกับเป้าหมายที่ฝ่ายซ่อมบำรุงได้ตั้งไว้ว่าจะทำความสะอาดเครื่องจักรเมื่อประสิทธิภาพต่ำกว่า 90% ดังนั้นจึงเกิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความคลาดเคลื่อนขึ้นระหว่างการตรวจสอบคุณภาพที่หน้างานจริงและในแผนการตรวจสอบคุณภาพที่เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตได้คำนวณไว้

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ณ วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2563

เครื่องจักร	ประสิทธิภาพ (%)
1	93.84%
2	91.40%
3	91.51%
4	94.23%
5	98.08%
6	95.23%
7	95.53%
8	81.35%
9	93.90%
10	93.33%
11	92.94%
12	95.81%
เฉลี่ย	93.10%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4.2 เครื่องจักรเกิดการขัดข้องในระหว่างการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งสามารถเกิดได้จากการที่มีชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรชำรุด หรือมีการปรับตั้งเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสม โดยเฉลี่ยสัปดาห์ละ 21 ครั้ง โดยไม่ได้เกิดขึ้นที่เครื่องจักรเครื่องใดเป็นพิเศษ และแต่ละครั้งจะสูญเสียเวลาในการตรวจสอบคุณภาพประมาณ 40 นาที หรือคิดเป็น 8.3% ของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพแต่ละวัน และเนื่องจากสินค้าที่ตรวจสอบคุณภาพผ่านไปแล้วก่อนที่เครื่องจักรจะขัดข้องนั้น จะถือว่าเป็นสินค้าที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพทั้งหมด จึงอาจจะทำให้สินค้าบางล็อตมีปริมาณผลผลิตที่ได้ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ (Low yield) และต้องทำการตรวจสอบซ้ำใหม่อีกครั้ง ซึ่งอาจก่อให้เกิดการสูญเสียสมดุลในการตรวจสอบคุณภาพได้ เช่น สินค้าล็อต A จำนวน 100 ชิ้น กำลังถูกตรวจสอบคุณภาพในรอบที่ 4 (ตรวจไปแล้ว 3 รอบ รอบละ 20 ชิ้น รวมทั้งหมด 60 ชิ้น) และเครื่องจักรเกิดการขัดข้องขึ้น ดังนั้น สินค้าทั้ง 60 ชิ้นที่ผ่านการตรวจสอบ

คุณภาพไปแล้ว จะถือว่าเป็นสินค้าที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพทั้งหมด และปริมาณผลผลิตที่ได้ จะเกิดจากสินค้า 40 ชิ้นที่เหลือ ซึ่งถูกตรวจสอบคุณภาพหลังจากที่ซ่อมเครื่องจักรเสร็จแล้วเท่านั้น จึงทำให้ปริมาณผลผลิตที่ได้จากล็อต A ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพที่วิศวกรได้กำหนดไว้ที่ 95% จึงต้องทำการตรวจสอบสินค้า 60 ชิ้นแรกซ้ำใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพที่วิศวกรกำหนดไว้

3.4.3 เนื่องจากสินค้าของบริษัทมีหลายประเภท และใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพรวมถึงสัดส่วนของกำลังการตรวจสอบคุณภาพที่ระหว่าง Tester 1 และ Tester 2 ไม่เท่ากัน เมื่อสัดส่วนของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลง และต้องเปลี่ยนสัดส่วนระหว่าง Tester 1 และ Tester 2 ใหม่ จะต้องสูญเสียเวลาในการเปลี่ยนอุณหภูมิของเครื่องจักรประมาณ 4 ชั่วโมงต่อ 1 เครื่อง และจะมีการเปลี่ยนอุณหภูมิของเครื่องจักรเฉลี่ยสัปดาห์ละ 3 เครื่อง ซึ่งเวลาในการเปลี่ยนอุณหภูมิของเครื่องจักรนี้ คิดเป็น 7.1% ของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพแต่ละวัน อีกทั้งยังทำให้เกิดคราบไอน้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนอุณหภูมิของเครื่องจักรขึ้นภายในช่องที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักรดังที่ได้กล่าวในข้อ 3.4.1 อีกด้วย

3.4.4 ไม่สามารถส่งชิ้นงานไปยังกระบวนการถัดไปได้ เนื่องจากสินค้าไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพในช่วงเวลากลางคืนหรือวันหยุด ซึ่งต้องรอให้วิศวกรเป็นผู้ตรวจสอบและตัดสินใจ ว่าจะต้องทำการตรวจสอบซ้ำใหม่อีกครั้ง หรือสามารถส่งไปยังกระบวนการถัดไปได้เลย ซึ่งปัจจุบัน มีชิ้นงานที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพในครั้งแรกและต้องรอวิศวกรตรวจสอบที่ Tester 1 ประมาณ 25% ของชิ้นงานทั้งหมด และที่ Tester 2 ประมาณ 3% ของชิ้นงานทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าหากไม่สามารถส่งชิ้นงานจาก Tester 1 ไปยัง Tester 2 ได้ จะทำให้ Tester 2 เกิดการรอคอยชิ้นงานขึ้น และเพื่อไม่ให้เกิดการเดินเปล่าของเครื่องจักร ฝ่ายผลิตจะทำการเปลี่ยนสถานะของ Tester 2 ซึ่งใช้อุณหภูมิเย็น ไปเป็น Tester 1 ซึ่งใช้อุณหภูมิร้อน และจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักรดังที่ได้กล่าวมา นอกจากนี้ เมื่อชิ้นงานที่ค้างอยู่ที่ Tester 1 ถูกปล่อยและส่งต่อมายัง Tester 2 จะก่อให้เกิดการสูญเสียสมดุลในการตรวจสอบคุณภาพอีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น

เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิต ได้วางแผนให้ตรวจสอบคุณภาพสินค้าทั้งหมด 30 ล็อต ด้วยเครื่องจักรวันละ 7 เครื่อง (กำหนดให้เป็น Tester 1 จำนวน 5 เครื่อง และ Tester 2 จำนวน 2 เครื่อง โดยคำนวณจากสัดส่วนของกำลังการตรวจสอบคุณภาพระหว่างที่ Tester 1 และ Tester 2 ของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปริมาณความต้องการสินค้าในสัปดาห์นั้น ๆ) โดยเริ่มตรวจสอบสินค้าล็อตที่ 1 - 10 ในวันเสาร์ ล็อตที่ 11 - 20 ในวันอาทิตย์ และล็อตที่ 21 – 30 ในวันจันทร์ เมื่อตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 1 เสร็จแล้วก็จะส่งต่อไปยัง Tester 2 ในวันถัดไป คือวันอาทิตย์ วันจันทร์ และวันอังคารตามลำดับ ดังภาพที่ 6 และตารางที่ 5-7 แสดงจำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าทั้ง 30 ล็อต ซึ่งคำนวณมาจากเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ เช่น ล็อต A ใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพ 12 ชั่วโมง จะใช้เครื่องจักรจำนวน 12/24 = 0.5 เครื่อง ในการตรวจสอบคุณภาพ

ตารางที่ 5 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าล็อตที่ 1-10

	Tester 1 (วันเสาร์)	Tester 2 (วันอาทิตย์)
Lot 1	0.63	0.24
Lot 2	0.43	0.18
Lot 3	0.42	0.14
Lot 4	0.8	0.27
Lot 5	0.52	0.17
Lot 6	0.59	0.2
Lot 7	0.21	0.1
Lot 8	0.38	0.22
Lot 9	0.39	0.31
Lot 10	0.63	0.17
รวม	5	2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

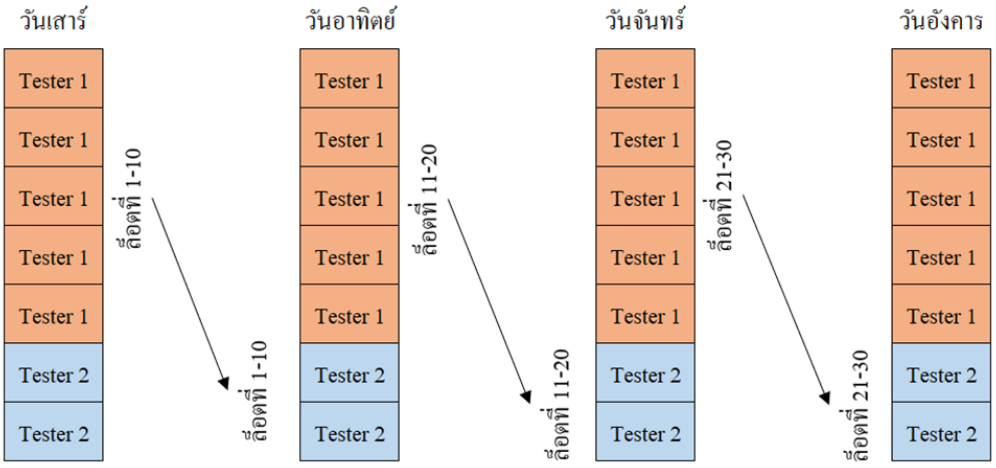
ตารางที่ 6 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าล็อตที่ 11-20

	Tester 1 (วันอาทิตย์)	Tester 2 (วันจันทร์)
Lot 1	0.65	0.22
Lot 2	0.8	0.27
Lot 3	0.52	0.17
Lot 4	0.45	0.15
Lot 5	0.36	0.12
Lot 6	0.15	0.1
Lot 7	0.15	0.1
Lot 8	0.56	0.25
Lot 9	0.41	0.3
Lot 10	0.95	0.32
รวม	5	2

ตารางที่ 7 จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าล็อตที่ 21-30

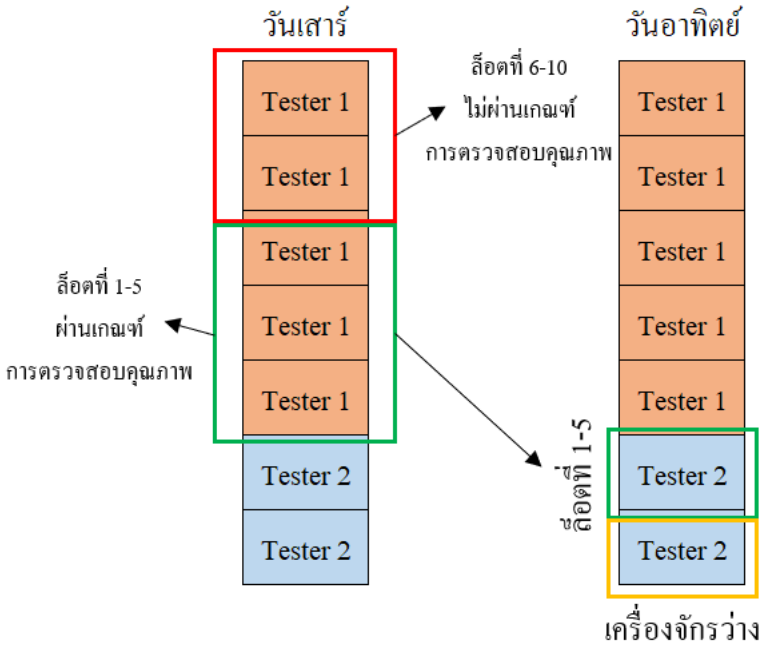
	Tester 1 (วันอาทิตย์)	Tester 2 (วันจันทร์)
Lot 1	0.57	0.17
Lot 2	0.24	0.2
Lot 3	0.19	0.12
Lot 4	0.11	0.07
Lot 5	0.98	0.43
Lot 6	0.9	0.29
Lot 7	0.42	0.14
Lot 8	0.61	0.16
Lot 9	0.35	0.15
Lot 10	0.63	0.26
รวม	5	2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



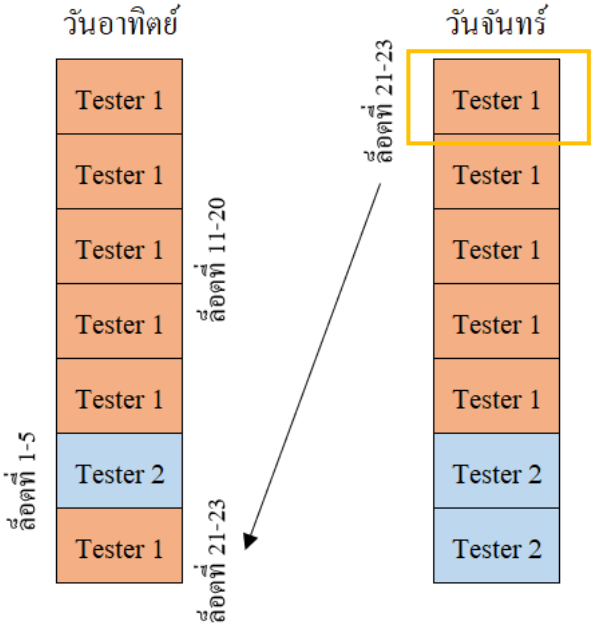
ภาพที่ 6 รูปแบบการตรวจสอบคุณภาพสินค้าแต่ละล็อตในแต่ละวัน

เนื่องจากวิศวกรผู้ตัดสินใจว่าชิ้นงานล็อตที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพจะสามารถส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไปได้เลย หรือต้องทำการตรวจสอบคุณภาพใหม่อีกครั้ง ทำงานวันจันทร์ถึงศุกร์ และหยุดในวันเสาร์และอาทิตย์ ดังนั้น ถ้าหากในวันเสาร์ ล็อตที่ 6 - 10 ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 1 และไม่สามารถส่งต่อไปยัง Tester 2 ได้ เนื่องจากวิศวกรหยุดงาน จึงทำให้ในวันอาทิตย์ ต้องใช้ Tester 2 สำหรับการตรวจสอบคุณภาพล็อตที่ 1 – 5 เพียง 1 เครื่อง จึงทำให้ Tester 2 ว่าง 1 เครื่องในวันอาทิตย์ ดังภาพที่ 7



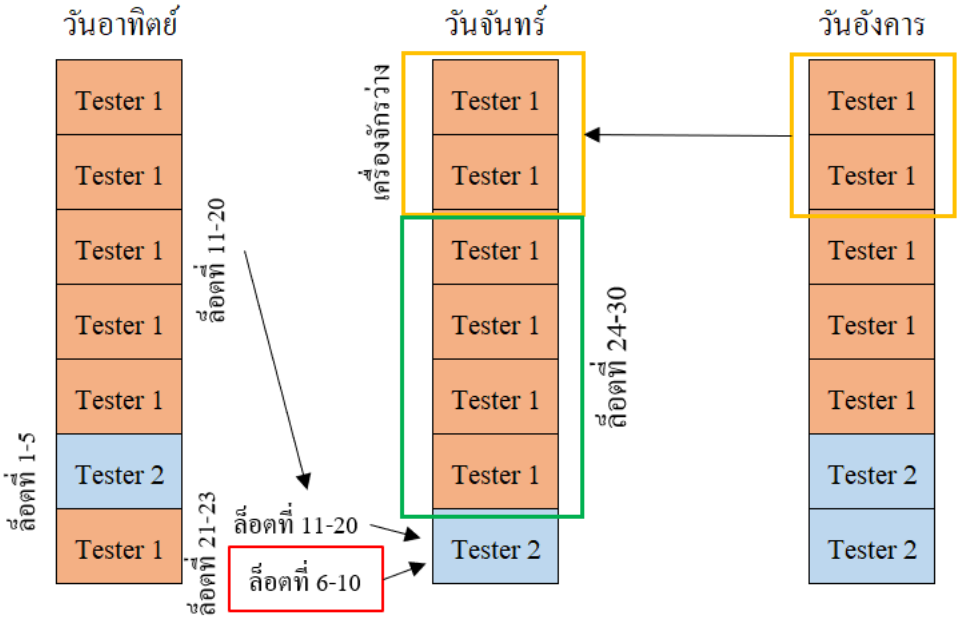
ภาพที่ 7 รูปแบบการตรวจสอบคุณภาพสินค้า เมื่อมีสินค้าที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ

เพื่อไม่ให้เกิดการเดินเปล่าของเครื่องจักร ฝ่ายผลิตจะทำการเปลี่ยนสถานะของเครื่อง Tester 2 ที่ว่างอยู่จากอุณหภูมิเย็น ไปเป็น Tester 1 ซึ่งใช้อุณหภูมิร้อน ทำให้ในวันอาทิตย์ มี Tester 1 จำนวน 6 เครื่อง และ Tester 2 จำนวน 1 เครื่อง โดยฝ่ายผลิตจะดึงชิ้นงานล็อตที่ 21 – 23 จากแผนการตรวจสอบคุณภาพวันจันทร์มาตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 1 ก่อน ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การแก้ปัญหาเบื้องต้นของฝ่ายผลิต เมื่อมีสินค้าที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ

ดังนั้น เมื่อวิศวกรเริ่มทำงานในวันจันทร์ และตัดสินใจว่าสามารถปล่อยล็อตที่ 6 – 10 มายัง Tester 2 ได้ จะทำให้มีงานระหว่างทำที่รออยู่หน้า Tester 2 มากกว่าที่ได้วางแผนไว้ โดยมาจากแผนการตรวจสอบคุณภาพของล็อตที่ 11 – 20 เดิมจำนวน 2 เครื่อง จากล็อตที่ 6 – 10 จำนวน 1 เครื่อง และจากล็อตที่ 21 – 23 อีก 0.5 เครื่อง รวมทั้งหมดเป็น 3.5 เครื่อง อีกทั้งงานระหว่างทำล็อตที่ 24-30 ที่รออยู่หน้า Tester 1 ต้องใช้เครื่องจักรเพียง 4 เครื่อง เนื่องจากได้ตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานล็อตที่ 21 – 23 ล่วงหน้าไปแล้ว โดยเครื่องจักรในขณะนั้น ถูกปรับตั้งเป็น Tester 1 อยู่ 6 เครื่อง และ Tester 2 จำนวน 1 เครื่อง ฝ่ายผลิตจึงต้องดึงชิ้นงานจากวันอังคาร มาตรวจสอบคุณภาพล่วงหน้า หรือเปลี่ยนสถานะของเครื่องจักรใหม่อีกครั้ง เพื่อปรับสมดุลของสายการตรวจสอบคุณภาพ ดังภาพที่ 9 จึงก่อให้เกิดคราบไอน้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนอุณหภูมิของเครื่องจักรขึ้น และส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักรดังที่ได้กล่าวในข้อ 3.4.1



ภาพที่ 9 ผลกระทบที่เกิดขึ้น จากการแก้ปัญหาเบื้องต้นของฝ่ายผลิต

3.5 การกำหนดแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ

จากสาเหตุทั้ง 4 ข้อที่ได้กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพของเครื่องจักร และการขัดข้องของเครื่องจักรในระหว่างการทำงาน ส่งผลโดยตรงต่อเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ โดยถ้าหากเครื่องจักรมีประสิทธิภาพไม่เต็ม 100% จะทำให้ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานต่อ 1 ล็อตนานขึ้น และถ้าหากเครื่องจักรเกิดการขัดข้องในระหว่างการทำงาน จะทำให้ต้องสูญเสียเวลาในการตรวจสอบคุณภาพทั้งเวลาในช่วงที่เครื่องจักรไม่สามารถใช้งานได้ และเวลาที่ต้องใช้ในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานซ้ำใหม่อีกครั้ง ซึ่งชิ้นงานที่ต้องตรวจสอบคุณภาพซ้ำนี้ ถือว่าเป็นงานระหว่างทำที่อยู่นอกเหนือจากแผนการตรวจสอบคุณภาพที่ได้วางไว้ และอาจทำให้เสียสมดุลในการตรวจสอบคุณภาพ และนำไปสู่การเปลี่ยนสัดส่วนระหว่าง Tester 1 และ Tester 2 ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักร

สำหรับเรื่องสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ และการที่ไม่สามารถส่งชิ้นงานไปยังกระบวนการถัดไปได้เนื่องจากสินค้าไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ อาจไม่ได้ส่งผลโดยตรงต่อเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ แต่ถ้าหากไม่มีการวางแผนในการตรวจสอบคุณภาพที่ดีแล้ว จะทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิไปมาของเครื่องจักรระหว่าง Tester 1 และ Tester 2 บ่อยครั้ง ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักรอีกเช่นกัน

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะเสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ 2 แนวทาง แนวทางแรกคือ การนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมาประยุกต์ใช้กับการจัดตารางการผลิต เพื่อเป็นตัวช่วยในการกำหนดลำดับความสำคัญของงานและลดการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิไปมาของเครื่องจักร และแนวทางที่ 2 คือ การนำทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรมาปรับใช้ เพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพดีอยู่เสมอ โดยจะเริ่มศึกษาจากแนวทางแรกก่อน เนื่องจากถ้าสามารถจัดตารางการตรวจสอบคุณภาพที่เหมาะสมและลดการเปลี่ยนอุณหภูมิไปมาของเครื่องจักรได้ จะช่วยลดการสูญเสียประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้น้อยลงได้ หลังจากนั้นจะศึกษาแนวทางที่ 2 ต่อ โดยมุ่งไปที่การดูแลรักษาเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพตามเป้าที่กำหนดไว้อยู่เสมอ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนระหว่างการตรวจสอบคุณภาพที่หน้างานจริงและในแผนการตรวจสอบคุณภาพที่เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตได้คำนวณไว้ และสุดท้ายจะศึกษาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพในกรณีที่ดำเนินการทั้ง 2 แนวทางพร้อมกัน ซึ่งจะเป็นทั้งการป้องกันการสูญเสียประสิทธิภาพของเครื่องจักรจากแนวทางแรก และเป็นการแก้ไขปัญหาเรื่องประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นจากแนวทางที่ 2

3.5.1 การนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตและการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้

เนื่องจากสินค้าทั่วไป (สินค้า SA, SB, SC) ต้องการการตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 1 เท่านั้น ในขณะที่สินค้าสำหรับรถยนต์ (สินค้า AA, AB, AC) จะต้องการการตรวจสอบคุณภาพทั้งที่ Tester 1 และ Tester 2 ดังนั้น การคำนวณหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนนั้น จะเริ่มจากการนำปริมาณความต้องการของสินค้าทั่วไปในแต่ละสัปดาห์ มาคำนวณหาจำนวน Tester 1 ที่ต้องการใช้สำหรับตรวจสอบคุณภาพสินค้าทั่วไปในแต่ละวันก่อน และหลังจากนั้นจึงนำข้อมูลปริมาณความต้องการของสินค้าสำหรับรถยนต์ในแต่ละสัปดาห์ มาคำนวณหาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่าง Tester 1 และ Tester 2 โดยในเครื่องจักรเครื่องเดียวกัน ถ้าปรับตั้งเป็น Tester 1 จะมีกำลังการตรวจสอบคุณภาพที่น้อยกว่า Tester 2 และถ้าหากเราปรับตั้งเครื่องจักรให้เป็น Tester 1 และ Tester 2 ในจำนวนที่เท่ากัน (อัตราส่วน 1:1) Tester 1 จะเป็นจุดคอขวด (Bottleneck) ดังนั้น Tester 2 จะเป็นตัวกำหนดค่ารอบจังหวะการผลิตสินค้าต่อชิ้น (Takt Time: T/T) ในการหาจำนวนของ Tester 1 ที่เหมาะสม เมื่อเทียบกับจำนวนของ Tester 2 และหลังจากที่ทราบจำนวนของเครื่องจักรที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนแล้ว จะคงสัดส่วนที่คำนวณได้ไว้ตลอดทั้งสัปดาห์ เพื่อลดจำนวนการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิของเครื่องจักร ยกตัวอย่างเช่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ให้ในสัปดาห์ที่ 1 มีเครื่องจักรสำหรับการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ SOIC ทั้งหมด 49 เครื่อง และพบว่ามีปริมาณความต้องการของสินค้าทั่วไปทั้งหมด 347,198 ชิ้น โดย Tester 1 จำนวน 1 เครื่อง สามารถตรวจสอบคุณภาพสินค้าทั่วไปได้เฉลี่ยวันละ 50,000 ชิ้น ดังนั้น จะต้องใช้ Tester 1 ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าทั่วไปทั้งหมด 6.94 เครื่อง หรือประมาณ 7 เครื่อง

หลังจากนั้น คำนวณหาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่าง Tester 1 และ Tester 2 ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าสำหรับรถยนต์ โดยจะคิดว่ามีเครื่องจักรเหลือสำหรับตรวจสอบคุณภาพสินค้าสำหรับรถยนต์ทั้งหมด 42 เครื่อง พบว่า Tester 1 จำนวน 1 เครื่อง ตรวจสอบคุณภาพสินค้าได้เฉลี่ยวันละ 15,000 ชิ้น และ Tester 2 จำนวน 1 เครื่องตรวจสอบคุณภาพสินค้าได้เฉลี่ยวันละ 30,000 ชิ้น เราจึงต้องใช้ Tester 1 จำนวน 2 เครื่อง เพื่อให้มีกำลังการตรวจสอบคุณภาพเท่ากับ Tester 2 จำนวน 1 เครื่อง และเนื่องจากเรามีเครื่องจักรทั้งหมด 42 เครื่อง ดังนั้น เราควรเปิด Tester 1 จำนวน 28 เครื่อง และ Tester 2 จำนวน 14 เครื่อง สำหรับการตรวจสอบคุณภาพสินค้าสำหรับรถยนต์

จากการคำนวณหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนแล้ว พบว่าในสัปดาห์ที่ 1 จะต้องเปิด Tester 1 ทั้งหมด 35 เครื่อง (สำหรับสินค้าทั่วไป 7 เครื่อง และสำหรับสินค้าสำหรับรถยนต์ 28 เครื่อง) และเปิด Tester 2 จำนวน 14 เครื่อง จากเครื่องจักรทั้งหมด 49 เครื่อง ดังนั้น จะเปิดเครื่องจักรเฉลี่ยวันละ 7 เครื่อง โดยเป็น Tester 1 วันละ 5 เครื่อง และเป็น Tester 2 วันละ 2 เครื่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อทราบจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนแล้ว ผู้วิจัยจะเลือกเปิดเครื่องจักรตามจำนวนที่ได้คำนวณไว้ในขั้นที่แล้ว โดยเรียงลำดับตามประสิทธิภาพของเครื่องจักรจากมากไปน้อย และเริ่มจัดสรรงานเข้าสู่ Tester 1 ด้วยเทคนิคการจัดตารางผลิตสำหรับเครื่องจักรขนานที่ไม่เหมือนกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เวลาปิดงานในระบบ (เวลาที่ใช้ทั้งหมดในการตรวจสอบคุณภาพ) มีค่าต่ำที่สุด ยกตัวอย่างเช่น

ต้องการจัดตารางการตรวจสอบคุณภาพงาน 5 ล็อต เพื่อเข้าตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 1 ที่มีประสิทธิภาพไม่เท่ากันจำนวน 3 เครื่อง โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1: เรียงลำดับตามประสิทธิภาพของเครื่องจักรจากมากไปน้อย โดยให้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเป็นเครื่องจักร 1 และเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดเป็นเครื่องจักร 5

ขั้นที่ 2: เรียงลำดับงานตามลำดับที่ลดลงของเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ โดยให้งานที่ใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพสูงสุดเป็นล็อตที่ 1 และงานที่ใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพต่ำสุดเป็นล็อตที่ 5 จะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลลัพธ์ในการเรียงลำดับเครื่องจักรและงาน

งาน	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5
เครื่องจักร 1 (ประสิทธิภาพ 98.08%)	18.2	14.4	14.2	13.5	11.9
เครื่องจักร 2 (ประสิทธิภาพ 95.81%)	18.8	14.8	14.6	13.9	12.2
เครื่องจักร 3 (ประสิทธิภาพ 95.53%)	19.2	15.1	14.9	14.2	12.5

ขั้นที่ 3: จัดสรรงานทั้งหมดลงบนเครื่องจักร 1 จะได้เวลาปิดงานในระบบ หรือเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพที่นานที่สุดเท่ากับ 72.2 ชั่วโมง ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การจัดสรรงานทั้งหมดลงบนเครื่องจักร 1

เครื่องจักร 1		เครื่องจักร 2		เครื่องจักร 3	
Lot 1	18.2				
Lot 2	14.4				
Lot 3	14.2				
Lot 4	13.5				
Lot 5	11.9				
รวม	72.2				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ขั้นที่ 4: ในการทำซ้ำครั้งแรก ลองดึงงานล็อตที่ 1 ออกจากเครื่องจักร 1 เพื่อลองจัดสรรให้กับเครื่องจักร 2 หรือ 3 ดังตารางที่ 10 เวลาปิดงานในระบบจะลดลงเหลือ 54 ชั่วโมง และควรจัดสรรงานล็อตที่ 1 ที่เครื่องจักร 2 เนื่องจากใช้เวลาน้อยกว่าที่เครื่องจักร 3 จะได้ผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งแรก ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 10 การทำซ้ำครั้งแรก

เครื่องจักร	งาน 1
1	72.2 - 18.2 = 54
2	0 + 18.8 = 18.8
3	0 + 19.2 = 19.2
เวลาปิดงานของระบบ	54

ตารางที่ 11 ผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งแรก

เครื่องจักร 1		เครื่องจักร 2		เครื่องจักร 3	
Lot 2	14.4	Lot 1	18.8		
Lot 3	14.2				
Lot 4	13.5				
Lot 5	11.9				
รวม	54	รวม	18.8		

ขั้นที่ 5: ในการทำซ้ำครั้งที่ 2 ลองดึงงานล็อตที่ 2 ออกจากเครื่องจักร 1 เพื่อลองจัดสรรให้กับเครื่องจักร 2 หรือ 3 ดังตารางที่ 12 เวลาปิดงานในระบบจะลดลงเหลือ 39.6 ชั่วโมง และควรจัดสรรงานล็อตที่ 2 ที่เครื่องจักร 3 เนื่องจากจะได้เวลาตรวจสอบคุณภาพรวมที่เครื่องจักร 2 และ 3 ต่ำที่สุด และจะได้ผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งที่ 2 ดังตารางที่ 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 การทำซ้ำครั้งที่ 2

เครื่องจักร	งาน 1
1	54 - 14.4 = 39.6
2	18.8 + 14.8 = 33.6
3	0 + 15.1 = 15.1
เวลาปิดงานของระบบ	39.6

ตารางที่ 13 ผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งที่ 2

เครื่องจักร 1		เครื่องจักร 2		เครื่องจักร 3	
Lot 3	14.2	Lot 1	18.8	Lot 2	15.1
Lot 4	13.5				
Lot 5	11.9				
รวม	39.6	รวม	18.8	รวม	15.1

ขั้นที่ 6: ในการทำซ้ำครั้งที่ 3 ลองดึงงานล็อตที่ 3 ออกจากเครื่องจักร 1 เพื่อลองจัดสรรให้กับเครื่องจักร 2 หรือ 3 ดังตารางที่ 14 เวลาปิดงานในระบบจะลดลงเหลือ 30 ชั่วโมง และควรจัดสรรงานล็อตที่ 3 ที่เครื่องจักร 3 เนื่องจากจะได้เวลาตรวจสอบคุณภาพรวมที่เครื่องจักร 2 และ 3 ต่ำที่สุด และจะได้ผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งที่ 3 ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 14 การทำซ้ำครั้งที่ 3

เครื่องจักร	งาน 1
1	39.6 – 14.2 = 25.4
2	18.8 + 14.6 = 33.4
3	15.1 + 14.9 = 30
เวลาปิดงานของระบบ	30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 ผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งที่ 3

เครื่องจักร 1		เครื่องจักร 2		เครื่องจักร 3	
Lot 4	13.5	Lot 1	18.8	Lot 2	15.1
Lot 5	11.9			Lot 3	14.9
รวม	25.4	รวม	18.8	รวม	30

ขั้นที่ 7: ในการทำซ้ำครั้งที่ 4 ลองดึงงานล็อตที่ 4 ออกจากเครื่องจักร 1 เพื่อลองจัดสรรให้กับเครื่องจักร 2 หรือ 3 ดังตารางที่ 16 เวลาปิดงานในระบบจะเพิ่มขึ้นเป็น 32.7 ชั่วโมง ดังนั้น จึงไม่ยอมรับผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งที่ 4

ตารางที่ 16 การทำซ้ำครั้งที่ 4

เครื่องจักร	งาน 1
1	25.4 - 13.5 = 11.9
2	18.8 + 13.9 = 32.7
3	30 + 14.2 = 44.2
เวลาปิดงานของระบบ	32.7

ขั้นที่ 8: ในการทำซ้ำครั้งที่ 5 ลองดึงงานล็อตที่ 5 ออกจากเครื่องจักร 1 เพื่อลองจัดสรรให้กับเครื่องจักร 2 หรือ 3 ดังตารางที่ 17 เวลาปิดงานในระบบจะเพิ่มขึ้นเป็น 31 ชั่วโมง ดังนั้น จึงไม่ยอมรับผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งที่ 5

ตารางที่ 17 การทำซ้ำครั้งที่ 5

เครื่องจักร	งาน 1
1	25.4 - 11.9 = 13.5
2	18.8 + 12.2 = 31
3	30 + 12.5 = 42.5
เวลาปิดงานของระบบ	31

สรุปได้ว่า ผลลัพธ์จากการทำซ้ำครั้งที่ 3 คือให้เครื่องจักร 1 ตรวจสอบคุณภาพงานล็อตที่ 4 และ 5 เครื่องจักร 2 ตรวจสอบคุณภาพงานล็อตที่ 1 และเครื่องจักร 3 ตรวจสอบคุณภาพงานล็อตที่ 2 และ 3 เป็นผลลัพธ์ที่ให้เวลาปิดงานของระบบที่ต่ำที่สุด ดังตารางที่ 18 และใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมด 74.2 ชั่วโมง

ตารางที่ 18 ผลลัพธ์ที่ให้เวลาปิดงานของระบบที่ต่ำที่สุด

เครื่องจักร 1		เครื่องจักร 2		เครื่องจักร 3	
Lot 4	13.5	Lot 1	18.8	Lot 2	15.1
Lot 5	11.9			Lot 3	14.9
รวม	25.4	รวม	18.8	รวม	30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จะเห็นได้ว่า เทคนิคการจัดตารางผลิตสำหรับเครื่องจักรขนานที่ไม่เหมือนกัน เป็นวิธีการทางฮิวริสติกที่ต้องคำนวณด้วยมือในการหาวิธีจัดตารางผลิตที่ดีที่สุด ซึ่งต้องใช้เวลานาน และมีโอกาสผิดพลาดสูง เนื่องจากจำนวนชิ้นงานที่เข้าสู่กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ และจำนวนเครื่องจักรนั้นมีปริมาณมาก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel เป็นตัวช่วยในการจัดสรรงานเข้าตรวจสอบคุณภาพที่ Tester 1 โดยมีตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables) ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function) และเงื่อนไขบังคับ (Constraints) ดังต่อไปนี้

ตัวแปรตัดสินใจ

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ เมื่อนำล็อต } i \text{ ไปตรวจสอบคุณภาพบนเครื่องจักร } j \\ 0 \text{ เมื่อไม่นำล็อต } i \text{ ไปตรวจสอบคุณภาพบนเครื่องจักร } j \end{cases}$$

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$Min \;\; Z(x) \;\; = \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} X_{ij} C_{ij}$$

เงื่อนไขบังคับ

$$\sum_{i=1}^{I} X_{ij} \geq 1 \qquad \forall j = 1 \ldots J$$

$$\sum_{j=1}^{J} X_{ij} = 1 \qquad \forall i = 1 \ldots I$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ เมื่อนำล็อต } i \text{ ไปตรวจสอบคุณภาพบนเครื่องจักร } j \\ 0 \text{ เมื่อไม่นำล็อต } i \text{ ไปตรวจสอบคุณภาพบนเครื่องจักร } j \end{cases}$$

$$\forall i = 1 \ldots I, j = 1 \ldots J$$

เมื่อ $I =$ จำนวนล็อตที่เข้าสู่ระบบ

$J =$ จำนวนเครื่องจักรทั้งหมด

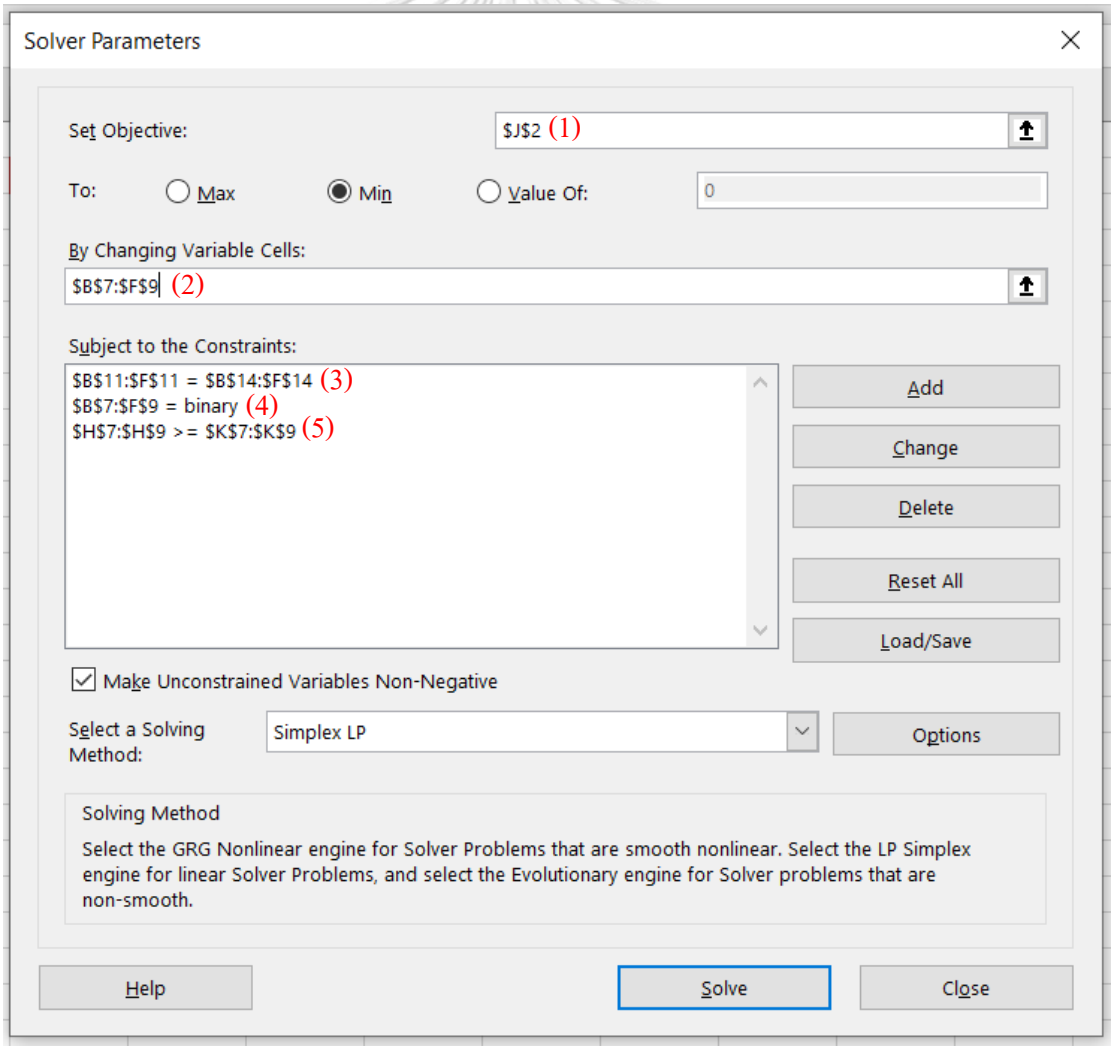
$C_{ij} =$ เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพล็อต i บนเครื่องจักร j

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อได้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขบังคับแล้ว จึงสร้างแผ่นงาน (Spreadsheet) ในโปรแกรม Microsoft Excel และตั้งค่าฟังก์ชัน Solver แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 10 และ 11

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Time	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5							
2	เครื่องจักร 1	18.2	14.4	14.2	13.5	11.9			Total time	73.2	=SUMPRODUCT($B$2:$F$4,B7:F9)		
3	เครื่องจักร 2	18.8	14.8	14.6	13.9	12.2							
4	เครื่องจักร 3	19.2	15.1	14.9	14.2	12.5							
5													
6	Assignment	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5		Lot assign			Supply		
7	เครื่องจักร 1	1	1	1	0	0		3	=SUM(B7:F7)	>=	1		
8	เครื่องจักร 2	0	0	0	1	0		1	=SUM(B8:F8)	>=	1		
9	เครื่องจักร 3	0	0	0	0	1		1	=SUM(B9:F9)	>=	1		
10													
11	m/c assign	1	1	1	1	1							
12		=SUM(B7:B9)	=SUM(C7:C9)	=SUM(D7:D9)	=SUM(E7:E9)	=SUM(F7:F9)							
13		=	=	=	=	=							
14		1	1	1	1	1							

ภาพที่ 10 ตัวอย่างแผ่นงาน (Spreadsheet) สำหรับการใช้ฟังก์ชัน Solver



ภาพที่ 11 ตัวอย่างการตั้งค่าภายในฟังก์ชัน Solver

เมื่อกำหนดให้การตั้งค่าของฟังก์ชัน Solver ในภาพที่ 11 เป็นดังนี้

(1) คือ เซลล์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ หรือ เวลาในการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมด

$$Min \;\; Z(x) \;\; = \;\; \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} X_{ij} C_{ij}$$

(2) คือ เซลล์สำหรับตัวแปรตัดสินใจ (X_{ij})

(3) คือ เงื่อนไขในการจำกัดให้งาน 1 ล็อต ถูกตรวจสอบบนเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว

$$\sum_{j=1}^{J} X_{ij} = 1 \quad \forall i = 1 \ldots I$$

(4) คือ เงื่อนไขในการกำหนดให้ตัวแปรตัดสินใจเป็น 0 หรือ 1 เท่านั้น

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ เมื่อนำล็อต } i \text{ ไปตรวจสอบคุณภาพบนเครื่องจักร } j \\ 0 \text{ เมื่อไม่นำล็อต } i \text{ ไปตรวจสอบคุณภาพบนเครื่องจักร } j \end{cases}$$

(5) คือ เงื่อนไขในการกำหนดให้เครื่องจักรแต่ละเครื่อง ตรวจสอบงานอย่างน้อย 1 ล็อต

$$\sum_{i=1}^{I} X_{ij} \geq 1 \quad \forall j = 1 \ldots J$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากภาพที่ 10 จะได้ผลลัพธ์ที่ให้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมดที่ต่ำที่สุดดังตารางที่ 19 โดยใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมดเท่ากับ 73.2 ชั่วโมง ซึ่งต่ำกว่าผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิคการจัดตารางผลิตสำหรับเครื่องจักรขนานที่ไม่เหมือนกัน ที่ใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพทั้งหมดเท่ากับ 74.2 ชั่วโมง อีกทั้งยังใช้เวลาน้อยกว่าในการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด และสามารถลดโอกาสผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ (Human Error) ได้อีกด้วย

ตารางที่ 19 ผลลัพธ์ที่ให้เวลาปิดงานของระบบที่ต่ำที่สุด จากการใช้ฟังก์ชัน Solver

เครื่องจักร 1		เครื่องจักร 2		เครื่องจักร 3	
Lot 1	18.2	Lot 4	13.9	Lot 5	12.5
Lot 2	14.4				
Lot 3	14.2				
รวม	46.8	รวม	13.9	รวม	12.5

สำหรับกระบวนการบรรจุสินค้า ที่มีเครื่องจักรเพียงเครื่องเดียว ผู้วิจัยจะจัดสรรงานด้วยวิธีทางฮิวริสติกสำหรับเครื่องจักรเดี่ยว โดยจะเลือกใช้วิธีการเรียงลำดับงานจากกำหนดส่งมอบ (Earliest Due Date: EDD) โดยงานที่มีเวลาส่งมอบเร็วกว่า จะถูกจัดตารางก่อน

3.5.2 การนำทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรมาปรับใช้

ผู้วิจัยเลือกที่จะนำแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) มาประยุกต์ใช้ โดยเสนอแนวทางในการบรรลุเป้าหมาย 2 จาก 5 ประการของระบบ TPM ดังนี้

1) การซ่อมบำรุงได้ด้วยตัวเองโดยพนักงานฝ่ายผลิต โดยก่อนที่จะทำการตรวจสอบคุณภาพจะให้พนักงานฝ่ายผลิตทำการตรวจสอบชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรอยู่เสมอว่าไม่มีการชำรุด และเครื่องจักรได้รับการปรับตั้งอย่างถูกต้องตามหลักการ เพื่อให้มั่นใจว่าจะมีโอกาสเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรในระหว่างการทำงานที่น้อยที่สุด และลดโอกาสในการตรวจสอบคุณภาพงานผิดพลาด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เมื่อได้รับชิ้นงานมา ให้นับจำนวนชิ้นงานจริง ว่าตรงกับในเอกสารหรือไม่ พร้อมตรวจสอบให้มั่นใจว่า ชิ้นงานถูกวางอยู่ในถาดที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพอย่างถูกต้อง โดยไม่มีการเกยกันเกิดขึ้น
2. ตรวจสอบว่าไม่มีชิ้นส่วนใดภายในเครื่องจักรที่เกิดการชำรุด
3. ตรวจสอบว่าอุณหภูมิของเครื่องจักร ณ ขณะนั้น ตรงกับอุณหภูมิที่ต้องใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานตามเอกสาร และทำการเลือกโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ ให้ตรงกับที่เอกสารกำหนดไว้ ก่อนที่จะนำชิ้นงานเข้าสู่เครื่องจักร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. หลังจากที่เครื่องจักรตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานเสร็จ นับจำนวนชิ้นงานที่ผ่าน และไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ ก่อนที่จะส่งไปยังกระบวนการถัดไป ว่าจำนวนชิ้นงานรวมทั้งหมด มีปริมาณเท่ากับจำนวนชิ้นงานก่อนทำการตรวจสอบหรือไม่ เพื่อให้มั่นใจว่า ไม่มีชิ้นงานตกค้างอยู่ภายในเครื่องจักร ซึ่งจะก่อให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักร ในการตรวจสอบชิ้นงานล็อตถัดไปได้

2) แผนการบำรุงรักษา (Planned Maintenance) จะกำหนดให้ฝ่ายผลิตรายงานประสิทธิภาพของเครื่องจักรแก่ฝ่ายซ่อมบำรุงถี่ขึ้น จากเดือนละ 1 ครั้ง เป็นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อติดตามประสิทธิภาพของเครื่องจักรอย่างใกล้ชิดมากขึ้น และสามารถทำความสะอาดเครื่องจักรได้ทันทีที่ประสิทธิภาพไม่ถึง 90% ตามเป้าหมายที่ฝ่ายซ่อมบำรุงได้กำหนดไว้

3.6 การทดสอบแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ

ถึงแม้ว่า การใช้ฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel จะสามารถช่วยในการจัดสรรงานเข้าสู่เครื่องจักรแต่ละเครื่อง และให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการจัดตารางการตรวจสอบคุณภาพได้ แต่เนื่องจากกระบวนการตรวจสอบคุ ณภาพของบริษัทกรณีศึกษานั้น ยังมีความไม่แน่นอนในส่วนของการขัดข้องของเครื่องจักร ดังนั้น จึงยังมีความจำเป็นที่จะต้องใช้การจำลองสถานการณ์ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ โดยจะเปรียบเทียบผลลัพธ์ว่า หลังจากที่ปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยวิธีการที่ได้เสนอแนะแล้ว จะส่งผลต่ออัตราผลผลิตที่ได้ รอบเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานแต่ละล็อตอยู่ในระบบ และค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Availability) หรือไม่ โดยค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร สามารถคำนวณได้จากสมการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$\text{ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Availability)} = \frac{\text{Loading time - Downtime} \times 100}{\text{Loading time}}$$

เมื่อ Loading time = เวลาที่เครื่องจักรใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้า (ชั่วโมง)

Down time = เวลาที่เครื่องจักรเสีย (ชั่วโมง)

3.7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในขั้นตอนสุดท้ายนี้ ผู้วิจัยจะนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์ ว่าวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพที่ผู้วิจัยเสนอแนะ มีความเหมาะสมต่อลักษณะความต้องการสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาหรือไม่ และเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาต่อบริษัทกรณีศึกษา รวมไปถึงโอกาสในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา หรือเป็นตัวอย่างให้กับอุตสาหกรรมอื่น ๆ ได้ในอนาคต

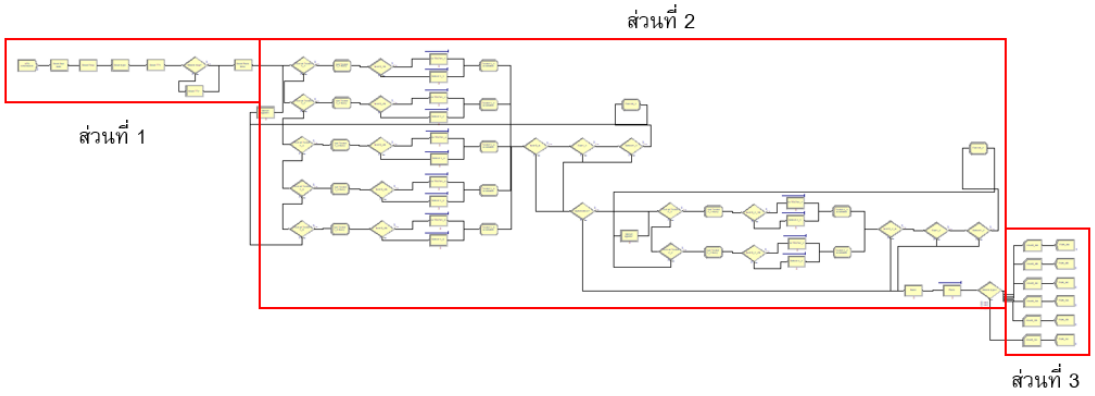
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

หลังจากที่ได้แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพแล้ว ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ภายในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงานจากวิธีการที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน และวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพที่เสนอแนะ ด้วยโปรแกรม Arena โดยใช้อัตราผลผลิตที่ได้ (จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ) รอบเวลาที่ชิ้นงานแต่ละล็อตอยู่ในระบบ และค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Availability) เป็นตัวชี้วัดดังต่อไปนี้

4.1 แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

ผู้วิจัยได้แบ่งแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนของการเข้ามาของชิ้นงานแต่ละล็อต ส่วนของขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพและบรรจุสินค้า และส่วนของการบันทึกผล ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

ส่วนที่ 1 การเข้ามาของชิ้นงานแต่ละล็อต

ในส่วนที่ 1 ชิ้นงานแต่ละล็อต จะเข้าสู่ระบบพร้อมกันในตอนต้นของสัปดาห์ด้วยโมดูล Create และถูกกำหนดคุณสมบัติประจำตัว (Attribute) ซึ่งได้แก่ ประเภทของสินค้า เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละขั้นตอน เวลาที่ใช้ในการบรรจุสินค้า และกำหนดส่งมอบ ให้แก่ชิ้นงาน

แต่ละล็อต ด้วยโมดูล ReadWrite โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองนั้น ผู้วิจัยได้นำมาจากข้อมูลจริงในอดีตของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งปกติแล้ว ในแต่ละสัปดาห์ เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตจะเลือกจัดตารางตรวจสอบคุณภาพให้ตรวจสอบสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นหลัก (สินค้า A, B หรือ C) และตรวจสอบคุณภาพสินค้าชนิดอื่นเมื่อใกล้ถึงกำหนดส่งมอบ หรือมีคำร้องขอจากวิศวกรให้ตรวจสอบคุณภาพงานชนิดอื่นเป็นพิเศษ โดยจะมีเพียงบางสัปดาห์ ที่ปริมาณความต้องการสินค้าสูง และมีกำหนดส่งมอบที่กระชั้นชิด เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิตจึงจะเลือกจัดตารางตรวจสอบคุณภาพให้ตรวจสอบสินค้าแต่ละชนิดในปริมาณใกล้เคียงกัน ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จะศึกษารูปแบบของปริมาณความต้องการสินค้าที่แตกต่างกัน 4 กรณี โดยใช้สัดส่วนของผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งรูปแบบของปริมาณความต้องการสินค้า ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ปริมาณความต้องการของสินค้าแต่ละประเภท มีสัดส่วนที่ไม่ต่างกันมากนัก
กรณีที่ 2 ปริมาณความต้องการของสินค้าชนิด A (AA และ SA) สูงกว่าสินค้าชนิดอื่น
กรณีที่ 3 ปริมาณความต้องการของสินค้าชนิด B (AB และ SB) สูงกว่าสินค้าชนิดอื่น
กรณีที่ 4 ปริมาณความต้องการของสินค้าชนิด C (AC และ SC) สูงกว่าสินค้าชนิดอื่น

หลังจากที่แบ่งรูปแบบของปริมาณความต้องการสินค้าแล้ว รายละเอียดข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการในแต่ละกรณี เป็นดังตารางที่ 20-31 โดยผู้วิจัยได้กำหนดตัวเลขแสดงถึงประเภท และเส้นทางการไหลของสินค้า ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Type 1	=	สินค้าประเภท AA
Type 2	=	สินค้าประเภท AB
Type 3	=	สินค้าประเภท AC
Type 4	=	สินค้าประเภท SA
Type 5	=	สินค้าประเภท SB
Type 6	=	สินค้าประเภท SC
Flow 1	=	สินค้าสำหรับรถยนต์
Flow 2	=	สินค้าทั่วไป

ตารางที่ 20 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 1

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
1	6	2	0.25	0.00	0.05	13
2	2	1	0.86	0.66	0.02	13
3	2	1	0.96	0.77	0.02	11
4	2	1	0.92	0.66	0.03	12
5	3	1	1.11	0.68	0.09	7
6	3	1	0.89	0.81	0.02	12
7	3	1	0.31	0.15	0.02	14
8	6	2	0.23	0.00	0.08	13
9	3	1	0.99	0.73	0.08	9
10	3	1	0.38	0.12	0.05	13
11	1	1	0.83	0.55	0.02	13
12	1	1	0.81	0.58	0.03	13
13	3	1	0.94	0.77	0.05	11
14	3	1	0.76	0.56	0.05	13
15	3	1	0.97	0.84	0.04	11
16	3	1	0.97	0.78	0.09	10
17	3	1	0.92	0.67	0.08	12
18	2	1	0.90	0.58	0.04	12
19	1	1	1.43	0.73	0.10	7
20	5	1	0.16	0.00	0.02	15
21	3	1	0.91	0.72	0.07	12
22	5	2	0.15	0.00	0.02	17
23	4	2	0.16	0.00	0.02	15
24	4	2	0.13	0.00	0.05	15
25	4	2	0.26	0.00	0.05	15
26	4	2	0.21	0.00	0.06	13
27	4	2	0.34	0.00	0.08	13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 21 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 1 (ต่อ)

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
28	2	1	0.93	0.68	0.03	11
29	1	1	0.87	0.65	0.02	13
30	2	1	0.39	0.09	0.02	13
31	1	1	1.04	0.51	0.02	7
32	1	1	0.23	0.11	0.02	13
33	3	1	0.32	0.18	0.03	13
34	2	1	0.95	0.61	0.04	11
35	5	1	0.19	0.00	0.02	13
36	1	1	1.44	0.95	0.11	7
37	2	1	1.10	1.13	0.08	7
38	2	1	1.10	1.13	0.08	7
39	2	1	1.03	1.06	0.08	9
40	2	1	1.06	1.09	0.08	7

ตารางที่ 22 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 2

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
1	5	2	0.13	0.00	0.04	21
2	5	2	0.24	0.00	0.04	21
3	3	1	0.35	0.18	0.05	21
4	3	1	1.04	0.48	0.13	11
5	3	1	1.01	0.47	0.13	11
6	3	1	0.37	0.19	0.05	19
7	1	1	0.12	0.09	0.02	20
8	1	1	0.47	0.18	0.05	21
9	4	2	0.12	0.00	0.04	20
10	5	2	0.22	0.00	0.03	20
11	3	1	0.94	0.48	0.13	18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 23 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 2 (ต่อ)

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
12	1	1	0.83	0.38	0.10	18
13	3	1	0.96	0.49	0.14	18
14	5	2	0.14	0.00	0.04	18
15	3	1	0.96	0.49	0.14	18
16	4	2	0.47	0.00	0.09	18
17	1	1	1.17	0.57	0.10	17
18	1	1	1.00	0.49	0.09	17
19	1	1	1.05	0.51	0.09	17
20	1	1	1.16	0.57	0.10	17
21	5	2	0.61	0.00	0.08	20
22	2	1	0.04	0.01	0.00	20
23	2	1	0.70	0.28	0.08	12
24	2	1	0.34	0.14	0.04	20
25	3	1	0.38	0.20	0.05	22
26	1	1	1.09	0.39	0.11	15
27	2	1	0.13	0.08	0.02	17
28	1	1	0.99	0.63	0.11	11
29	1	1	0.79	0.39	0.07	20
30	1	1	0.38	0.14	0.04	17
31	3	1	0.49	0.25	0.07	22
32	3	1	0.46	0.24	0.07	16
33	1	1	1.29	0.58	0.11	9
34	1	1	1.17	0.52	0.10	8
35	1	1	1.27	0.57	0.10	8
36	1	1	1.18	0.58	0.11	12
37	1	1	1.05	0.51	0.09	12
38	1	1	0.88	0.43	0.08	12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 24 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 2 (ต่อ)

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
39	1	1	1.26	0.57	0.10	9
40	1	1	0.84	0.41	0.07	20
41	1	1	1.28	0.57	0.10	11
42	1	1	1.27	0.57	0.10	9
43	1	1	1.15	0.56	0.10	19
44	1	1	1.15	0.56	0.10	19
45	1	1	1.28	0.58	0.10	11

ตารางที่ 25 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 3

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
1	4	2	0.21	0.00	0.04	20
2	6	2	0.09	0.00	0.02	20
3	6	2	0.20	0.00	0.05	19
4	2	1	0.48	0.51	0.05	11
5	2	1	0.66	0.69	0.07	11
6	2	1	0.76	0.79	0.08	10
7	2	1	0.73	0.76	0.08	9
8	2	1	0.29	0.08	0.02	13
9	6	2	0.18	0.00	0.04	20
10	1	1	0.56	0.20	0.05	14
11	5	2	0.17	0.00	0.03	16
12	1	1	1.01	0.32	0.10	15
13	2	1	0.26	0.10	0.03	13
14	2	1	0.37	0.15	0.04	13
15	2	1	0.20	0.08	0.02	12
16	2	1	0.34	0.14	0.04	12
17	3	1	0.34	0.19	0.05	17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 26 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 3 (ต่อ)

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
18	5	2	0.15	0.00	0.02	17
19	3	1	0.66	0.35	0.09	20
20	1	1	1.13	0.36	0.10	10
21	1	1	0.27	0.09	0.02	20
22	1	1	1.13	0.34	0.10	10
23	1	1	1.06	0.38	0.11	9
24	1	1	0.51	0.19	0.05	19
25	1	1	1.04	0.39	0.10	19
26	1	1	0.51	0.19	0.05	19
27	1	1	0.98	0.37	0.10	10
28	3	1	0.15	0.08	0.02	19
29	2	1	0.73	0.76	0.08	19
30	2	1	0.54	0.57	0.06	19
31	2	1	0.76	0.79	0.08	18
32	2	1	0.77	0.81	0.09	18
33	2	1	0.36	0.38	0.04	18
34	4	2	0.12	0.00	0.02	18
35	4	2	0.13	0.00	0.03	18
36	2	1	1.01	0.29	0.08	18
37	2	1	0.77	0.80	0.09	17
38	2	1	0.77	0.80	0.09	17
39	2	1	0.76	0.79	0.08	17
40	3	1	0.36	0.20	0.05	17
41	2	1	0.28	0.08	0.02	17
42	2	1	0.28	0.08	0.02	17
43	2	1	0.99	0.28	0.08	17
44	2	1	0.71	0.56	0.06	17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 27 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 3 (ต่อ)

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
45	2	1	1.01	0.80	0.08	17
46	3	1	0.15	0.08	0.02	16
47	2	1	0.92	0.73	0.08	16
48	2	1	0.99	0.78	0.08	16
49	2	1	1.00	0.79	0.08	16
50	2	1	0.76	0.80	0.08	15
51	2	1	0.75	0.78	0.08	15
52	2	1	0.37	0.38	0.04	15

ตารางที่ 28 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
1	2	1	0.29	0.10	0.02	13
2	2	1	0.64	0.26	0.08	13
3	4	2	0.29	0.00	0.02	11
4	2	1	0.49	0.16	0.04	12
5	5	2	0.22	0.00	0.03	10
6	2	1	0.38	0.15	0.04	13
7	1	1	0.46	0.16	0.04	12
8	1	1	0.23	0.07	0.02	14
9	2	1	0.76	0.80	0.08	14
10	2	1	0.76	0.79	0.08	14
11	2	1	0.76	0.79	0.08	13
12	2	1	0.76	0.80	0.08	13
13	2	1	0.36	0.15	0.04	8
14	1	1	0.29	0.10	0.01	11
15	3	1	0.46	0.17	0.03	18
16	3	1	0.70	0.49	0.14	18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 29 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4 (ต่อ)

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
17	3	1	0.51	0.35	0.10	18
18	3	1	0.69	0.48	0.13	18
19	3	1	0.79	0.41	0.11	18
20	3	1	0.49	0.18	0.05	18
21	3	1	0.45	0.16	0.04	18
22	3	1	0.48	0.18	0.05	18
23	3	1	0.76	0.49	0.14	18
24	3	1	0.76	0.49	0.14	18
25	3	1	0.68	0.47	0.13	17
26	3	1	0.71	0.49	0.14	17
27	3	1	0.71	0.49	0.14	17
28	3	1	0.45	0.16	0.04	17
29	3	1	0.76	0.49	0.14	17
30	3	1	0.95	0.49	0.14	17
31	3	1	0.95	0.49	0.14	17
32	3	1	0.76	0.50	0.14	17
33	3	1	0.35	0.18	0.05	16
34	3	1	0.70	0.48	0.13	16
35	3	1	0.66	0.46	0.13	16
36	3	1	0.41	0.28	0.08	16
37	3	1	0.47	0.19	0.05	18
38	3	1	0.37	0.22	0.05	18
39	3	1	0.94	0.54	0.14	18
40	3	1	0.48	0.21	0.06	15
41	1	1	0.42	0.15	0.04	16
42	1	1	0.30	0.11	0.03	18
43	1	1	0.37	0.14	0.04	17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 30 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4 (ต่อ)

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)
44	1	1	0.50	0.19	0.05	17
45	1	1	0.94	0.36	0.09	17
46	1	1	0.34	0.13	0.03	17
47	3	1	0.48	0.16	0.02	21
48	4	2	0.21	0.00	0.04	27
49	6	2	0.25	0.00	0.02	27
50	6	2	0.27	0.00	0.03	27
51	6	2	0.25	0.00	0.02	27
52	6	2	0.34	0.00	0.08	27
53	6	2	0.20	0.00	0.05	27
54	3	1	0.39	0.18	0.05	25
55	3	1	0.44	0.17	0.04	25
56	6	2	0.36	0.00	0.05	25
57	5	2	0.34	0.00	0.05	25
58	1	1	0.52	0.25	0.05	25
59	2	1	0.19	0.04	0.00	24
60	2	1	0.57	0.59	0.06	24
61	2	1	0.76	0.79	0.08	24

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 31 จำนวนสินค้าแต่ละประเภท ในแต่ละกรณี

กรณี	ปริมาณความต้องการ (ล็อต)						
	AA	AB	AC	SA	SB	SC	ทั้งหมด
1	7	11	12	5	3	2	40
2	24	4	10	2	5	0	45
3	10	29	5	3	2	3	52
4	10	12	29	2	2	6	61

<u>ส่วนที่ 2</u> ขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพและบรรจุสินค้า

เมื่อกำหนดคุณสมบัติประจำตัวให้แก่ชิ้นงานแต่ละล็อตแล้ว ชิ้นงานจะถูกจัดสรรเข้าสู่เครื่องจักรแต่ละเครื่องด้วยโมดูล Decide โดยข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองในส่วนนี้ จะประกอบไปด้วย 4 ส่วนได้แก่ ประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง ลักษณะของแถวคอย สัดส่วนของสินค้าที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ และข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร ซึ่งนำมาจากข้อมูลจริงในอดีตของบริษัทกรณีศึกษา ดังต่อไปนี้

- ประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

  เลือกเครื่องจักรที่ประสิทธิภาพดีที่สุด 7 เครื่อง จากเครื่องจักรทั้งหมด 12 เครื่อง ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ข้อมูลนำเข้า สำหรับประสิทธิภาพของเครื่องจักรทั้ง 7 เครื่อง

เครื่องจักร	ประสิทธิภาพ (%)
1	93.84%
2	93.90%
3	94.23%
4	95.23%
5	95.53%
6	95.81%
7	98.08%
เฉลี่ย	95.23%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ลักษณะของแถวคอย

  ผู้วิจัยกำหนดให้ลักษณะของแถวคอยภายในแบบจำลอง เป็นแบบ Lowest Attribute Value โดยให้โปรแกรมอ่านค่าของส่งมอบ (Due date) ของสินค้าแต่ละล็อต เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งเลือกตรวจสอบคุณภาพสินค้าจากงานที่มีกำหนดส่งมอบก่อน

- สัดส่วนของสินค้าที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ

สัดส่วนของสินค้าที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพในแต่ละโมดูล เป็นดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 สัดส่วนของสินค้าที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ

ขั้นตอน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
Tester 1	75%	25%
Tester 2	97%	3%

- ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร

ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร ในช่วงวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2564 ได้ดังตารางที่ 34 – 43

ตารางที่ 34 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร เครื่องที่ 1

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.64	18.88
0.03	8.71
2.36	3.39
0.15	14.86
0.03	3.24
1.15	5.87
0.03	10.06
1.57	15.01
1.64	10.91
0.08	0.72
2.07	16.05
1.34	17.13
0.51	0.94
0.11	3.29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 35 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 1 (ต่อ)

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
1.17	4.59
2.22	13.13
0.86	8.15
0.08	4.99
0.03	9.69
1.59	6.21
0.11	0.23
0.13	1.01
0.16	7.89
0.18	-

ตารางที่ 36 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 2

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.03	9.02
1.07	8.82
0.75	12.97
1.11	3.93
0.33	11.77
0.75	22.02
0.17	4.50
2.98	18.50
0.06	5.45
0.06	0.95
0.08	21.55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 37 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 2 (ต่อ)

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.82	5.48
2.51	10.12
0.91	6.87
3.51	-

ตารางที่ 38 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 3

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
1.41	16.02
2.75	22.40
0.03	9.93
0.19	2.08
0.05	23.67
0.04	5.78
1.66	9.15
0.14	7.65
0.06	2.40
0.03	5.52
0.06	11.48
0.11	5.32
0.13	0.95
0.29	6.35
1.75	0.58
1.20	9.95
1.34	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 39 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 4

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.23	7.05
1.68	9.07
0.07	2.07
0.70	18.97
1.85	8.22
0.05	3.32
1.01	5.02
0.37	22.82
0.03	24.43
0.13	2.12
1.42	3.57
1.00	2.55
1.80	7.97
0.15	0.77
0.38	26.03
0.45	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 40 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 5

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.88	20.55
0.05	10.53
1.14	3.35
0.87	4.37
1.03	3.47
0.75	4.40
2.27	24.10

ตารางที่ 41 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 5 (ต่อ)

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.83	8.97
0.51	23.37
0.12	25.15
0.04	4.35
0.12	2.27
2.28	12.05
0.03	1.18
1.30	-

ตารางที่ 42 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 6

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.34	14.33
3.36	13.27
1.54	24.07
0.02	21.68
0.92	1.72
0.08	4.18
1.00	3.22
1.00	24.02
1.34	8.30
0.82	25.62
1.00	1.10
1.38	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 43 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 7

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.04	16.62
0.15	6.07
0.09	0.83
0.06	9.07
1.32	3.72
1.00	1.63
1.03	18.65
1.32	0.62
0.69	8.43
2.25	5.05
3.21	18.22
0.10	8.02
0.61	18.17
0.77	13.95
0.05	2.70
0.26	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หลังจากนั้น นำข้อมูลเวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง และเวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักรที่บันทึกได้ ใส่ในโปรแกรม Input Analyzer ได้ข้อมูลนำเข้าสำหรับการขัดข้องของเครื่องจักร ดังตารางที่ 44

ตารางที่ 44 ข้อมูลนำเข้าสำหรับการขัดข้องของเครื่องจักร

เครื่องจักร	Expression	
	เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร
1	2.6 * BETA(0.52, 1.23)	19 * BETA(0.781, 0.996)
2	GAMM(1.36, 0.743)	LOGN(10.8, 10.2)
3	WEIB(0.509, 0.686)	WEIB(9.36, 1.27)
4	2 * BETA(0.618, 1.06)	LOGN(10.2, 13.7)
5	TRIA(0, 0.251, 2.51)	1 + 25 * BETA(0.576, 0.826)
6	NORM(1.07, 0.834)	1 + 25 * BETA(0.499, 0.568)
7	EXPO(0.809)	19 * BETA(0.719, 0.778)

ส่วนที่ 3 การบันทึกผล

ในส่วนของการบันทึกผล ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อนับจำนวนของสินค้าแต่ละประเภท ที่ออกจากระบบหลังจากบรรจุสินค้า ด้วยโมดูล Record

4.1.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Verification)

เมื่อสร้างแบบจำลองเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ผู้วิจัยได้อธิบายแบบจำลองแต่ละโมดูลอย่างละเอียด ให้เจ้าหน้าที่ที่ทำงานภายในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของบริษัทกรณีศึกษาฟัง เพื่อช่วยตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และใช้ฟังก์ชัน Check Model ก่อนที่จะทำการ Run แบบจำลอง เพื่อตรวจสอบว่าภายในแบบจำลอง มีจุดบกพร่องหรือไม่
2. ผู้วิจัยได้จำลองตารางการตรวจสอบคุณภาพสินค้าอย่างง่าย ดังตารางที่ 45 เพื่อนำเข้าในแบบจำลอง และสังเกตทิศทางการไหลของสินค้าแต่ละล็อต ว่าเป็นไปตามข้อมูลนำเข้าหรือไม่

ตารางที่ 45 ข้อมูลนำเข้า สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

Lot	Type	Flow	Test time 1	Test time 2	Due date	Pack time
1	1	1	0.10	0.10	1	0.05
2	3	1	0.10	0.10	2	0.05
3	4	2	0.10	0.00	3	0.05
4	4	2	0.10	0.00	4	0.05
5	2	1	0.10	0.10	5	0.05

4.1.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model Validation)

เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการ Run แบบจำลองใกล้เคียงกับระบบจริงหรือไม่ เพื่อนำแบบจำลองนี้ ไปใช้เป็นแบบจำลองตั้งต้นในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้เลือกจำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ เป็นพฤติกรรมอ้างอิง (Reference Behavior Pattern) ของระบบ และเนื่องจากโปรแกรม Arena ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง มีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวน Entity ที่อยู่ในระบบ ผู้วิจัยจึงต้องใช้จำนวนล็อตที่เข้าสู่ระบบ แทนการใช้จำนวนสินค้าจริงที่เข้าสู่ระบบ และนำมาคำนวณหาจำนวนชิ้นงานโดยประมาณจากค่าเฉลี่ยของจำนวนชิ้นงานในแต่ละล็อต (Lot size) ในภายหลัง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดให้ค่าความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมอ้างอิงและผลลัพธ์จากแบบจำลองที่ยอมรับได้ อยู่ที่ไม่เกิน 10% โดยได้ผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบ ดังตารางที่ 46

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 46 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลอง กับพฤติกรรมอ้างอิงของระบบ

กรณี	พฤติกรรมอ้างอิง	ผลลัพธ์จากแบบจำลอง	ความแตกต่าง (ชิ้น)	ความแตกต่าง (%)
1	667,897	655,000	12,897	1.93%
2	668,875	697,500	-28,625	-4.28%
3	810,469	807,500	2,969	0.37%
4	702,742	777,500	65,790	7.80%

จากตารางที่ 46 พบว่า ความแตกต่างของจำนวนสินค้าที่ออกจากระบบระหว่างพฤติกรรมอ้างอิง และผลลัพธ์จากแบบจำลองในทั้ง 4 กรณีนั้น มีความคลาดเคลื่อนที่สูงที่สุดอยู่ที่ 7.80% ในรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้าในกรณีที่ 4 ซึ่งไม่เกิน 10% ดังนั้นจึงสรุปว่า แบบจำลองที่สร้าง

ขึ้นนั้นมีความสมเหตุสมผล และสามารถนำไปใช้เป็นแบบจำลองตั้งต้นในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพได้

4.1.3 การคำนวณหาจำนวน Replication ที่เหมาะสม

หลังจากที่ได้ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลองแล้ว จึงคำนวณจำนวน Replication ที่เหมาะสมในการ Run แบบจำลองซ้ำ เพื่อให้ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวชี้วัดอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ ด้วยสมการ

$$n \approx n_0 \frac{h_0^2}{h^2}$$

เมื่อ n = จำนวน Replication ที่เหมาะสม

n_0 = จำนวน Replication ที่ Run ครั้งแรก

h = ค่า Half Width ที่ต้องการ

h_0 = ค่า Half Width ที่ได้จากการ Run ครั้งแรก

ผู้วิจัยได้ Run แบบจำลองในครั้งแรก เป็นจำนวน 10 Replication และกำหนดให้ค่า Half Width ที่ต้องการ เป็นดังตารางที่ 47 และคำนวณจำนวน Replication ที่เหมาะสม จากตัวชี้วัดทั้ง 2 ตัว ในทุกกรณี ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 48 และ 49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 47 ค่า Half Width ที่ยอมรับได้ สำหรับตัวชี้วัดแต่ละตัว

ตัวชี้วัด	Half Width ที่ต้องการ
จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ	ไม่เกิน 5% ของจำนวนสินค้าที่เข้าสู่ระบบ
รอบเวลาที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ	ไม่เกิน 0.5 วัน

ตารางที่ 48 การคำนวณจำนวน Replication ที่เหมาะสม จากจำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ

สินค้า	จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ							
	กรณีที่ 1		กรณีที่ 2		กรณีที่ 3		กรณีที่ 4	
	h_0	n	h_0	n	h_0	n	h_0	n
AA	1.01	2.55	3.21	25.76	0.92	2.12	0.76	0.64
AB	2.19	11.99	0.83	1.72	3.33	27.72	1.44	2.30
AC	1.88	8.84	0.92	2.12	0.66	1.09	3.29	12.03
SA	1.11	3.08	0.37	0.34	0.81	1.64	0.48	0.26
SB	0.59	0.87	0.69	1.19	0.69	1.19	0.53	0.31
SC	0.51	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 49 การคำนวณจำนวน Replication ที่เหมาะสม จากรอบเวลาที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ

กรณี	Cycle Time	
	h_0	n
1	0.43	7.40
2	0.34	4.62
3	0.32	4.10
4	0.16	1.02

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการคำนวณจำนวน Replication ที่เหมาะสมในตารางที่ 48 และ 49 จะเห็นว่าจำนวน Replication ที่เหมาะสมที่สูงที่สุดสำหรับจำนวนสินค้าที่ออกจากระบบอยู่ที่ 27.72 ครั้ง และจำนวน Replication ที่เหมาะสมที่สูงที่สุดสำหรับรอบเวลาที่สินค้าอยู่ในระบบอยู่ที่ 7.4 ครั้ง ดังนั้น เพื่อให้ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวชี้วัดทั้ง 2 ตัว อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ ผู้วิจัยจึงได้เลือก Run แบบจำลองซ้ำเป็นจำนวน 30 ครั้ง

เมื่อได้จำนวน Replication ที่เหมาะสมในการ Run แบบจำลองแล้ว ผู้วิจัยได้กำหนดช่วงเวลาในการดำเนินงาน (Replication Length) 1 สัปดาห์ เพื่อให้สอดคล้องกับการดำเนินงานจริงของบริษัทกรณีศึกษา ที่เจ้าหน้าที่วางแผนการผลิต จะจัดตารางตรวจสอบคุณภาพทุก ๆ 1 สัปดาห์ โดยหลังจากที่ Run แบบจำลองซ้ำเป็นจำนวน 30 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ของจำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ

ดังตารางที่ 50 รอบเวลาที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบดังตารางที่ 51 และค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรดังตารางที่ 52

ตารางที่ 50 จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ (ล็อต)

กรณี	AA	AB	AC	SA	SB	SC	ทั้งหมด
1	4.90	7.33	8.57	3.07	1.77	1.47	27.11
2	17.97	3.10	4.90	1.53	2.33	0.00	29.83
3	4.43	21.03	2.07	1.63	1.50	0.00	30.66
4	6.40	6.97	17.07	0.60	0.83	0.00	31.87

ตารางที่ 51 รอบเวลาที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ (วัน)

กรณี	รอบเวลา
1	3.59 ± 0.24
2	4.05 ± 0.16
3	3.85 ± 0.13
4	3.89 ± 0.07

ตารางที่ 52 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (%)

กรณี	Availability
1	91.63
2	91.46
3	91.41
4	91.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากผลลัพธ์ในตารางที่ 51 พบว่า รอบเวลาเฉลี่ยสูงสุดที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบอยู่ที่ 4.05 วัน ในขณะที่กำหนดส่งมอบที่ต่ำที่สุดในรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้าทุกกรณีอยู่ที่ 7 วัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่า การจัดตารางตรวจสอบคุณภาพโดยใช้กำหนดส่งมอบเป็นเกณฑ์ อาจไม่ใช่วิธีการจัดตารางตรวจสอบคุณภาพที่ดีที่สุด จึงนำไปสู่การทดลองจัดตารางตรวจสอบคุณภาพโดยใช้เวลาเป็นเกณฑ์ ดังหัวข้อที่ 4.2.1

4.2 แบบจำลองสถานการณ์ของวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพที่เสนอแนะ

เมื่อได้ผลลัพธ์จากการ Run แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาแล้ว ผู้วิจัยจึงปรับแบบจำลองที่สร้างขึ้น ให้เป็นไปตามวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพที่เสนอแนะดังต่อไปนี้

4.2.1 การนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตและการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้

ผู้วิจัยได้ปรับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา โดยการเรียงลำดับประสิทธิภาพของเครื่องจักรจากสูงไปต่ำ และนำข้อมูลชุดเดิม มาจัดตารางตรวจสอบคุณภาพก่อนที่จะนำเข้าในแบบจำลอง ด้วยการใช้ฟังก์ชัน Solver ภายในโปรแกรม Microsoft excel เป็นตัวช่วยในการจัดตารางตรวจสอบคุณภาพ และเพิ่มโมดูล ReadWrite สำหรับกำหนดเครื่องจักรที่ถูกจัดสรรและลำดับก่อน-หลังในการตรวจสอบคุณภาพในแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันที่ได้สร้างขึ้น โดยมีรายละเอียดข้อมูลนำเข้าหลังจากการจัดตารางการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบปริมาณความต้องการในแต่ละกรณี ดังตารางที่ 53-62 และ Run แบบจำลองซ้ำเป็นจำนวน 30 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ของจำนวนสินค้าที่ออกจากระบบดังตารางที่ 63 รอบเวลาที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบดังตารางที่ 64 และค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรดังตารางที่ 65

ตารางที่ 53 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 1

Lot#	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)	Tester
1	4	2	0.13	0.00	0.05	15	4
2	5	2	0.15	0.00	0.02	17	3
3	4	2	0.16	0.00	0.02	15	1
4	5	1	0.16	0.00	0.02	15	2
5	5	1	0.19	0.00	0.02	13	1
6	4	2	0.21	0.00	0.06	13	2
7	6	2	0.23	0.00	0.08	13	1
8	1	1	0.23	0.11	0.02	13	1
9	6	2	0.25	0.00	0.05	13	2
10	4	2	0.26	0.00	0.05	15	3
11	3	1	0.31	0.15	0.02	14	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 54 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 1 (ต่อ)

Lot#	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)	Tester
12	3	1	0.32	0.18	0.03	13	5
13	4	2	0.34	0.00	0.08	13	2
14	3	1	0.38	0.12	0.05	13	3
15	2	1	0.39	0.09	0.02	13	4
16	3	1	0.76	0.56	0.05	13	1
17	1	1	0.81	0.58	0.03	13	2
18	1	1	0.83	0.55	0.02	13	3
19	2	1	0.86	0.66	0.02	13	4
20	1	1	0.87	0.65	0.02	13	5
21	3	1	0.89	0.81	0.02	12	1
22	2	1	0.90	0.58	0.04	12	2
23	3	1	0.91	0.72	0.07	12	3
24	3	1	0.92	0.67	0.08	12	4
25	2	1	0.92	0.66	0.03	12	5
26	2	1	0.93	0.68	0.03	11	1
27	3	1	0.94	0.77	0.05	11	2
28	2	1	0.95	0.61	0.04	11	3
29	2	1	0.96	0.77	0.02	11	4
30	3	1	0.97	0.84	0.04	11	5
31	3	1	0.97	0.78	0.09	10	1
32	3	1	0.99	0.73	0.08	9	2
33	2	1	1.03	1.06	0.08	9	3
34	1	1	1.04	0.51	0.02	7	4
35	2	1	1.06	1.09	0.08	7	5
36	2	1	1.10	1.13	0.08	7	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 55 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 1 (ต่อ)

Lot#	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)	Tester
37	2	1	1.10	1.13	0.08	7	2
38	3	1	1.11	0.68	0.09	7	3
39	1	1	1.43	0.73	0.10	7	4
40	1	1	1.44	0.95	0.11	7	5

ตารางที่ 56 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 2

Lot#	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)	Tester
1	2	1	0.04	0.01	0.00	20	1
2	1	1	0.12	0.09	0.02	20	2
3	4	2	0.12	0.00	0.04	20	1
4	5	2	0.13	0.00	0.04	21	1
5	2	1	0.13	0.08	0.02	17	2
6	5	2	0.14	0.00	0.04	18	3
7	5	2	0.24	0.00	0.04	21	3
8	5	2	0.32	0.00	0.03	9	2
9	2	1	0.34	0.14	0.04	20	4
10	3	1	0.35	0.18	0.05	21	1
11	3	1	0.37	0.19	0.05	19	1
12	1	1	0.38	0.14	0.04	17	2
13	3	1	0.38	0.20	0.05	22	3
14	3	1	0.46	0.24	0.07	16	4
15	1	1	0.47	0.18	0.05	21	5
16	4	2	0.47	0.00	0.09	18	1
17	3	1	0.49	0.25	0.07	22	2
18	5	2	0.61	0.00	0.08	20	3
19	2	1	0.70	0.28	0.08	12	4
20	1	1	0.79	0.39	0.07	20	5
21	1	1	0.83	0.38	0.10	18	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 57 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 2 (ต่อ)

Lot#	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)	Tester
22	1	1	0.84	0.41	0.07	20	2
23	1	1	0.88	0.43	0.08	12	3
24	3	1	0.94	0.48	0.13	18	1
25	3	1	0.96	0.49	0.14	18	3
26	3	1	0.96	0.49	0.14	18	4
27	1	1	0.99	0.63	0.11	11	4
28	1	1	1.00	0.49	0.09	17	5
29	3	1	1.01	0.47	0.13	11	5
30	3	1	1.04	0.48	0.13	11	2
31	1	1	1.05	0.51	0.09	12	1
32	1	1	1.05	0.51	0.09	17	2
33	1	1	1.09	0.39	0.11	15	4
34	1	1	1.15	0.56	0.10	19	5
35	1	1	1.15	0.56	0.10	19	1
36	1	1	1.16	0.57	0.10	17	2
37	1	1	1.17	0.52	0.10	8	3
38	1	1	1.17	0.57	0.10	17	4
39	1	1	1.17	0.57	0.10	20	1
40	1	1	1.18	0.58	0.11	12	4
41	1	1	1.26	0.57	0.10	9	3
42	1	1	1.27	0.57	0.10	8	5
43	1	1	1.28	0.57	0.10	11	2
44	1	1	1.28	0.58	0.10	11	3
45	1	1	1.29	0.58	0.11	9	5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 58 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 3

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)	Tester
1	6	2	0.09	0.00	0.02	20	1
2	4	2	0.12	0.00	0.02	18	1
3	4	2	0.13	0.00	0.03	18	1
4	3	1	0.15	0.08	0.02	16	2
5	5	2	0.15	0.00	0.02	17	3
6	3	1	0.15	0.08	0.02	19	3
7	5	2	0.17	0.00	0.03	16	1
8	6	2	0.18	0.00	0.04	20	1
9	2	1	0.20	0.08	0.02	12	2
10	6	2	0.20	0.00	0.05	19	3
11	4	2	0.21	0.00	0.04	20	4
12	2	1	0.26	0.10	0.03	13	2
13	1	1	0.27	0.09	0.02	20	1
14	2	1	0.28	0.08	0.02	17	2
15	2	1	0.28	0.08	0.02	17	3
16	2	1	0.29	0.08	0.02	13	4
17	2	1	0.34	0.14	0.04	12	5
18	3	1	0.34	0.19	0.05	17	1
19	2	1	0.36	0.38	0.04	18	2
20	3	1	0.36	0.20	0.05	17	3
21	2	1	0.37	0.38	0.04	15	4
22	2	1	0.37	0.15	0.04	13	5
23	2	1	0.48	0.51	0.05	11	1
24	1	1	0.51	0.19	0.05	19	2
25	1	1	0.51	0.19	0.05	19	3
26	2	1	0.54	0.57	0.06	19	4
27	1	1	0.56	0.20	0.05	14	5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 59 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 3 (ต่อ)

Lot	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)	Tester
28	2	1	0.66	0.69	0.07	11	1
29	3	1	0.66	0.35	0.09	20	2
30	2	1	0.71	0.56	0.06	17	3
31	2	1	0.73	0.76	0.08	9	4
32	2	1	0.73	0.76	0.08	19	5
33	2	1	0.75	0.78	0.08	15	1
34	2	1	0.76	0.79	0.08	10	2
35	2	1	0.76	0.79	0.08	18	3
36	2	1	0.76	0.79	0.08	17	4
37	2	1	0.76	0.80	0.08	15	5
38	2	1	0.77	0.80	0.09	17	1
39	2	1	0.77	0.80	0.09	17	2
40	2	1	0.77	0.81	0.09	18	3
41	2	1	0.92	0.73	0.08	16	4
42	1	1	0.98	0.37	0.10	10	5
43	2	1	0.99	0.78	0.08	16	1
44	2	1	0.99	0.28	0.08	17	2
45	2	1	1.00	0.79	0.08	16	3
46	1	1	1.01	0.32	0.10	15	4
47	2	1	1.01	0.29	0.08	18	5
48	2	1	1.01	0.80	0.08	17	1
49	1	1	1.04	0.39	0.10	19	2
50	1	1	1.06	0.38	0.11	9	3
51	1	1	1.13	0.34	0.10	10	4
52	1	1	1.13	0.36	0.10	10	5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 60 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4

Lot#	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)	Tester
1	1	1	0.23	0.07	0.02	14	4
2	1	1	0.29	0.10	0.01	11	1
3	1	1	0.30	0.11	0.03	18	2
4	1	1	0.34	0.13	0.03	17	5
5	1	1	0.37	0.14	0.04	17	3
6	1	1	0.42	0.15	0.04	16	1
7	1	1	0.46	0.16	0.04	12	2
8	1	1	0.50	0.19	0.05	17	5
9	1	1	0.52	0.25	0.05	25	2
10	1	1	0.94	0.36	0.09	17	4
11	2	1	0.19	0.04	0.00	24	1
12	2	1	0.29	0.10	0.02	13	1
13	2	1	0.36	0.15	0.04	8	5
14	2	1	0.38	0.15	0.04	13	4
15	2	1	0.49	0.16	0.04	12	4
16	2	1	0.57	0.59	0.06	24	3
17	2	1	0.64	0.26	0.08	13	4
18	2	1	0.76	0.79	0.08	14	2
19	2	1	0.76	0.79	0.08	24	3
20	2	1	0.76	0.79	0.08	13	4
21	2	1	0.76	0.80	0.08	13	5
22	2	1	0.76	0.80	0.08	14	1
23	3	1	0.35	0.18	0.05	16	4
24	3	1	0.37	0.22	0.05	18	2
25	3	1	0.39	0.18	0.05	25	2
26	3	1	0.41	0.28	0.08	16	5
27	3	1	0.44	0.17	0.04	25	3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 61 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4 (ต่อ)

Lot#	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)	Tester
28	3	1	0.45	0.16	0.04	18	4
29	3	1	0.45	0.16	0.04	17	5
30	3	1	0.46	0.17	0.03	18	1
31	3	1	0.47	0.19	0.05	18	2
32	3	1	0.48	0.16	0.02	21	3
33	3	1	0.48	0.21	0.06	15	3
34	3	1	0.48	0.18	0.05	18	2
35	3	1	0.49	0.18	0.05	18	3
36	3	1	0.51	0.35	0.10	18	1
37	3	1	0.66	0.46	0.13	16	5
38	3	1	0.68	0.47	0.13	17	1
39	3	1	0.69	0.48	0.13	18	2
40	3	1	0.70	0.48	0.13	16	3
41	3	1	0.70	0.49	0.14	18	4
42	3	1	0.71	0.49	0.14	17	5
43	3	1	0.71	0.49	0.14	17	1
44	3	1	0.76	0.49	0.14	18	2
45	3	1	0.76	0.49	0.14	17	3
46	3	1	0.76	0.49	0.14	18	4
47	3	1	0.76	0.50	0.14	17	5
48	3	1	0.79	0.41	0.11	18	2
49	3	1	0.94	0.54	0.14	18	3
50	3	1	0.95	0.49	0.14	17	5
51	3	1	0.95	0.49	0.14	17	1
52	4	2	0.21	0.00	0.04	27	2
53	4	2	0.29	0.00	0.02	11	4
54	5	2	0.22	0.00	0.03	10	3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 62 ข้อมูลนำเข้าของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้า กรณีที่ 4 (ต่อ)

Lot#	Type	Flow	Test time 1 (วัน)	Test time 2 (วัน)	Pack time (วัน)	Due date (วัน)	Tester
55	5	2	0.34	0.00	0.05	25	1
56	6	2	0.20	0.00	0.05	27	1
57	6	2	0.25	0.00	0.02	27	1
58	6	2	0.25	0.00	0.02	27	1
59	6	2	0.27	0.00	0.03	27	3
60	6	2	0.34	0.00	0.08	27	4
61	6	2	0.36	0.00	0.05	25	1

ตารางที่ 63 จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ (ล็อต)

กรณี	AA	AB	AC	SA	SB	SC	ทั้งหมด
1	4.83	7.73	8.57	2.90	1.83	1.13	26.99
2	16.33	3.40	8.17	1.50	4.30	0.00	33.70
3	3.87	23.57	4.80	3.07	1.87	3.00	40.18
4	9.20	11.00	16.30	0.00	0.00	0.00	36.50

ตารางที่ 64 รอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ (วัน)

กรณี	รอบเวลา
1	3.62 ± 0.22
2	3.55 ± 0.14
3	3.40 ± 0.18
4	3.85 ± 0.15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 65 ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (%)

กรณี	Availability
1	90.68
2	91.37
3	91.74
4	91.35

เมื่อได้ผลลัพธ์จากการ Run แบบจำลองสถานการณ์หลังจากนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตและการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้แล้ว สามารถสรุปความแตกต่างของตัวชี้วัดทั้ง 3 ตัวได้ดังตารางที่ 66-68

ตารางที่ 66 ความแตกต่างของอัตราผลผลิตที่ได้

กรณี	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ	ความแตกต่าง (ล็อต)	ความแตกต่าง (%)	t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%
1	27.11	26.99	-	-	ไม่แตกต่างกัน
2	29.83	33.70	3.87	12.97	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
3	30.66	40.18	9.52	31.05	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
4	31.87	36.50	4.63	14.53	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 67 ความแตกต่างของรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ

กรณี	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ	ความแตกต่าง (วัน)	ความแตกต่าง (%)	t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%
1	3.59	3.62	-	-	ไม่แตกต่างกัน
2	4.05	3.55	-0.50	-12.35	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
3	3.85	3.40	-0.46	-11.69	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
4	3.89	3.85	-	-	ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 68 ความแตกต่างของค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร

กรณี	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ	t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%
1	91.63	90.68	ไม่แตกต่างกัน
2	91.46	91.37	ไม่แตกต่างกัน
3	91.41	91.74	ไม่แตกต่างกัน
4	91.05	91.35	ไม่แตกต่างกัน

หลังจากที่ได้นำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต และการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้ และทำการทดสอบสถิติ t พบว่าส่งผลให้อัตราผลผลิตที่ได้ของรูปแบบปริมาณความต้องการในกรณีที่ 2, 3 และ 4 นั้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถเพิ่มได้สูงสุดถึง 31.05% ในรูปแบบปริมาณความต้องการในกรณีที่ 3 ในขณะที่ไม่มีความแตกต่างของอัตราผลผลิตที่ได้ของรูปแบบปริมาณความต้องการในกรณีที่ 1 เนื่องจากว่า เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าแต่ละล็อตในกรณีที่ 1 นั้น ไม่แตกต่างกันมากนัก จึงทำให้วิธีการจัดตารางผลิตโดยมีเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเป็นเกณฑ์นั้นไม่ส่งผลต่ออัตราผลผลิตที่ได้ ในขณะที่เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าแต่ละล็อตในกรณีที่ 2, 3 และ 4 นั้นมีความแตกต่างกัน

สำหรับรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ พบว่า การนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดตารางการผลิตนั้น สามารถลดรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบได้อย่างมีนัยสำคัญในรูปแบบปริมาณความต้องการในกรณีที่ 2 และ 3 โดยสามารถลดรอบเวลาได้ถึง 12.35% ในกรณีที่ 2 แต่ไม่สามารถลดรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ ในรูปแบบปริมาณความต้องการในกรณีที่ 1 และ 4 ได้ เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าแต่ละล็อตในกรณีที่ 1 นั้นไม่แตกต่างกันมากนัก จึงทำให้ผลลัพธ์ไม่มีความแตกต่างจากวิธีที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน และในรูปแบบปริมาณความต้องการในกรณีที่ 4 ผู้วิจัยสังเกตว่า ช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) ของรอบเวลาที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบนั้นกว้าง จึงได้ทดลองแบ่งสินค้าที่ออกจากระบบเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ สินค้าที่อยู่ในระบบเป็นเวลาต่ำกว่าเวลาที่ต่ำที่สุดของวิธีที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน และสินค้าที่อยู่ในระบบเป็นเวลาสูงกว่าเวลาที่ต่ำที่สุดของวิธีที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน และพบว่า มีสินค้าอยู่ในกลุ่มแรกคิดเป็น 69.32% ของสินค้าทั้งหมดที่ออกจากระบบ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดตารางการผลิตนั้น สามารถลดรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบได้ แต่เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความแปรปรวนสูง จึงทำให้ผลลัพธ์จากการทดสอบสถิติ t แสดงว่า รอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบหลังจากปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยวิธีที่เสนอแนะนั้น ไม่ต่างจากวิธีที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

สำหรับค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในทั้ง 4 กรณี เนื่องจากยังไม่มีการนำทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรมาปรับใช้ ดังนั้น ข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นำเข้าของแบบจำลองในส่วนของประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรนั้น จะยังคงเหมือนกับแบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา

4.2.2 การนำทฤษฎีเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเครื่องจักรมาปรับใช้

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) ไปทดลองใช้ในบริษัทกรณีศึกษา เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในช่วงวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 โดยได้กำหนดให้ฝ่ายผลิตรายงานประสิทธิภาพของเครื่องจักรแก่ฝ่ายซ่อมบำรุงถี่ขึ้น จากเดือนละ 1 ครั้ง เป็นสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อติดตามประสิทธิภาพของเครื่องจักรอย่างใกล้ชิดมากขึ้น และกำหนดให้พนักงานฝ่ายผลิตทำการตรวจสอบชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรอยู่เสมอว่าไม่มีการชำรุด และเครื่องจักรได้รับการปรับตั้งอย่างถูกต้องตามหลักการ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เมื่อได้รับชิ้นงานมา ให้นับจำนวนชิ้นงานจริง ว่าตรงกับในเอกสารหรือไม่ พร้อมตรวจสอบให้มั่นใจว่า ชิ้นงานถูกวางอยู่ในถาดที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพอย่างถูกต้อง โดยไม่มีการเกยกันเกิดขึ้น
2. ตรวจสอบว่าไม่มีชิ้นส่วนใดภายในเครื่องจักรที่เกิดการชำรุด
3. ตรวจสอบว่าอุณหภูมิของเครื่องจักร ณ ขณะนั้น ตรงกับอุณหภูมิที่ต้องใช้ในการตรวจสอบชิ้นงานตามเอกสาร และทำการเลือกโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพ ให้ตรงกับที่เอกสารกำหนดไว้ ก่อนที่จะนำชิ้นงานเข้าสู่เครื่องจักร
4. หลังจากที่เครื่องจักรตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานเสร็จ นับจำนวนชิ้นงานที่ผ่าน และไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบคุณภาพ ก่อนที่จะส่งไปยังกระบวนการถัดไป ว่าจำนวนชิ้นงานรวมทั้งหมด มีปริมาณเท่ากับจำนวนชิ้นงานก่อนทำการตรวจสอบหรือไม่ เพื่อให้มั่นใจว่า ไม่มีชิ้นงานตกค้างอยู่ภายในเครื่องจักร ซึ่งจะก่อให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักร ในการตรวจสอบชิ้นงานล็อตถัดไปได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากได้ทดลองนำแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมไปทดลองใช้แล้ว จึงเก็บข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ได้ และข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร ดังตารางที่ 69 - 79 เพื่อใส่ในโปรแกรม Input Analyzer ได้เป็นข้อมูลนำเข้าใหม่ สำหรับแบบจำลองสถานการณ์ในปัจจุบัน ดังตารางที่ 80 และ Run แบบจำลองซ้ำเป็นจำนวน 30 ครั้ง ได้

ผลลัพธ์ของจำนวนสินค้าที่ออกจากระบบดังตารางที่ 81 รอบเวลาที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบดังตารางที่ 82 และค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรดังตารางที่ 83

ตารางที่ 69 ข้อมูลนำเข้า สำหรับประสิทธิภาพของเครื่องจักรทั้ง 7 เครื่อง

เครื่องจักร	ประสิทธิภาพ (%)
1	98.53%
2	98.08%
3	97.62%
4	97.59%
5	95.97%
6	95.81%
7	95.53%
เฉลี่ย	97.02%

ตารางที่ 70 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 1

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.11	1.30
0.39	4.97
0.42	14.53
0.03	15.80
0.13	22.07
0.04	11.62
0.43	20.68
2.03	17.93
0.05	1.73
1.03	20.52
0.06	11.00
0.71	12.77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 71 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 1 (ต่อ)

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.50	25.80
1.20	22.87
0.17	19.72
0.70	16.75
0.51	15.68
0.82	0.00
0.09	14.87
1.00	6.78
0.77	22.75
0.06	22.03
0.05	24.57
0.13	24.35
1.11	23.13
2.71	2.80
1.14	23.98
0.18	9.08
3.41	10.78
0.20	20.70
0.18	7.15
0.21	22.10
1.20	16.43
1.46	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 72 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 2

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.09	24.78
0.09	5.02
0.25	18.25
0.10	12.93
0.23	2.88
0.05	11.82
1.31	18.80
0.02	4.57
6.77	31.68
0.06	14.45
1.88	-

ตารางที่ 73 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 3

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
2.10	7.17
0.58	8.47
0.10	13.67
0.92	14.18
0.13	21.35
0.10	8.98
0.11	24.00
0.11	5.58
0.10	21.23
0.12	0.52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 74 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 3 (ต่อ)

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.87	6.85
1.27	7.98
1.36	12.38
0.45	-

ตารางที่ 75 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 4

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
2.13	17.68
0.15	19.35
0.78	3.87
0.11	6.30
0.05	4.98
0.12	5.75
2.40	9.73
1.46	4.93
0.06	23.00
0.05	4.08
0.14	6.27
0.92	23.20
0.06	8.37
1.55	10.72
0.76	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 76 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 5

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
2.17	9.18
1.69	12.22
0.10	15.43
0.14	6.32
3.62	9.17
0.05	2.70
0.25	18.65
0.06	6.68
0.09	4.67
0.05	19.80
0.81	10.45
0.06	3.70
1.12	15.62
0.18	-

ตารางที่ 77 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 6

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.05	17.18
0.14	6.07
0.09	0.77
1.82	22.52
1.51	7.15
3.30	24.00
0.17	8.18
0.17	16.38
0.75	21.77

ตารางที่ 78 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 6 (ต่อ)

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.40	7.70
0.17	18.47
0.39	-

ตารางที่ 79 ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรเครื่องที่ 7

เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง (ชั่วโมง)	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร (ชั่วโมง)
0.04	16.62
0.15	6.90
0.06	9.07
1.32	3.72
1.00	1.63
1.03	19.27
0.69	8.43
2.25	23.27
0.10	8.02
0.61	18.17
0.77	13.95
0.05	2.70
0.26	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 80 ข้อมูลนำเข้าสำหรับการขัดข้องของเครื่องจักร

เครื่องจักร	Expression	
	เวลาที่เครื่องจักรขัดข้อง	เวลาระหว่างการขัดข้องของเครื่องจักร
1	EXPO(0.683)	-0.001 + 26 * BETA(1.04, 0.719)
2	WEIB(0.527, 0.558)	2 + WEIB(13.5, 1.31)
3	WEIB(0.579, 0.948)	TRIA(0, 7.2, 24)
4	GAMM(1.02, 0.7)	3 + LOGN(7.97, 10.8)
5	GAMM(1.26, 0.589)	2 + GAMM(4.85, 1.72)
6	WEIB(0.661, 0.821)	UNIF(0, 24)
7	2.48 * BETA(0.634, 1.67)	1 + WEIB(10.8, 1.36)

ตารางที่ 81 จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ (ล็อต)

กรณี	AA	AB	AC	SA	SB	SC	ทั้งหมด
1	4.83	7.60	8.40	3.13	1.87	1.43	27.26
2	19.40	3.27	5.33	1.47	2.17	0.00	31.64
3	4.30	22.33	2.40	1.70	1.67	0.00	32.40
4	7.00	7.93	18.77	0.73	0.80	0.00	35.23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 82 รอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ (วัน)

กรณี	รอบเวลา
1	3.53 ± 0.23
2	3.89 ± 0.13
3	3.69 ± 0.13
4	3.84 ± 0.08

ตารางที่ 83 ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (%)

กรณี	Availability
1	95.84
2	95.77
3	95.97
4	96.00

เมื่อได้ผลลัพธ์จากการ Run แบบจำลองสถานการณ์หลังจากนำแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมมาประยุกต์ใช้แล้ว สามารถสรุปความแตกต่างของตัวชี้วัดทั้ง 3 ตัวได้ดังตารางที่ 84 - 86

ตารางที่ 84 ความแตกต่างของอัตราผลผลิตที่ได้

กรณี	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ	ความแตกต่าง (ล็อต)	ความแตกต่าง (%)	t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%
1	27.11	27.26	-	-	ไม่แตกต่างกัน
2	29.83	31.64	1.81	6.07	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
3	30.66	32.40	1.74	5.68	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
4	31.87	35.23	3.36	10.54	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 85 ความแตกต่างของรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ

กรณี	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ	ความแตกต่าง (วัน)	ความแตกต่าง (%)	t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%
1	3.59	3.53	-	-	ไม่แตกต่างกัน
2	4.05	3.89	-0.16	-3.95	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
3	3.85	3.69	-0.16	-4.16	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
4	3.89	3.84	-	-	ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 86 ความแตกต่างของค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร

กรณี	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ	t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%
1	91.63	95.84	ไม่แตกต่างกัน
2	91.46	95.77	ไม่แตกต่างกัน
3	91.41	95.97	ไม่แตกต่างกัน
4	91.05	96.00	ไม่แตกต่างกัน

หลังจากที่ได้นำแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมมาประยุกต์ใช้แล้ว พบว่าค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรนั้นเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้าทุกกรณี แต่ยังไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากในช่วงระยะเวลา 4 สัปดาห์ที่ได้ทดลองใช้การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมภายในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพนั้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพเฉลี่ยของเครื่องจักรได้เพียง 1.79% และลดเวลาที่เครื่องจักรขัดข้องได้เฉลี่ยเพียง 12.43 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ หรือ 1.06% ของเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าทั้งหมดเท่านั้น

ถึงแม้ว่าหลังจากการนำแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมมาประยุกต์ใช้นั้น จะยังไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% แต่สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตที่ได้อย่างมีนัยสำคัญในรูปแบบปริมาณความต้องการกรณีที่ 2 - 4 ซึ่งสินค้าแต่ละล็อตส่วนใหญ่ใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพที่ค่อนข้างสูง ดังนั้น เมื่อมีเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเพิ่มขึ้น (จากการที่การขัดข้องของเครื่องจักรลดลง) และเครื่องจักรที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้อัตราผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญด้วย

สำหรับรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบนั้น พบว่าหลังจากที่นำแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมมาประยุกต์ใช้ สามารถลดรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบได้อย่างมีนัยสำคัญในรูปแบบปริมาณความต้องการกรณีที่ 2 และ 3 แต่ไม่สามารถลดรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบได้สำหรับรูปแบบปริมาณความต้องการกรณีที่ 1 และ 4 เนื่องจากสินค้าแต่ละล็อตภายในรูปแบบปริมาณความต้องการในกรณีที่ 1 นั้นใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพที่สั้น และในรูปแบบปริมาณความต้องการในกรณีที่ 4 เมื่อผู้วิจัยได้ทดลองแบ่งสินค้าที่ออกจากระบบเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ สินค้าที่อยู่ในระบบเป็นเวลาต่ำกว่าเวลาที่ต่ำ

ที่สุดของวิธีที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน และสินค้าที่อยู่ในระบบเป็นเวลาสูงกว่าเวลาที่ต่ำที่สุดของวิธีที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน พบว่า มีสินค้าอยู่ในกลุ่มแรกคิดเป็น 67.84% ของสินค้าทั้งหมดที่ออกจากระบบ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการจัดตารางการผลิตนั้น สามารถลดรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบได้ แต่เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความแปรปรวนสูง จึงทำให้ผลลัพธ์จากการทดสอบสถิติ t แสดงว่า รอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบหลังจากปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยวิธีที่เสนอแนะนั้น ไม่ต่างจากวิธีที่บริษัทกรณีศึกษาใช้อยู่ในปัจจุบัน ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%

4.2.3 การดำเนินการแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้ง 2 แนวทางพร้อมกัน

ผู้วิจัยได้นำตารางการตรวจสอบคุณภาพ ที่ได้จากการนำเทคนิคการจัดสมดุลการผลิตและการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้ จากหัวข้อที่ 4.2.1 และข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร และประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่ได้ หลังจากการนำแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมไปทดลองใช้ที่บริษัทกรณีศึกษาจากหัวข้อที่ 4.2.2 มาเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น หลังจากนั้น Run แบบจำลองซ้ำเป็นจำนวน 30 ครั้ง ได้ผลลัพธ์ของจำนวนสินค้าที่ออกจากระบบดังตารางที่ 87 รอบเวลาที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบดังตารางที่ 88 และความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรดังตารางที่ 89

ตารางที่ 87 จำนวนสินค้าที่ออกจากระบบ (ล็อต)

กรณี	AA	AB	AC	SA	SB	SC	ทั้งหมด
1	5.00	8.17	8.47	3.20	1.83	1.27	27.94
2	16.77	3.60	8.43	1.60	4.53	0.00	34.93
3	3.87	24.23	5.20	3.17	2.10	3.23	41.80
4	10.20	11.33	17.77	0.00	0.00	0.00	39.30

ตารางที่ 88 รอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ (วัน)

กรณี	รอบเวลา
1	3.60 ± 0.23
2	3.44 ± 0.14
3	3.40 ± 0.19
4	3.75 ± 0.14

ตารางที่ 89 ความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (%)

กรณี	Availability
1	95.86
2	95.93
3	95.96
4	95.88

เมื่อได้ผลลัพธ์จากการ Run แบบจำลองสถานการณ์หลังจากนำแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตและการจัดตารางผลิตแล้ว สามารถสรุปความแตกต่างของตัวชี้วัดทั้ง 3 ตัวได้ดังตารางที่ 90 – 92

ตารางที่ 90 ความแตกต่างของอัตราผลผลิตที่ได้

กรณี	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ	ความแตกต่าง (ล็อต)	ความแตกต่าง (%)	t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%
1	27.11	27.94	-	-	ไม่แตกต่างกัน
2	29.83	34.93	5.10	17.10	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
3	30.66	41.80	11.14	36.33	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
4	31.87	39.30	7.43	45.59	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 91 ความแตกต่างของรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ

กรณี	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ	ความแตกต่าง (วัน)	ความแตกต่าง (%)	t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%
1	3.59	3.60	-	-	ไม่แตกต่างกัน
2	4.05	3.44	-0.61	-15.06	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
3	3.85	3.40	-0.45	-11.69	ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
4	3.89	3.75	-	-	ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 92 ความแตกต่างของความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร

กรณี	วิธีปัจจุบัน	วิธีที่เสนอแนะ	t-test ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%
1	91.63	95.86	ไม่แตกต่างกัน
2	91.46	95.93	ไม่แตกต่างกัน
3	91.41	95.96	ไม่แตกต่างกัน
4	91.05	95.88	ไม่แตกต่างกัน

หลังจากที่ได้นำเทคนิคการจัดสมดุลการผลิตและการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมแล้ว พบว่าได้ผลลัพธ์ในทิศทางเดียวกับการเลือกใช้แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพแนวทางใดแนวทางหนึ่ง คือสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตที่ได้สำหรับรูปแบบปริมาณความต้องการในกรณีที่ 2 – 4 ได้อย่างมีนัยสำคัญ สามารถลดรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อต อยู่ในระบบสำหรับรูปแบบปริมาณความต้องการในกรณีที่ 2 และ 3 ได้อย่างมีนัยสำคัญ และไม่สามารถเพิ่มค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรได้อย่างมีนัยสำคัญที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ซึ่งการใช้แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้ง 2 แนวทางร่วมกันนั้น สามารถเพิ่มอัตราผลผลิตที่ได้และลดรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบได้ดีกว่าการเลือกใช้เพียงแนวทางใดแนวทางหนึ่ง โดยสามารถเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของอัตราผลผลิตที่ได้ และการลดลงของรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ สำหรับการใช้แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพแต่ละวิธีในทุกกรณี ดังตารางที่ 93 และ 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 93 เปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของอัตราผลผลิตที่ได้ (%)

กรณี	1	2	3	4
การใช้เทคนิคการจัดสมดุลการผลิตและการจัดตารางการผลิต	-	12.97	31.05	14.53
การใช้แนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม	-	6.07	5.68	10.54
การใช้แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ 2 แนวทางร่วมกัน	-	17.10	36.33	45.59

ตารางที่ 94 เปรียบเทียบการลดลงของรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบ (%)

กรณี	1	2	3	4
การใช้เทคนิคการจัดสมดุลการผลิตและการจัดตารางการผลิต	-	-12.35	-11.69	-
การใช้แนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม	-	-3.95	-4.16	-
การใช้แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพ 2 แนวทางร่วมกัน	-	-15.06	-11.69	-

เมื่อกำหนดให้

กรณีที่ 1 ปริมาณความต้องการของสินค้าแต่ละประเภท มีสัดส่วนที่ไม่ต่างกันมากนัก

กรณีที่ 2 ปริมาณความต้องการของสินค้าชนิด A (AA และ SA) สูงกว่าสินค้าชนิดอื่น

กรณีที่ 3 ปริมาณความต้องการของสินค้าชนิด B (AB และ SB) สูงกว่าสินค้าชนิดอื่น

กรณีที่ 4 ปริมาณความต้องการของสินค้าชนิด C (AC และ SC) สูงกว่าสินค้าชนิดอื่น

จากผลลัพธ์ของการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนตรวจสอบคุณภาพทั้ง 3 แนวทาง พบว่า การนำเทคนิคการจัดสมดุลการผลิตและการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมนั้น จะสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตที่ได้ได้ถึง 45.49% ต่อสัปดาห์ ในรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้ากรณีที่ 4 ซึ่งคิดเป็นจำนวนสินค้าประมาณ 353.7 พันชิ้นต่อสัปดาห์ และจะสามารถลดรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบได้ถึง 15.06% ในรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้ากรณีที่ 2 หรือคิดเป็นเวลาประมาณ 0.61 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย สรุปได้ว่า การนำเทคนิคการจัดสมดุลการผลิตและการจัดตารางการผลิตมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมนั้น จะสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตที่ได้ และลดรอบเวลาเฉลี่ยที่สินค้าแต่ละล็อตอยู่ในระบบได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าแต่ละล็อตนั้นค่อนข้างสูง และมีความแตกต่างกัน เช่น ในรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้าในกรณีที่ 2 และ 4 ซึ่งในปัจจุบัน มีรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้าทั้ง 2 รูปแบบนี้ คิดเป็น 50.94% ของรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้าทั้งหมด โดยการใช้วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพทั้ง 3 แนวทางที่ได้เสนอแนะนั้น ไม่ส่งผลต่อตัวชี้วัดทั้ง 3 ตัว ในรูปแบบที่ปริมาณความต้องการสินค้าแต่ละประเภทนั้นมีสัดส่วนแตกต่างกันไม่มากนัก และใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าแต่ละล็อตที่ค่อนข้างสั้น เช่น ในรูปแบบปริมาณความต้องการสินค้าในกรณีที่ 1 ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะสำหรับบริษัทกรณีศึกษา และข้อเสนอแนะสำหรับการทำงานวิจัยนี้ต่อในอนาคต ดังต่อไปนี้

5.1 ข้อเสนอแนะสำหรับบริษัทกรณีศึกษา

จากการศึกษารูปแบบปริมาณความต้องการสินค้าในอดีต และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าแต่ละล็อตของบริษัทกรณีศึกษา และ Run แบบจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาเปรียบเทียบกับการใช้แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพที่เสนอแนะทั้ง 3 แนวทาง ผู้วิจัยขอเสนอให้บริษัทกรณีศึกษา เปิดเครื่องจักรสำหรับตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ Small Outline Integrated Circuit (SOIC) วันละ 7 เครื่อง โดยปรับให้เป็น Tester 1 จำนวน 5 เครื่อง และ Tester 2 จำนวน 2 เครื่อง และจัดตารางการตรวจสอบคุณภาพด้วยฟังก์ชัน Solver ใน Microsoft Excel ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยเลือกให้สินค้าที่จะถูกตรวจสอบคุณภาพในแต่ละสัปดาห์ เป็นสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นพิเศษ (สินค้า A, B หรือ C) ซึ่งใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าแต่ละล็อตที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นตัวช่วยในการเพิ่มอัตราผลผลิตที่ได้และลดรอบเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานแต่ละล็อตอยู่ในระบบ และนำแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) มาประยุกต์ใช้ โดยกำหนดให้ฝ่ายผลิตรายงานประสิทธิภาพของเครื่องจักรแก่ฝ่ายซ่อมบำรุงสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อติดตามประสิทธิภาพของเครื่องจักรอย่างใกล้ชิด

มากขึ้น และกำหนดให้พนักงานฝ่ายผลิตทำการตรวจสอบชิ้นส่วนภายในเครื่องจักรอยู่เสมอว่าไม่มีการชำรุด และเครื่องจักรได้รับการปรับตั้งอย่างถูกต้องตามหลักการ เพื่อเป็นการดูแลรักษาประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพที่ดีอยู่เสมอ ซึ่งวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพที่ผู้วิจัยได้เสนอแนะทั้ง 2 แนวทางนั้น ไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ เนื่องจากฟังก์ชัน Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel นั้น เป็นฟังก์ชันที่มีให้ใช้แบบไม่เสียค่าใช้จ่ายในคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง แต่บริษัทกรณีศึกษาอาจต้องมีการจัดฝึกอบรมพนักงานฝ่ายผลิตเพิ่มเติม ในการฝึกใช้โปรแกรมส่วนนี้เท่านั้น

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำงานวิจัยนี้ต่อในอนาคต

เนื่องจากแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพที่ได้นำเสนอในงานวิจัยนี้ ส่งผลต่ออัตราผลผลิตที่ได้และรอบเวลาเฉลี่ยที่ชิ้นงานแต่ละล็อตอยู่ในระบบ เมื่อเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าแต่ละล็อตค่อนข้างแตกต่างกันเท่านั้น ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม สำหรับรูปแบบปริมาณความต้องการที่ใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าแต่ละล็อตไม่แตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อบริษัทกรณีศึกษา อีกทั้งเนื่องจากแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมที่ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของบริษัทกรณีศึกษานั้น ยังไม่สามารถเพิ่มค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (Availability) ได้อย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยจึงควรศึกษาเพิ่มเติม เพื่อที่จะนำเสนอแนวทางอื่น ๆ ในการดูแลรักษาเครื่องจักร เพื่อให้สูญเสียเวลาที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้องน้อยลง และมีเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพสินค้าเพิ่มขึ้น เพื่อที่จะเพิ่มค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรได้อย่างมีนัยสำคัญ และสามารถใช้กำลังการผลิตของเครื่องจักรที่มีอยู่ ได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 ข้อจำกัดในงานวิจัย

ในการทำวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยพบข้อจำกัดในการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากเครื่องจักรที่มีอยู่ จะต้องใช้ร่วมกับผลิตภัณฑ์กลุ่มอื่น ๆ ดังนั้น ในบางสัปดาห์จึงมีโอกาสที่จะมีเครื่องจักรสำหรับตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ SOIC สูงหรือต่ำกว่า 7 เครื่อง แต่

ในงานวิจัยนี้ จะเลือกศึกษาในกรณีที่มีเครื่องจักรสำหรับผลิตภัณฑ์ SOIC วันละ 7 เครื่อง ซึ่งเป็นสถานการณ์ส่วนใหญ่ในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาเท่านั้น

2. เนื่องจากโปรแกรม Arena ที่ผู้วิจัยใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อทดสอบแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพในงานวิจัยนี้ มีข้อจำกัดในเรื่องของจำนวน Entity ที่อยู่ในระบบ ผู้วิจัยจึงต้องใช้จำนวนล็อตที่เข้าสู่ระบบ แทนการใช้จำนวนสินค้าจริงที่เข้าสู่ระบบ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อน ระหว่างจำนวนสินค้าจริง และจำนวนสินค้าที่คำนวณได้หลังจาก Run แบบจำลองสถานการณ์

3. เนื่องจากการทำวิจัยฉบับนี้ อยู่ในช่วงสถานการณ์ COVID-19 และบริษัทกรณีศึกษามีมาตรการให้พนักงานทำงานที่บ้าน 100% (ยกเว้นพนักงานฝ่ายผลิต) ผู้วิจัยจึงไม่สามารถเข้าไปติดตามการดำเนินงานจริงของฝ่ายผลิตในช่วงเวลา 4 สัปดาห์ที่ทดลองใช้แนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมได้ ว่าพนักงานฝ่ายผลิตได้ดำเนินการตามแนวทางที่ได้กำหนดให้อย่างเคร่งครัดหรือไม่ ดังนั้น ข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักรที่บันทึกไว้ อาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Adnan, A. N., Arbaai, N. A., & Ismail, A. 2016. Improvement of overall efficiency of production line by using line balancing. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 11(2): 7752-7758.

Fam, S., Ismail, N., Yanto, H., Prastyo, D., & Lau, B. 2018. Lean manufacturing and overall equipment efficiency (OEE) in paper manufacturing and paper products industry. Journal of Advanced Manufacturing Technology (JAMT) 12(1 (2)): 461-474.

Jaggi, A., Patra, S., & Chaubey, D. 2015. Application of line-balancing to minimize the Idle time of workstations in the production line with special reference to automobile industry. International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR) 4(7): 8-12.

Ketkaew, S., & Janjarassuk, U. 2016. การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้การจำลองสถานการณ์ใน การปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา บริษัท ที ที เอ ช เทรดดิ้ง จำกัด. Thai Industrial Engineering Network Journal 2(3): 23-32.

Pornprasert, P., Karawek, S., Kittisuntaropas, K., & Boonrom, P. 2017. การใช้หลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดระยะเวลาการหยุดฉุกเฉินของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกระเป๋าถือ กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมไหมไทย จำกัด. Thai Industrial Engineering Network Journal 3(2): 15-21.

เจริญรัมย์, จ. การ หา เวลา การ ผลิต รวม ที่ เหมาะสม ที่สุด ของ การ จัด ตาราง การ ผลิต เครื่องจักร ขนาน ด้วย เทคนิค จำลอง สถานการณ์. สาขา วิชา วิศวกรรม อุตสาห การ สำนัก วิชา วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี สุร นารี.

เฉยใจชื่น, ญ. การ จัด ตาราง การ ผลิต กรณี ศึกษา โรงเรียน ประกอบ โคม ไฟฟ้า สำเร็จรูป. จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ชัยนภาพร, น. การจัดสมดุลสายการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตในโรงงานเก้าอี้ ทันตกรรม. จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ประภาสัจจะเวทย์, ธ., & เกรียงกรกฎ, น. 2015. การปรับปรุงการจัดสมดุลสายการผลิต: กรณีศึกษา โรงงาน ผลิตตู้แช่เครื่องดื่ม. Journal of Energy and Environment Technology of Graduate School Siam Technology College 2(2): 52-63.

พันธ์นุช, ว., & มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. 2552. การเพิ่มผลิตภาพโดยใช้ทฤษฎีข้อจำกัดสำหรับอุตสาหกรรมผลิตวงจรรวม=Productivity improvement by using theory of constraints for intergrated circuit manufacturing. กรุงเทพฯ:: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พิพัฒนพร, พ. การจัดตารางการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกสำหรับอุตสาหกรรม การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มนปราณีต, ภ. การ ปรับปรุง ประสิทธิผล โดย รวม ของ เครื่องจักร ที่ สำคัญ ใน กระบวนการ ผลิต อาหาร ทะเล แปรรูป ที่ บรรจุ ใน ภาชนะ ปิด สนิท. มหาวิทยาลัย สงขลา นครินทร์.

รุ่งนพคุณ, อ. การ ปรับปรุง วิธี การ วางแผน การ ผลิต เพื่อ ลด เวลา ใน การ ผลิต. จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

สมบูรณ์, ธ., & รู้กิจการพานิช, จ. 2011. การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการติดไดในการผลิต วงจรรวม. Engineering Journal of Research and Development 22(3): 61-69.

อโนทัย, อ. การปรับปรุงการจัดตารางการผลิตในการผลิตแผ่นคลุมผ่าตัด. จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	รัศมิมน โพธิ์ทอง
วัน เดือน ปี เกิด	4 พฤษภาคม 2538
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ) Bachelor of Engineering (Industrial Engineering)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY