การออกแบบจำนวนคัมบังที่ใช้ในกระบวนการประกอบลิ้นชักหน้า

นางสาวชลธิชา ลิ้มพยานาค

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Designing Number of Kanban in A Glove Box Assembly Process.

Miss Chonthicha Limpayanak

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบจำนวนคัมบังที่ใช้ในกระบวนการประกอบลิ้นชักหน้า
โดย	นางสาวชลธิชา ลิ้มพยานาค
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอฬาร กิตติธีรพรชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังศุมาลิน เสนจันทร์ฒิไชย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นันทชัย กานตานันทะ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชลธิชา ลิ้มพยานาค : การออกแบบจำนวนคัมบังที่ใช้ในกระบวนการประกอบลิ้นชักหน้า (Designing Number of Kanban in A Glove Box Assembly Process.) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. โอฬาร กิตติธีรพรชัย, 103 หน้า.

หลายทศวรรษแล้วที่การผลิตแบบ JIT (Justin Time) ได้นำระบบคัมบังมาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมสินค้าคงคลังและการผลิต ในเงื่อนไขที่เหมาะสมกระบวนการผลิตควรมีปริมาณผลิตภัณฑ์ที่สม่ำเสมอ ขนาดการผลิตเล็กๆ และใช้เวลาปรับตั้งเครื่องน้อย เงื่อนไขที่กล่าวข้างต้นเป็นไปได้ยาก แม้แต่ในการสายการประกอบรถยนต์ดังกรณีศึกษา กรณีศึกษานี้เป็นสายการประกอบลิ้นชักหน้ารถยนต์ซึ่งเป็นการประกอบชิ้นส่วนพลาสติก 2 ชิ้นส่วนเข้าด้วยกันด้วยการเชื่อมแบบสั่นสะเทือน หลังจากวางชิ้นงานลงในแม่พิมพ์ เนื่องจากอุปกรณ์จัดเก็บลิ้นชักหน้าในปัจจุบัน ทำให้ใบคัมบังแต่ละใบหมายถึงชิ้นงานจำนวน 60 อย่างไรก็ดีหัวหน้าแผนกผลิตไม่สนใจลำดับของคัมบังที่ได้รับมาและพยายามปรับลำดับการผลิตใหม่เพื่อลดจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์โดยพิจารณา 3 ปัจจัยได้แก่ ระยะเวลาที่ได้รับคัมบัง ส่วนต่างของจำนวนคัมบัง และแม่พิมพ์ที่ใช้งานอยู่ การจัดลำดับการผลิตด้วยตนเองทำให้เกิดการตามงานและผลิตเร่งด่วนซึ่งรบกวนการผลิต ดังนั้นเป้าหมายของงานวิจัยนี้คือออกแบบจำนวนคัมบังที่เหมาะสมระหว่างหน่วยงานประกอบลิ้นชักหน้าและแผนกคลังสินค้าและนำเสนอกระบวนการปรับลำดับการผลิตโดยอาศัยปัจจัยที่กล่าวมาร่วมกับขนาดของอุปกรณ์จัดเก็บโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ หลังจากที่ได้วิเคราะห์และประยุกต์ข้อมูลในอดีตลงในแบบจำลองแล้ว ผลของแบบจำลองสถานการณ์แสดงว่า ส่วนต่างของจำนวนคัมบัง ไม่มีผลต่อรอบเวลาการผลิตและจำนวนครั้งในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ แต่ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่รับคัมบังและขนาดของอุปกรณ์จัดเก็บมีผลต่อดัชนีชี้วัดทั้งสองคือเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบและจำนวนครั้งในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ผลดังกล่าวนำไปสู่ข้อแนะนำให้ปรับขนาดการผลิตถ้าโรงงงานกรณีศึกษาตัดสินใจเปลี่ยนขนาดของอุปกรณ์จัดเก็บ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2560

5770914121 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS: SIMULATION, GLOVE BOX ASSEMBLY PROCESS, KANBAN

CHONTHICHA LIMPAYANAK: Designing Number of Kanban in A Glove Box Assembly Process.. ADVISOR: ASST. PROF. ORAN KITTITHREERAPRONCHAI, 103 pp.

For many decades, Just-In-Time manufacturing have adopted kanban system as a mean to control inventory and production. In its ideal condition, manufacturing process should be a consistent product mixed with a small production lot size and minimum setup time. Such condition is difficult to obtain even in many automotive assembly lines similar to a case study. The case study assembly line is a glove box assembly production line that assembles two plastic parts and welds them together with a vibration machine after positioning in a mold designed for different products. Because of storage equipment, each kanban card represents 60 identical glove boxes. Nevertheless, a production supervisor ignores sequence of received Kanban and attempts to minimize number of mold change-over by re-scheduling the production planning using three factors, particularly duration time, remaining kanban cards, and status of current mold. This ad hoc production scheduling leads to urgent production orders and interruption of production. As a result, the aim of this research is to design suitable number of kanban between assembly production and warehouse and propose re-schedule process by investigating these factors as well as size of storage equipment using a computer simulation. Having analyzed and embedded historical data, the results of this simulation reveals that the remaining Kanban card has no effect on cycle time and number of mold change-over. However, the interaction of duration time and size of storage equipment plays important roles for both indicators. This leads to a suggestion to revise a lot size if the factory decides to change a storage equipment.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

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

Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลต่างๆ ที่กรุณาเก็บข้อมูล อธิบายรายละเอียด ให้ข้อมูลในโรงงานกรณีศึกษาเป็นอย่างดี ตลอดจนช่วยเสนอะแนะแนวทาง ให้ความร่วมมือในการแก้ไขปัญหา และช่วยเหลือเมื่อพบอุปสรรค ผู้ทำวิจัยขอขอบคุณพนักงาน ร่วมถึงหัวหน้างานของโรงงานกรณีศึกษามา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. โอฬาร กิตติธีระพรชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการทำงานเพื่อให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ตลอดจนให้ความรู้ คำปรึกษาและคอยเอาใจใส่ผู้ทำวิจัยเป็นอย่างดีเสมอมา ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร.อังศุมาลิน เสนจันทร์ฒิไชย ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ รศ. ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผศ. ดร. นันทชัย กานตานันทะ กรรมการการสอบวิทยานิพนธ์ภายนอก ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำวิทยานิพนธ์เพื่อให้สมบูรณ์มากขึ้น

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และ พี่สาว ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจร่วมทั้งเป็นแรงผลักดันในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ร่วมถึงขอขอบพระคุณบุคลากรในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นอย่างยิ่งในการช่วยเหลือต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ลักษณะของปัญหา 7
1.3 วัตถุประสงค์ 12
1.4 ขอบเขตในการดำเนินงาน 12
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 12
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน 12
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
2.1 ระบบการผลิต (Production System หรือ Manufacturing System) 13
2.1.1 ประเภทของระบบการผลิต 13
2.1.2 กลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ [2] 14
2.2 คัมบัง (KANBAN) 15
2.2.1 ประเภทของคัมบัง [3] 16
2.2.2 กฎของคัมบัง 16
2.2.3 การหมุนเวียนของคัมบัง 17
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 3 การศึกษาการดำเนินงานและสภาพทั่วไปของโรงงาน.....22
3.1 สภาพทั่วไปโรงงาน.....22
3.1.1 สินค้า.....23
3.1.2 ลูกค้า.....25
3.1.3 การจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้า.....26
3.1.4 ระบบการผลิตในโรงงาน.....27
3.2 ชิ้นงานที่ศึกษา.....30
3.3 คัมบังงานลิ้นชักหน้า.....32
3.4 สายการผลิตลิ้นชักหน้า.....38
3.4.1 ขั้นตอนผลิตงาน.....39
3.4.2 ขั้นตอนการเปลี่ยนแม่พิมพ์.....41
3.4.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแม่พิมพ์.....42
บทที่ 4 การจำลองสถานการณ์.....45
4.1 แนวคิดในการจำลองสถานการณ์.....45
4.2 การจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรม.....47
4.2.1 การสร้างคัมบังและกำหนดรุ่นคัมบัง.....49
4.2.2 การคำนวณลำดับความสำคัญของคัมบัง.....57
4.2.4 กระบวนการผลิต.....62
4.3 ระยะเวลาการ Warm up.....66
4.4 การตรวจสอบการจำลองสถานการณ์.....67
4.4.1 การตรวจสอบจากจำนวนคัมบังที่ได้รับ.....67
4.4.2 การตรวจสอบจากจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์.....69
4.5 การออกแบบสถานการณ์.....73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 5 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล 77
5.1 ผลการทดลอง 77
5.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 79
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 89
6.1 สรุปผลการวิจัย 89
6.2 ข้อเสนอแนะ 90
รายการอ้างอิง 92
ภาคผนวก ก 94
ภาคผนวก ข 97
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 103

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 รุ่นของชิ้นงานแบ่งตามคุณลักษณะต่างๆ 4
ตารางที่ 1.2 จำนวนคัมบังที่ได้รับและการเปลี่ยนแม่พิมพ์ 8
ตารางที่ 3.1 ชิ้นส่วนหลักที่ใช้ประกอบในแต่ละรหัสชิ้นงาน 31
ตารางที่ 3.2 ชิ้นส่วนย่อยที่ใช้ประกอบงานแต่ละรหัส 32
ตารางที่ 3.3 จำนวนการเรียกลิ้นชักหน้า วันที่ 11 – 20 มกราคม 2560 34
ตารางที่ 3.4 จำนวนคัมบังสีขาวงานลิ้นชักหน้าในแต่ละรุ่น 38
ตารางที่ 3.5 เวลาการประกอบงาน 1 ชิ้นของพนักงานคนที่1 40
ตารางที่ 3.6 เวลาการประกอบงาน 1 ชิ้นของพนักงานคนที่ 2 41
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลจำนวนคัมบังจากแผนกคลังสินค้าให้แผนกผลิตตั้งแต่วันที่ 11 ถึงวันที่ 20 มกราคม 2558 51
ตารางที่ 4.2 จำนวนครั้งที่วางคัมบังตามจำนวนคัมบังในแต่ละช่วงเวลา 52
ตารางที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของจำนวนคัมบังที่แผนกคลังสินค้าวางให้แผนกผลิตในแต่ละช่วงเวลา 54
ตารางที่ 4.4 สถานะของคัมบัง 56
ตารางที่ 4.5 สถานะของคัมบังและค่าคะแนนในแต่ละเงื่อนไข 58
ตารางที่ 4.6 ตัวแปรที่เก็บค่าผ่านคำสั่ง ReadWrite 65
ตารางที่ 4.7 ค่าที่ต่ำสุดและค่าที่สูงสุดของตัวแปรที่ศึกษา 75
ตารางที่ 4.8 ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละสถานการณ์ที่สนใจในการจำลองสถานการณ์ 75
ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองสถานการณ์ A1 – A27 แสดงเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังและจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ 78
ตารางที่ 5.2 จำนวนคัมบังสีขาวงานลิ้นชักหน้าในแต่ละรุ่นสำหรับการเปลี่ยนค่าปัจจัย 88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในโรงงานกรณีศึกษา 1
รูปที่ 1.2 แผนภาพแสดงการใช้คัมบังของแผนกต่างๆ 2
รูปที่ 1.3 ตัวอย่างชิ้นงานลิ้นชักหน้า 3
รูปที่ 1.4 บรรจุภัณฑ์งานลิ้นชักหน้า 4
รูปที่ 1.5 กระบวนการผลิตลิ้นชักหน้าทั้ง 3 กระบวนการ 5
รูปที่ 1.6 แม่พิมพ์งานลิ้นชักหน้าข้างซ้ายและขวา 6
รูปที่ 1.7 จำนวนชิ้นของการเรียกงานในเดือนธันวาคม 2558 ถึงเดือนมีนาคม 2559 7
รูปที่ 1.8 จำนวนชิ้นของการเรียกงานในช่วงเวลาทำงานปกติเดือน ธันวาคม ถึง มีนาคม 2559 ..8
รูปที่ 1.9 สัดส่วนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ต่อเดือน 9
รูปที่ 1.10 เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ 10
รูปที่ 1.11 การแบ่งกลุ่มตามรุ่นรถยนต์และชิ้นส่วนประกอบ 11
รูปที่ 1.12 จำนวนการเรียกงานแบ่ง 4 กลุ่ม 11
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิตเบื้องต้น 13
รูปที่ 2.2 การหมุนเวียนของระบบคัมบัง 2 ใบ 18
รูปที่ 3.1 แผนผังการบริหารองค์กร 22
รูปที่ 3.2 ชิ้นส่วนพลาสติกภายในรถยนต์ส่วนหน้า 23
รูปที่ 3.3 ชิ้นส่วนพลาสติกภายในรถยนต์ส่วนกลาง 23
รูปที่ 3.4 ชิ้นส่วนพลาสติกส่วนประตูรถยนต์ 24
รูปที่ 3.5 ชิ้นส่วนพลาสติกภายในรถยนต์ 24
รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วนพลาสติกภายนอกรถยนต์ 25
รูปที่ 3.7 สัดส่วนยอดขายตามจำนวนคันแบ่งตามลูกค้า 25
รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดงการใช้คัมบังของแผนกต่างๆ 28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการผลิตงานจนถึงการส่งชิ้นงานสำเร็จรูปให้ลูกค้า....29
รูปที่ 3.10 ชิ้นงานลิ้นชักหน้าด้านหน้าและด้านหลัง....30
รูปที่ 3.11 สายการผลิตลิ้นชักหน้า....39
รูปที่ 3.12 เวลาที่ใช้ในการผลิต....39
รูปที่ 3.13 แผงผังต้นไม้ของการตัดสินใจการจัดแผนผลิตปัจจุบัน....44
รูปที่ 4.1 แนวคิดในการจำลองสถานการณ์....46
รูปที่ 4.2 การจำลองสถานการณ์การผลิตลิ้นชักหน้าผ่านโปรแกรม....48
รูปที่ 4.3 ส่วนที่ 1 กระบวนการสร้างคัมบังและกำหนดรุ่นคัมบัง....50
รูปที่ 4.4 จำนวนครั้งที่วางคัมบังตามจำนวนคัมบังในแต่ละช่วงเวลา....52
รูปที่ 4.5 รูปแบบการสร้างคัมบังเข้าระบบ....55
รูปที่ 4.6 ส่วนที่ 2 การคำนวณลำดับความสำคัญของคัมบัง....58
รูปที่ 4.7 การคำนวณคะแนนจากเงื่อนไขทั้ง 3....59
รูปที่ 4.8 ส่วนที่ 3 การค้นหาคัมบังที่มีลำดับความสำคัญมากที่สุด....61
รูปที่ 4.9 ส่วนที่ 4 การตรวจสอบแม่พิมพ์และการผลิตงานลิ้นชักหน้า....63
รูปที่ 4.10 ระยะเวลาเฉลี่ยของคัมบังในระบบก่อนการผลิต ในแต่ละช่วงเวลา....67
รูปที่ 4.11การเปรียบเทียบการกระจายของจำนวนคัมบังที่ได้รับต่อวันระหว่างปัจจุบันและ Arena....68
รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนคัมบังเฉลี่ยที่ได้รับต่อวัน....69
รูปที่ 4.13 การเปรียบเทียบการกระจายของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ตามลำดับของคัมบัง....70
รูปที่ 4.14 ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ต่อวันตามคัมบังที่ได้รับ....71
รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบการกระจายของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ปัจจุบัน....72
รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ต่อวันตามปัจจุบัน....73
รูปที่ 5.1 ผลกระทบของปัจจัยร่วมระหว่างขนาดของบรรจุภัณฑ์และช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังของเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบัง....79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 5.2 ผลกระทบของปัจจัยร่วมระหว่างขนาดของบรรจุภัณฑ์และช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังของจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์.....80

รูปที่ 5.3 โครงร่างของเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบระหว่างช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังและขนาดของบรรจุภัณฑ์.....81

รูปที่ 5.4 โครงร่างของจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ระหว่างช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังและขนาดของบรรจุภัณฑ์.....82

รูปที่ 5.5 กราฟแสดงจุดที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย.....84

รูปที่ 6.1 แผงผังต้นไม้ของการตัดสินใจการจัดแผนผลิตใหม่.....90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ระบบการผลิตแบบทันต่อเวลา (Just in time: JIT) ได้ถูกริเริ่มมาจากบริษัทโตโยต้าด้วยหลักของการผลิต คือ ผลิตสิ่งของที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ และจำนวนที่ต้องการ โดยการกำจัดความสูญเปล่าต่างๆในกระบวนการผลิต เพื่อควบคุมสินค้าคงคลังให้อยู่ในระดับน้อยที่สุด และลดเวลานำหรือระยะเวลารอคอยในการผลิตลง ดังนั้นระบบ JIT จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในหลากหลายอุตสาหกรรม

ระบบ JIT เป็นที่นิยมในอุตสาหกรรม เนื่องจากการผลิตมีชิ้นส่วนที่หลากหลาย และทราบความต้องการที่ผลิตในแต่ละเดือนค่อนข้างแน่นอน เมื่อผลิตชิ้นส่วนในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลง ดังนั้นการประยุกต์นำระบบ JIT มาใช้ในการผลิตจึงสามารถช่วยลดต้นทุนและปริมาณสินค้าคงคลังดังเช่นโรงงานกรณีศึกษา โรงงานกรณีศึกษาตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ผลิตชิ้นส่วนพลาสติกด้วยวิธีการฉีดหรือเป่าขึ้นรูปทั้งภายในและภายนอกรถยนต์ส่งให้กับโรงงานประกอบรถยนต์ดังตัวอย่างในรูปที่ 1.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผงเครื่องตรวจวัด

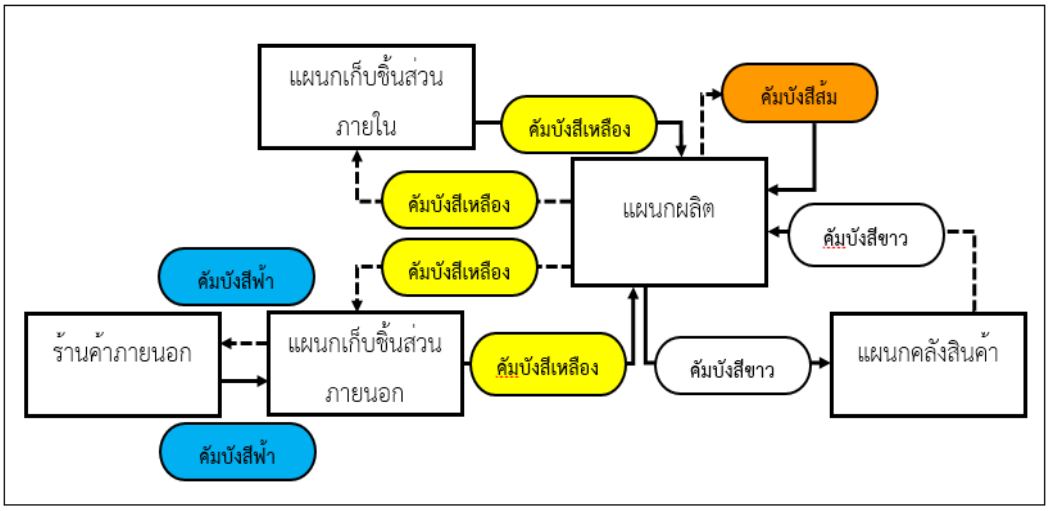
กันชนหน้า

ลิ้นชักหน้า

แผงประตู

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาได้นำระบบการผลิตแบบ JIT มาใช้ในการผลิต โดยประยุกต์ใช้คัมบังซึ่งถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในระบบการผลิตรูปแบบนี้ มาเป็นเครื่องมือในการส่งสัญญาณในการเบิกและสั่งผลิตชิ้นงาน รวมถึงการควบคุมระดับของสินค้าคงคลังในคลังสินค้าอีกด้วย ลักษณะการเบิกและสั่งผลิตสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แผนภาพแสดงการใช้คัมบังของแผนกต่างๆ

ในรูปที่ 1.2 เส้นประแสดงการนำคัมบังเปล่าเพื่อวางเบิกงาน สำหรับเส้นทึบแทนการส่งงานซึ่งคัมบังติดอยู่กับชิ้นงานให้กับแผนกที่เบิกพร้อมติดคัมบังแนบไปกับชิ้นงาน สามารถอธิบายได้ดังนี้ แผนกผลิตจะติดต่อประสานงานกับแผนกที่เกี่ยวข้องในการใช้คัมบังทั้งหมด 3 แผนกหลัก ได้แก่ แผนกคลังสินค้า แผนกเก็บชิ้นส่วนภายในซึ่งเป็นแผนกที่เก็บชิ้นส่วนที่ผลิตขึ้นในโรงงานด้วยวิธีการฉีดพลาสติก และแผนกเก็บชิ้นส่วนภายนอกซึ่งเป็นแผนกที่เก็บชิ้นส่วนย่อยที่สั่งซื้อเข้ามา ในการหมุนเวียนของคัมบังที่ใช้ในระบบ เริ่มจากแผนกคลังสินค้าจะนำคัมบังเบิกสีขาวที่ถูกปลดจากบรรจุภัณฑ์ที่ใส่ชิ้นงานซึ่งถูกขายออกไปแล้วออกไปให้ยังแผนกผลิต เพื่อเบิกชิ้นงานสำเร็จรูปเข้าไปเติมเต็มในคลังสินค้า จากนั้นเมื่อแผนกผลิตได้รับคัมบังเบิกสีขาวจากคลังสินค้าแล้ว จะวางคัมบังสีส้มเพื่อสั่งผลิตชิ้นงานในกระบวนการ โดยจะเบิกชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบจากแผนกเก็บชิ้นส่วนภายในและเก็บชิ้นส่วนภายนอกด้วยคัมบังเบิกสีเหลือง เมื่อแผนกเก็บชิ้นส่วนภายนอกถูกเบิกชิ้นงานไปใช้แล้วจะนำคัมบังเบิกสีฟ้าไปให้โรงงานผู้ผลิตภายนอกเพื่อทำการเบิกชิ้นส่วนย่อยเข้ามาเติมเต็ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยสนใจชิ้นส่วนลิ้นชักหน้า (Glove Box) ซึ่งเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในโรงงาน โดยลิ้นชักหน้า คือกล่องเก็บหนังสือหรือเอกสารที่อยู่ด้านหน้าฝั่งผู้โดยสารดังรูปที่ 1.3

รูปที่ 1.3 ตัวอย่างชิ้นงานลิ้นชักหน้า

ลิ้นชักหน้ามี 2 ข้างคือข้างซ้ายสำหรับติดตั้งในรถยนต์รุ่นที่ขับพวงมาลัยด้านซ้ายและข้างขวาสำหรับติดตั้งในรถยนต์รุ่นที่ขับพวงมาลัยข้างขวา โดยขั้นตอนสำคัญในการประกอบงานลิ้นชักหน้าเป็นการเชื่อมชิ้นส่วนพลาสติก 2 ชิ้นให้ติดกันด้วยเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน และเนื่องจากลิ้นชักหน้า มี 2 ข้าง ทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์สลับกันในระหว่างการผลิต ซึ่งปัจจุบันพบปัญหาในการตัดสินใจเปลี่ยนแม่พิมพ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษาใช้ระบบคัมบังในการเบิกชิ้นงานเพื่อเติมเต็มผลิตภัณฑ์ที่ถูกขายออกไป โดยหน่วยงานคลังสินค้าจะวางคัมบังเบิกสีขาวให้แผนกประกอบ ซึ่งแผนกประกอบต้องผลิตชิ้นงานสำเร็จรูปแล้วบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์ที่เรียกว่า Rack ดังรูปที่ 1.4 โดย บรรจุภัณฑ์ ของงานลิ้นชักหน้าสามารถบรรจุชิ้นงานสำเร็จรูปได้ 60 ชิ้นโดยต้องใส่เป็นรุ่นเดียวกันทั้งหมด

รูปที่ 1.4 บรรจุภัณฑ์งานลิ้นชักหน้า

ชิ้นงานลิ้นชักหน้าของรถยนต์ที่ศึกษานี้ประกอบด้วย 11 รุ่น ซึ่งแบ่งแยกตามคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ สีชิ้นงาน รูบนชิ้นงาน ข้าง และ Pad สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1.1

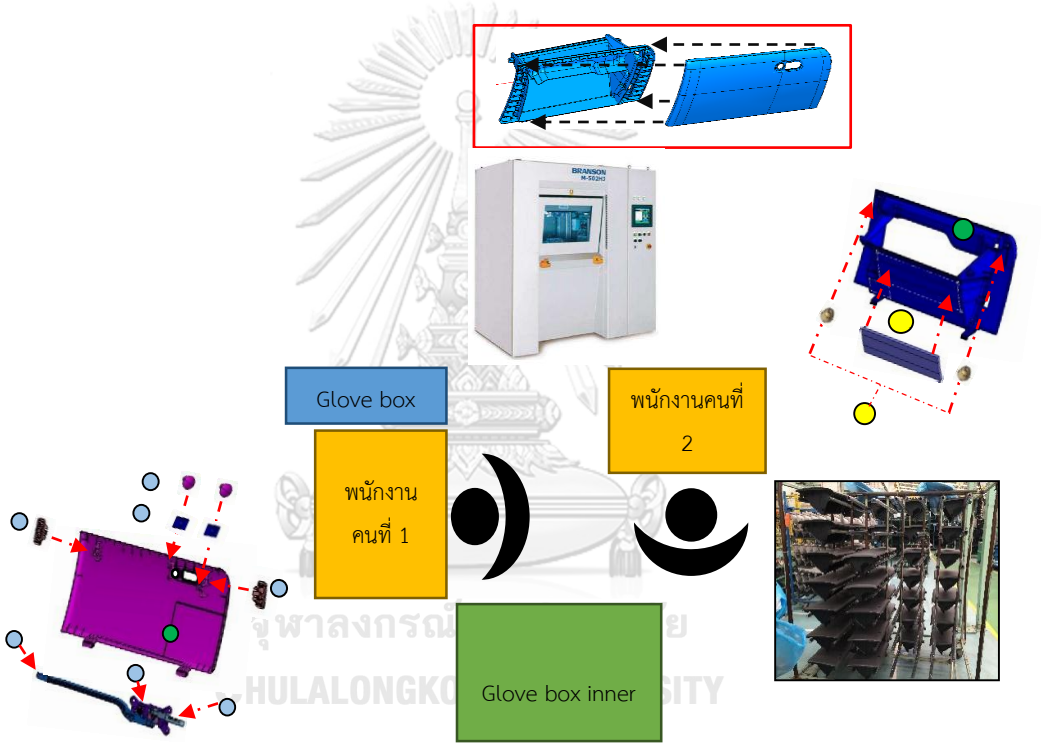
ตารางที่ 1.1 รุ่นของชิ้นงานแบ่งตามคุณลักษณะต่างๆ

ลำดับ	รหัสชิ้นงาน	ข้าง		สี			รู	Pad
		ขวา	ซ้าย	เทา	ดำ	ครีม		
1	8006A466HBV	/		/				
2	8006A468HBV	/		/				/
3	8006A486HBV	/		/			/	
4	8006A488HBV	/		/			/	/
5	8006A468XAV	/			/			/
6	8006A488XAV	/			/		/	/
7	8006A488YAV	/				/	/	/
8	8006A485HBV		/	/			/	/
9	8006A487HBV		/	/			/	/
10	8006A487XAV		/		/		/	/
11	8006A487YAV		/			/	/	/

สถาบันวิทยบริการ
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิธีการผลิตลิ้นชักหน้ามีทั้งหมด 3 กระบวนการดังรูปที่ 1.5 คือ กระบวนการประกอบของพนักงานคนที่ 1 กระบวนการเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน (Vibration Welding Machine) กระบวนการประกอบของพนักงานคนที่ 2

พนักงานคนที่ 1 รับผิดชอบการประกอบชิ้นงานส่วนแรก จากนั้นนำชิ้นงานเข้าเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือนเพื่อเชื่อมพลาสติก 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน เมื่อเครื่องเชื่อมเชื่อมงานเสร็จแล้วถัดมาพนักงานคนที่ 2 นำชิ้นงานออกจากเครื่องเชื่อมเพื่อนำไปประกอบเป็นชิ้นงานสำเร็จรูปก่อนบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์เพื่อส่งงานเข้าคลังสินค้า



รูปที่ 1.5 กระบวนการผลิตลิ้นชักหน้าทั้ง 3 กระบวนการ

เนื่องจากชิ้นงานลิ้นชักหน้าทั้ง 11 รุ่น มีการแบ่งรุ่นออกเป็น 2 ข้าง คือข้างซ้ายและข้างขวา จึงทำให้ในกระบวนการที่ 2 คือกระบวนการเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือนต้องมีแม่พิมพ์ 2 ตัว คือแม่พิมพ์สำหรับผลิตงานรถขับข้างขวาและแม่พิมพ์สำหรับผลิตงานรถขับข้างซ้าย ดังรูปที่ 1.6

รูปที่ 1.6 แม่พิมพ์งานลิ้นชักหน้าข้างซ้ายและขวา

เมื่อมีแม่พิมพ์ 2 ตัวจึงต้องมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์ระหว่างการทำงานเพื่อเปลี่ยนรุ่นการผลิตทำให้เกิดข้อจำกัดในการเปลี่ยนรุ่นการผลิตขึ้น และเนื่องจากการประกอบงานลิ้นชักหน้านั้นผลิตตามระบบคัมบัง โดยจำนวนคัมบังที่ใช้ทั้งหมดจะถูกคำนวณจากแผนกวางแผน ทั้งนี้จะคำนวณคัมบังที่ต้องใช้ในทุกๆ 10 วัน ซึ่งเป็นการนำข้อมูลการยืนยันยอดการผลิตงานของลูกค้าทุก 10 วันล่วงหน้ามาคำนวณตามสูตรดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{D_{mx,j} \cdot Cap_j}{T_{day} \cdot Q_{rack}} \qquad (1.1)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อ j รุ่นของลิ้นชักหน้า

$n_{kan,j}$ จำนวนคัมบังสีขาวของงานรุ่น j

$D_{mx,j}$ ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น j

Cap_j จำนวนชั่วโมงของการเก็บสินค้าคงคลังของงานรุ่น j

T_{day} จำนวนชั่วโมงต่อการผลิต 1 วัน

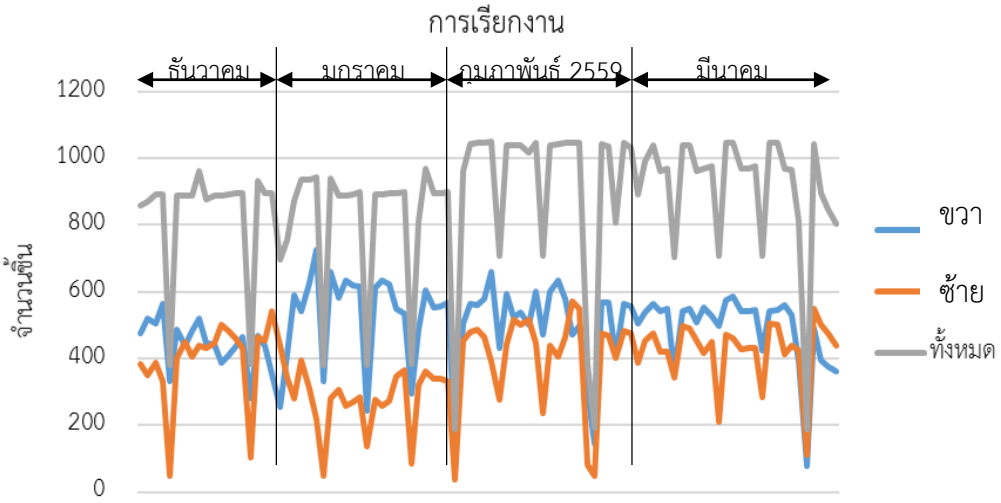
Q_{rack} ปริมาณในบรรจุภัณฑ์

จากสูตรการคำนวณ คำนวณการเก็บสินค้าคงคลังไว้ 8 ชั่วโมง และมีชั่วโมงในการทำงาน 20 ชั่วโมงต่อวันรวมการทำงานล่วงเวลา จากหลักการคำนวณต้องการให้มีชิ้นงานคงคลังของงานแต่ละรุ่น

อยู่ในคลังสินค้าอย่างน้อย 8 ชั่วโมงกล่าวคือเมื่อแผนกผลิตได้รับคัมบังจากแผนกคลังสินค้า จะมีระยะเวลาในการผลิตงานเพื่อส่งเข้าคลังสินค้าไม่เกิน 8 ชั่วโมงเพื่อเติมเต็มชิ้นงานที่ถูกขายไป

1.2 ลักษณะของปัญหา

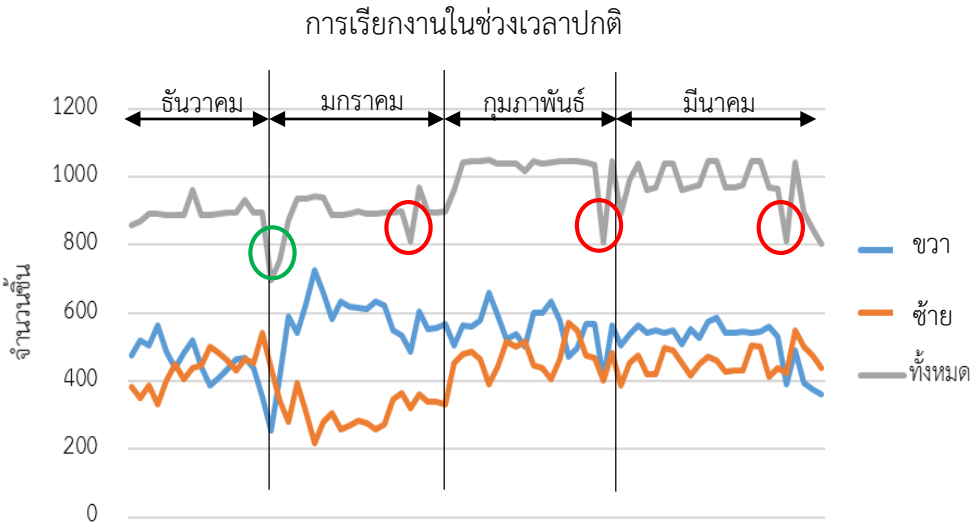
จากการนำข้อมูลการยืนยันยอดการผลิตงานของลูกค้าทุก 10 วันล่วงหน้าตั้งแต่เดือนธันวาคม 2558 จนถึงเดือนมีนาคม 2559 มาเปรียบเทียบการเรียกงานในแต่ละวันสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 จำนวนชิ้นของการเรียกงานในเดือนธันวาคม 2558 ถึงเดือนมีนาคม 2559

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 1.7 พบว่าการเรียกงานในแต่ละช่วงเวลาไม่สม่ำเสมอโดยมีบางช่วงที่การเรียกงานลดลงน้อยกว่า 400 ชิ้นต่อวัน เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์พบว่าช่วงเวลาที่การเรียกงานลดลงเกิดจากการเรียกงานในวันหยุด ซึ่งลูกค้าไม่ได้ประกอบงานทุกรุ่นจึงทำให้เกิดความไม่สม่ำเสมอขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ต่อโดยตัดวันหยุดที่เป็นการทำงานล่วงเวลาออก เนื่องจากมีปริมาณการเรียกน้อยกว่าวันทำงานปกติแสดงได้ดังรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 จำนวนชิ้นของการเรียกงานในช่วงเวลาทำงานปกติเดือน ธันวาคม ถึง มีนาคม 2559

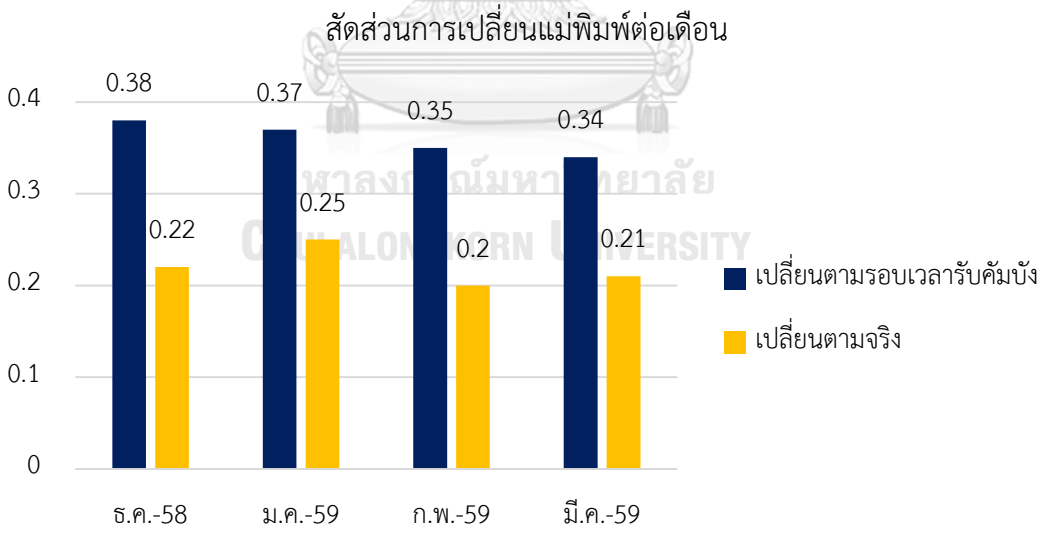
รูปที่ 1.8 แสดงให้เห็นถึงการเรียกงานโดยรวมของลูกค้าค่อนข้างสม่ำเสมอในแต่ละเดือน โดยในส่วนที่วงกลมสีเขียวเป็นวันที่ลูกค้าเปิดทำงาน 1 กะ วงกลมสีแดงคือวันที่ 25 ของเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เป็นวันที่ลูกค้าไม่มีการทำงานล่วงเวลาในวันทำงานปกติ ทำให้ยอดการเรียกงานลดลง ทั้งนี้ปริมาณการเรียกงานหากแบ่งตามรถรุ่นที่ขับข้างขวาและรถรุ่นที่ขับข้างซ้ายแล้วพบว่ามีการเรียกงานที่ไม่สม่ำเสมอในแต่ละเดือน ทำให้การกำหนดเวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์เพื่อให้มีการเปลี่ยนน้อยที่สุดยังเป็นไปได้ยาก ส่งผลให้เมื่อแผนกประกอบได้รับคัมบังเบิกสีขาวจากแผนกคลังสินค้าแล้วไม่สามารถจัดลำดับการขึ้นงานตามเวลาที่ได้รับคัมบังได้ เนื่องจากหากเรียงลำดับการขึ้นงานตามคัมบังที่ได้รับในแต่ละรอบต้องมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์ถี่ ทำให้ปัจจุบันเมื่อได้รับคัมบังจากแผนกคลังสินค้า หัวหน้างานแผนกประกอบ จะจัดลำดับขึ้นงานใหม่อีกครั้ง โดยพิจารณาจากเงื่อนไข 3 ข้อคือ เวลาที่ได้รับคัมบัง จำนวนคัมบังคงเหลือ ลำดับการเปลี่ยนแม่พิมพ์

จากหลักการด้านบนยังไม่สามารถลำดับความสำคัญของเงื่อนไขทั้ง 3 ได้ อย่างไรก็ตามถึงแม้ในการผลิตโดยพิจารณา 3 เงื่อนไขนี้ร่วมกัน ทำให้สามารถลดจำนวนครั้งในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ลงได้ แต่ยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าเป็นหลักการที่นำไปใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ได้เหมาะสมที่สุดเนื่องจากยังมีการตามงานจากแผนกคลังสินค้า จากการเก็บข้อมูลการวางคัมบังของแผนกคลังสินค้าตั้งแต่เดือนธันวาคม 2558 จนถึงเดือนมีนาคม 2559 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1.2

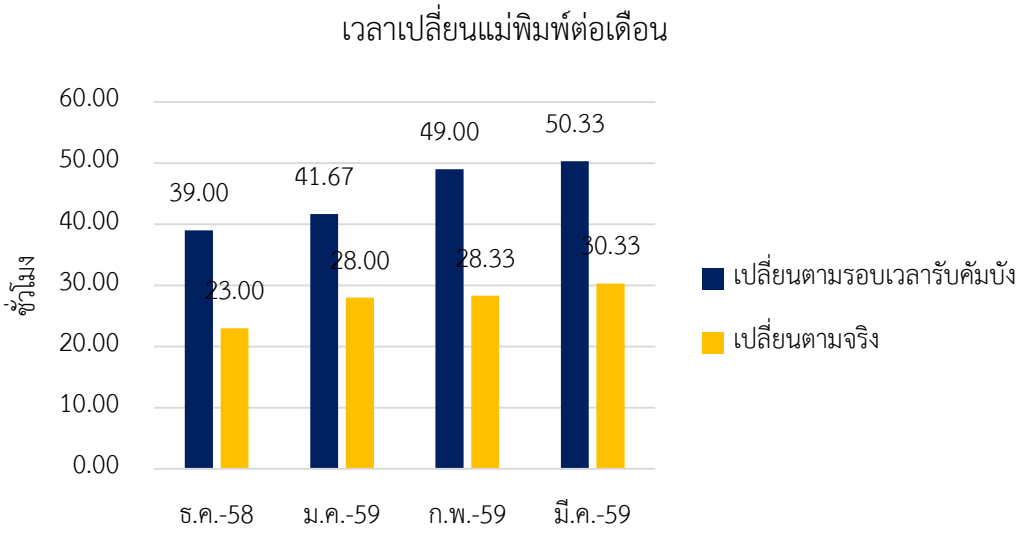
ตารางที่ 1.2 จำนวนคัมบังที่ได้รับและการเปลี่ยนแม่พิมพ์

เดือน	จำนวนคัมบังที่ได้รับ	จำนวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ (ครั้ง)		จำนวนคัมบังในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ต่อ 1 ครั้ง	
		เปลี่ยนตามรอบเวลารับคัมบัง	เปลี่ยนตามจริง	เปลี่ยนตามรอบเวลารับคัมบัง	เปลี่ยนตามจริง
ธ.ค.-58	304	117	69	2.59: 1	4.41 : 1
ม.ค.-59	339	125	84	2.71: 1	4.03 : 1
ก.พ.-59	416	147	85	2.82 : 1	4.89 : 1
มี.ค.-59	440	151	91	2.91 : 1	4.83 : 1

จากตารางที่ 1.2 พบว่าหากใช้การเปลี่ยนแม่พิมพ์ด้วยวิธีการเปลี่ยนตามรอบเวลาที่ได้รับคัมบังจากคลังสินค้าต้องมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์มากถึง 151 ครั้งในเดือน มีนาคม 2559 หรือผลิตครบคัมบัง 3 ใบจึงเปลี่ยนแม่พิมพ์ 1 ครั้ง แต่หากใช้วิธีการเปลี่ยนตาม 3 เงื่อนไขที่ได้กล่าวไปข้างต้น ทำให้ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์ในเดือนมีนาคม 2559 เหลือ 91 ครั้ง ลดลงถึง 60 ครั้ง หรือผลิตครบคัมบัง 5 ใบจึงเปลี่ยนแม่พิมพ์ 1 ครั้ง นอกจากนั้นยังสามารถนำมาเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ระหว่างการเปลี่ยนตามรอบเวลารับคัมบังกับการเปลี่ยนตามจริงได้ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 สัดส่วนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ต่อเดือน

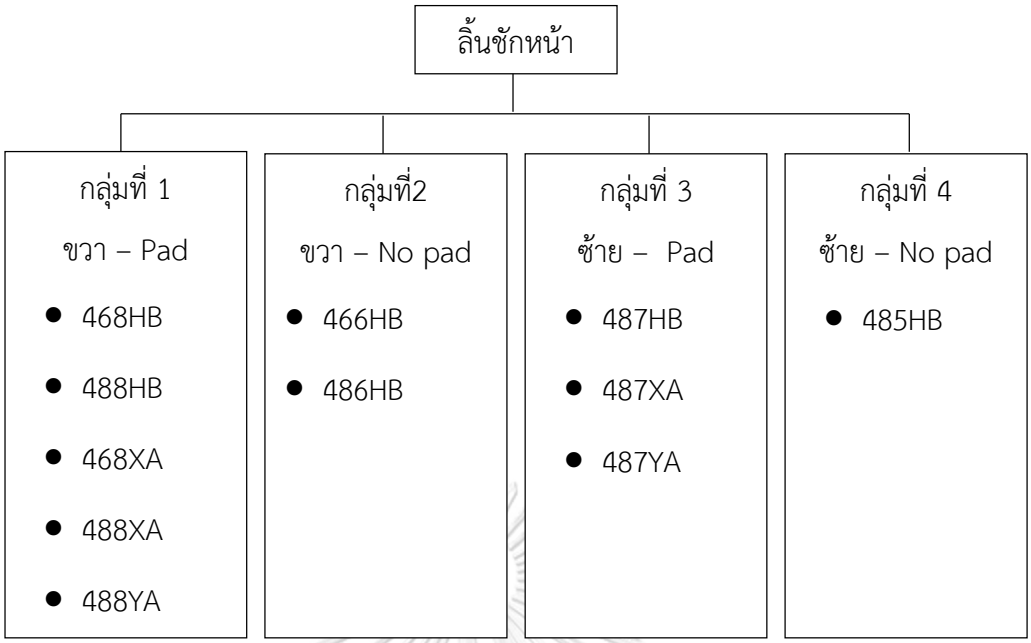


รูปที่ 1.10 เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์

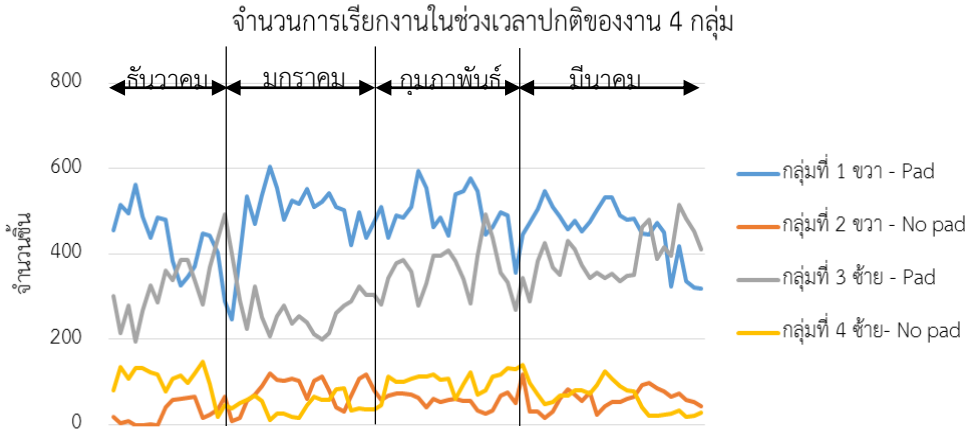
ทั้งนี้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ 1 ครั้งใช้เวลาเปลี่ยน 20 นาที ดังนั้นเมื่อนำจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ทั้ง 2 วิธีการมาคำนวณสามารถแสดงเป็นเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์ได้ดังรูปที่ 1.10

เมื่อนำส่วนต่างของวิธีการเปลี่ยนแม่พิมพ์มาเปรียบเทียบกับ จะพบว่าในเดือน ธันวาคม 2558 ถึงเดือน มีนาคม 2559 ใช้เวลาลดลง 16.00 13.67 20.67 และ 20.00 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งเวลาที่ลดลงของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ทำให้มีกำลังการผลิตงานเพิ่มขึ้นในเดือน ธันวาคม 2558 ถึงเดือน มีนาคม 2559 จำนวน 912 779 1,178 และ 1,140 ชิ้น ตามลำดับ

เมื่อนำลิ้นชักหน้าทั้ง 11 รุ่นมาจัดกลุ่มใหม่ตามชิ้นส่วนการประกอบและรุ่นสำหรับรถขับข้างขวาและสำหรับรถขับข้างซ้าย สามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่มได้ดังรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 การแบ่งกลุ่มตามรุ่นรถยนต์และชิ้นส่วนประกอบ



รูปที่ 1.12 จำนวนการเรียกงานแบ่ง 4 กลุ่ม

เมื่อแบ่งกลุ่มตามรูปแบบด้านบนแล้ว จากนั้นนำข้อมูลการเรียกงานที่ไม่รวมวันล่วงเวลามาแยกวิเคราะห์เป็นกลุ่มดังรูปที่ 1.12 พบว่า กลุ่มที่ 1 รถยนต์ขับข้างขวาและติด Pad มียอดการเรียกงานเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มที่ 3 สำหรับรถยนต์ขับข้างซ้ายและติด Pad สุดท้ายเป็นในส่วนของกลุ่มที่ 2 สำหรับรถยนต์ขับข้างขวาและไม่ติด Pad และกลุ่มที่ 4 สำหรับรถยนต์ขับข้างซ้ายและไม่ติด Pad มียอดการเรียกงานใกล้เคียงกัน

1.3 วัตถุประสงค์

ปรับปรุงจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้าที่ใช้ระหว่างแผนกประกอบกับคลังสินค้าและจัดลำดับการขึ้นผลิตงาน

1.4 ขอบเขตในการดำเนินงาน

- ดำเนินการระหว่างหน่วยงานประกอบและหน่วยงานคลังสินค้า
- ดำเนินการแก้ไขเฉพาะคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้า
- พิจารณาระยะเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์และการประกอบงาน
- พิจารณาจำนวนและขนาดบรรจุของบรรจุภัณฑ์ที่ใส่ชิ้นงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถออกแบบคัมบังและบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมได้
- เป็นแนวทางในการเปลี่ยนแม่พิมพ์งานลิ้นชักหน้า
- สามารถตอบสนองต่อการเรียกงานที่ต้องมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์ได้

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.6.1 ศึกษาวิธีการคำนวณคัมบัง จำนวนคัมบังที่ใช้ และระบบการผลิตงานลิ้นชักหน้าในปัจจุบัน

1.6.2 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยใช้คัมบัง การจัดตารางการผลิตงาน

1.6.3 ออกแบบการทดลอง จำนวนคัมบังและจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการผลิต

1.6.4 ทดลองโดยใช้โปรแกรม Arena ในการทดสอบเงื่อนไขต่างๆที่กำหนดขึ้น

1.6.5 กำหนดเงื่อนไขที่ดีที่สุดในการประกอบงาน

1.6.6 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

1.6.7 จัดทำรายงานผลการดำเนินงาน

1.6.8 นำเสนอผลงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับในการวางแผนการผลิตลิ้นชักหน้าของสายการประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ มีความเกี่ยวข้องกับ 2 เรื่องสำคัญคือ ระบบการผลิต และ จำนวนของคัมบัง

2.1 ระบบการผลิต (Production System หรือ Manufacturing System)

ระบบการผลิตคือการใช้ปัจจัยการผลิตที่ป้อนเข้า (Input) ผ่านกระบวนการต่างๆ (Process) เพื่อแปรรูปให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ (Output) สามารถเขียนเป็นขั้นตอนอย่างง่ายได้ตามรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิตเบื้องต้น

2.1.1 ประเภทของระบบการผลิต

ประเภทของระบบการผลิตแบ่งได้ 3ประเภท **[1]**

1. แบ่งตามข้อกำหนดผลิตภัณฑ์

   - การผลิตแบบตามสั่ง (Job Shop)

     การผลิตรูปแบบนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์สูง โดยชนิดและปริมาณการผลิตนั้นเป็นไปตามที่ลูกค้าสั่ง ส่วนใหญ่เป็นการผลิตปริมาณไม่มาก ลักษณะกระบวนการผลิตประกอบด้วยเครื่องจักรเอนกประสงค์

   - การผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Stock Production)

     มักเป็นชิ้นงานที่มีปริมาณการผลิตสูง มีรุ่นในการผลิตไม่มากนัก โดยกระบวนการประกอบด้วยเครื่องจักรลักษณะพิเศษ ซึ่งมีความสามารถในการผลิตได้ตามคุณลักษณะสูง แม่นยำ และรวดเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. แบ่งตามปริมาณการผลิต
    - การผลิตปริมาณน้อย เช่นการผลิตเป็นครั้งคราว (Job) หรือการดำเนินงานแบบโครงการ (Project)
    - การผลิตปริมาณปานกลาง คือ การผลิตแบบเป็นช่วง (Intermittent) หรือการผลิตเป็นรุ่น (Lot or Batch) การผลิตแบบทำตามสั่ง (Repeat)
    - การผลิตปริมาณมาก ได้แก่การผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Production) การผลิตแบบสายการประกอบ(Assembly Line Production) หรือการผลิตปริมาณมาก (Mass Production)
3. แบ่งตามการผลิตแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง
    - การผลิตแบบต่อเนื่อง เป็นการผลิตแบบอุปกรณ์และกระบวนการเป็นมาตรฐานไม่ยืดหยุ่นมาก มีการวางผังโรงงานตามขั้นตอนการปฏิบัติงานของผลิตภัณฑ์ (Product Layout) มีสายการประกอบรวม
    - การผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง อุปกรณ์และกระบวนการผลิตมีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับเปลี่ยนได้ง่าย ทำให้มีการจัดเก็บงานระหว่างผลิต (Work in Process) จำนวนมาก จึงต้องมีพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง การวางผังโรงงานเป็นไปตามกระบวนการผลิต (Process Layout)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.2 กลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ [2]

การเลือกกลยุทธ์ในการผลิตผลิตภัณฑ์ ขึ้นอยู่กับช่วงเวลานำในการส่งมอบผลิตภัณฑ์นั้น รวมถึงลักษณะและกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ ซึ่งต้องสามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ได้ตรงตามปริมาณ เวลา และคุณภาพที่กำหนด โดยกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์สามารถแบ่งได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

- การผลิตเพื่อสต็อก (Make to Stock) ผลิตภัณฑ์จะถูกผลิตล่วงหน้าไว้ก่อนแล้วเก็บไว้ในคลังสินค้า เมื่อได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า ผลิตภัณฑ์จะถูกจัดส่งให้กับลูกค้าด้วยระยะเวลาที่รวดเร็วโดยทั่วไปมักเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรุ่นน้อย มีการผลิตเป็นมาตรฐาน อย่างไรก็ตามการผลิตเก็บไว้ในคลังสินค้าส่งผลให้มีต้นทุนในการจัดเก็บที่มากกว่า

รูปแบบอื่นๆ ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมระดับของสินค้าคงคลังสูงสุดและต่ำสุดไว้เพื่อไม่ให้มีสินค้าคงคลังเหลือในคลังสินค้ามากเกินไป

- การผลิตตามสั่ง (Make to Order) กระบวนการผลิตจะเกิดขึ้นต่อเมื่อผู้ผลิตได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าแล้ว กลยุทธ์การผลิตนี้มักใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายและปริมาณการสั่งซื้อไม่มาก ไม่มีการจัดเก็บเป็นสินค้าคงคลังเนื่องต้นทุนในการจัดเก็บ แต่หากจำเป็นต้องมีการจัดเก็บแล้วจะเก็บในจำนวนไม่มาก ลักษณะของผลิตภัณฑ์มักมีรูปแบบเฉพาะ ขึ้นอยู่กับการออกแบบของลูกค้า การผลิตรูปแบบนี้เวลาในการส่งมอบงานถือว่ามีความสำคัญต่อความเชื่อมั่นของลูกค้า
- การประกอบตามสั่ง (Assembly to Order) เป็นกลยุทธ์การผลิตที่ผลิตตามคำสั่งที่ผสมผสานระหว่างการผลิตเพื่อสต็อกและการผลิตตามคำสั่ง มุ่งเน้นการส่งมอบผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่มีความหลากหลายและคุณภาพที่สูงด้วยราคาที่แข่งขันได้ โดยจะมีการจัดเก็บชิ้นส่วนย่อยต่างๆไว้ในคลังสินค้า เมื่อมีคำสั่งซื้อจากลูกค้าจึงสามารถนำชิ้นส่วนต่างๆมาประกอบได้อย่างรวดเร็ว ถือเป็นการลดเวลานำในการผลิตและสามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าได้ในระยะเวลาสั้นๆ

2.2 คัมบัง (KANBAN)

ระบบคัมบัง มีรากฐานมาจาก ระบบการจัดการสินค้าคงคลังด้วยวิธีจุดสั่งซ้ำ (Reordering Point Method) คือกำหนดให้มีการผลิตชิ้นส่วนซ้ำๆด้วยปริมาณเดิมในแต่ละครั้งเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงถึงระดับที่กำหนด เพื่อผลิตชดเชยชิ้นส่วนที่ถูกดึงออกไป ด้วยวิธีการนี้คัมบังจึงไม่เหมาะกับงานที่มีปริมาณการเรียกที่แตกต่างกันมาก ดังนั้นถือได้ว่าคัมบังได้เปลี่ยนจากการผลิตงานแบบผลัก ซึ่งมักจะผลิตในปริมาณมากหรือผลิตเป็นก้อนใหญ่ทำให้เกิดการผลิตมากเกินความจำเป็นได้นั้น ไปสู่ระบบการผลิตแบบดึงเพื่อสินค้าไปเติมเต็มตามปริมาณที่ขายไปเท่านั้น โดยดึงสินค้าไปเติมเต็มสินค้าคงคลังที่ถูกขายไป ทำให้สามารถลดการผลิตมากเกินจำเป็นและยังสามารถแบ่งผลิตงานในปริมาณที่น้อยลงได้ เสมือนเป็นการกำหนดระดับของสินค้าคงคลังที่ต้องจัดเก็บ

คัมบังมีลักษณะเป็นป้ายหรือสัญญาณที่นำไปใช้ในระบบดึง โดยที่คัมบังหนึ่งใบจะมีการบ่งบอกชิ้นส่วนหรือส่วนประกอบย่อยและจำนวน รวมถึงระบุว่าคัมบังใบนั้นมาจากไหน และจะส่งไปที่ไหนเพื่อให้ผู้ผลิตทราบ เปรียบเสมือนเป็นการส่งสัญญาณการผลิตจากกระบวนการปลายทางสู่กระบวนการต้นทาง โดยเชื่อมโยงแต่ละกระบวนด้วยคัมบังประเภทต่างๆ โดยหลักการของระบบคัม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บังนั้นกระบวนการปลายทางจะต้องเบิกเฉพาะชิ้นส่วนที่ต้องการ ในปริมาณที่ต้องการ เฉพาะเวลาที่ต้องการเท่านั้น

2.2.1 ประเภทของคัมบัง [3]

คัมบังสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ คัมบังขนส่ง และ คัมบังการผลิต

1. คัมบังขนส่ง คือ คัมบังที่จะใช้เพื่อบอกว่าชิ้นส่วนต่างๆจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังสายการผลิต โดยจะระบุว่าชิ้นส่วนนั้นถูกส่งมาจากไหน และกำลังจะส่งไปที่ใดอีกด้วย โดยคัมบังขนส่งนั้นมี 2 ชนิด คือ
   - คัมบังผู้จัดส่งวัตถุดิบ หรือคัมบังสั่งซื้อชิ้นงาน (Supplier Kanban or Parts-ordering Kanban) เป็นคัมบังที่ทางโรงงานจะใช้เบิกหรือสั่งซื้อวัตถุดิบจากร้านค้าเพื่อให้ร้านค้าเข้ามาส่งวัตถุดิบในโรงงานตามจำนวนและปริมาณที่ต้องการ
   - คัมบังเบิก (Withdrawal Kanban) เป็นคัมบังที่ใช้ภายในโรงงาน โดยใช้เบิกวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนต่างๆเพื่อเข้ามาเติมเต็มสินค้าคงคลังในแผนกของตนเองที่ได้ผลิตส่งออกไป
2. คัมบังการผลิต คือ คัมบังที่ใช้สั่งผลิตชิ้นงานที่ได้มีการส่งไปให้กระบวนการก่อนหน้า โดยคัมบังสั่งผลิตมี 2 ชนิด
   - คัมบังสั่งผลิต (Production-ordering Kanban) เป็นคัมบังที่ใช้ให้กระบวนก่อนหน้านั้นผลิตชิ้นงานเข้าไปให้ ตามจำนวนที่ระบุไว้บนคัมบัง
   - คัมบังสัญญาณ (Signal Kanban) เป็นคัมบังที่ใช้ในกระบวนการที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร เพื่อส่งสัญญาณให้ปรับเปลี่ยนเครื่องจักรตามลำดับของคัมบังการผลิต

2.2.2 กฎของคัมบัง

การผลิตด้วยระบบคัมบังพนักงานทุกคนจำเป็นต้องปฏิบัติตามกฎในการใช้คัมบังอย่างเคร่งครัดเพื่อให้คัมบังสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกฎของคัมบังมีดังนี้

- กระบวนการปลายทางเบิกชิ้นส่วนที่ต้องการจากกระบวนการต้นทาง

  โดยเปลี่ยนจากการผลักงานให้กระบวนการปลายทางในจำนวนมากเป็นการเบิกงานจากกระบวนการปลายทางตามปริมาณที่ถูกเบิกออกไปเท่านั้น ซึ่งจะเบิกเฉพาะ

ชิ้นส่วนที่คัมบังระบุ โดยคัมบังจะต้องติดไปกับทุกชิ้นงาน ทั้งนี้ห้ามเบิกชิ้นส่วนหรือขนย้ายโดยปราศจากคัมบัง

- กระบวนการต้นทางผลิตเฉพาะสิ่งที่ถูกเบิกไปเท่านั้น

  เมื่อกระบวนการต้นทางได้รับคัมบังจากกระบวนการถัดไปแล้ว จะต้องผลิตงานทดแทนตามลำดับของคัมบังที่ได้รับ และต้องผลิตตามจำนวนคัมบังที่ได้รับเท่านั้น

- ส่งเฉพาะชิ้นส่วนที่ไร้ข้อบกพร่องไปยังกระบวนการปลายทางเท่านั้น

  ในการผลิตชิ้นส่วนต้องส่งเฉพาะชิ้นส่วนที่ไร้ข้อบกพร่องให้กระบวนการปลายทางเท่านั้น หากพบของเสียต้องหยุดผลิตและแก้ไขทันที เพื่อไม่ให้มีชิ้นส่วนที่ไร้ข้อบกพร่องส่งไปยังกระบวนการถัดไป

- จัดทำการปรับเรียบ

  การปรับเรียบการผลิต (Production Leveling) หรือการปรับภาระงาน (Load Smoothing) เพื่อกำจัดความแปรปรวนในกระบวนการผลิต เนื่องจากระบบคัมบังไม่เหมาะสมกับชิ้นงานที่มีความแปรปรวนในการเรียกสูง การปรับเรียบการผลิตทำให้สามารถผลิตงานเป็นชุดเล็กๆในปริมาณน้อยได้ราบรื่น

- จำนวนคัมบังค่อยๆถูกลดลงทีละน้อยไปเรื่อยๆ

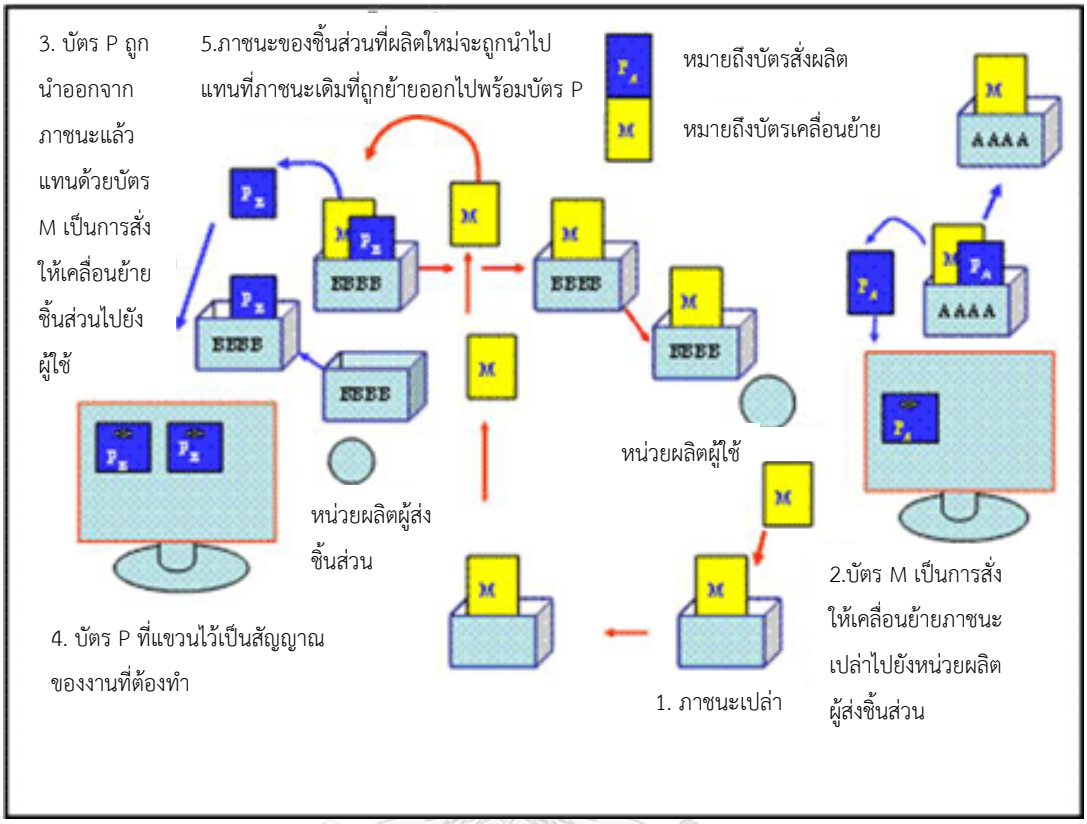
  การลดจำนวนคัมบังลงเพื่อให้ค้นพบปัญหา เนื่องจากการลดคัมบังให้น้อยลงถือว่าเป็นการลดการจัดเก็บสินค้าคงคลังให้น้อยลงไปทำให้เวลานำในการผลิตลดลง ดังนั้นจะสามารถเห็นปัญหาและสิ่งที่ต้องปรับปรุงได้ง่ายขึ้น

Chulalongkorn University

2.2.3 การหมุนเวียนของคัมบัง

การหมุนเวียนของระบบคัมบัง 2 ใบ คัมบังแรกคือคัมบังสั่งผลิตซึ่งแทนด้วยคัมบัง P ส่วนคัมบังใบที่สองคือคัมบังเบิกหรือขนย้ายชิ้นส่วนแทนด้วยคัมบัง M โดยการหมุนเวียนของคัมบังทั้ง 2 ประเภทสามารถอธิบายได้จากรูปที่2.2 เป็นการหมุนเวียนคัมบังระหว่าง 2 กระบวนการ โดยเมื่อกระบวนปลายทางถูกเบิกสินค้าคงคลังออกไป ทำให้เหลือแต่บรรจุภัณฑ์เปล่าและใบคัมบัง M กระบวนการปลายทางจะนำคัมบัง M พร้อมบรรจุภัณฑ์เปล่า เคลื่อนย้ายไปยังกระบวนการต้นทางเพื่อเบิกชิ้นงานมาเติมเต็ม เมื่อถึงกระบวนการต้นทางจะแลกบรรจุภัณฑ์เปล่ากับบรรจุภัณฑ์ที่มีงานพร้อมนำคัมบัง P ที่ติดอยู่กับกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีงานไปใส่ในตู้คัมบังเพื่อสั่งผลิตชิ้นงานใหม่มาเติมเต็มชิ้นงานที่ถูกเบิกไป เมื่อกระบวนการต้นทางพบคัมบัง P ในตู้คัมบังจะนำคัมบังนั้นไปสั่งผลิตตามลำดับ

ของการวางคัมบังเพื่อทดแทนชิ้นงานที่ถูกเบิกไป โดยจะหมุนเวียนคัมบังทั้ง 2 ประเภทต่อเนื่องไปเรื่อยๆ จนถึงกระบวนการผลิตต้นน้ำ



รูปที่ 2.2 การหมุนเวียนของระบบคัมบัง 2 ใบ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบ JIT **[4]** ได้รับการพัฒนามาจากบริษัทโตโยต้าประเทศญี่ปุ่น ซึ่งถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ด้วยการควบคุมจังหวะ และการไหลของชิ้นงาน ด้วยหลักการผลิต 3 ข้อ คือ ผลิตเฉพาะสินค้าที่ต้องการ ตามปริมาณที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องการ[5] ซึ่งช่วยให้ไม่ผลิตสินค้ามากเกินความจำเป็น ที่ส่งผลกระทบต่อสินค้าคงคลัง และมูลค่าการจัดเก็บ รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดสินค้าคงคลังที่ไม่มีการเคลื่อนไหว (Dead Stock) โดยกลไลที่ใช้ในการควบคุมการผลิตและควบคุมสินค้าคงคลังใน ระบบ JIT พอดีคือคัมบัง คัมบังถูกใช้ในการแลกเปลี่ยนสินค้าคงคลังและการผลิตด้วยการติดหรือไม่ติดที่ชิ้นงาน การจัดการจำนวนของคัมบังที่ใช้ในระบบถือเป็นอีกหนึ่งหัวข้อสำคัญที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนข้อมูลในการผลิตระหว่างแผนกและยังคงรักษาปริมาณสินค้าคงคลังน้อยที่สุดที่ต้องมี Monden ได้ประยุกต์ใช้ Little's law โดยการกำหนด ปัจจัยด้านความปลอดภัยของอัตราความต้องการ (Safety Factor Demand Rate) ช่วงเวลานำ (Lead Time) และ ขนาดบรรจุที่เหมาะสม

(container capacity) อย่างไรก็ตามคัมบังถือเป็นเครื่องมือช่วยควบคุมจังหวะและการไหลของการผลิตงาน ดังเช่น [4] การศึกษาและปรับการออกแบบระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์สำหรับกระบวนการจัดเตรียมการผลิตซีลยาง ให้สามารถส่งยางไปทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ได้อย่างทันเวลาถูกต้องและครบถ้วน ทั้งนี้เมื่อมีการนำคัมบังไปใช้จะถือเป็นการส่งสัญญาณการเติมเต็มไปยังกระบวนการต้นทางเพื่อให้ส่งงานไปเติมเต็มสินค้าคงคลังของแผนกที่เบิกและกระบวนการนั้นต้องผลิตงานมาเติมเต็มสินค้าคงคลังที่ถูกเบิกไป

การวางแผนการผลิต เป็นเครื่องมือที่นำมาช่วยในการจัดการ รวมถึงการตัดสินใจและการวางแผนการใช้ทรัพยากรต่างๆให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในเรื่องของการดำเนินการผลิต การจัดสรรทรัพยากร การมอบหมายงาน และการจัดลำดับการผลิตให้เป็นไปตามแผนที่ได้วางไว้ ทั้งในเรื่องของเวลา ปริมาณ คุณภาพ และค่าใช้จ่าย ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุด โดยงานวิจัยเรื่องการออกแบบระบบการวางแผนการผลิตตามคำสั่งซื้อสำหรับโรงงานเครื่องนุ่งห่มของ หัทยา สุทธิจรัสโรจน์ [6] ได้นำเสนอการวางแผนการผลิตเพื่อใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพ มีต้นทุนต่ำ ลดเวลาและความผิดพลาดขึ้นโดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ

1) การรับข้อมูลและประมวลข้อมูลเบื้องต้น

2) การตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น

3) การลองการมอบหมายให้แก่โรงงานและวางแผนการผลิตโดยไม่มีการทำล่วงเวลา

4) การมอบหมาย และวางแผนการผลิตโดยมีการทำงานล่วงเวลา

5) เปรียบเทียบผลวางแผนการผลิตทดลอง และสรุปผล

นอกจากนั้นแล้วยังมีงานวิจัยของ ชนกพร เกษรา [7] ได้ศึกษาเรื่องการจัดตารางการผลิตในขั้นตอนการเย็บสำหรับโรงงานผลิตเครื่องนุ่งห่ม โดยผ่านการเย็บเป็น 2 ขั้นตอนต่อเนื่องกัน คือ ขั้นตอนการเย็บชิ้นส่วนและขั้นตอนการเย็บประกอบ ซึ่งทุกงานต้องผ่านการเย็บชิ้นส่วนก่อนจึงเริ่มเย็บประกอบได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบสำหรับจัดตารางการผลิตในขั้นตอนการเย็บ เพื่อลดจำนวนงานสายและเวลาติดตั้งเครื่องจักร กระบวนการจัดตารางการผลิตแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1) การจัดลำดับงานเบื้องต้นเพื่อลดขอบเขตจำนวนงานที่ต้องนำมาพิจารณา โดยประยุกต์ใช้กฎความสำคัญในการจัดลำดับงานที่สอดคล้องกับเงื่อนไขของการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) การมอบหมายและจัดตารางการผลิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้จำนวนงานสายมีค่าน้อย และแทรกงานไปยังลำดับงานที่เหมาะสมของทีมผลิตอื่น เพื่อให้ภาระงานของทีมแต่ละทีมมีความสมดุลกัน

3) การตรวจสอบและปรับปรุงตารางการผลิต เป็นการปรับปรุงซึ่งนำคำตอบที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาดำเนินการเพื่อลดจำนวนงานสายให้เหลือน้อยที่สุด โดยแบ่งงานและเพิ่มชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา

ผลลัพธ์ของงานวิจัยสามารถบอกได้ว่าทีมไหนต้องผลิตอะไรบ้างและแต่ละงานมีเวลาเริ่มและเสร็จเมื่อใด และงานวิจัยเรื่องการสร้างแบบจำลองสถานการณ์และการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบคัมบังสำหรับการรีดเหล็กของ Wang และ Sun [8] ได้เสนอแนวทางการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมออกแบบเพื่อหาจำนวนคัมบังที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งผลของงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองของระบบการผลิตโดยใช้คัมบังสามารถสร้างความสะดวกโดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์โดยใช้รูปแบบการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปฏิบัติการการจำลอง ซึ่งได้รับจำนวนคัมบังที่เหมาะสมที่สุดของระบบคัมบัง ผลลัพธ์ยังแสดงให้เห็นถึงการลดลงของชิ้นงานระหว่างกระบวนการและสินค้าคงคลังอย่างเห็นชัด นอกจากนั้นเทคนิคการจำลองสถานการณ์ยังช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการที่ต้องนำสถานการณ์ไปใช้จริงได้นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยเรื่องการออกแบบของระบบคัมบังในผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายบนพื้นฐานการวิเคราะห์คอขวด ของ Huang, Gao, Qian, Tang, และ Wang [9] กล่าวว่าระบบคัมบังเป็นปรัชญาซึ่งมีบทบาทสำคัญในระบบการผลิตที่หลากหลาย[10] การออกแบบคัมบังอยู่ที่การเลือกเกณฑ์การประเมินที่สำคัญทั้ง 2 หัวข้อคือจำนวนของคัมบังและปริมาณการผลิต ในงานวิจัยนี้เป็นการจำลองของระบบคัมบังบัตรเดียวที่สามารถแยกประเภทความแตกต่างของผลิตภัฑณ์กับความต้องการที่แตกต่าง ซึ่งมีการพัฒนาและวิเคราะห์จำนวนของคัมบังรวมถึงปริมาณการผลิตในแต่ละสถานีการทำงาน โดยเกณฑ์การประเมินทั้ง 2 หัวข้อนั้นใช้การถ่วงน้ำหนักของความล่าช้าและชิ้นงานระหว่างกระบวนการในการประเมิน ซึ่งการวิเคราะห์คอขวดได้ถูกนำมาใช้วิเคราะห์ในครั้งนี้ ผลการทดลองสามารถนำไปแก้ไขปัญหานี้ได้ซึ่งสามารถหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการออกแบบคัมบังได้ Monden [11] ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎี Little’s Law ในการหาค่าความปลอดภัยที่เหมาะสม อัตราความต้องการ เวลานำในการผลิตและขนาดของบรรจุภัณฑ์ นอกจากนั้นแล้ว Philipoom, Rees, Taylor, และ Huang [12] ได้เสนอวิธีการโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อวิเคราะห์หาจำนวนคัมบังที่เหมาะสมในสายการผลิตผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย มีนักวิจัยส่วนน้อยที่ให้ความสนใจในการศึกษาหรือค้นคว้าเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของเวลาในกระบวนการผลิตเช่นเดียวกับการศึกษาในเรื่องของเวลาในการติดตั้งและการจัดลำดับของคัมบัง ในการศึกษาจากประสบการณ์หรือการทดลอง [13] พบว่ามี 4 ตัวแปรที่ส่งผลต่ออัตราของจำนวนคัมบัง การเปลี่ยนแปลงของเวลาในกระบวนการ

อรรถประโยชน์ของเครื่องจักรและความต่อเนื่องของเวลาในกระบวนการ และผู้อ่านที่สนใจในเนื้อหาสามารถนำไปใช้แนวทางในการปฏิบัติเพื่อออกแบบคัมบังและหัวข้อในการจัดการโดยอ้างอิงจากงานวิจัย

ระบบการผลิตแบบทันต่อเวลาของงานลิ้นชักหน้าในสายการประกอบสามารถแบ่งประเภทของคัมบัง 1 ใบโดยใช้ประเภทของผลิตภัณฑ์และขนาดของแถวคอยด้วยระบบการผลิตที่คล้ายคลึงกับการจำลองในระบบ Tayfur และ Goang [14] ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการระบุความหลากหลายประเภทของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยฉบับนี้จะนำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดไปประยุกต์ใช้ในบทต่อไปถัดไปเพื่อใช้เป็นแนวทางในการอ้างอิง

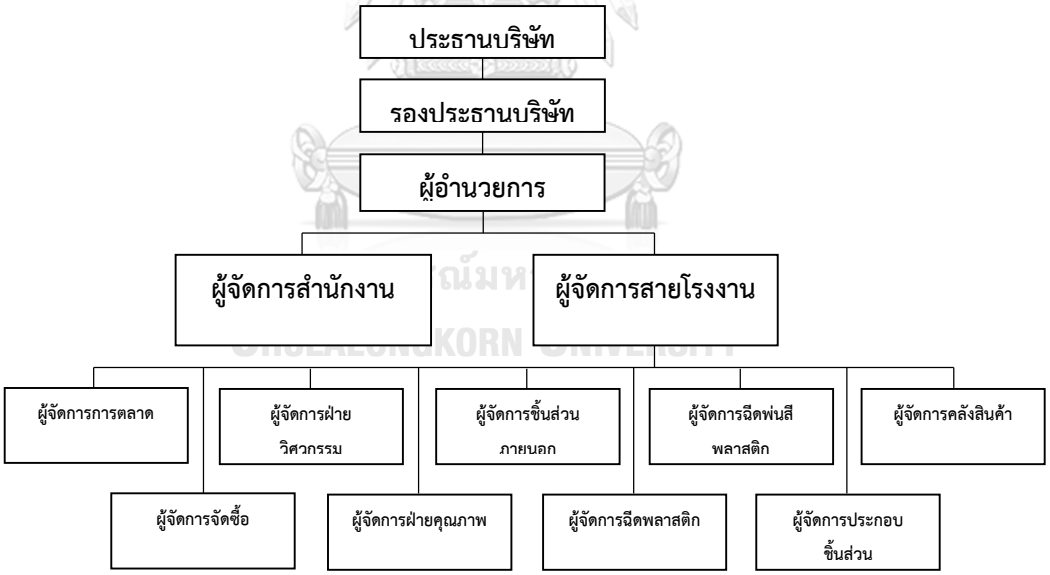
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
การศึกษาการดำเนินงานและสภาพทั่วไปของโรงงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงสภาพทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา ชิ้นงานที่ศึกษา รวมถึงกระบวนการผลิตชิ้นงาน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการวิเคราะห์ปัญหา

3.1 สภาพทั่วไปโรงงาน

โรงงานกรณีศึกษาตั้งอยู่ในนิคมแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี เป็นโรงงานผลิตและขึ้นรูปชิ้นส่วนทั้งภายในและภายนอกของรถยนต์ อาทิ เช่น กันชน ประตู คอนโซล ในอดีตผลิตทั้งชิ้นส่วนเหล็กและพลาสติก แต่ในปัจจุบันได้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการบริหารงานจึงแยกโรงงานเหล็ก และ โรงงานพลาสติกออกจากกัน ทำให้ปัจจุบัน โรงงานรับผลิตเฉพาะชิ้นส่วนพลาสติก มีทุนจดทะเบียน 500 ล้านบาท โดยมีแผนผังองค์กรการบริหารงานดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการบริหารองค์กร

3.1.1 สินค้า

ชิ้นส่วนพลาสติกที่ผลิตมีทั้งภายในและภายนอกของรถยนต์ โดยผ่านกระบวนการฉีดขึ้นรูปจากเครื่องฉีดพลาสติกตั้งแต่ขนาด 450 ตันไปจนถึง 2500 ตัน ซึ่งแบ่งเป็น 5 กลุ่มผลิตภัณฑ์ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ชิ้นส่วนพลาสติกภายในรถยนต์ส่วนหน้า คือชิ้นส่วนพลาสติกที่ประกอบอยู่ภายในรถ ในส่วนด้านหน้าของผู้ขับหรือผู้โดยสาร เช่น

INSTRUMENT PANEL

BEZEL METER

GLOVE BOX

PLUG AIR BAG

รูปที่ 3.2 ชิ้นส่วนพลาสติกภายในรถยนต์ส่วนหน้า

- กลุ่มที่ 2 ชิ้นส่วนพลาสติกภายในรถยนต์ส่วนกลาง คือชิ้นส่วนพลาสติกที่ประกอบอยู่ตรงส่วนกลางระหว่างที่นั่งของคนขับและคนโดยสารด้านหน้า เช่น

Floor console Front

Floor console Rear

รูปที่ 3.3 ชิ้นส่วนพลาสติกภายในรถยนต์ส่วนกลาง

- กลุ่มที่ 3 ประตู คือ ชิ้นส่วนพลาสติกที่ประกอบติดประตูของรถยนต์ทั้งประตูด้านหน้า ด้านข้าง รวมไปถึงประตูด้านหลังของรถยนต์ เช่น

TRIM ASSY FR DOOR (P/W) LH/RH (D/CAB)

TRIM ASSY RR DOOR (P/W) LH/RH

รูปที่ 3.4 ชิ้นส่วนพลาสติกส่วนประตูรถยนต์

- กลุ่มที่ 4 ชิ้นส่วนพลาสติกภายในอื่นๆ คือชิ้นส่วนพลาสติกที่ประกอบภายในรถยนต์ที่นอกเหนือจากกลุ่มที่ 1 ถึง กลุ่มที่ 3 เช่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

TRIM CTR PLR LWR LH/RH

TRIM FR PLR LH/RH

รูปที่ 3.5 ชิ้นส่วนพลาสติกภายในรถยนต์

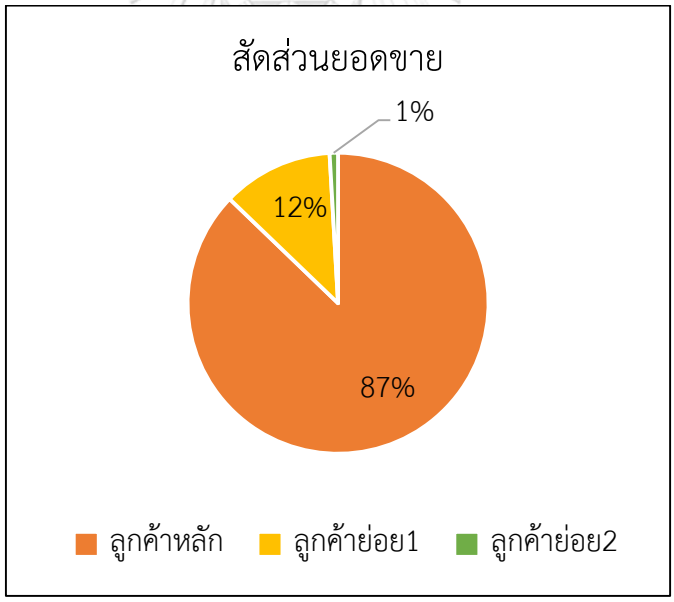
- กลุ่มที่ 5 ชิ้นส่วนพลาสติกภายนอก คือ ชิ้นส่วนพลาสติกที่ประกอบด้านนอกของรถยนต์

FACE FR BUMPER SHROUD RADIATOR

รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วนพลาสติกภายนอกรถยนต์

3.1.2 ลูกค้า

โรงงานกรณีศึกษามีลูกค้าหลักเป็นโรงงานประกอบรถยนต์รายหนึ่ง นอกจากนั้นแล้ว ยังรับผลิตชิ้นส่วนพลาสติกอื่นๆให้กับบริษัทประกอบรถยนต์รายอื่น ซึ่งสามารถแบ่งยอดขายตามจำนวนคันของลูกค้าได้ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 สัดส่วนยอดขายตามจำนวนคันแบ่งตามลูกค้า

3.1.3 การจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้า

เนื่องจากอุตสาหกรรมการประกอบรถยนต์มีระบบการผลิตแบบทันต่อเวลาดังนั้นโรงงานประกอบรถยนต์ นำระบบนี้มาประยุกต์ใช้ในการเรียกชิ้นส่วนเพื่อให้มีเพียงพอในการประกอบตามจำนวนที่ต้องการเท่านั้น โดยการเรียกงานจากลูกค้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบดังนี้

- การเรียกงานแบบลอต

เป็นการเรียกงานที่แบ่งการส่งงานออกเป็นรอบ มีการส่งงานให้ลูกค้าในปริมาณมาก ส่วนมากเป็นชิ้นงานที่มีขนาดเล็ก เช่น แผงช่องปรับอากาศ กระจังหน้ารถยนต์ ซึ่งลูกค้าสามารถนำชิ้นงานไปจัดเก็บในคลังสินค้าของตนเองได้ เนื่องจากใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อย ลูกค้าทั้ง 3 รายมีการเรียกงานแบบลอตทั้งหมด และจากรูปแบบการเรียกงานของลูกค้าในรูปแบบนี้ทำให้การสั่งผลิตงานจะเป็นการสั่งผลิตในปริมาณมาก กระบวนการสั่งผลิตของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อตอบสนองต่อการเรียกงานแบบลอต มีการกำหนดรอบเวลาในการผลิตดังนี้ แผนกคลังสินค้าต้องนำคัมบังให้แผนกผลิตในเวลา 10:00 น. ของทุกวัน และมีการสั่งผลิตล่วงหน้า 2 วัน เช่น หากต้องส่งงานให้ลูกค้าวันพุธ แผนกคลังสินค้าวางคัมบังให้แผนกผลิตในวันจันทร์เวลา 10:00 น. และแผนกผลิตต้องส่งชิ้นงานสำเร็จรูปให้แผนกคลังสินค้าไม่เกินเวลา 10:00 น. ของวันอังคาร หากมีชิ้นงานสำเร็จรูปที่ยังส่งเข้าไม่ครบตามคัมบังถือว่ากระบวนการผลิตล่าช้า (Delay)

- การผลิตแบบตามรุ่นรถยนต์ของโรงงานประกอบรถยนต์

การเรียกงานรูปแบบนี้ ใช้กับการเรียกงานของลูกค้าหลักเท่านั้น ลูกค้ามีการยืนยันยอดการเรียกชิ้นงานทุกๆ 10 วันผ่านแผนกวางแผนเพื่อให้โรงงานทราบยอดชิ้นงานทั้งหมดที่ต้องการในแต่ละวัน จากนั้นในการเรียกงานจริงแต่ละวันลูกค้าเรียกงานโดยส่งข้อมูลสินค้าที่ต้องการ เชื่อมต่อทางอิเล็กทรอนิกส์ ส่งข้อมูลมายังโรงงานทุกชั่วโมงตามรุ่นรถยนต์ที่โรงงานประกอบของลูกค้าขึ้นผลิตในชั่วโมงนั้น โดยทางแผนกจัดส่งจะจัดสินค้าที่ลูกค้าต้องการในแต่ละรอบขึ้นรถด่วน และใช้เวลาในการจัดเตรียมงานไม่เกิน 1 ชั่วโมง เพื่อให้ทันต่อการส่งงานไปยังโรงงานประกอบของลูกค้า ชิ้นงานที่เรียกแบบนี้ มักเป็นชิ้นงานขนาดใหญ่ หรือชิ้นงานขนาดเล็กแต่มีหลายรุ่นการผลิต อาทิเช่น แผงประตู ที่วางแขน ลิ้นชักหน้า เป็นต้น ซึ่งลูกค้าไม่มีการจัดเก็บเป็นสินค้าคงคลังภายในพื้นที่เนื่องจากต้องจัดเก็บชิ้นงานหลากหลายและใช้พื้นที่มาก การเรียกงานรูปแบบนี้โรงงานจะมีกระบวนการสั่งผลิต เริ่มต้นจากแผนกคลังสินค้าวางคัมบังของชิ้นงานที่ถูกขายหมดแล้วให้แผนกผลิตทุกๆ 2 ชั่วโมงเพื่อผลิตเติมเต็มในส่วนที่ขายไป

3.1.4 ระบบการผลิตในโรงงาน

โรงงานมีการนำระบบการผลิตแบบลีน มาใช้ในการผลิต และใช้คัมบังในการเบิกชิ้นส่วนและสั่งผลิตชิ้นงาน โดยคัมบังที่ใช้ในโรงงานแบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 ประเภทตามสีดังนี้

- คัมบังสีฟ้า

คัมบังที่แผนกเก็บชิ้นส่วนภายนอก ใช้เบิกชิ้นส่วนกับร้านค้า โดยจะมีการระบุรอบการเรียกงานบนคัมบังเพื่อให้ร้านค้าสามารถมาส่งงานได้ตรงตามจำนวนที่ต้องการ ในรอบเวลาและวันที่ต้องการ

- คัมบังสีเหลือง

คัมบังที่ใช้เบิกทั้งชิ้นส่วนหลักและชิ้นส่วนย่อย ใช้ระหว่าง 3 แผนก คือ แผนกเก็บชิ้นส่วนภายนอก แผนกเก็บชิ้นส่วนภายใน และแผนกผลิต ซึ่งการจัดเก็บชิ้นส่วนหลักจะถูกจัดเก็บที่แผนกเก็บชิ้นส่วนภายในและทางแผนกผลิตจะวางคัมบังเบิกชิ้นส่วนหลักจากแผนกเก็บชิ้นส่วนภายใน ซึ่งมีรอบการเบิกทุกชั่วโมง เพื่อเตรียมงานสำหรับผลิตในชั่วโมงถัดไป โดยไม่มีการเก็บชิ้นงานคงคลังไว้ในพื้นที่ ส่วนในการเบิกชิ้นส่วนย่อยนั้น แผนกผลิตจะวางคัมบังเบิกทุก 2 ชั่วโมงให้กับแผนกเก็บชิ้นส่วนภายนอก ตัวอย่างเช่น คัมบังที่วางเบิกรอบ 8:00 น. จะได้รับชิ้นส่วนย่อยตอน 10:00 น. ทั้งนี้ในแผนกผลิตเองจะมีการเก็บชิ้นส่วนย่อยเป็นชิ้นส่วนคงคลังข้างสายการผลิต โดยคำนวณปริมาณการเก็บชิ้นส่วนย่อยในชั้นวางตามปริมาณการใช้ชิ้นงานนั้นอ้างอิงจากรอบเวลาการผลิต

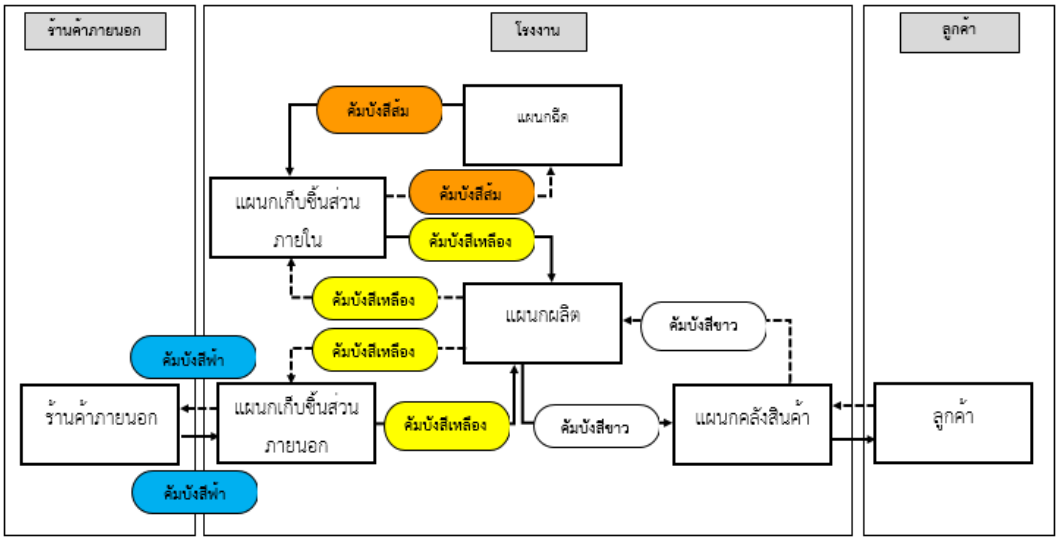
- คัมบังสีส้ม

คัมบังสั่งผลิต เป็นการสั่งผลิตชิ้นงานภายในโรงงาน ใช้ระหว่าง 2 แผนกคือ แผนกเก็บชิ้นส่วนภายในและแผนกฉีด โดยแผนกเก็บชิ้นส่วนภายใน จะนำคัมบังสีส้มที่ถูกปลดออกจากชิ้นงานซึ่งถูกเบิกไปผลิตแล้ว ไปใส่ที่ตู้สะสมคัมบังของแผนกฉีด เมื่อคัมบังครบตามลอต ที่กำหนดไว้แล้ว ทางแผนกฉีดจะนำคัมบังนั้นไปจัดลำดับในการขึ้นผลิตงาน เมื่อผลิตงานแล้วจะนำคัมบังสีส้มติดไปกับชิ้นงานและส่งให้แผนกเป็นชิ้นส่วนภายในจัดเก็บเป็นชิ้นงานคงคลัง

- คัมบังสีขาว

คัมบังสำหรับเบิกงานสำเร็จรูป โดยแผนกคลังสินค้าจะทำการปลดคัมบังที่ติดกับชิ้นงานสำเร็จรูปที่นำไปขายแล้ว มาใส่ตู้สะสมคัมบังให้ทางแผนกผลิต หากกรณีที่เป็นชิ้นงานที่ผลิตเองภายในโรงงาน หรือไปใส่ที่ตู้สะสมคัมบังของแผนกเก็บชิ้นส่วนภายนอก หากเป็นงานที่ผลิตภายนอก

ตัวอย่างการสั่งผลิตในระบบคัมบัง เมื่อแผนกผลิตรับคัมบังมาจากแผนกคลังสินค้า สามารถขยายความจากรูปที่ 3.8

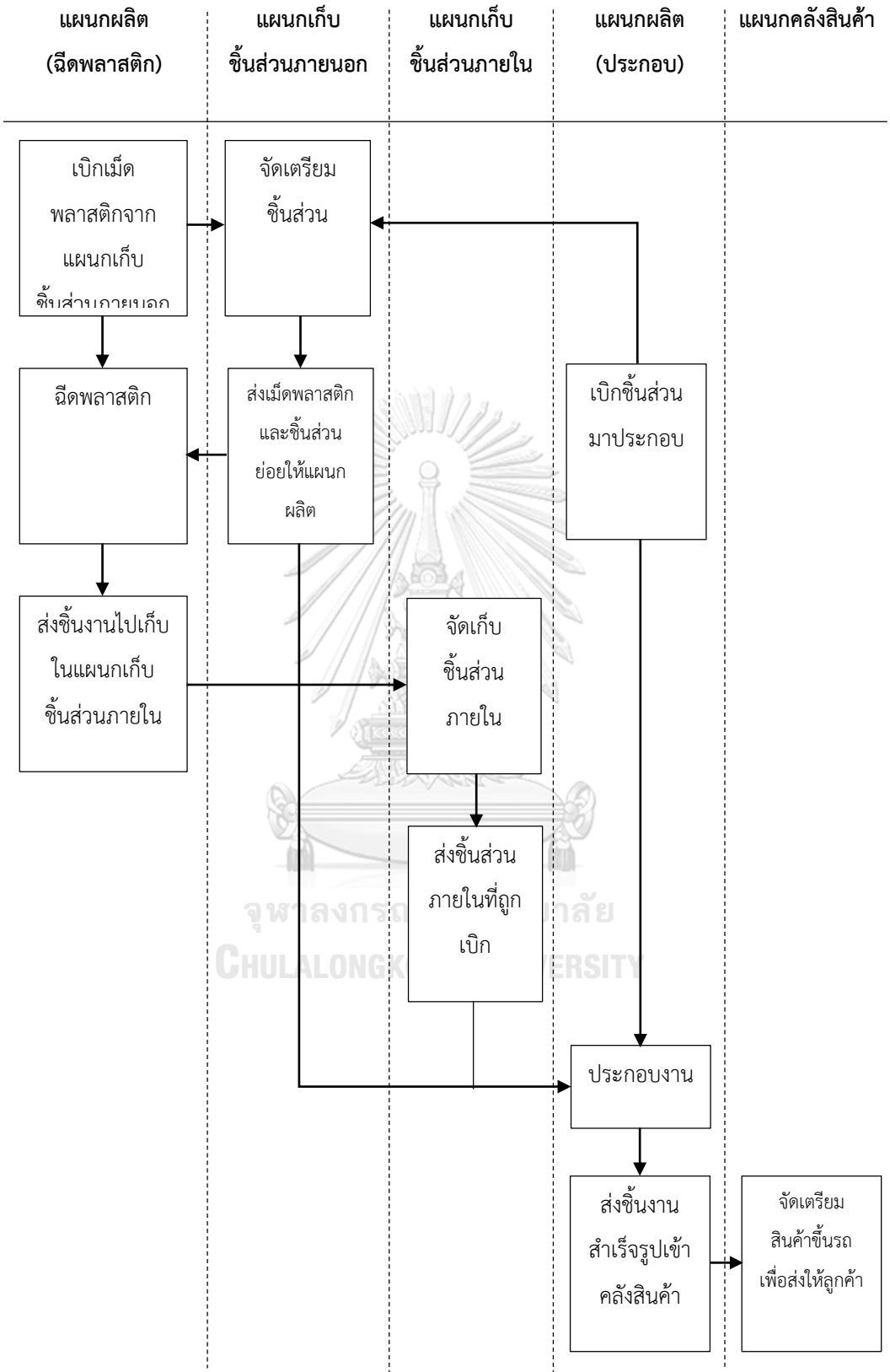


รูปที่ 3.8 แผนภาพแสดงการใช้คัมบังของแผนกต่างๆ

จากรูปเส้นประแทนการนำคัมบังเปล่าวางเพื่อเบิกงาน และเส้นทึบแทนการส่งงานให้กับแผนกที่เบิกพร้อมติดคัมบังแนบไปกับชิ้นงาน สามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อแผนกคลังสินค้าวางคัมบังเบิกชิ้นงานสำเร็จรูปให้แผนกผลิต แผนกผลิตเบิกชิ้นส่วนย่อยที่ต้องนำมาใช้ประกอบจากแผนกเก็บชิ้นส่วนภายนอกที่มีรอบการเบิกส่งทุก 2 ชั่วโมงเข้ามาเติมเต็มชิ้นส่วนคงคลังที่เก็บไว้ข้างสายการผลิต จากนั้นแผนกผลิตเบิกชิ้นส่วนหลักโดยการวางคัมบังเบิกให้แผนกเก็บชิ้นส่วนภายในที่มีรอบการส่งทุกชั่วโมง เพื่อนำชิ้นงานมาผลิต และเมื่อแผนกเก็บชิ้นส่วนภายในถูกเบิกชิ้นงานไปผลิตแล้ว จะนำคัมบังสั่งผลิตไปวางให้แผนกฉีดเพื่อผลิตชิ้นงานมาเติมเต็มต่อไป

ขั้นตอนการผลิตพื้นฐานของโรงงาน ตั้งแต่การเบิกวัตถุดิบนำมาผลิตไปจนถึงการผลิตงานทุกชนิดเพื่อส่งงานให้ลูกค้าสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการผลิตงานจนถึงการส่งชิ้นงานสำเร็จรูปให้ลูกค้า

3.2 ชิ้นงานที่ศึกษา

ชิ้นงานลิ้นชักหน้าคือชิ้นส่วนที่ประกอบอยู่กับแผงควบคุมหน้าภายในรถยนต์ ติดตั้งอยู่ด้านหน้าฝั่งผู้โดยสาร ใช้ในการจัดเก็บเอกสารหรืออุปกรณ์ต่างๆ สำหรับลิ้นชักหน้าของรถยนต์ที่เลือกมาศึกษานี้แบ่งออกเป็น 11 รุ่น มีการแบ่งประเภทของชิ้นงานหลักๆตามการติดตั้ง คือ สำหรับรถยนต์ขับด้านซ้าย และ รถยนต์ขับด้านขวา ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 ชิ้นงานลิ้นชักหน้าด้านหน้าและด้านหลัง

การประกอบชิ้นงานลิ้นชักหน้านี้แบ่งชิ้นส่วนที่ประกอบออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก ชิ้นส่วนหลัก คือชิ้นส่วนที่ผลิตจากการฉีดขึ้นรูปภายในโรงงานโดยแผนกฉีดพลาสติก ซึ่งมีการสั่งผลิตตามระบบคัมบัง และนำชิ้นส่วนจัดเก็บไว้ในแผนกเก็บชิ้นส่วนภายใน ก่อนที่แผนกผลิตเบิกไปผลิตเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป และส่วนที่สอง คือชิ้นส่วนย่อยเบิกจากแผนกเก็บชิ้นส่วนภายนอก เป็นชิ้นส่วนที่ได้จากการสั่งซื้อหรือการส่งให้จากลูกค้า ชิ้นส่วนหลักที่ใช้ในการประกอบชิ้นงานแต่ละรุ่นสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 3.1

จากตาราง ชิ้นส่วนหลักที่ใช้ประกอบงานลิ้นชักหน้ามีทั้งหมด 2 ชิ้นส่วนคือ Glove Box Outer และ Glove Box Inner ในส่วนของ Glove Box Outer มีสีดำเพียงสีเดียว แต่จะมีการแบ่งแยกข้างสำหรับรถขับข้างขวา และสำหรับรถขับข้างซ้าย ตามรหัสชิ้นงาน ส่วน Glove Box Inner

มีการแบ่งแยกข้างเช่นเดียวกัน แต่มีคุณลักษณะเพิ่มเติมคือเป็นรุ่นมีรู และ ไม่มีรู นอกจากนั้นยังแบ่งสีออกเป็น 3 สีคือสีเทา สีดำ และสีครีม

ตารางที่ 3.1 ชิ้นส่วนหลักที่ใช้ประกอบในแต่ละรหัสชิ้นงาน

ลำดับ	รหัสชิ้นงาน	ชิ้นส่วนหลัก								
		Glove box otter		Glove box inner						
				RHD				LHD		
		RHD	LHD	สีเทา		สีดำ (มีรู)	สีครีม (มีรู)	สีเทา (มีรู)	สีดำ (มีรู)	สีครีม (มีรู)
				มีรู	ไม่มีรู					
1	8006A466HBV	/			/					
2	8006A468HBV	/			/					
3	8006A486HBV	/		/						
4	8006A488HBV	/		/						
5	8006A468XAV	/				/				
6	8006A488XAV	/				/				
7	8006A488YAV	/					/			
8	8006A485HBV		/					/		
9	8006A487HBV		/					/		
10	8006A487XAV		/						/	
11	8006A487YAV		/							/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชิ้นส่วนย่อยที่ใช้ประกอบ ประกอบด้วยชิ้นส่วนทั้งหมด 7 ชิ้นส่วน โดยชิ้นงานแต่ละรหัสประกอบชิ้นส่วนย่อยแตกต่างกัน สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ชิ้นส่วนย่อยที่ใช้ประกอบงานแต่ละรหัส

ลำดับ	รหัสชิ้นงาน	ชิ้นส่วนย่อย							
		Lock Assy Glove box	Rod LH	Rod RH	Nut	Screw	Retainer	Cushion	Pad
1	8006A466HBV	/	/	/	/	/	/	/	
2	8006A468HBV	/	/	/	/	/	/	/	/
3	8006A486HBV	/	/	/	/	/	/	/	
4	8006A488HBV	/	/	/	/	/	/	/	/
5	8006A468XAV	/	/	/	/	/	/	/	
6	8006A488XAV	/	/	/	/	/	/	/	/
7	8006A488YAV	/	/	/	/	/	/	/	/
8	8006A485HBV	/	/	/	/	/	/	/	
9	8006A487HBV	/	/	/	/	/	/	/	/
10	8006A487XAV	/	/	/	/	/	/	/	/
11	8006A487YAV	/	/	/	/	/	/	/	/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 คัมบังงานลิ้นชักหน้า

การสั่งผลิตลิ้นชักหน้าของแผนกผลิต เกิดขึ้นเมื่อแผนกคลังสินค้านำคัมบังสีขาวที่ติดอยู่กับบรรจุภัณฑ์ที่ขายชิ้นงานสำเร็จรูปหมดแล้ว ไปสั่งผลิตลิ้นชักหน้าที่แผนกผลิตเพื่อเข้ามาเติมเต็มสินค้าคงคลังในแผนกคลังสินค้า จำนวนของคัมบังงานลิ้นชักหน้าแต่ละรุ่นขึ้นอยู่กับการคำนวณของแผนกวางแผน เจ้าหน้าที่แผนกวางแผนใช้หลักการคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้าแต่ละรุ่นโดยนำข้อมูลการยืนยันยอดการผลิตงานของลูกค้าทุก 10 วันล่วงหน้ามาคำนวณ เมื่อได้ปริมาณการเรียกงานลิ้นชักหน้าล่วงหน้าในแต่ละรุ่นต่อวัน จะเลือกปริมาณการเรียกงานของแต่ละรุ่นที่มีการเรียกงานมากที่สุดมาใช้เป็นตัวแปรหนึ่งในการคำนวณจำนวนคัมบังสีขาวงานลิ้นชักหน้าแต่ละรุ่น จากการคำนวณกำหนดให้มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่แผนกคลังสินค้าที่ 8 ชั่วโมง ดังนั้นเมื่อกำหนดปริมาณการเรียก

งานของแต่ละรุ่นที่มีการเรียกงานมากที่สุดแล้ว ถัดมานำปริมาณนั้นมาแบ่งเป็นชั่วโมง โดยการหารกับเวลาที่ใช้ผลิตใน 1 วัน จากนั้นนำไปคูณกับชั่วโมงที่ต้องการจัดเก็บสินค้าคงคลังเพื่อทราบถึงปริมาณการจัดเก็บสินค้าคงคลังใน 8 ชั่วโมง สุดท้ายนำไปหารกับขนาดของบรรจุภัณฑ์ต่อหนึ่งรุ่นเพื่อนำมากำหนดจำนวนคัมบังงานลิ้นชักหน้าแต่ละรุ่น เมื่อได้ค่าออกมาแล้วหากมีทศนิยมให้ปัดขึ้นเป็นจำนวนเต็ม และหากค่าที่คำนวณมาได้เท่ากับ 1 ให้บวกเพิ่มอีก 1 เนื่องจากหากมีจำนวนคัมบังเพียง 1 ใบ ตามกฎของคัมบังแล้วจะนำคัมบังไปสั่งผลิตได้ก็ต่อเมื่อไม่มีสินค้าคงคลังอยู่ในบรรจุภัณฑ์นั้นแล้ว แต่หากมีคัมบังเพียง 1 ใบต่อรุ่น อาจส่งผลให้ไม่มีชิ้นงานสำเร็จรูปขายให้ลูกค้าในรอบการขายถัดไปได้ เนื่องจากคัมบังถูกส่งมาแล้วอาจต้องการชิ้นงานสำเร็จรูปขายทันทีในชั่วโมงถัดไป ซึ่งอธิบายเป็นสูตรได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{D_{mx,j} \cdot Cap_j}{T_{day} \cdot Q_{rack}} \qquad (1.1)$$

เมื่อ j รุ่นของลิ้นชักหน้า

$n_{kan,j}$ จำนวนคัมบังสีขาวของงานรุ่น j

$D_{mx,j}$ ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น j

Cap_j จำนวนชั่วโมงของการเก็บสินค้าคงคลังของงานรุ่น j

T_{day} จำนวนชั่วโมงต่อการผลิต 1 วัน

Q_{rack} ปริมาณในบรรจุภัณฑ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแสดงตัวอย่างการคำนวณของสูตรด้านบน จำเป็นต้องมีข้อมูลของตัวแปรอื่นๆประกอบ คือ ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานแต่ละรุ่น เจ้าหน้าที่แผนกวางแผนนำข้อมูลมาจากข้อมูลการยืนยันยอดการผลิตงานของลูกค้าทุก 10 วันล่วงหน้า สำหรับรูปแบบของข้อมูลแสดงในตารางที่ 3.3 ชิ้นงานลิ้นชักหน้าแต่ละรุ่นมียอดการเรียกงานในแต่ละวันไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับรุ่นของรถยนต์ที่ประกอบในโรงงานประกอบรถยนต์ในแต่ละวัน โดยปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกงานลิ้นชักหน้าต่อวันของงานแต่ละรุ่น คือตัวหนังสือที่ขีดเส้นใต้ ซึ่งจะนำมาใช้คำนวณถัดไป ทั้งนี้จำนวนชั่วโมงของการเก็บสินค้าคงคลังของลิ้นชักหน้าแต่ละรุ่นที่โรงงานกำหนดคือ 8 ชั่วโมง และโรงงานมีจำนวนชั่วโมงการผลิตต่อ 1 วันคือ 20 ชั่วโมงรวมการทำงานล่วงเวลา ทั้งนี้ปริมาณในบรรจุภัณฑ์ของงานลิ้นชักหน้าต่อ 1 รุ่น คือ 60 ชิ้น

ตารางที่ 3.3 จำนวนการเรียกลิ้นชักหน้า วันที่ 11 – 20 มกราคม 2560

รหัสชิ้นงาน	จำนวนการเรียกลิ้นชักหน้า (ชิ้น) วันที่ 11 – 20 มกราคม 2560							
	11	12	13	14	15	18	19	20
8006A466HBV-D	45	41	50	46	24	10	2	3
8006A468HBV-D	98	99	34	19	10	2	0	39
8006A468XAV-F	38	17	17	18	18	18	18	18
8006A485HBV-D	27	26	20	16	45	65	59	59
8006A486HBV-D	61	62	58	56	37	92	110	78
8006A487HBV-D	122	166	128	142	131	99	105	121
8006A487XAV-F	132	111	106	107	102	113	89	87
8006A487YAV-F	0	2	3	6	7	1	6	6
8006A488HBV-D	228	116	220	231	263	242	234	210
8006A488XAV-F	190	249	253	249	262	248	270	274
8006A488YAV-F	0	0	0	0	0	0	0	0

เมื่อทราบค่าข้อกำหนดของทางโรงงานจึงสามารถนำมาสรุปค่าต่างๆของตัวแปรได้ดังนี้

Cap_j = 8 ชั่วโมง

T_{day} = 20 ชั่วโมง

Q_{rack} = 60 ชิ้นต่อรุ่น

ทั้งนี้สามารถนำค่าที่ได้จากตารางที่ 3.3 และค่าของตัวแปรต่างๆมาคำนวณจำนวนคัมบังสีขาวของงานลั้นชักหน้าแต่ละรุ่นได้ดังนี้

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A466HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A466HBV-D เท่ากับ 50 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 50 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A466HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{50 \times 8}{20 \times 60}$$

$$n_{kan,j} = 0.33$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.33 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้น จำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A466HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A468HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A468HBV-D เท่ากับ 98 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 98 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A468HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{98 \times 8}{20 \times 60}$$

$$n_{kan,j} = 0.65$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.65 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้น จำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A468HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A468XAV-F สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A468XAV-F เท่ากับ 38 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 38 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A468XAV-F เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{38 \times 8}{20 \times 60}$$

$$n_{kan,j} = 0.25$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.65 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้น จำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A468XAV-F เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A485HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A485HBV-D เท่ากับ 65 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 65 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A485HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{65 \times 8}{20 \times 60}$$

$$n_{kan,j} = 0.43$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.43 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้น จำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A485HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A486HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A486HBV-D เท่ากับ 110 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 110 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A486HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{110 \times 8}{20 \times 60}$$

$$n_{kan,j} = 0.73$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.73 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้น จำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A486HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A487HBV-D เท่ากับ 166 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 166 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A487HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{166 \times 8}{20 \times 60}$$

$$n_{kan,j} = 1.11$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 1.11 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 2 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487XAV-F สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A487XAV-F เท่ากับ 132 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 132 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A487XAV-F เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{132 \times 8}{20 \times 60}$$

$$n_{kan,j} = 0.88$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.88 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้น จำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487XAV-F เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487YAV-F สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A487YAV-F เท่ากับ 7 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 7 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A487YAV-F เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{7 \times 8}{20 \times 60}$$

$$n_{kan,j} = 0.05$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.05 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้น จำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487YAV-F เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A488HBV-D เท่ากับ 263 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 263 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A488HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{263 \times 8}{20 \times 60}$$

$$n_{kan,j} = 1.75$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 1.75 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 2 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488XAV-F สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A488XAV-F เท่ากับ 274 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 274 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A488XAV-F เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{274 \times 8}{20 \times 60}$$

$$n_{kan,j} = 1.83$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 1.83 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 2 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488XAV-F เท่ากับ 2 ใบ

และเนื่องจากไม่มีการเรียกงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488YAV-F จากลูกค้าจึงไม่ต้องมีคัมบังสีขาวสำหรับงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488YAV-F สำหรับช่วงการผลิตในวันที่ 11 – 20 มกราคม 2560 จากการคำนวณสามารถสรุปจำนวนคัมบังสีขาวงานลิ้นชักหน้าในแต่ละรุ่น สำหรับช่วงการผลิตในวันที่ 11 – 20 มกราคม 2560 ได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 จำนวนคัม*บังสีขาวงานลิ้นชักหน้าในแต่ละรุ่น*

ลำดับ	รหัสชิ้นงาน	จำนวนคัมบังสีขาว (ใบ)
1	8006A466HBV	2
2	8006A468HBV	2
3	8006A468XAV	2
4	8006A485HBV	2
5	8006A486HBV	2
6	8006A487HBV	2
7	8006A487XAV	2
8	8006A487YAV	2
9	8006A488HBV	2
10	8006A488XAV	2
11	8006A488YAV	0

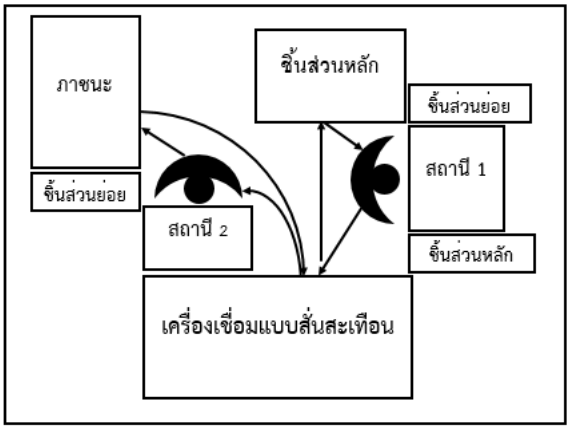
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 3.4 จำนวนรวมของคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้า สำหรับช่วงการผลิตในวันที่ 11 – 20 มกราคม 2560 คือ 20 ใบ

3.4 สายการผลิตลิ้นชักหน้า

สายการผลิตลิ้นชักหน้าประกอบด้วยพนักงาน 2 คนและเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน 1 เครื่อง วัตถุประสงค์ของสายการผลิตเพื่อเตรียมและประกอบชิ้นส่วนพลาสติกด้วยเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน ดังรูปภาพที่ 3.11 พนักงานทั้ง 2 คนทำหน้าที่แตกต่างกัน ก่อนที่จะนำชิ้นงานเข้าไปในเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน พนักงานคนที่ 1 มีหน้าที่ประกอบชิ้นส่วนย่อยที่ลิ้นชักหน้าที่สถานี 1 จากนั้นนำชิ้นงานเข้าไปติดตั้งที่แม่พิมพ์ของรุ่นที่กำหนดภายในเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือนและกดปุ่มเพื่อให้เครื่องเริ่มเชื่อมชิ้นงาน และจะเดินกลับมาที่สถานี 1 เพื่อประกอบชิ้นงานตัวถัดไป หลังจากเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือนเชื่อมชิ้นงานแล้วบานประตูหน้าจะเคลื่อนที่ลง พนักงานคนที่ 2 นำ

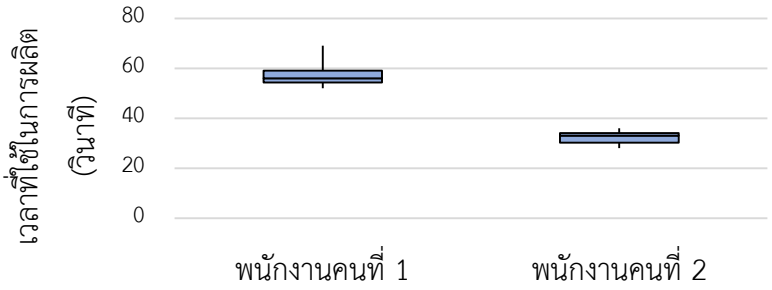
ชิ้นงานที่เชื่อมแล้วออกจากเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือนและเดินไปที่สถานี 2 เพื่อประกอบชิ้นส่วนย่อยเพิ่มเติมตามรุ่น ก่อนที่บรรจุใส่ภาชนะ เมื่อครบ 60 ชิ้นแล้ว ชิ้นงานสำเร็จรูปจะถูกขนส่งไปยังแผนกคลังสินค้า



รูปที่ 3.11 สายการผลิตลิ้นชักหน้า

3.4.1 ขั้นตอนผลิตงาน

การประกอบชิ้นงานแต่ละรหัสจะมีขั้นตอนในการประกอบคล้ายกัน แตกต่างกันที่สีของชิ้นส่วนและการประกอบ Pad ซึ่งการประกอบงาน 1 ชิ้นใช้พนักงาน 2 คน โดยมีขั้นตอนการประกอบและเวลามาตรฐานดังตารางที่ 3.5 และ ตารางที่ 3.6 จากการศึกษาและเก็บข้อมูลการประกอบทั้งหมด 30 ครั้งด้วยวิธีการแบบสุ่ม พบว่าเวลาในการผลิตนั้นมีการกระจายตัวแบบการแจกแจงแบบปรกติ สำหรับเวลาในการผลิตเฉลี่ยของพนักงานคนที่ 1 อยู่ที่ 57 วินาที และ 35 วินาทีสำหรับพนักงานคนที่ 2 โดยมีค่าเบี่ยงเบนอยู่ที่ 2.5 และ 3.5 วินาทีตามลำดับดังรูปที่ 3.12 และเวลามาตรฐานในการเชื่อมของเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือนอยู่ที่ 15 วินาที



รูปที่ 3.12 เวลาที่ใช้ในการผลิต

ตารางที่ 3.5 เวลาการประกอบงาน 1 ชิ้นของพนักงานคนที่1

ลำดับ	ขั้นตอน	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1.	หยิบ Glove Box Inner จากกล่องและตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น	6
2.	วาง Glove Box Inner ลงบน Jig ประกอบงาน	3
3.	ประกอบ Retainer จำนวน 2 ชิ้นเข้ากับชิ้นงาน	4
4.	ประกอบ Nut Speed จำนวน 2 ชิ้นเข้ากับชิ้นงาน	6
5.	ประกอบ Lock Assy Glove box เข้ากับชิ้นงาน	3
6.	ยิงสกรูลงบนชิ้นงานจำนวน 2 ตัวเพื่อยึด Lock Assy Glove Box กับชิ้นงาน	6
7.	ประกอบ Rod LH เข้ากับชิ้นงาน	3
8.	ประกอบ Rod RH เข้ากับชิ้นงาน	3
9.	ขีดคร่อมผ่านชิ้นส่วนที่ทำการประกอบทั้งหมด 4 จุดด้วยดินสอเทียนสีเหลือง พร้อมตรวจสอบคุณภาพ	6
10.	หยิบชิ้นงานออกจาก Jig แล้วกด Lock Assy Glove Box เพื่อทำการตรวจสอบการประกอบชิ้นงาน	5
11.	นำชิ้นงาน Glove Box Inner ที่ผ่านการประกอบชิ้นส่วนย่อยแล้ววางลงบน Jig ของเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน	4
12.	หยิบ Glove Box Outer จาก Rack ใส่ชิ้นงานวางประกอบลงบน Glove box inner ในเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน	5
13.	ใช้มือทั้งสองข้างกดปุ่มสีเขียวเพื่อให้เครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือนเริ่มทำงาน (ระยะเวลาเชื่อมงานของเครื่อง 15 วินาที/ชิ้น)	3
	เวลารวม	**57**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.6 เวลาการประกอบงาน 1 ชิ้นของพนักงานคนที่ 2

ลำดับ	ขั้นตอน	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1.	หยิบชิ้นงานที่ผ่านการเชื่อมแล้วออกจากเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน	3
2.	กด Lock Assy Glove Box เพื่อทำการตรวจสอบการทำงานของ Rod ทั้งสองข้าง	5
3.	วางชิ้นงานลงบน Jig	3
4.	ประกอบ Cushion จำนวน 2 ชิ้น เข้ากับชิ้นงาน	4
5.	ประกอบ Pad ติดกับชิ้นงาน (เฉพาะรหัสชิ้นงานที่ต้องประกอบ Pad)	5
6.	ใช้ปากกาเคมี จุดบริเวณด้านหลัง Cushion ทั้งสองชิ้นเพื่อยืนยันการประกอบ	2
7.	ใช้ดินสอเทียนสีเหลืองขีดคร่อมชิ้นส่วนที่ประกอบ 1 จุด พร้อมทั้งเขียนรหัสพนักงาน 3 ตัวท้าย วัน เดือน ที่ผลิตลงบนชิ้นงาน	6
8.	นำชิ้นงานบรรจุใส่ Rack	4
	เวลารวม	**32**

3.4.2 ขั้นตอนการเปลี่ยนแม่พิมพ์

เนื่องจากชิ้นงานลิ้นชักหน้าเป็นชิ้นงานที่ต้องผ่านการเชื่อมเพื่อประกอบชิ้นส่วนหลัก 2 ชิ้น ด้วยเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน จึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งแม่พิมพ์ก่อนการประกอบงาน สำหรับรถยนต์ขับด้านซ้าย และ รถยนต์ขับด้านขวา การติดตั้งแม่พิมพ์ 1 ครั้งใช้เวลาทั้งหมด 20 นาทีโดยกำหนดให้พนักงานที่มีทักษะสูงเป็นผู้เปลี่ยนแม่พิมพ์ มีขั้นตอนดังนี้

1. การนำแม่พิมพ์เก่าออก
    1.1. เปิดเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน
    1.2. เปิดประตูบานเลื่อนด้านหน้าลง
    1.3. นำเสาค้ำประกอบลงบนแม่พิมพ์ทั้ง 4 มุม
    1.4. กดปุ่มเพื่อเลื่อนฐานรองแม่พิมพ์ขึ้นด้านบนเพื่อให้แม่พิมพ์ประกบกัน
    1.5. ใช้ประแจขันนอตที่ยึดระหว่างฐานเครื่องและแม่พิมพ์ออกจากกัน
    1.6. เลื่อนฐานรองแม่พิมพ์ลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.7. ถอดสายสัญญาณที่เชื่อมระหว่างแม่พิมพ์และเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือนออก

1.8. นำรถโฟล์คลิฟท์จอดเทียบประตูบานเลื่อนด้านหน้าเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน และดึงแม่พิมพ์ออกจากเครื่อง

2. การติดตั้งแม่พิมพ์ตัวใหม่

2.1. ใช้รถโฟล์คลิฟท์ยกแม่พิมพ์ตัวใหม่มาจอดเทียบประตูบานเลื่อนด้านหน้าเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน

2.2. เลื่อนแม่พิมพ์ให้วางอยู่บนฐานรองแม่พิมพ์ในเครื่อง

2.3. กดปุ่มเพื่อเลื่อนฐานรองแม่พิมพ์ขึ้นด้านบนโดยให้ด้านบนแม่พิมพ์อยู่ห่างจากแผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านบนของเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือนประมาณ 5 มิลลิเมตร

2.4. ขันนอตด้วยมือเข้ากับช่องยึดนอตบนแผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านบนทั้ง 4 มุม โดยนอตต้องหมุนเข้าแบบไม่ฝืดมือ จากนั้นใช้ประแจขันแน่นอีกครั้ง

2.5. กดปุ่มเลื่อนฐานรองแม่พิมพ์ลงจนสุด

2.6. ใช้ประแจขันแน่นนอตที่เหลือให้แน่น

2.7. ถอดเสาค้ำแม่พิมพ์ออกทั้ง 4 มุม

2.8. ต่อสายสัญญาณที่เชื่อมระหว่างแม่พิมพ์และเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน

2.9. กดปุ่มเพื่อเลื่อนปิดประตูหน้าเครื่อง

2.10. กดปุ่มปรับความถี่อัตโนมัติ เพื่อให้เครื่องตั้งค่าความถี่ในการเชื่อม

2.11. เมื่อเครื่องตั้งค่าความถี่เสร็จ เปิดประตูหน้าเครื่องลง บิดปุ่มไปที่อัตโนมัติ เพื่อเริ่มการเชื่อมงานตามปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4.3 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแม่พิมพ์

เพื่อที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพ หัวหน้าแผนกของสายการประกอบ มีแนวคิดในการจัดตารางแผนการผลิตเพื่อให้มีจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์น้อยที่สุด จากการสังเกตพบ 3 ตัวแปร ที่เป็นตัวชี้วัดของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ในปัจจุบัน ดังนี้

ตัวแปรที่ 1 ช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง คือเวลาที่แผนกผลิตได้รับคัมบังจากแผนกคลังสินค้า ตัวแปรนี้สามารถใช้ประมาณการอัตราขายชิ้นงานสำเร็จรูปของคัมบังที่ได้รับมา เป็นส่วนสำคัญเพื่อช่วยวิเคราะห์ถึงเวลาที่อาจได้รับคัมบังของรุ่นนั้นที่เหลืออยู่ที่แผนกคลังสินค้า

ตัวแปรที่ 2 จำนวนคัมบังคงเหลือ คือส่วนต่างระหว่างคัมบังที่มีทั้งหมดในระบบกับคัมบังที่อยู่ที่แผนกผลิตของรุ่นนั้นๆ ซึ่งจำนวนคัมบังคงเหลือของแต่ละรุ่นสามารถสะท้อนให้เห็นถึงจำนวนสินค้าคงคลังที่มีอยู่ที่แผนกคลังสินค้า

ตัวแปรที่ 3 ลำดับการเปลี่ยนแม่พิมพ์ เป็นส่วนเพิ่มเติมเพื่อช่วยในการตัดสินใจเปลี่ยนแม่พิมพ์ของคัมบังแต่ละรุ่นที่ได้รับมาจากแผนกคลังสินค้า นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแม่พิมพ์ปัจจุบันกับรุ่นของแม่พิมพ์ที่ต้องการเปลี่ยน ซึ่งเป็นอีกตัวแปรสำคัญ เนื่องจากชิ้นงานบางรุ่นอาจใช้แม่พิมพ์ตรงกับแม่พิมพ์ปัจจุบันส่งผลให้ไม่ต้องเปลี่ยนแม่พิมพ์ก่อนขึ้นผลิต หรือหากเป็นคนละรุ่นแล้วต้องมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์เกิดขึ้น

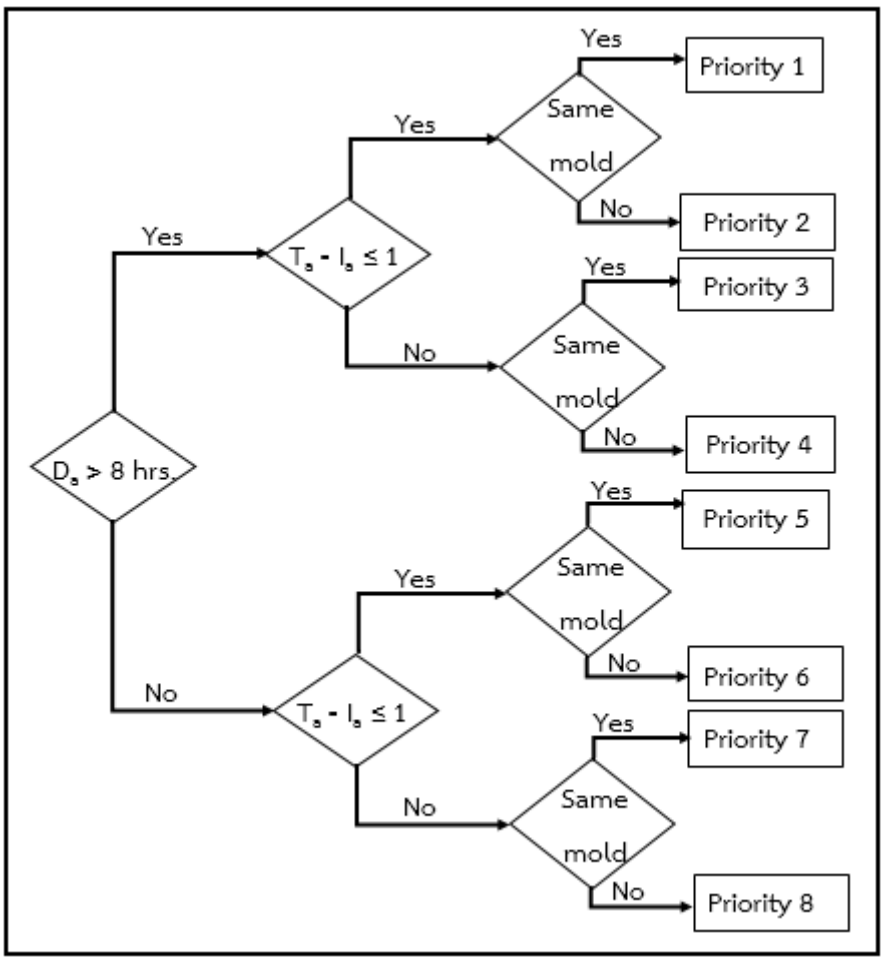
เมื่อทราบถึง 3 ตัวแปรที่ใช้จัดลำดับการขึ้นผลิตงานตามคัมบังที่ได้รับจากแผนกคลังสินค้า จึงได้นำมารวบรวมและนำทั้ง 3 ตัวแปร จัดลำดับการตัดสินใจตามแผนผังต้นไม้ ดังแสดงในรูปที่ 3.13 เพื่อให้ทราบถึงจำนวนของลำดับความสำคัญ สำหรับหลักการจัดลำดับความสำคัญของการเลือกรุ่นและคัมบังที่ใช้จัดแผนการผลิต ได้ตั้งเงื่อนไข 3 ข้อ ดังนี้

เงื่อนไขที่ 1 ระยะเวลาที่ได้รับคัมบังเบิกจากแผนกคลังสินค้า (D) มากกว่า 8 ชั่วโมงหรือไม่ เนื่องจากสินค้าคงคลังในคลังสินค้าถูกกำหนดให้มีการกำหนดสินค้าคงคลังขั้นต่ำ (Safety Stock) อยู่ที่ระยะเวลา 8 ชั่วโมง หากคัมบังที่ได้รับมามีระยะเวลามากกว่า 8 ชั่วโมงอาจทำให้สินค้าคงคลังหมดคลังสินค้าส่งผลให้ไม่มีชิ้นงานสำเร็จรูปส่งให้ลูกค้าได้ทันเวลา

เงื่อนไขที่ 2 ส่วนต่างของจำนวนคัมบังทั้งหมดของรุ่นนั้นๆ (T) กับจำนวนคัมบังที่อยู่ที่แผนกผลิตของรุ่นนั้น (I) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 หรือไม่ สำหรับส่วนต่างดังกล่าวสามารถสะท้อนให้เห็นถึงจำนวนสินค้าคงคลังที่เหลืออยู่ที่แผนกคลังสินค้าว่ามีปริมาณมากหรือน้อยเพียงใด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เงื่อนไขที่ 3 แม่พิมพ์ที่ติดตั้งอยู่ในปัจจุบันเป็นรุ่นเดียวกับคัมบังที่ได้รับมาจากแผนกคลังสินค้าหรือไม่ โดยหากเป็นรุ่นเดียวกันจะสามารถขึ้นผลิตได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์ หรือหากแม่พิมพ์ในปัจจุบันนั้นเป็นคนละรุ่นกับคัมบังที่ได้รับมา ก็จะต้องมีการจัดแผนในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ที่เครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน



รูปที่ 3.13 แผงผังต้นไม้ของการตัดสินใจการจัดแผนผลิตปัจจุบัน

จากแผงผังต้นไม้ที่แสดงในรูปที่ 3.13 แสดงการตัดสินใจการจัดแผนผลิตปัจจุบัน สามารถกำหนดลำดับความสำคัญของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ทั้งหมด 8 ลำดับ โดยที่หัวหน้าแผนกผลิตจะนำไปใช้ในการจัดแผนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์

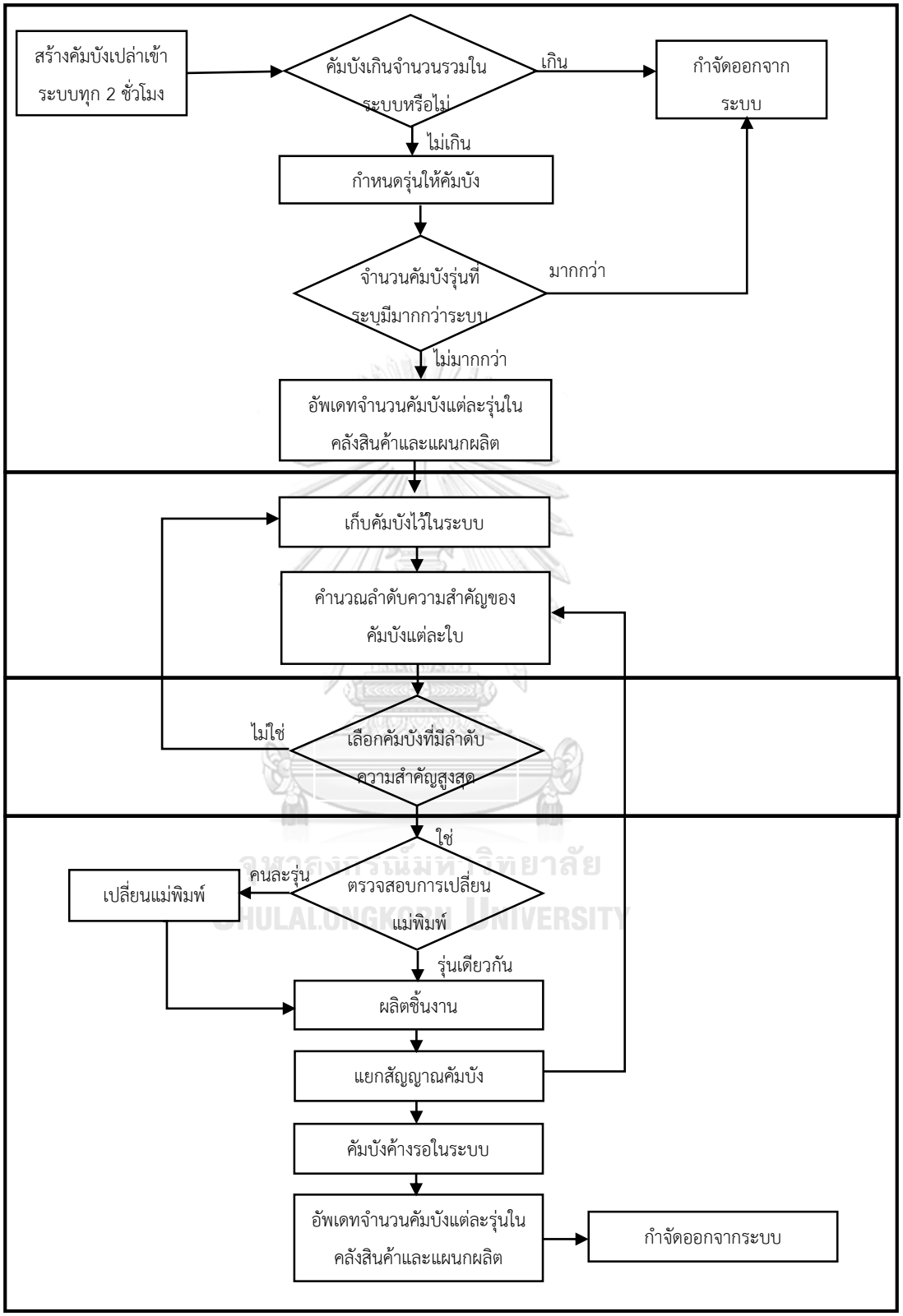
ในการจัดตารางการผลิตรูปแบบนี้จะไม่สนใจลำดับของคัมบังที่ได้รับจากแผนกคลังสินค้า ซึ่งข้อดีของการจัดตารางการผลิตตามแผนผังต้นไม้ดังรูปที่ 3.13 สามารถช่วยลดจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ลงได้ อย่างไรก็ตามยังคงขาดหลักการและยังใช้ประสบการณ์ในการตัดสินใจสูงอีกทั้งยังขาดการทดลองและวิเคราะห์ถึงตัวแปรที่มีความสำคัญที่แท้จริง นอกเหนือจากนั้นในส่วนของการติดตามชิ้นงานเร่งด่วนจากแผนกคลังสินค้ายังไม่ถูกบันทึกเก็บไว้ ในท้ายที่สุดแล้วยังคงมีตัวแปรอื่นๆที่สำคัญที่ต้องนำวิเคราะห์เพิ่มเติม เช่น ปริมาณการจัดเก็บชิ้นงานหนึ่งรุ่นต่อภาชนะ รวมไปถึงการพัฒนาหลักเกณฑ์การตัดสินใจที่เหมาะสม และเพื่อที่จะกำหนดหลักเกณฑ์ดังกล่าวจึงต้องมีการออกแบบและจำลองสถานการณ์เพื่อใช้ในการตัดสินใจ

บทที่ 4
การจำลองสถานการณ์

ในบทที่ 4 เป็นการจำลองสถานการณ์การจัดลำดับการผลิตและการผลิตงานลิ้นชักหน้าของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อใช้จำลองสถานการณ์ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ โดยประโยชน์ของการจำลองสถานการณ์สามารถลดค่าใช้จ่ายที่ต้องเกิดขึ้นในการใช้แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงตัวแปรที่ต้องการทดสอบ รวมไปถึงช่วยลดเวลาในการทดลองเพื่อเก็บผลของการทดลองนำมาวิเคราะห์ สำหรับวัตถุประสงค์ของการจำลองสถานการณ์สายการผลิตลิ้นชักหน้าของงานวิจัยนี้ เพื่อใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับผลกระทบและปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นไปได้โดยใช้การจำลองสถานการณ์การผลิตใน 1 รอบหรือทุกๆ 10 วันตามแผนการเรียกงานของลูกค้า เพื่อจัดตารางการผลิตบนพื้นฐานการตัดสินใจตามแผนผังต้นไม้ที่ได้กล่าวไปในบทที่ 3

4.1 แนวคิดในการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์มีการกำหนดแนวคิดเพื่อใช้เป็นหลักการในการออกแบบสถานการณ์ในโปรแกรมสำหรับใช้ทดสอบสถานการณ์ต่างๆ ทั้งนี้แนวคิดในการจำลองสถานการณ์จะเป็นการออกแบบเพื่อให้สามารถมองเห็นภาพรวมของการทำงานของระบบที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตลิ้นชักหน้าตั้งแต่การสร้างคัมบังเข้าสู่ระบบไปจนถึงการเลือกคัมบังซึ่งเปรียบเสมือนการจัดตารางการผลิต จากนั้นเป็นการตรวจสอบเงื่อนไขของแม่พิมพ์ต้องมีการเปลี่ยนก่อนผลิตหรือไม่และส่งคัมบังไปผลิต เมื่อผลิตครบตามจำนวนของบรรจุภัณฑ์แล้วจะกำจัดคัมบังออกจากระบบถือเป็นการจบการผลิตของคัมบังในนั้น รูปแบบแนวคิดในการจำลองสถานการณ์แสดงได้ตามรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แนวคิดในการจำลองสถานการณ์

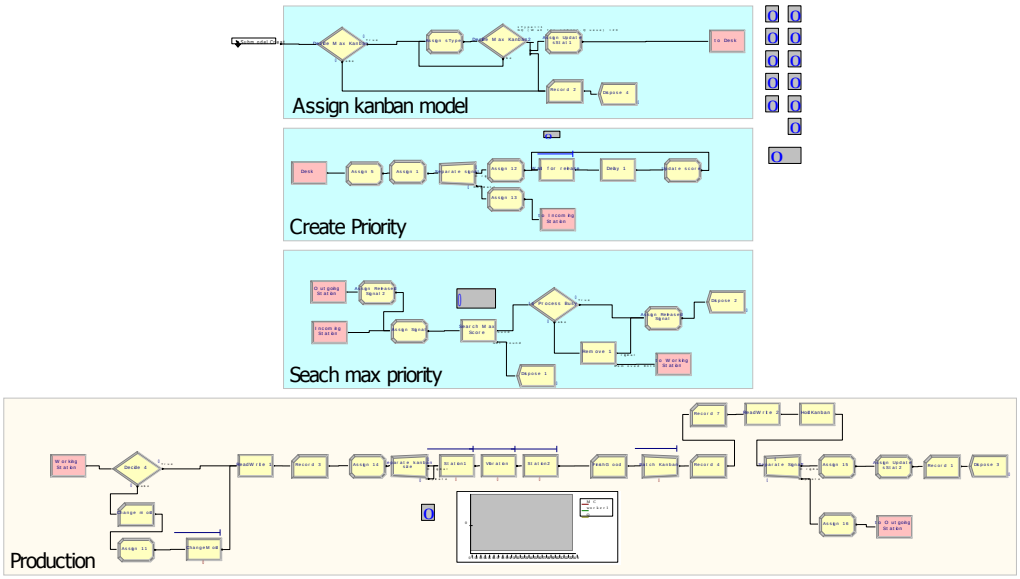
จากรูปที่ 4.1 อธิบายแนวคิดในการจำลองสถานการณ์การผลิตงานลิ้นชักหน้าดังนี้ ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนการสร้างคัมบังเข้าสู่ระบบทุก 2 ชั่วโมงโดยเป็นคัมบังเปล่าที่ไม่ระบุรุ่น หลังจากที่คัมบังเข้าสู่ระบบแล้วถัดไปเป็นการตรวจสอบจำนวนคัมบังรวมในระบบที่เข้ามามีมากกว่าจำนวนคัมบังรวมที่แผนกวางแผนกำหนดหรือไม่ ถ้าจำนวนคัมบังรวมในระบบที่เข้ามามีมากกว่าจำนวนคัมบังรวมที่แผนกวางแผนกำหนดแล้วคัมบังใบนั้นจะถูกกำจัดออกจากระบบทันที แต่หากจำนวนคัมบังรวมในระบบที่เข้ามามีน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนคัมบังรวมที่แผนกวางแผนกำหนดให้ คัมบังใบนั้นจะส่งไปยังกระบวนการถัดไปคือการกำหนดรุ่นให้คัมบัง เมื่อคัมบังมีรุ่นของชิ้นงานแล้วถัดไปเป็นการตรวจสอบจำนวนคัมบังรวมในระบบของคัมบังรุ่นนั้นมีมากเกินกว่าที่กำหนดหรือไม่ ถ้ามีมากกว่าจะถูกส่งไปกำจัดออกจากระบบเช่นเดียวกัน แต่หากมีน้อยกว่าหรือเท่ากับจะส่งคัมบังใบนั้นไปกระบวนการถัดไปคือนำคัมบังรุ่นนั้นหักออกจากจำนวนคัมบังที่คลังสินค้าและเพิ่มคัมบังที่แผนกผลิต ตัวอย่าง คัมบังที่เข้ามาถูกระบุเป็นรุ่น 8006A466HBV ดังนั้นระบบจะลบจำนวนคัมบังรุ่นนี้ออกจากคลังสินค้าแล้วไปเพิ่มจำนวนคัมบังรุ่นนี้ที่แผนกผลิตเป็นต้น จากนั้นจะเก็บคัมบังไว้ในระบบเพื่อรอสัญญาณก่อนนำไปคำนวณลำดับความสำคัญคัมบังที่เข้าสู่ระบบ คัมบังทุกใบจะถูกนำไปคำนวณลำดับความสำคัญในการขึ้นผลิตและระบบจะเลือกคัมบังที่มีลำดับความสำคัญในการผลิตสูงสุดส่งต่อไปยังกระบวนการผลิต สำหรับคัมบังใบอื่นจะถูกส่งกลับไปยังกระบวนการเก็บคัมบัง ก่อนจะเข้าสู่กระบวนการผลิตจะมีการตรวจสอบแม่พิมพ์ที่ติดตั้งอยู่ปัจจุบันตรงกับคัมบังที่สั่งผลิตหรือไม่ ถ้าพบว่าไม่ตรงกันคัมบังใบนั้นจะถูกส่งไปที่กระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ก่อนเมื่อเปลี่ยนแม่พิมพ์เสร็จจึงจะส่งไปยังกระบวนการผลิตต่อไป แต่หากพบว่าเป็นแม่พิมพ์รุ่นเดียวกัน คัมบังใบนั้นจะถูกส่งไปที่กระบวนการผลิตทันที เมื่อคัมบังมาถึงกระบวนการผลิตจะทำการผลิตทันทีและเมื่อผลิตเสร็จจะทำการแยกออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือสัญญาณที่จะไว้ใช้ส่งสัญญาณไปสั่งคำนวณลำดับความสำคัญเพื่อนำมาผลิตต่อไป ส่วนที่สองจะนำคัมบังที่ผลิตเสร็จแล้วไปค้างอยู่ในระบบเพื่อแทนการรอการเรียกงานจากลูกค้าจนหมดก่อนที่จะกำจัดคัมบังใบนั้น ทั้งนี้คัมบังใบนั้นจะถูกนำไปหักออกจากจำนวนคัมบังที่คลังสินค้าและเพิ่มคัมบังที่แผนกผลิต ก่อนกำจัดคัมบังออกจากระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2 การจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรม

เมื่อกำหนดแนวคิดที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์แล้ว จึงได้นำแนวคิดมาใช้เป็นพื้นฐานในการจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรม โปรแกรมที่งานวิจัยเล่มนี้ใช้ในการจำลองสถานการณ์คือ Rockwell Arena ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้สร้างแบบจำลองที่ต้องการศึกษาและให้ผลการทดลองในแต่ละ

สถานการณ์ที่ทดสอบเพื่อให้สามารถทราบผลการทดลองและเลือกทางเลือกที่เหมาะสมนำไปใช้สำหรับรูปแบบการจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การจำลองสถานการณ์การผลิตลิ้นชักหน้าผ่านโปรแกรม

จากรูปที่ 4.2 การจำลองสถานการณ์แบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 การสร้างคัมบังและกำหนดรุ่นคัมบัง

ส่วนที่ 2 การคำนวณลำดับความสำคัญของคัมบัง

ส่วนที่ 3 การค้นหาคัมบังที่มีลำดับความสำคัญมากที่สุด

ส่วนที่ 4 การผลิต

1. ข้อมูลวัตถุ (Entity) มีการกำหนดชื่อต่างๆดังนี้

- Entity คือคัมบังทั้งหมดที่เข้าสู่ระบบ
- kanbanIn คือคัมบังที่รอผลิต
- kanbanOut คือคัมบังที่ผลิตเสร็จแล้ว
- TriggerIn คือสัญญาณที่แทนคัมบังเข้าสู่ระบบ
- TriggerOut คือสัญญาณที่แทนคัมบังออกจากระบบ

2. ทรัพยากร (Resource)

- Worker1 คือพนักงานคนที่ 1
- Vibration MC คือเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน
- Worker2 คือพนักงานคนที่ 2

3. คุณสมบัติประจำตัว (Attribute)

- kanbanID คือหมายเลขรุ่นของคัมบัง
- score คือคะแนนที่ใช้จัดลำดับความสำคัญการผลิต
- sType คือรุ่นของผลิตภัณฑ์
- isRight คือการตั้งค่าแม่พิมพ์

4. ข้อมูลตัวแปร (Variable)

- sys.rack คือขนาดของบรรจุภัณฑ์
- sys.hour คือเวลาที่คัมบังสามารถรอผลิตได้
- sys.kanban คือจำนวนคัมบังคงเหลือ

5. แถวคอย (Queue)

- Wait for release.Queue คือแถวคอยของคัมบังที่รอผลิต
- ChangeMold.Queue คือแถวคอยของการเปลี่ยนแม่พิมพ์

6. ตาราง (Schedule)

- workSch1 คือตารางการทำงานของพนักงานคนที่ 1
- workSch2 คือตารางการทำงานของพนักงานคนที่ 2

รายละเอียดของการจำลองสถานการณ์แต่ละส่วนอธิบายได้ดังนี้

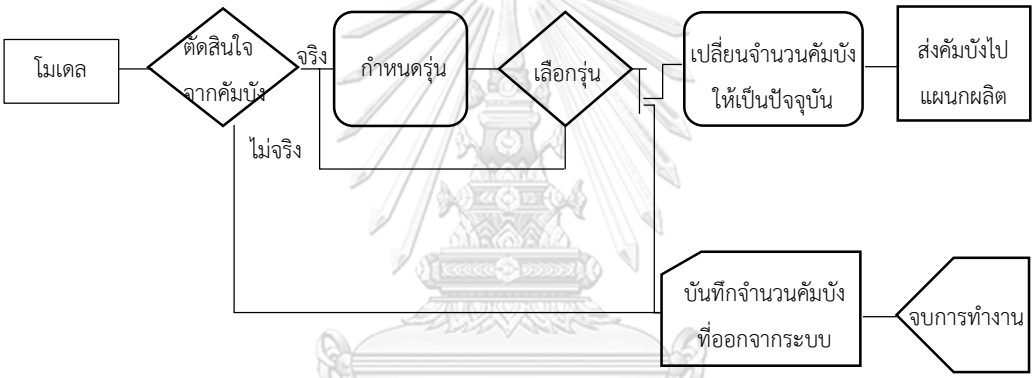
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2.1 การสร้างคัมบังและกำหนดรุ่นคัมบัง

เป็นการสร้างคัมบังเข้ามาในระบบโดยคัมบังที่เข้ามาสู่ระบบในตอนแรกจะไม่มีการกำหนดรุ่นที่เข้ามา เมื่อเข้ามาสู่ระบบแล้วจะมีการกำหนดรุ่นภายหลังก่อนส่งต่อไปให้แผนกผลิต ในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและกำหนดรุ่นให้กับคัมบังในแบบจำลองสถานการณ์มีกระบวนการอยู่ทั้งหมด 8 กระบวนการ ดังนี้

1. แบบจำลองคัมบังที่เข้าสู่ระบบ
2. ตัดสินใจจากคัมบัง
3. กำหนดรุ่น
4. เลือกรุ่น
5. เปลี่ยนจำนวนคัมบังให้เป็นปัจจุบัน
6. ส่งคัมบังไปแผนกผลิต
7. บันทึกจำนวนคัมบังที่ออกจากระบบ
8. จบการทำงาน

ทั้ง 8 กระบวนการนี้สามารถแสดงเป็นแผนผังได้ตามรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ส่วนที่ 1 กระบวนการสร้างคัมบังและกำหนดรุ่นคัมบัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

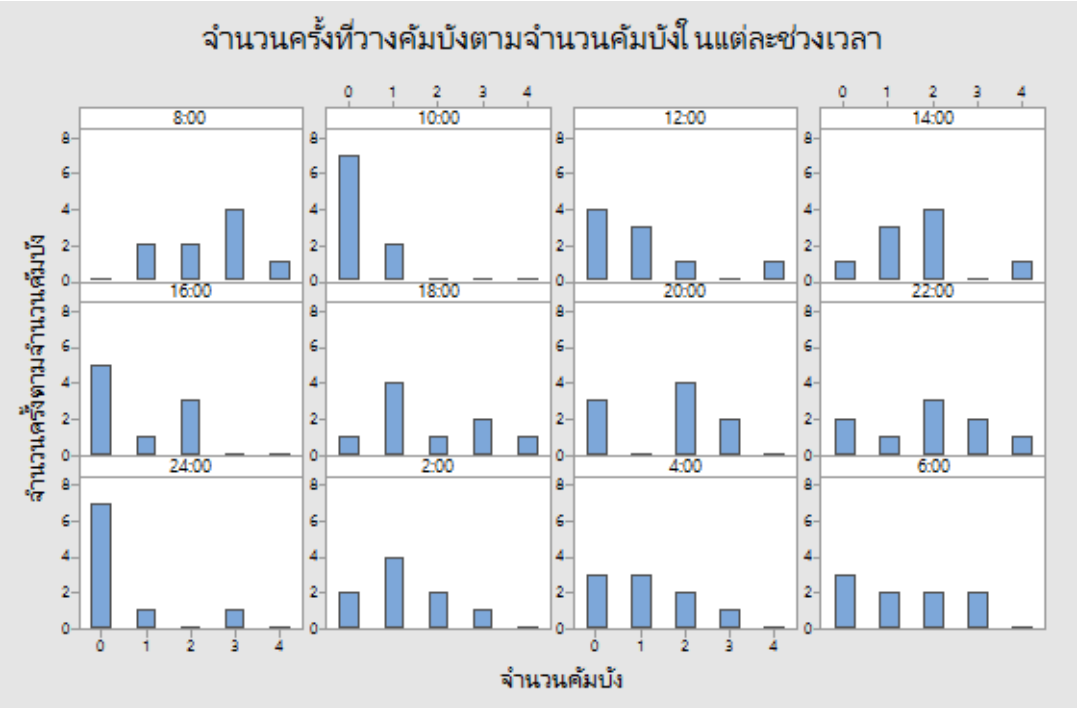
จากรูปที่ 4.3 สามารถอธิบายแต่ละกระบวนการได้ดังนี้ กระบวนการที่ 1 แบบจำลอง ส่วนของแบบจำลอง เป็นการสร้างคัมบังให้เข้าสู่ระบบทุก 2 ชั่วโมงด้วยความน่าจะเป็น โดยนำข้อมูลการนำเข้าจากการเก็บข้อมูลการวางคัมบังจากแผนกคลังสินค้าให้แผนกผลิตในช่วง 10 วันตั้งแต่วันที่ 11 ถึงวันที่ 20 มกราคม 2558 ดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลจำนวนคัมบังจากแผนกคลังสินค้าให้แผนกผลิตตั้งแต่วันที่ 11 ถึงวันที่ 20 มกราคม 2558

เดือน	วันที่	จำนวนคัมบังจากแผนกคลังสินค้าให้แผนกผลิต (ใบ)											
		08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	24:00	02:00	04:00	06:00
มกราคม	11	4	0	1	2	1	1	0	4	0	1	1	0
	12	3	1	0	2	0	3	3	0	0	3	1	1
	13	1	0	2	2	0	4	0	2	0	0	3	0
	14	3	0	0	1	0	2	2	3	1	1	2	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	2	1	0	2	2	1	2	1	3	0	2	1
	17	3	0	0	1	2	1	2	3	0	1	0	2
	18	2	0	1	4	0	0	3	0	0	2	1	2
	19	1	0	4	1	0	3	0	2	0	2	0	3
	20	3	0	1	0	2	1	2	2	0	1	0	3

จากตารางที่ 4.1 เป็นการเก็บข้อมูลโดยไม่ระบุรุ่นของคัมบังยกตัวอย่างวันที่ 11 มกราคม 2558 เวลา 8:00 น. แผนกคลังสินค้าวางคัมบังให้แผนกผลิตจำนวน 4 ใบเป็นต้น ทั้งนี้วันที่ 15 มกราคม 2558 เป็นวันหยุดของโรงงานจึงไม่มีการผลิตงาน จากนั้นนำข้อมูลจากตารางที่ 4.2 มาสรุปผลจำนวนครั้งที่วางคัมบังตามจำนวนคัมบังที่แผนกผลิตได้รับจากแผนกคลังสินค้าในแต่ละช่วงเวลาดังรูปที่ 4.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.4 จำนวนครั้งที่วางคัมบังตามจำนวนคัมบังในแต่ละช่วงเวลา

รูปที่ 4.4 อธิบายได้ดังนี้จากการเก็บข้อมูลในช่วง 10 วัน คือวันที่ 11 ถึงวันที่ 20 มกราคม 2558 พบว่าในจำนวนวันทำงาน 9 วันของโรงงาน เวลา 8:00 น. แผนกผลิตได้รับคัมบังจากแผนกคลังสินค้า 1 ใบเป็นจำนวน 2 ครั้ง หรือเวลา 18:00 น.แผนกผลิตได้รับคัมบังจากแผนกคลังสินค้า 3 ใบเป็นจำนวน 2 ครั้ง ซึ่งสามารถสรุปเป็นตารางได้ดังตารางที่ 4.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.2 จำนวนครั้งที่วางคัมบังตามจำนวนคัมบังในแต่ละช่วงเวลา

จำนวนคัมบัง	จำนวนครั้งตามจำนวนคัมบัง											
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	24:00	02:00	04:00	06:00
0	0	7	4	1	5	1	3	2	7	2	3	3
1	2	2	3	3	1	4	0	1	1	4	3	2
2	2	0	1	4	3	1	4	3	0	2	2	2
3	4	0	0	0	0	2	2	2	1	1	1	2
4	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0

จากนั้นนำข้อมูลจากตารางที่ 4.2 มาใช้คำนวณความน่าจะเป็นของจำนวนคัมบังที่แผนกแผนกผลิตได้รับจากแผนกคลังสินค้าในแต่ละช่วงเวลา สูตรการคำนวณดังนี้

$$p_{n,t} = \frac{N_t}{D} \tag{4.1}$$

เมื่อ n จำนวนคัมบังที่ได้รับ

t เวลาที่ได้รับคัมบัง

N_t จำนวนครั้งที่วางคัมบังตามจำนวนคัมบังในแต่ละช่วงเวลา

D จำนวนวันที่ผลิตของช่วงที่เก็บข้อมูล

ตัวอย่างการคำนวณความน่าจะเป็นของจำนวนคัมบังที่แผนกผลิตได้รับจากแผนกคลังสินค้าในรอบเวลา 8:00 น. แสดงได้ดังนี้

จำนวนคัมบังที่ได้รับ 0 ใบ แทนค่าจากตารางที่ 4.2 ลงในตัวแปร ดังนี้

$$p_{n,t} = \frac{0}{9}$$

$$p_{n,t} = 0$$

ดังนั้นความน่าจะเป็นที่แผนกผลิตไม่ได้รับคัมบังจากแผนกคลังสินค้ารอบเวลา 8:00 น. เท่ากับ 0

จำนวนคัมบังที่ได้รับ 1 ใบ แทนค่าจากตารางที่ 4.2 ลงในตัวแปร ดังนี้

$$p_{n,t} = \frac{2}{9}$$

$$p_{n,t} = 0.22$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดังนั้นความน่าจะเป็นที่แผนกผลิตได้รับคัมบัง 1 ใบจากแผนกคลังสินค้ารอบเวลา 8:00 น. เท่ากับ 0.22

จำนวนคัมบังที่ได้รับ 2 ใบ แทนค่าจากตารางที่ 4.2 ลงในตัวแปร ดังนี้

$$p_{n,t} = \frac{2}{9}$$

$$p_{n,t} = 0.22$$

ดังนั้นความน่าจะเป็นที่แผนกผลิตได้รับคัมบัง 2 ใบจากแผนกคลังสินค้ารอบเวลา 8:00 น. เท่ากับ 0.22

จำนวนคัมบังที่ได้รับ 3 ใบ แทนค่าจากตารางที่ 4.2 ลงในตัวแปร ดังนี้

$$p_{n,t} = \frac{4}{9}$$

$$p_{n,t} = 0.44$$

ดังนั้นความน่าจะเป็นที่แผนกผลิตได้รับคัมบัง 3 ใบจากแผนกคลังสินค้ารอบเวลา 8:00 น. เท่ากับ 0.44

จำนวนคัมบังที่ได้รับ 4 ใบ แทนค่าจากตารางที่ 4.2 ลงในตัวแปร ดังนี้

$$p_{n,t} = \frac{1}{9}$$

$$p_{n,t} = 0.12$$

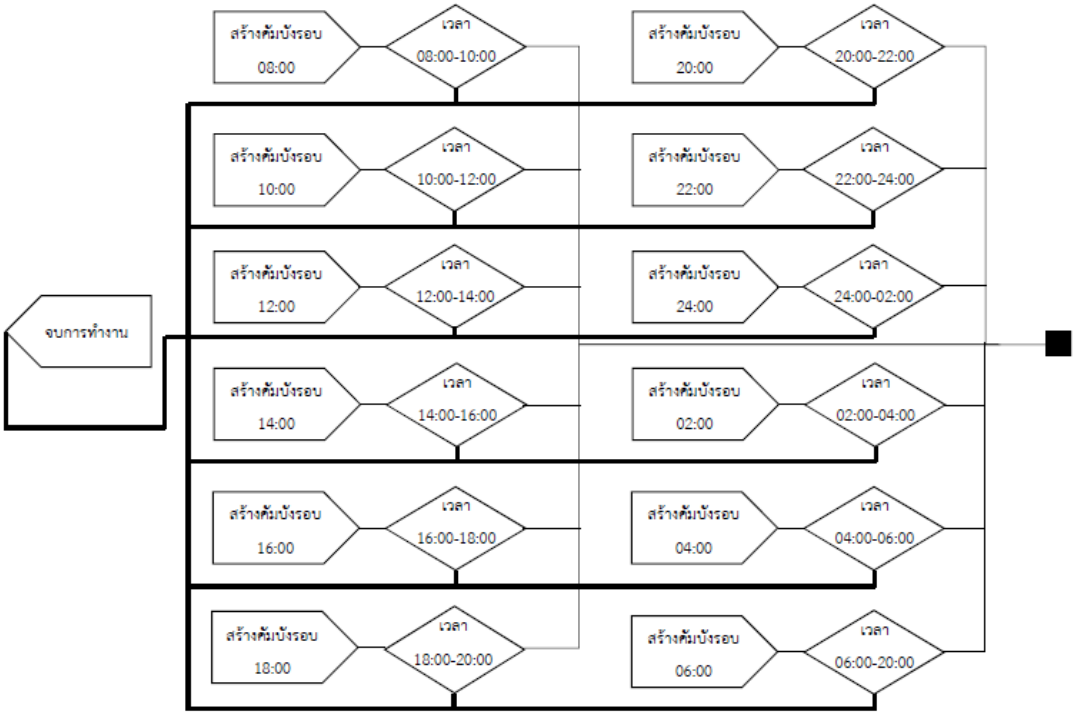
ดังนั้นความน่าจะเป็นที่แผนกผลิตได้รับคัมบัง 4 ใบจากแผนกคลังสินค้ารอบเวลา 8:00 น. เท่ากับ 0.12

เมื่อคำนวณทุกรอบเวลาที่ได้รับคัมบังจากตารางที่ 4.2 แล้วสามารถสรุปความน่าจะเป็นของจำนวนคัมบังที่แผนกคลังสินค้าวางให้แผนกผลิตในแต่ละช่วงเวลาได้ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความน่าจะเป็นของจำนวนคัมบังที่แผนกคลังสินค้าวางให้แผนกผลิตในแต่ละช่วงเวลา

จำนวนคัมบัง	ความน่าจะเป็น											
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	24:00	02:00	04:00	06:00
0	0.00	0.78	0.44	0.11	0.56	0.11	0.33	0.22	0.78	0.22	0.33	0.33
1	0.22	0.22	0.33	0.33	0.11	0.44	0.00	0.11	0.11	0.44	0.33	0.22
2	0.22	0.00	0.11	0.44	0.33	0.11	0.44	0.33	0.00	0.22	0.22	0.22
3	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.23	0.22	0.11	0.12	0.12	0.23
4	0.12	0.00	0.12	0.12	0.00	0.12	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00

จากนั้นนำความน่าจะเป็นตามตารางที่ 4.3 ใช้เป็นข้อมูลในการสร้างคัมบังเข้าสู่ระบบทุก 2 ชั่วโมงเพื่อให้โปรแกรมสร้างคัมบังขึ้นในแต่ละช่วงเวลา โดยรูปแบบของการสร้างคัมบังเข้าระบบดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 รูปแบบการสร้างคัมบังเข้าระบบ

รูปแบบภายในของแบบจำลองมีรูปแบบการสร้างคัมบังโดยแบ่งเป็น 12 รอบ ตามรอบเวลาการวางคัมบังจากแผนกคลังสินค้า การสร้างคัมบังที่เข้าสู่ระบบเกิดจากการนำค่าความน่าเป็นจากตารางที่ 4.3 มากำหนด

เมื่อสร้างคัมบังเข้าสู่ระบบในแต่ละช่วงเวลา ถัดมาคือขั้นตอนการตัดสินใจตามช่วงเวลา เป็นการตัดสินใจว่าช่วงที่คัมบังเข้ามาตรงกับช่วงเวลาที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่ตรงกับช่วงเวลาที่กำหนดจะส่งคัมบังไปยังขั้นตอนจบการทำงาน แต่หากตรงกับเวลาที่กำหนดคัมบังจะถูกส่งต่อไปยังขั้นตอนการกำหนดแบบจำลองของคัมบังที่รับเข้ามาผ่านแบบจำลอง

กระบวนการที่ 2 ตัดสินใจจากคัมบัง คือการตรวจสอบจำนวนคัมบังที่เข้ามาในระบบ 0 ผ่านคำสั่ง Decide ว่ามีจำนวนคัมบังที่เข้ามาผ่านกระบวนการที่ 1 มากกว่าจำนวนรวมของคัมบังหรือไม่ ถ้ามีจำนวนมากกว่าจำนวนคัมบังรวม คัมบังใบนั้นจะถูกส่งไปยังกระบวนการที่ 7 บันทึกจำนวนคัมบังที่ออกจากระบบก่อนจะไปสู่กระบวนการที่ 8 จบการทำงาน คัมบังที่ตรงตามเงื่อนไขจะถูกส่งต่อไปยังกระบวนการที่ 3 เพื่อกำหนดรุ่น

กระบวนการที่ 3 กำหนดรุ่นเป็นการกำหนดคุณสมบัติประจำตัว (Attribute) คือรุ่นของคัมบังที่เข้ามา โดยการกำหนดรุ่นจากจำนวนคัมบังคงเหลือแต่ละรุ่นแบบสุ่ม เพื่อสร้างคุณสมบัติประจำตัวเป็นรุ่นของคัมบังที่เข้ามา ทั้งนี้มีการกำหนดสถานะของคัมบังแต่ละรุ่นคือจำนวนคัมบังที่อยู่

ในแผนกผลิต แผนกคลังสินค้า จำนวนคัมบังรวมแต่ละรุ่น และแม่พิมพ์ที่ใช้กับงานแต่ละรุ่นมีรูปแบบตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สถานะของคัมบัง

รุ่น	จำนวนคัมบังรวม (ใบ)	จำนวนคัมบังที่แผนกผลิต (ใบ)	จำนวนคัมบังที่แผนกคลังสินค้า (ใบ)	แม่พิมพ์
1	2	0	2	1
2	2	0	2	1
3	2	0	2	1
4	2	0	2	1
5	2	0	2	0
6	2	0	2	0
7	2	0	2	1
8	2	0	2	1
9	2	0	2	0
10	2	0	2	1
11	0	0	0	0

ตารางที่ 4.4 เป็นสถานะของคัมบังในขณะเริ่มจำลองสถานการณ์ โดยชิ้นงานแต่ละรุ่นมีจำนวนคัมบังรวม 2 ใบ ช่วงเริ่มต้นไม่มีคัมบังค้างที่แผนกผลิต มีสินค้าคงคลังอยู่ที่แผนกคลังสินค้าเต็มจำนวน สำหรับการกำหนดค่าของแม่พิมพ์ของชิ้นงานแต่ละรุ่นกำหนดเป็นตัวเลข 1 หมายถึงชิ้นงานที่ต้องใช้แม่พิมพ์ข้างขวาผลิต และ 0 หมายถึงชิ้นงานที่ต้องใช้แม่พิมพ์ข้างซ้ายผลิต

สำหรับส่วนต่างของคัมบังกำหนดค่าเริ่มต้นคือ 22 เป็นจำนวนของคัมบังรวมจากตารางที่ 4.4 เมื่อคัมบังได้กำหนดคุณสมบัติประจำตัวคือรุ่นของงานลิ้นชักหน้าแล้วจะส่งออกไปสู่กระบวนการที่ 4

กระบวนการที่ 4 เลือกรุ่น ด้วยคำสั่ง Decide เป็นการตัดสินใจก่อนที่จะส่งคัมบังไปแผนกผลิต โดยมีเงื่อนไขอยู่ 3 เงื่อนไขดังนี้

1. รุ่นของคัมบังมากกว่าหรือเท่ากับ 1
2. จำนวนแถวคอยที่อยู่ในระบบมากกว่า 20
3. ไม่ตรงตามเงื่อนไขที่ 1 หรือ 2

จากทั้ง 3 เงื่อนไข หากคัมบังใบนั้นตรงตามเงื่อนไขที่ 1 คัมบังจะถูกส่งไปยังกระบวนการที่ 5 เปลี่ยนจำนวนคัมบังให้เป็นปัจจุบัน หากคัมบังใบนั้นตรงตามเงื่อนไขที่ 2 คัมบังจำถูกส่งไปที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระบวนการที่ 7 บันทึกจำนวนคัมบังที่ออกจากระบบก่อนที่ส่งต่อไปยัง กระบวนการที่ 8 คือจบการทำงาน และหากคัมบังใบนั้นตรงตามเงื่อนไขที่ 3 คัมบังจะถูกย้อนกลับไปที่กระบวนการที่ 3 กำหนดรุ่นใหม่อีกครั้ง

กระบวนการที่ 5 เปลี่ยนจำนวนคัมบังให้เป็นปัจจุบัน เป็นการเพิ่มจำนวนคัมบังที่แผนกผลิตและลดจำนวนคัมบังที่แผนกคลังสินค้าของสถานะของคัมบังในระบบให้เป็นปัจจุบัน รวมถึงการกำหนดคุณสมบัติแม่พิมพ์ที่ใช้ผลิตให้คัมบัง และการลดค่าของจำนวนคัมบังในระบบออก 1 ใบก่อนส่งคัมบังไปแผนกผลิต

กระบวนการที่ 6 ส่งคัมบังไปแผนกผลิตด้วยคำสั่ง Leave เป็นการส่งคัมบังที่ออกจากกระบวนการที่ 5 เพื่อไปยังส่วนที่ 2 การคำนวณลำดับความสำคัญของคัมบัง

กระบวนการที่ 7 บันทึกจำนวนคัมบังที่ออกจากระบบด้วยคำสั่ง Recode เพื่อบันทึกค่าคัมบังที่ออกจากระบบ

กระบวนการที่ 8 จบการทำงานด้วยคำสั่ง Dispose เพื่อนำคัมบังที่ไม่ใช้งานออกจากระบบ

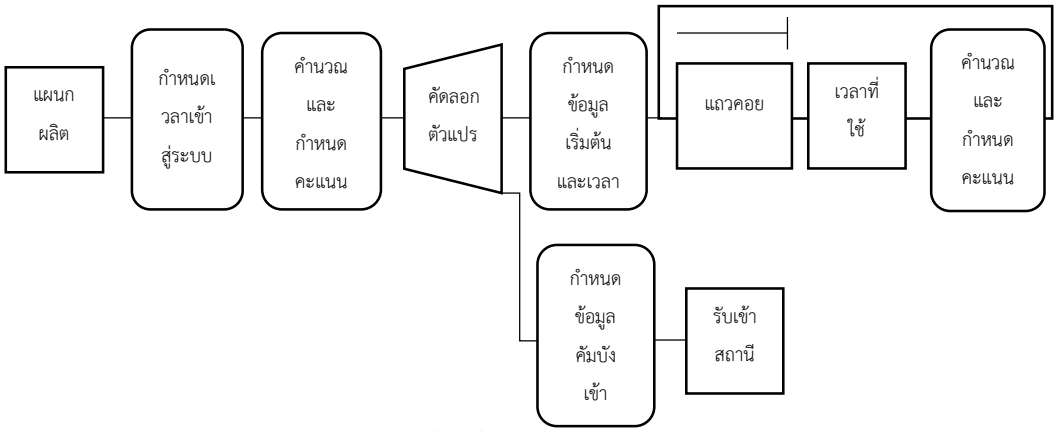
4.2.2 การคำนวณลำดับความสำคัญของคัมบัง

เป็นการแปลงเงื่อนไขของการจัดลำดับการผลิตในปัจจุบันให้อยู่ในรูปแบบของคะแนน เพื่อให้สามารถกำหนดลำดับความสำคัญของคัมบังแต่ละใบที่เข้ามาในระบบได้ มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดลำดับความสำคัญของคัมบังแต่ละใบโดยการสร้างคะแนนให้ติดไปกับคัมบังทุกใบ ในส่วนนี้มีกระบวนการอยู่ทั้งหมด 10 กระบวนการ ดังนี้

1. แผนกผลิต
2. กำหนดเวลาเข้าสู่ระบบ
3. คำนวณและกำหนดคะแนน (1)
4. คัดลอกตัวแปร
5. กำหนดข้อมูลเริ่มต้นและเวลา
6. แถวคอย
7. เวลาที่ใช้
8. คำนวณและกำหนดคะแนน (2)
9. กำหนดข้อมูลคัมบังเข้า
10. รับเข้าสถานี

ทั้ง 10 กระบวนการนี้สามารถแสดงเป็นแผนผังได้ตามรูปที่ 4.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.6 ส่วนที่ 2 การคำนวณลำดับความสำคัญของคัมบัง

จากรูปที่ 4.7 สามารถอธิบายแต่ละกระบวนการได้ดังนี้

กระบวนการที่ 1 แผนกผลิต เป็นการรับคัมบังมาจากส่วนที่ 1 ด้วยคำสั่ง Station

กระบวนการที่ 2 กำหนดเวลาเข้าสู่ระบบ เป็นการกำหนดเวลาที่เข้ามาสู่แผนกผลิตให้คัมบังแต่ละใบด้วยคำสั่ง Assign เลือกประเภทของข้อมูลป้อนเข้าเป็นคุณสมบัติประจำตัว (Attribute)

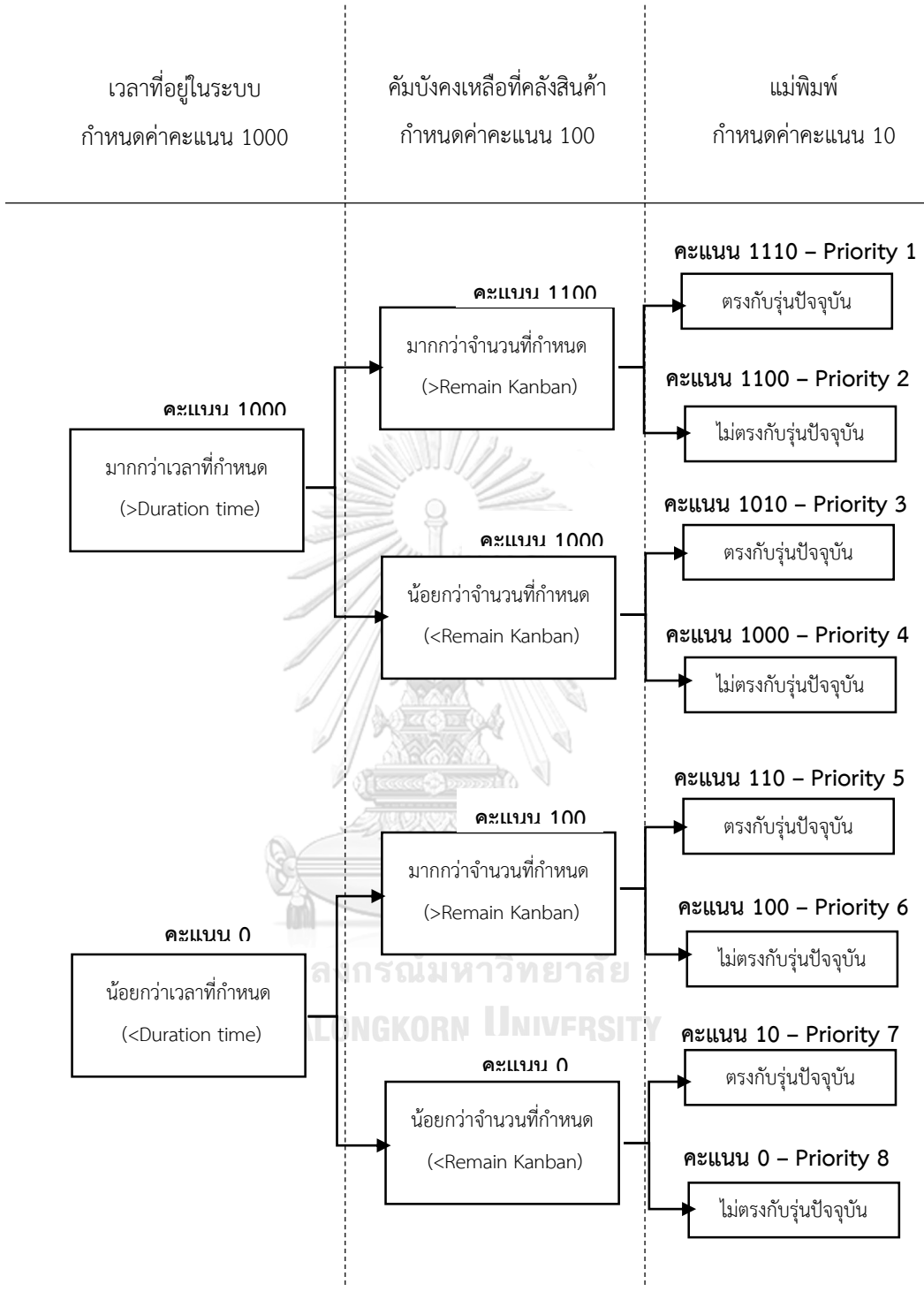
กระบวนการที่ 3 คำนวณและกำหนดคะแนน (1) เพื่อกำหนดลำดับความสำคัญให้คัมบังเป็นการกำหนดค่าต่างๆติดไปกับคัมบังที่เข้ามาดังนี้

- กำหนดลำดับความสำคัญ เป็นการบ่งบอกลำดับความสำคัญของการจัดลำดับการผลิตงาน โดยการให้ค่าคะแนนทั้ง 3 เงื่อนไขเพื่อใช้คำนวณลำดับความสำคัญดังตารางที่ 4.5 และนำไปจัดลำดับความสำคัญดังรูปที่ 4.7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.5 สถานะของคัมบังและค่าคะแนนในแต่ละเงื่อนไข

	เวลาที่อยู่ในระบบ	คัมบังคงเหลือที่คลังสินค้า	แม่พิมพ์
คะแนน	1000	100	10



รูปที่ 4.7 การคำนวณคะแนนจากเงื่อนไขทั้ง 3

- เพิ่มจำนวนคัมบังเข้าสู่ระบบเพื่อเป็นการปรับค่าจำนวนคัมบังทั้งหมดในระบบให้เป็นปัจจุบัน

กระบวนการที่ 4 คัดลอกตัวแปร เป็นการคัดลอกข้อมูลที่ออกจากกระบวนการที่ 3 ออกเป็น 2 ส่วนเพื่อส่งข้อมูลไปยังกระบวนการที่ 5 กำหนดข้อมูลเริ่มต้นและเวลาและกระบวนการที่ 9 กำหนดข้อมูลคัมบังเข้า ผ่านคำสั่ง Separate

กระบวนการที่ 5 กำหนดข้อมูลเริ่มต้นและเวลาด้วยคำสั่ง Assign สำหรับเก็บค่าผ่านคำสั่ง ReadWrite ในส่วนที่ 4

กระบวนการที่ 6 แถวคอย เป็นการสร้างแถวคอยให้ระบบด้วยคำสั่ง Hold และระบุสถานะของระบบว่าไม่ว่าง

กระบวนการที่ 7 เวลาที่ใช้ ด้วยคำสั่ง Delay เป็นคำสั่งที่ต้องใส่หลังคำสั่ง Hold เพื่อให้สามารถปล่อยคัมบังออกไปได้

กระบวนการที่ 8 คำนวณและกำหนดคะแนน (2) เป็นการคำนวณคะแนนและกำหนดคะแนนใหม่หลังจากที่มีคัมบังออกจากระบบในส่วนที่ 4 เป็นการค่าต่างๆให้ติดไปกับคัมบังเข้ามาโดยกำหนดข้อมูลดังนี้

- กำหนดลำดับความสำคัญ เป็นการบ่งบอกลำดับความสำคัญของการจัดลำดับการผลิตงาน โดยการให้ค่าคะแนนทั้ง 3 เงื่อนไขเพื่อใช้คำนวณลำดับความสำคัญดังตารางที่ 4.5 และนำไปจัดลำดับความสำคัญดังรูปที่ 4.7
- ระบุสถานะว่างให้ระบบ

กระบวนการที่ 9 กำหนดข้อมูลคัมบังเข้า การกำหนดข้อมูลวัตถุก่อนส่งไปยังกระบวนการที่ 10 เพื่อเก็บจำนวนคัมบังที่ออกจากส่วนที่ 2 กระบวนการที่ 10 รับเข้าสถานี ผ่านคำสั่ง Leave เพื่อส่งคัมบังเข้าสู่ส่วนที่ 3 การค้นหาคัมบังที่มีลำดับความสำคัญมากที่สุด

4.2.3 การค้นหาคัมบังที่มีลำดับความสำคัญมากที่สุด

มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาคัมบังที่มีลำดับความสำคัญมากที่สุดไปสั่งผลิต ซึ่งเป็นการนำคะแนนที่ติดตัวมากับคัมบังแต่ละใบมาค้นหาคะแนนที่มีค่ามากที่สุดเพื่อนำไปสั่งผลิต
ในส่วนที่ 3 นี้มีกระบวนการอยู่ทั้งหมด 11 กระบวนการ ดังนี้

1. ออกจากสถานี
2. กำหนดค่าสัญญาณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. รับเข้าสถานี

4. สร้างสัญญาณ

5. ค้นหาคะแนนมากที่สุด

6. จบการทำงาน (1)

7. ตรวจสอบสถานะการผลิต

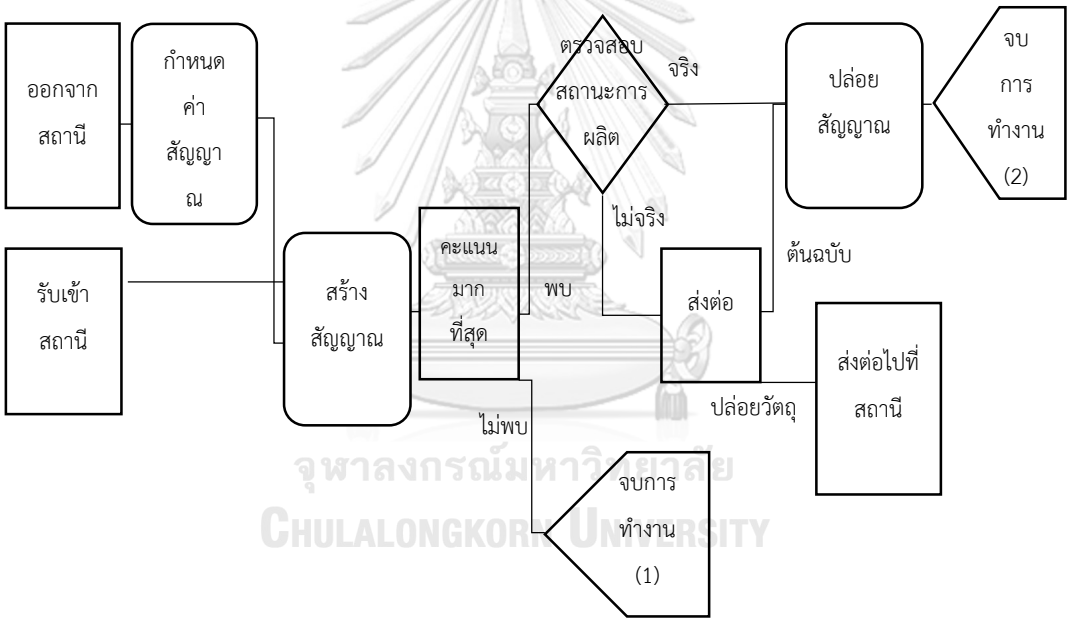
8. ปล่อยสัญญาณ

9. จบการทำงาน (2)

10. ส่งต่อ

11. ส่งต่อไปที่สถานี

ทั้ง 11 กระบวนการนี้สามารถแสดงเป็นแผนผังได้ตามรูปที่ 4.8



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4.8 ส่วนที่ 3 การค้นหาคัมบังที่มีลำดับความสำคัญมากที่สุด

กระบวนการที่ 1 ออกจากสถานี ผ่านคำสั่ง Station เพื่อรับคัมบังจากส่วนที่ 4 หลังจากที่ผลิตจบแล้วเข้ามาเพื่อลบคัมบังออกจากสัญญาณ

กระบวนการที่ 2 กำหนดค่าสัญญาณ เป็นการกำหนดค่าของตัวแปรชื่อสถานะไม่ว่างให้ระบบด้วยคำสั่ง Assign

กระบวนการที่ 3 รับเข้าสถานี ผ่านคำสั่ง Station เพื่อรับคัมบังจากส่วนที่ 2 เพื่อนำมาค้นหาคะแนนมากที่สุดของคัมบัง นำไปใช้สั่งผลิต

กระบวนการที่ 4 สร้างสัญญาณ ด้วยคำสั่ง Assign

กระบวนการที่ 5 ค้นหาคะแนนมากที่สุด ผ่านคำสั่ง Search เป็นการค้นหาลำดับความสำคัญมากที่สุดที่ใช้ในการสั่งผลิตต่อไป

กระบวนการที่ 6 จบการทำงาน (1) เป็นการจบการทำงานของคัมบังเมื่อมีค่าไม่ตรงเงื่อนไขของกระบวนการที่ 5

กระบวนการที่ 7 ตรวจสอบสถานะการผลิต หลังจากได้คัมบังที่มีค่ามากที่สุดแล้วจึงเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบว่าพนักงานคนที่ 1 ไม่ว่างใช่หรือไม่ หากใช่จะถูกส่งต่อไปยังกระบวนการที่ 8 แต่หากว่างจะถูกส่งต่อไปยังกระบวนการที่ 10 สำหรับคำสั่งที่ใช้ตรวจสอบคือ Decide

กระบวนการที่ 8 ปล่อยสัญญาณเป็นการกำหนดสถานะไม่ว่างให้ระบบ ด้วยคำสั่ง Assign

กระบวนการที่ 9 จบการทำงาน (2) เป็นการจบการทำงานของสัญญาณที่จากผ่านกระบวนการที่ 8

กระบวนการที่ 10 ส่งต่อ ด้วยคำสั่ง Remove

กระบวนการที่ 11 ส่งต่อไปที่สถานี ผ่านคำสั่ง Leave เพื่อส่งคัมบังเข้าสู่ส่วนที่ 4 การผลิต

4.2.4 กระบวนการผลิต

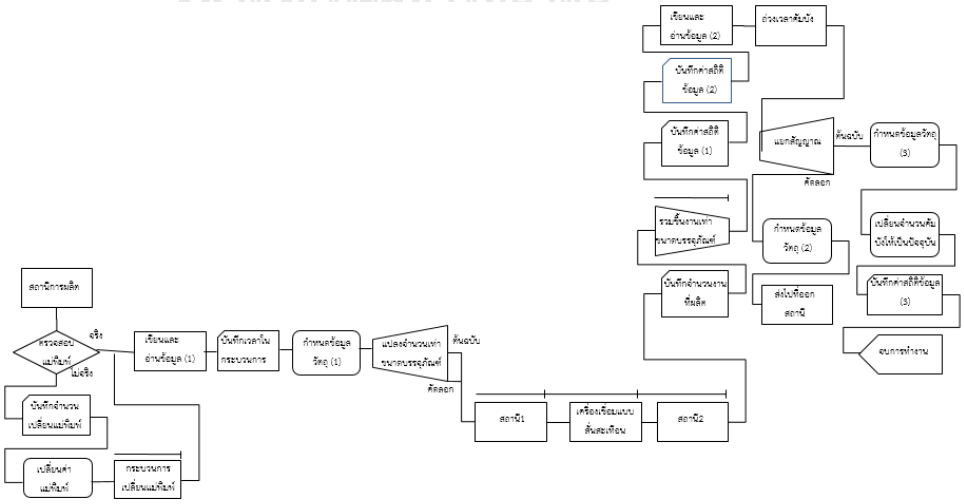
คือส่วนที่รับคำสั่งผลิตที่ส่งออกจากส่วนที่ 3 เพื่อนำมาผลิตชิ้นงานโดยเริ่มตั้งแต่การตรวจสอบแม่พิมพ์ปัจจุบันที่ติดตั้งอยู่ตรงกับรุ่นของคัมบังที่สั่งผลิตหรือไม่ หากไม่ตรงจะผ่านเข้าไปกระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ก่อนเริ่มผลิต จนไปถึงกระบวนการผลิตชิ้นงานลิ้นชักหน้าและนำคัมบังออกจากระบุ ในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบแม่พิมพ์ที่ติดตั้งอยู่เพื่อตัดสินใจว่าต้องมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์ในส่วนนี้ก่อนผลิตหรือไม่จนไปถึงขั้นตอนการผลิตก่อนกำจัดคัมบังออกจาระบบมีกระบวนการอยู่ทั้งหมด 10 กระบวนการ ดังนี้

1. สถานีการผลิต
2. ตรวจสอบแม่พิมพ์
3. บันทึกจำนวนเปลี่ยนแม่พิมพ์
4. เปลี่ยนค่าแม่พิมพ์
5. กระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์
6. เขียนและอ่านข้อมูล (1)
7. บันทึกเวลาในกระบวนการ
8. กำหนดข้อมูลวัตถุ (1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

9. แปลงจำนวนเท่าขนาดบรรจุภัณฑ์
10. สถานี 1
11. เครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน
12. สถานี 2
13. บันทึกจำนวนงานที่ผลิต
14. รวมชิ้นงานเท่าขนาดบรรจุภัณฑ์
15. บันทึกค่าสถิติข้อมูล (1)
16. บันทึกค่าสถิติข้อมูล (2)
17. เขียนและอ่านข้อมูล (2)
18. ถ่วงเวลาคัมบัง
19. แยกสัญญาณ
20. กำหนดข้อมูลวัตถุ (2)
21. ส่งไปที่ออกสถานี
22. กำหนดข้อมูลวัตถุ (3)
23. เปลี่ยนจำนวนคัมบังให้เป็นปัจจุบัน
24. บันทึกค่าสถิติข้อมูล (3)
25. จบการทำงาน

ทั้ง 25 กระบวนการนี้สามารถแสดงเป็นแผนผังได้ตามรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ส่วนที่ 4 การตรวจสอบแม่พิมพ์และการผลิตงานลิ้นชักหน้า

กระบวนการที่ 1 สถานีการผลิต รับเข้าคัมบังที่สั่งผลิตจากส่วนที่ 3 ด้วยคำสั่ง Station

กระบวนการที่ 2 ตรวจสอบแม่พิมพ์ ก่อนคัมบังเข้าสู่ระบบต้องมีการตรวจสอบแม่พิมพ์ที่ติดตั้งปัจจุบันตรงกับแม่พิมพ์ของคัมบังที่ต้องผลิตหรือไม่ ด้วยคำสั่ง Decide

กระบวนการที่ 3 บันทึกจำนวนเปลี่ยนแม่พิมพ์ เป็นการเก็บค่าเพื่อแสดงผลจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ผ่านรายงาน ด้วยคำสั่ง Record

กระบวนการที่ 4 เปลี่ยนค่าแม่พิมพ์ เพื่อเป็นการตั้งค่าแม่พิมพ์ที่ถูกเปลี่ยนให้เป็นปัจจุบัน ด้วยคำสั่ง Assign

กระบวนการที่ 5 กระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ เป็นกระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ให้เครื่องจักร ด้วยคำสั่ง Process กำหนดทรัพยากรที่ใช้คือเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน เวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์แบบคงที่ 20 นาที

กระบวนการที่ 6 เขียนและอ่านข้อมูล เป็นการเขียนและส่งข้อมูลออกไปด้วยคำสั่ง ReadWrite เพื่อแสดงผลผ่านแฟ้มข้อมูล File

กระบวนการที่ 7 บันทึกเวลาในกระบวนการ ด้วยคำสั่ง Record เป็นช่วงเวลาที่คัมบังอยู่ในระบบ กำหนดค่าเป็นส่วนต่างของเวลาปัจจุบันกับเวลาที่ได้รับคัมบัง

กระบวนการที่ 8 กำหนดข้อมูลวัตถุ (1) ผ่านคำสั่ง Assign

กระบวนการที่ 9 แปลงจำนวนเท่ากับขนาดของบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากข้อมูลที่รับเข้าคือคัมบังมี 1 ใบ ดังนั้นก่อนผลิตจึงต้องเพิ่มจำนวนการผลิตให้เท่ากับขนาดของบรรจุภัณฑ์ ด้วยคำสั่ง Separate

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระบวนการที่ 10 สถานี1 เป็นกระบวนการผลิตของพนักงานคนที่ 1 ซึ่งประกอบชิ้นส่วนบางส่วนก่อนนำเข้าเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน ด้วยคำสั่ง Process กำหนดทรัพยากรที่ใช้คือพนักงานคนที่ 1 เวลาในกระบวนการผลิตที่สถานี 1 เป็นการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 57 วินาที และมีค่าเบี่ยงเป็นมาตรฐาน 2.5

กระบวนการที่ 11 เครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน กระบวนการเชื่อมชิ้นงานพลาสติก 2 ชิ้นเข้าด้วยกัน ด้วยคำสั่ง Process กำหนดทรัพยากรที่ใช้คือเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน เวลาในกระบวนการผลิตเป็นแบบคงที่ 15 วินาที

กระบวนการที่ 12 สถานี 2 เป็นกระบวนการผลิตของพนักงานคนที่ 2 เริ่มจากการนำชิ้นงานออกจากเครื่องจักรไปถึงการประกอบชิ้นส่วนที่เหลือ ด้วยคำสั่ง Process กำหนดทรัพยากรที่ใช้คือ

พนักงานคนที่ 2 เวลาในกระบวนการผลิตที่สถานี 2 เป็นการแจกแจงแบบปกติด้วยค่าเฉลี่ย 35 วินาที และมีค่าเบี่ยงเป็นมาตรฐาน 3.5

กระบวนการที่ 13 บันทึกจำนวนงานที่ผลิต เป็นการเก็บค่าเพื่อแสดงผลจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ผ่านรายงาน ด้วยคำสั่ง Record

กระบวนการที่ 14 รวมชิ้นงานเท่าขนาดบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากหลังจากผลิตจำนวนชิ้นงานจะออกเท่ากับปริมาณที่กำหนดในกระบวนการที่ 9 จึงต้องมีการรวมชิ้นงานก่อนด้วยคำสั่ง Batch

กระบวนการที่ 15 บันทึกค่าสถิติข้อมูล (1) ด้วยคำสั่ง Record

กระบวนการที่ 16 บันทึกค่าสถิติข้อมูล (2) บันทึกเวลาในกระบวนการ ด้วยคำสั่ง Record เป็นช่วงเวลาที่คัมบังอยู่ในระบบ กำหนดค่าเป็นส่วนต่างของเวลาปัจจุบันหลังผลิตเสร็จสิ้นกับเวลาที่ได้รับคัมบัง

กระบวนการที่ 17 เขียนและอ่านข้อมูล (2) เป็นการเขียนและส่งข้อมูลออกไปด้วยคำสั่ง ReadWrite เพื่อแสดงผลผ่านแฟ้มข้อมูลชื่อ File 2 ค่าที่เขียนทั้งหมดแสดงได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตัวแปรที่เก็บค่าผ่านคำสั่ง ReadWrite

ประเภทข้อมูล	ชื่อข้อมูล	ค่าที่เขียนและอ่าน
Other	NREP	จำนวนครั้งการจำลองสถานการณ์
Other	Change mold	การเปลี่ยนแม่พิมพ์

กระบวนการที่ 18 ถ่วงเวลาคัมบัง เป็นการใช้คำสั่ง Delay เพื่อให้คัมบังที่ผลิตเสร็จหยุดรอก่อนที่จะออกจากระบบแล้วนำไปสร้างเข้าสู่ระบบใหม่ เนื่องจากตามหลักการแล้วคัมบังที่ผลิตเสร็จจะถูกส่งเข้าคลังสินค้าและทยอยขายชิ้นงานให้ลูกค้าจนหมดบรรจุภัณฑ์จากนั้นจึงวนกลับเข้ามาในระบบอีกครั้ง ดังนั้นจึงใช้คำสั่ง Delay ในการหยุดพักคัมบังใบนั้นก่อนจะส่งออกจากระบบ โดยการกำหนดเวลารอเท่ากับแท็คไทม์การผลิตรถยนต์หนึ่งคันของลูกค้าคูณกับขนาดของบรรจุภัณฑ์งานลิ้นชักหน้า

กระบวนการที่ 19 แยกสัญญาณ กระบวนการทำซ้ำสัญญาณด้วยคำสั่ง Separate

กระบวนการที่ 20 กำหนดข้อมูลวัตถุ (2) ด้วยคำสั่ง Assign เพื่อส่งต่อข้อมูลไปที่ออกสถานี

กระบวนการที่ 21 ส่งไปที่ออกสถานี ผ่านคำสั่ง Leave เพื่อส่งคัมบังกลับเข้าสู่ส่วนที่ 3 การค้นหาคัมบังที่มีลำดับความสำคัญมากที่สุดเพื่อกำจัดคัมบังที่ผลิตแล้วออกจากสัญญาณ

กระบวนการที่ 22 กำหนดข้อมูลวัตถุ (3) เป็นการกำหนดข้อมูลวัตถุด้วยคำสั่ง Assign เพื่อส่งเก็บข้อมูลคัมบังที่ออกจากระบบ

กระบวนการที่ 23 เปลี่ยนจำนวนคัมบังให้เป็นปัจจุบันเป็นการลดจำนวนคัมบังที่แผนกผลิตและเพิ่มจำนวนคัมบังที่แผนกคลังสินค้าของสถานะของคัมบังให้เป็นปัจจุบัน และการเพิ่มค่าของ ส่วนต่างจำนวนคัมบังทั้งหมดในระบบ 1 ใบก่อนคัมบังออกจากระบบ

กระบวนการที่ 24 บันทึกค่าสถิติข้อมูล (3) ด้วยคำสั่ง Record

กระบวนการที่ 25 จบการทำงาน เป็นการจบการทำงานของคัมบังที่เข้ามาในระบบด้วยคำสั่ง Dispose

เมื่อจำลองสถานการณ์แล้วขั้นตอนถัดไปแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือขั้นตอนในการกำหนดระยะเวลา Warm up ให้กับ แบบจำลองสถานการณ์ที่ใช้ทดสอบเพื่อให้มีสภาวะเสถียรก่อนการทดสอบและส่วนที่สองคือการตรวจสอบโมเดลแบบจำลองสถานการณ์ที่ออกแบบมีความแตกต่างกับสถานการณ์ผลิตในปัจจุบันหรือไม่

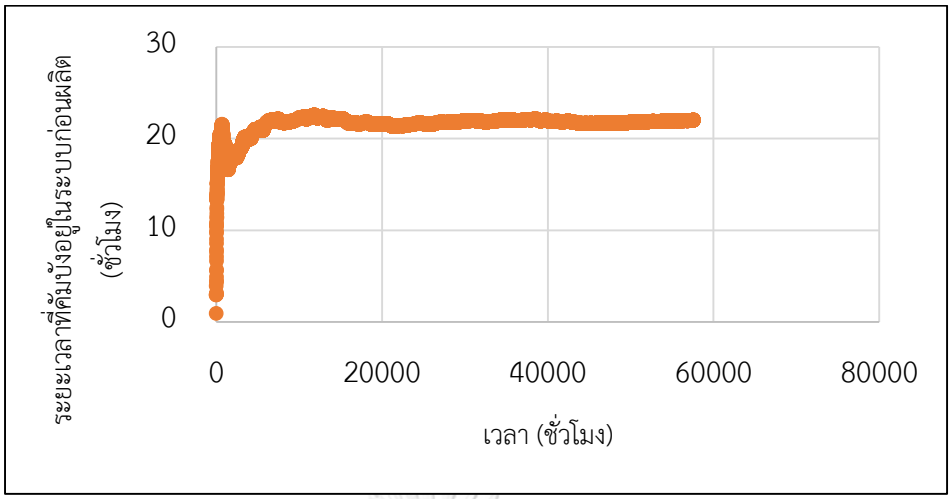
4.3 ระยะเวลาการ Warm up

การ Warm up เป็นการตั้งค่าเพื่อให้โมเดลแบบจำลองสถานการณ์ มีการจำลองสถานการณ์ระยะหนึ่งก่อนเก็บค่าจริงเนื่องจากบางครั้งในสถานการณ์จริงของการทำงานมีแถวคอยอยู่ในระบบตั้งแต่เริ่มต้นการจำลองสถานการณ์ ดังนั้นการ Warm up จึงเป็นการทำให้แบบจำลองสถานการณ์เข้าสู่สภาวะที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดก่อนที่จะเริ่มเก็บผลการทดลอง

อย่างไรก็ตามสำหรับการจำลองสถานการณ์การจัดตารางการผลิตลิ้นชักหน้าจำเป็นต้องมีการ Warm up ก่อนเริ่มเก็บผลการทดลอง เนื่องจากเป็นการจำลองสถานการณ์การผลิตทุก 10 วันและในช่วงท้ายของวันที่ 10 จะมีคัมบังที่ผลิตไม่หมดค้างอยู่ในระบบเสมอ จึงทำให้เมื่อเริ่มผลิตในวันที่ 1 ของรอบใหม่จะต้องมีคัมบังค้างอยู่ในระบบก่อนด้วยเช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การทดลองเพื่อหาระยะเวลา Warm up ที่เหมาะสมของแบบจำลองสถานการณ์นั้นใช้การทดลองโดยการตั้งค่าระยะเวลาในการทดสอบข้อมูลที่ 2400 วันเพื่อหาจุดที่แบบจำลองเข้าสู่สภาวะเสถียร โดยเก็บค่าของเวลาปัจจุบันเทียบกับเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังแล้วนำมาวิเคราะห์ ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ระยะเวลาเฉลี่ยของคัมบังในระบบก่อนการผลิต ในแต่ละช่วงเวลา

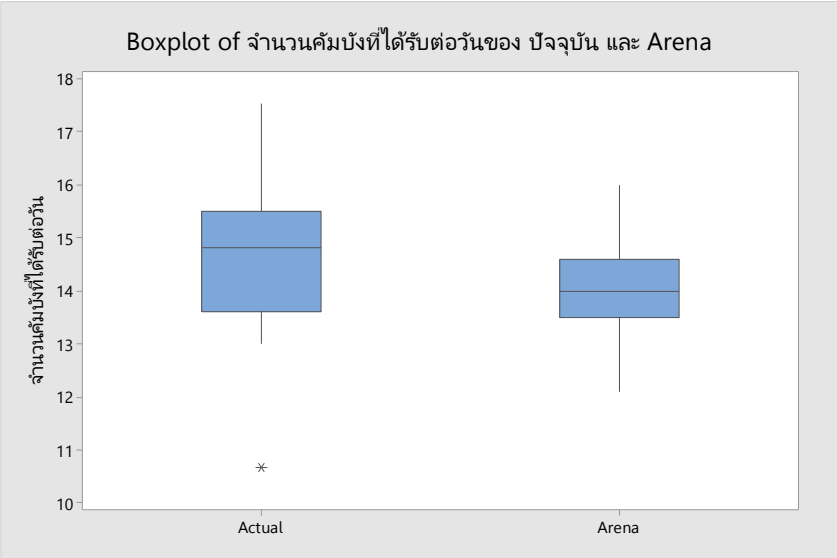
จากรูปที่ 4.10 เมื่อนำค่าของเวลาปัจจุบันมาเปรียบเทียบกับเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบตั้งแต่เข้ามาจนถึงผลิตจบพบว่าระยะเวลาเฉลี่ยเริ่มเข้าสู่สภาวะเสถียรที่ 15,000 ชั่วโมงจึงเลือกระยะเวลา Warm up ของโมเดลที่ 15,000 ชั่วโมงก่อนการเก็บผลการทดลองจริง

4.4 การตรวจสอบการจำลองสถานการณ์

การตรวจสอบ (Verification) เป็นการตรวจสอบการจำลองสถานการณ์ที่ออกแบบขึ้น มีความน่าเชื่อถือและตรงกับสถานการณ์จริงหรือไม่ เพื่อเป็นการยืนยันถึงผลการทดลองหลังจากการทดสอบว่ามีความแม่นยำน่าเชื่อถือ ทั้งนี้ในการทวนสอบการจำลองสถานการณ์ที่ออกแบบขึ้นมานั้นจะนำค่าที่เก็บบันทึกมาจริงเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ผ่านการทดลองโดยการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis testing) โดยใช้ข้อมูลจำนวนคัมบังที่ได้รับและข้อมูลจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยต่อวันมาเปรียบเทียบ

4.4.1 การตรวจสอบจากจำนวนคัมบังที่ได้รับ

สำหรับข้อมูลจำนวนคัมบังที่ได้รับเป็นการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม 2558 ถึง มีนาคม 2559 และนับวันทำงานจริงทุกช่วง 10 วันที่เก็บข้อมูล เพื่อนำไปเฉลี่ยออกมาเป็นจำนวนคัมบังเฉลี่ยที่ได้รับต่อวันในปัจจุบันเปรียบเทียบกับการทดลองการจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรมจากการเก็บข้อมูลสามารถแสดงได้ดังรูปในที่ 4.11



รูปที่ 4.11การเปรียบเทียบการกระจายของจำนวนคัมบังที่ได้รับต่อวันระหว่างปัจจุบันและ Arena

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนคัมบังเฉลี่ยที่ได้รับต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรม โดยมีสมมติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

H_0: จำนวนคัมบังเฉลี่ยที่ได้รับต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรม ไม่แตกต่างกัน

H_1 : จำนวนคัมบังเฉลี่ยที่ได้รับต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่าน

จากการเก็บข้อมูลและผลจากการทดลองผ่านการจำลองสถานการณ์แสดงในภาคผนวก นำไปทดสอบผ่านโปรแกรม Minitab Release 18 เนื่องจากจำนวนของข้อมูลไม่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันจึงใช้การทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการ t-test ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.12

Two-Sample T-Test and CI: Actual, Arena

Method

μ_1: mean of Actual
μ_2: mean of Arena
Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
Actual	12	14.62	1.80	0.52
Arena	100	14.030	0.826	0.083

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.588	(-0.571, 1.747)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
1.12	11	0.288

รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนคัมบังเฉลี่ยที่ได้รับต่อวัน

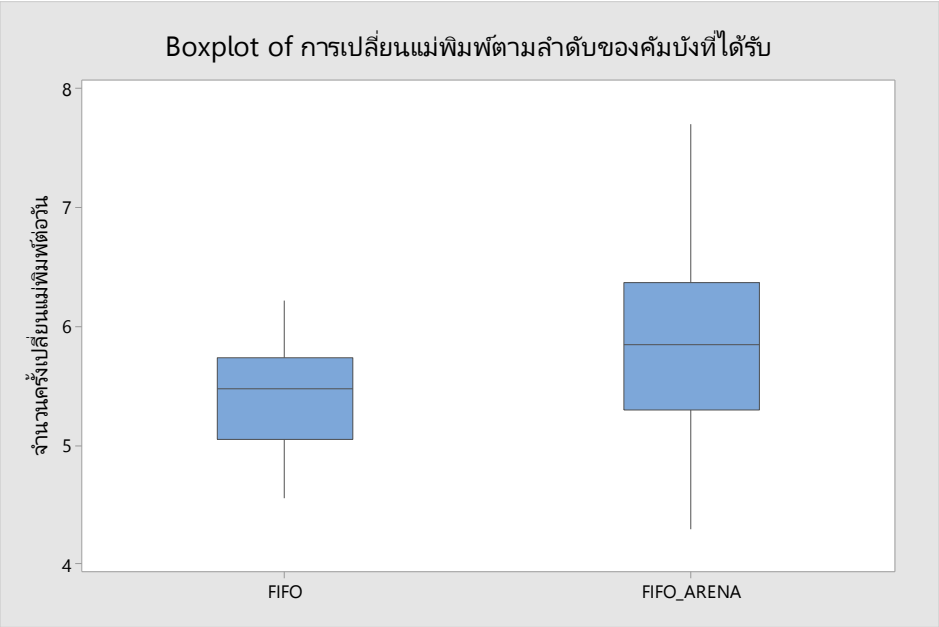
จากรูปที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติที่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ซึ่งค่า p-value เท่ากับ 0.288 มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ α = 0.05 แสดงว่ายอมรับ H_0 คือ จำนวนคัมบังเฉลี่ยที่ได้รับต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรม ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4.2 การตรวจสอบจากจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์

จากการเก็บข้อมูลจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ที่เก็บข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม 2558 ถึงมีนาคม 2559 และนับวันทำงานจริงทุกๆช่วง 10 วันที่เก็บข้อมูล เพื่อนำไปเฉลี่ยออกมาเป็นจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยต่อวันโดยแบ่งเป็นการตรวจสอบตามการผลิตตามลำดับคัมบังที่ได้รับและการตรวจสอบตามการผลิตในปัจจุบัน

สำหรับการตรวจสอบตามการผลิตตามลำดับคัมบังที่ได้รับ เป็นการเก็บข้อมูลของคัมบังที่ได้รับมาแล้วนำมาพิจารณาจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ต่อวันเพื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างกับการทดลองผ่านโปรแกรม ข้อมูลที่ใช้ทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 การเปรียบเทียบการกระจายของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ตามลำดับของคัมบัง

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรม สำหรับการเปลี่ยนแม่พิมพ์ตามลำดับคัมบังที่ได้รับมา (First in, First out: FIFO) มีสมมติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

H_0: จำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรม ไม่แตกต่างกัน

H_1 : จำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรม แตกต่างกัน

จากการเก็บข้อมูลและผลจากการทดลองผ่านการจำลองสถานการณ์แสดงในภาคผนวก นำไปทดสอบผ่านโปรแกรม Minitab Release 18 เนื่องจากจำนวนของข้อมูลไม่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันจึงใช้การทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการ t-test ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Two-Sample T-Test and CI: FIFO, FIFO_ARENA

Method

μ_1: mean of FIFO
μ_2: mean of FIFO_ARENA
Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
FIFO	12	5.436	0.469	0.14
FIFO_ARENA	100	5.826	0.682	0.068

Estimation for Difference

Difference	Pooled StDev	95% CI for Difference
-0.390	0.664	(-0.792, 0.012)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

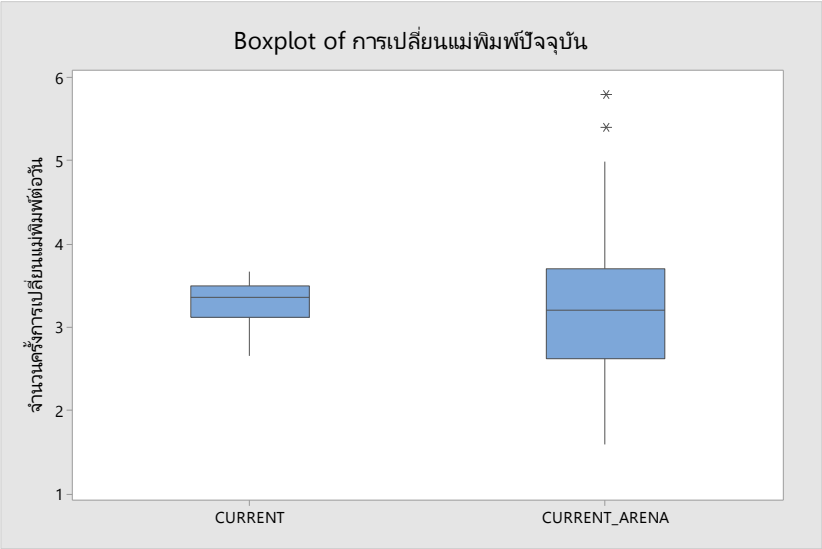
T-Value	DF	P-Value
-1.92	110	0.057

รูปที่ 4.14 ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ต่อวันตามคัมบังที่ได้รับ

จากรูปที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติที่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ซึ่งค่า p-value เท่ากับ 0.057 มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ α = 0.05 แสดงว่ายอมรับ H_0 คือจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรมไม่แตกต่างกัน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

สำหรับการตรวจสอบตามการผลิตตามปัจจุบัน เป็นการเก็บข้อมูลของคัมบังที่ได้รับมาแล้วนำมาพิจารณาจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ต่อวันเพื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างกับการทดลองผ่านโปรแกรม ข้อมูลที่ใช้ทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบการกระจายของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ปัจจุบัน

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรม สำหรับการเปลี่ยนแม่พิมพ์ปัจจุบันมีสมมติฐานเพื่อการทดสอบดังนี้

H_0: จำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรม ไม่แตกต่างกัน

H_1 : จำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรม แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการเก็บข้อมูลและผลจากการทดลองผ่านการจำลองสถานการณ์แสดงในภาคผนวก นำไปทดสอบผ่านโปรแกรม Minitab Release 18 เนื่องจากจำนวนของข้อมูลไม่ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากันจึงใช้การทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการ t-test ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.16

Two-Sample T-Test and CI: CURRENT, CURRENT_ARENA

Method

μ_1: mean of CURRENT
μ_2: mean of CURRENT_ARENA
Difference: $\mu_1 - \mu_2$

Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
CURRENT	12	3.311	0.284	0.082
CURRENT_ARENA	100	3.256	0.872	0.087

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.055	(-0.186, 0.296)

Test

Null hypothesis $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Alternative hypothesis $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

T-Value	DF	P-Value
0.46	43	0.648

รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ต่อวันตามปัจจุบัน

จากรูปที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติที่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ซึ่งค่า p-value เท่ากับ 0.648 มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ α = 0.05 แสดงว่ายอมรับ H_0 คือจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยต่อวันระหว่างข้อมูลที่เก็บและผลจากการทดลองผ่านโปรแกรม ไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้นจากผลการตรวจสอบสมมติฐานทั้ง 2 หัวข้อคือจำนวนคัมบังที่ได้รับและข้อมูลจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ของการผลิตปัจจุบันและการผลิตในโปรแกรมไม่มีความแตกต่าง การจำลองสถานการณ์นี้มีความถูกต้องเชื่อถือได้

4.5 การออกแบบสถานการณ์

จากการวิเคราะห์ตัวแปรที่ต้องการนำมาทดสอบเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพื่อให้สามารถลดจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ต่อ 1 รอบการผลิตหรือทุก 10 วันลง จึงได้ค้นหาตัวแปรที่นำมาใช้วิเคราะห์ในการทดลองนี้ มีทั้งหมด 3 ตัวแปรดังนี้

ตัวแปรที่ 1 ขนาดของบรรจุภัณฑ์ (R) คือจำนวนชิ้นงาน 1 รุ่นที่สามารถบรรจุลงไปในบรรจุภัณฑ์ โดยปัจจุบันทางโรงงานกำหนดขนาดของบรรจุภัณฑ์ให้สามารถบรรจุงาน 1 รุ่นต่อคัมบังที่จำนวน 60 ชิ้น ซึ่งส่งผลต่อจำนวนการผลิตชิ้นงานใน 1 รุ่นต่อครั้ง และแปรผันตรงกับระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตเปลี่ยนด้วยเช่นกัน เนื่องจากหากลดปริมาณการบรรจุลงก็จะทำให้ใช้เวลาในการผลิตชิ้นงาน 1 รุ่นต่อคัมบังลดลง และในทางกลับกันหากเพิ่มปริมาณการบรรจุขึ้นก็จะทำให้ใช้เวลาในการผลิตชิ้นงาน 1 รุ่นต่อคัมบังมากขึ้น

ตัวแปรที่ 2 ช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง (D) คือเวลาที่แผนกผลิตได้รับคัมบังจากแผนกคลังสินค้า หรืออาจกล่าวได้ว่าคือจำนวนชั่วโมงที่คัมบังนั้นรอผลิตนับจากเวลาที่ได้รับคัมบังมาจากแผนกคลังสินค้า โดยปัจจุบันกำหนดระยะเวลามากที่สุดที่คัมบัง 1 ใบ สามารถรอผลิตได้ไม่เกิน 8 ชั่วโมง ซึ่งสามารถใช้ประมาณการถึงอัตราการใช้ของคัมบังที่ได้รับมา เป็นส่วนสำคัญในการช่วยวิเคราะห์ถึงเวลาที่จะได้รับคัมบังที่เหลืออยู่ของชิ้นงานรุ่นเดียวกันได้ และเป็นตัวแปรที่ปัจจุบันได้ถูกนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อจัดตารางการผลิต

ตัวแปรที่ 3 จำนวนคัมบังคงเหลือ (K) คือส่วนต่างระหว่างคัมบังที่มีทั้งหมดในระบบกับคัมบังที่อยู่แผนกผลิต ซึ่งจำนวนคัมบังคงเหลือของแต่ละรุ่นสามารถสะท้อนให้เห็นถึงจำนวนสินค้าคงคลังที่เหลืออยู่ที่แผนกคลังสินค้าว่ามีปริมาณมากหรือน้อย และเป็นตัวแปรที่ปัจจุบันได้ถูกนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อจัดตารางการผลิตแล้วเช่นกัน

สำหรับการออกแบบสถานการณ์เพื่อทดสอบ กำหนดค่าของตัวแปรต่างๆตามค่าต่ำสุด (Lower bound) และค่าสูงที่สุด (Upper bound) ที่มีความเป็นไปได้กับการผลิตงานลิ้นชักหน้าแสดงในตารางที่ 4.7 จากตัวแปรที่ได้กล่าวไปทั้ง 3 ตัวแปรนั้นสามารถนำมาออกแบบเพื่อกำหนดกรอบของการทดลองตามค่าที่ต่ำที่สุด ค่าปัจจุบัน และค่าที่สูงสุด ด้วยการออกแบบสถานการณ์แบบ Full Factorial Design ดังนั้นในการทดลองนี้มีทั้งหมด 3 ตัวแปรที่ใช้ทดสอบและมีค่าที่ต้องการใช้ทดสอบในแต่ตัวแปรทั้งหมด 3 ระดับ จึงมีจำนวนสถานการณ์ที่ออกแบบทั้งหมด 3^k หรือเท่ากับ 27 โครงการ แต่ทั้งนี้ได้มีออกแบบสถานการณ์เพิ่มเติม 1 สถานการณ์เพื่อใช้ทดสอบการจัดตารางการผลิตตามเวลาที่ได้รับคัมบัง ดังนั้นจึงมีสถานการณ์ที่ออกแบบทั้งหมด 28 สถานการณ์ดังตารางที่ 4.8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.7 ค่าที่ต่ำสุดและค่าที่สูงสุดของตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปร	ชื่อตัวแปร	ค่าที่ต่ำสุด	ค่าปัจจุบัน	ค่าสูงที่สุด
R	ขนาดของบรรจุภัณฑ์	30	60	90
D	ช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง	4	8	16
K	จำนวนคัมบังคงเหลือ	0	1	2

ตารางที่ 4.8 ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละสถานการณ์ที่สนใจในการจำลองสถานการณ์

สถานการณ์	R (ชิ้น)	D (ชั่วโมง)	K (ใบ)	หมายเหตุ
A1	30	4	0	
A2	30	4	1	
A3	30	4	2	
A4	30	8	0	
A5	30	8	1	
A6	30	8	2	
A7	30	16	0	
A8	30	16	1	
A9	30	16	2	
A10	60	4	0	
A11	60	4	1	
A12	60	4	2	
A13	60	8	0	
A14	60	8	1	สถานการณ์ปัจจุบัน
A15	60	8	2	
A16	60	16	0	
A17	60	16	1	
A18	60	16	2	
A19	90	4	0	
A20	90	4	1	
A21	90	4	2	
A22	90	8	0	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.8-1 ค่าพารามิเตอร์ของแต่ละสถานการณ์ที่สนใจในการจำลองสถานการณ์

สถานการณ์	R (ชิ้น)	D (ชั่วโมง)	K (ใบ)	หมายเหตุ
A23	90	8	1	
A24	90	8	2	
A25	90	16	0	
A26	90	16	1	
A27	90	16	2	
A28	60	∞	∞	FIFO

ทั้งนี้ตารางที่ 4.8 จะใช้แทนสถานการณ์ที่ต้องการทดสอบเพื่อเก็บผลการทดลองของระยะเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบและจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ของแต่ละสถานการณ์ ศึกษาว่าตัวแปรใดที่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์และตัวแปรใดที่ไม่ส่งผลกระทบ จากนั้นนำตัวแปรที่ส่งผลกระทบไปวิเคราะห์ผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมาใช้ในการวิเคราะห์ผลและนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล

ในบทนี้เป็นการอธิบายถึงผลของการทดลองผ่านโปรแกรมในแต่ละโครงการที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่4 และนำผลการทดลองที่ได้จากโปรแกรมมาวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อใช้ในการสรุปผลการทดลอง

หลังจากการออกแบบการจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรม Rockwell Arena Simulation ด้วยแบบจำลองที่สร้างขึ้น การจำลองสถานการณ์กำหนดระยะเวลาการจำลองสถานการณ์เท่ากับ 10 วันตามรอบการเรียกงานของลูกค้าและกำหนดจำนวนชั่วโมงต่อวันเท่ากับ 24 ชั่วโมงทดลองซ้ำ 100 **Replication** โดยมีระยะเวลาการ Warm up 15,000 ชั่วโมง

5.1 ผลการทดลอง

เมื่อทดลองการจำลองสถานการณ์ต่างๆที่ออกแบบขึ้นด้วยโปรแกรม Rockwell Arena ค่าของตัวชี้วัดที่สนใจศึกษาเพื่อใช้วิเคราะห์ผลการทดลองแต่ละสถานการณ์คือเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังเป็นการแสดงถึงระยะเวลาตั้งแต่คัมบังเข้าสู่ระบบไปจนถึงผลิตงานตามคัมบังใบนั้นเสร็จสิ้นเพื่อชี้วัดระยะเวลาเฉลี่ยของคัมบังแต่ละใบ นอกจากนั้นแล้วยังมีตัวชี้วัดจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์เพื่อใช้วิเคราะห์จำนวนครั้งการเปลี่ยนมีพิมพ์ในทุกๆ 10 วัน แสดงดังตารางที่ 5.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองสถานการณ์ A1 – A27 แสดงเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังและจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์

สถานการณ์	R (ชิ้น)	D (ชั่วโมง)	K (ใบ)	เวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบัง (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์
A1	30	4	0	11.07 ± 0.32	46.70 ± 2.22
A2	30	4	1	11.07 ± 0.32	46.70 ± 2.22
A3	30	4	2	11.07 ± 0.32	46.70 ± 2.22
A4	30	8	0	11.14 ± 0.31	56.36 ± 2.06
A5	30	8	1	11.14 ± 0.31	56.36 ± 2.06
A6	30	8	2	11.14 ± 0.31	56.36 ± 2.06
A7	30	16	0	10.65 ± 0.30	36.35 ± 2.00
A8	30	16	1	10.65 ± 0.30	36.35 ± 2.00
A9	30	16	2	10.65 ± 0.30	36.35 ± 2.00
A10	60	4	0	12.14 ± 0.30	23.55 ± 1.17
A11	60	4	1	12.14 ± 0.30	23.55 ± 1.17
A12	60	4	2	12.14 ± 0.30	23.55 ± 1.17
A13	60	8	0	12.25 ± 0.28	32.57 ± 1.75
A14	60	8	1	12.25 ± 0.28	32.57 ± 1.75
A15	60	8	2	12.25 ± 0.28	32.57 ± 1.75
A16	60	16	0	12.59 ± 0.28	22.87 ± 1.32
A17	60	16	1	12.59 ± 0.28	22.87 ± 1.32
A18	60	16	2	12.59 ± 0.28	22.87 ± 1.32
A19	90	4	0	11.93 ± 0.60	22.94 ± 1.25
A20	90	4	1	11.93 ± 0.60	22.94 ± 1.25
A21	90	4	2	11.93 ± 0.60	22.94 ± 1.25
A22	90	8	0	11.58 ± 0.69	27.06 ± 1.19
A23	90	8	1	11.58 ± 0.69	27.06 ± 1.19
A24	90	8	2	11.58 ± 0.69	27.06 ± 1.19

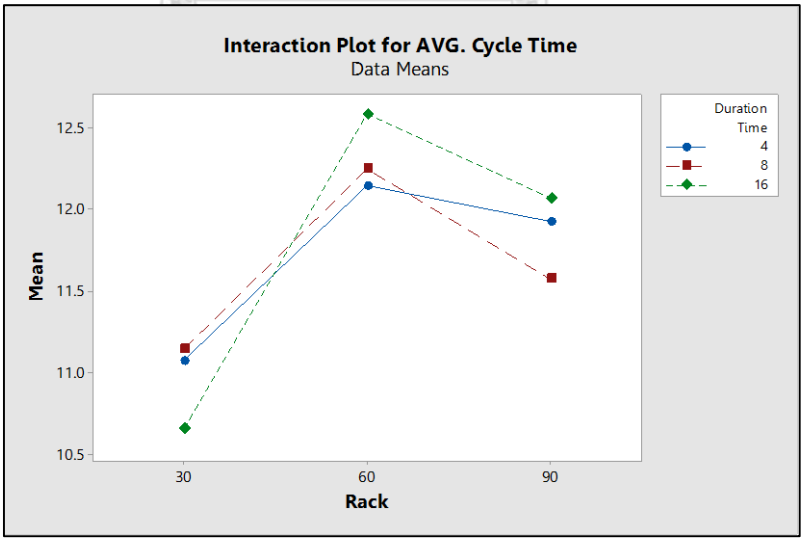
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.1 - 1 ผลการทดลองสถานการณ์ A1 – A27 แสดงเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังและจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์

สถานการณ์	R (ชิ้น)	D (ชั่วโมง)	K (ใบ)	เวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบัง (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์
A25	90	16	0	12.07 ± 0.66	20.06 ± 1.26
A26	90	16	1	12.07 ± 0.66	20.06 ± 1.26
A27	90	16	2	12.07 ± 0.66	20.06 ± 1.26

5.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

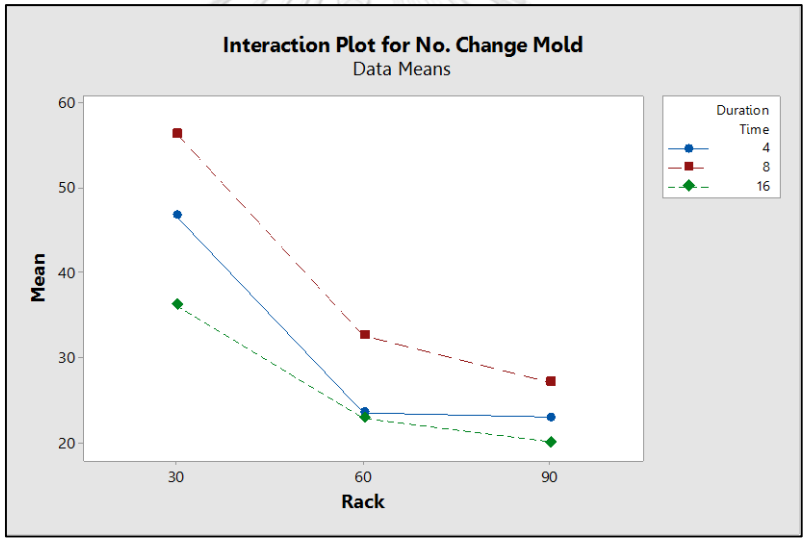
เป็นการนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์ของเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังมาวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยร่วมแต่ละปัจจัย จากการวิเคราะห์เชิงสถิติด้วยโปรแกรม Minitab Release 18 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผลทางสถิติ สามารถแสดงกราฟและผลการคำนวณ โดยสามารถมุ่งเน้นที่ข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์และผลลัพธ์ที่ต้องการอภิปรายได้ งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้โปรแกรม Minitab Release 18 เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยร่วมแต่ละปัจจัยแสดงดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ผลกระทบของปัจจัยร่วมระหว่างขนาดของบรรจุภัณฑ์และช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังของเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบัง

จากรูปที่ 5.1 สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ดังนี้ ปัจจัยจำนวนคัมบังคงเหลือแต่ละรุ่นไม่มีผลกระทบต่อปัจจัยช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังและปัจจัยขนาดของบรรจุภัณฑ์ ถัดมาการวิเคราะห์ผลกระทบระหว่างปัจจัยช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังและปัจจัยขนาดของบรรจุภัณฑ์ แสดงให้เห็นว่าขนาดของบรรจุภัณฑ์ 30 ชิ้นและช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง 16 ชั่วโมงส่งผลให้เวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังน้อยที่สุด แต่เมื่อมีขนาดของบรรจุภัณฑ์ 60 ชิ้น ส่งผลให้มีเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังมากที่สุด และเมื่อมีขนาดของบรรุจุภัณฑ์ 90 ชิ้น ทำให้เวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังลดลงมาโดยช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง 8 ชั่วโมง ส่งผลให้มีเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังน้อยที่สุด

หลังจากการวิเคราะห์เวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังแล้ว ในส่วนถัดมาเป็นการนำผลจากการทดลองของจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์มาวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยร่วมแต่ละปัจจัย จากการวิเคราะห์เชิงสถิติด้วยโปรแกรม Minitab Release 18 เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยร่วมแต่ละปัจจัยแสดงดังรูปที่ 5.2

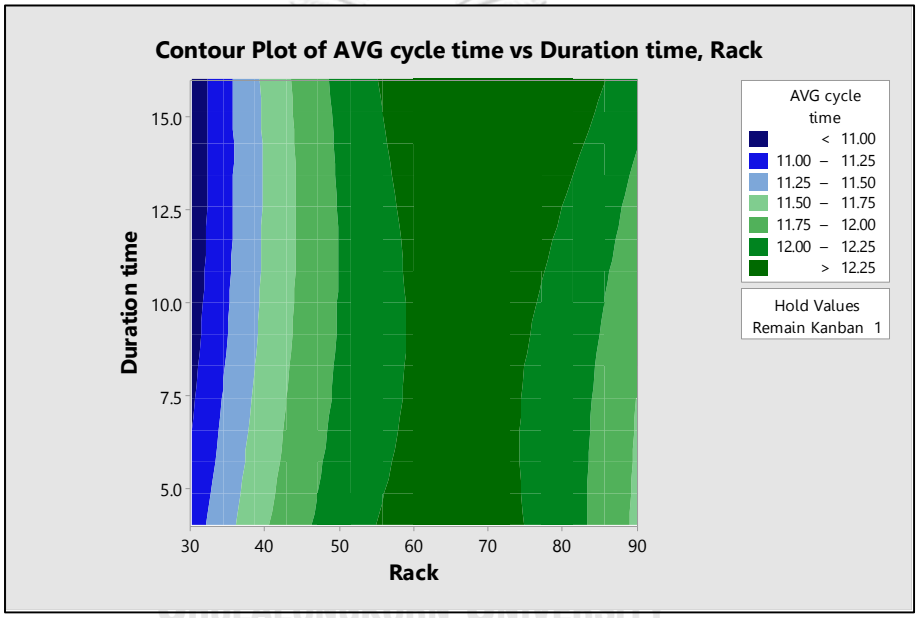


รูปที่ 5.2 ผลกระทบของปัจจัยร่วมระหว่างขนาดของบรรจุภัณฑ์และช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังของจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์

จากรูปที่ 5.2 สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ดังนี้ ปัจจัยจำนวนคัมบังคงเหลือแต่ละรุ่นไม่มีผลกระทบต่อปัจจัยช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังและปัจจัยขนาดของบรรจุภัณฑ์ ถัดมาการวิเคราะห์ผลกระทบระหว่างปัจจัยช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังและปัจจัยขนาดของบรรจุภัณฑ์ แสดงให้เห็นว่าเมื่อขนาดของบรรจุภัณฑ์เท่ากับ 90 ชิ้นและกำหนดช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังเท่ากับ 16 ชั่วโมงส่งผลให้มีจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์น้อยที่สุดและเมื่อขนาดของบรรจุภัณฑ์เท่ากับ 30 ชิ้นและกำหนดช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังเท่ากับ 8 ชั่วโมงส่งผลให้มีจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์มากที่สุด

เมื่อศึกษาถึงผลกระทบของปัจจัยร่วมแต่ละปัจจัยแล้ว ถัดมาเป็นการทดสอบพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface) ของปัจจัย 2 ตัวคือ ขนาดของบรรจุภัณฑ์และช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง นำมาทดสอบหาผลกระทบในแต่ละปัจจัยด้วยโปรแกรม Minitab Release 18 โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่ 1 การนำผลการทดลองของเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบและส่วนที่ 2 จำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์มาทดสอบ

ส่วนที่ 1 การทดสอบด้วยผลการทดลองเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบด้วยวิธีการพื้นผิวตอบสนองดังรูปที่ 5.3 พบว่าขนาดของบรรจุภัณฑ์ 30 ชิ้นและมีช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังตั้งแต่ 7.5 ชั่วโมงขึ้นไปส่งผลให้เวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบน้อยที่สุดและเมื่อเปลี่ยนขนาดของบรรจุภัณฑ์เป็น 55 ถึง 75 ชิ้นส่งผลให้มีเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบนานที่สุด



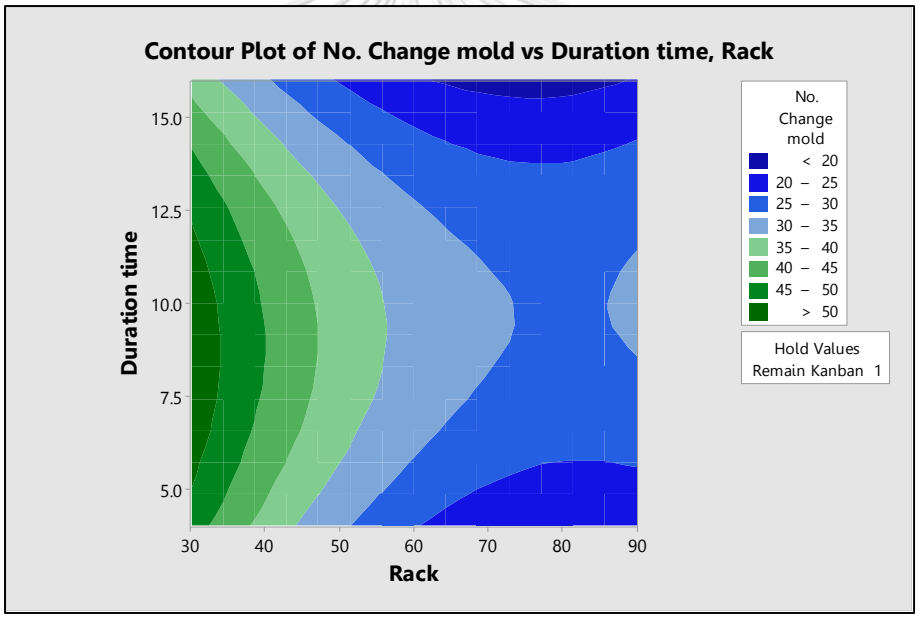
รูปที่ 5.3 โครงร่างของเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบระหว่างช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังและขนาดของบรรจุภัณฑ์

จากนั้นจึงได้ทำการทดสอบพื้นผิวตอบสนองโดยได้สมการทำนายการถดถอยของเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบดังสมการที่ 4.1

$$X = 8.417 - 0.1002\,(\text{Duration Time}) + 0.1287\,(\text{Rack}) + 0.00236\,(\text{Duration Time}*\text{Duration Time}) - 0.001022\,(\text{Rack}*\text{Rack}) + 0.000960\,(\text{Duration Time}*\text{Rack}) \quad (4.1)$$

เมื่อ X คือเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบ

ส่วนที่ 2 การทดสอบด้วยผลการทดลองจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์มาทดสอบด้วยวิธีการพื้นผิวตอบสนองดังรูปที่ 5.4 พบว่าขนาดของบรรจุภัณฑ์ในช่วง 65 ถึง 85 ชิ้นและมีช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง 16 ชั่วโมงส่งผลให้จำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์น้อยที่สุดและเมื่อขนาดของบรรจุภัณฑ์เป็น 30 ชิ้นและมีช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังตั้งแต่ 5 ถึง 12.5 ชั่วโมงส่งผลให้จำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์มากที่สุด



รูปที่ 5.4 โครงร่างของจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ระหว่างช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังและขนาดของบรรจุภัณฑ์

จากนั้นจึงได้ทำการทดสอบพื้นผิวตอบสนองโดยได้สมการทำนายการถดถอยของจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ดังสมการที่ 4.2

$$Y = 73.16 + 4.556 (\text{Duration Time}) - 1.646 (\text{Rack}) \quad (4.2)$$
$$- 0.2864 (\text{Duration Time}*\text{Duration Time}) + 0.009504 (\text{Rack}*\text{Rack})$$
$$+ 0.01302 (\text{Duration Time}*\text{Rack})$$

เมื่อ Y คือจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์

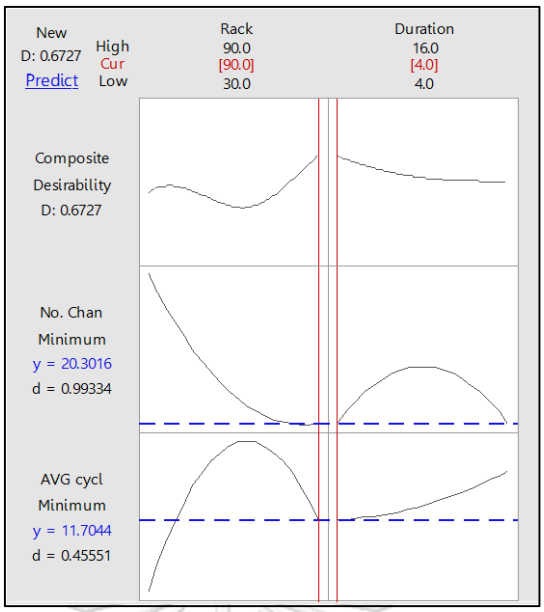
เมื่อพิจารณาผลการทดลองด้วยการศึกษาผลกระทบของปัจจัยร่วมแต่ละปัจจัยและการทดสอบพื้นผิวตอบสนองแล้ว ถัดไปจะเป็นการเลือกค่าของตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดด้วยการพิจารณาผลของเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบและจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์

สำหรับตัวแปรที่ใช้ทดสอบหากพิจารณาที่จำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์น้อยที่สุด ค่าที่ใช้กำหนดของทั้งสองตัวแปรคือขนาดบรรจุภัณฑ์ 65 ถึง 85 ชิ้นและช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังเท่ากับ 16 ชั่วโมง แต่เมื่อนำค่าของตัวแปรดังกล่าวไปพิจารณาในด้านของเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบกลับพบว่ามีค่ามากที่สุดจึงพิจารณาว่าการกำหนดค่าดังกล่าวยังไม่ใช่ค่าที่เหมาะสมที่สุด

ในทางกลับกันหากพิจารณาที่ระยะเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบน้อยที่สุด ค่าที่ใช้กำหนดของทั้งสองตัวแปรคือขนาดบรรจุภัณฑ์ 30 ชิ้นและช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังอยู่ระหว่าง 7.5 ถึง 16 ชั่วโมง แต่เมื่อนำค่าของตัวแปรดังกล่าวไปพิจารณาในด้านของจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์กลับพบว่ามีค่ามากที่สุดจึงพิจารณาว่าการกำหนดค่าดังกล่าวยังไม่ใช่ค่าที่เหมาะสมที่สุด

ดังนั้นค่าที่เหมาะสมที่ให้ผลของจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์และระยะเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือขนาดบรรจุภัณฑ์ 90 ชิ้นและช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง 4 ชั่วโมง เนื่องจากหากพิจารณาด้านจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์ให้ผลลัพธ์ที่ 20 ครั้งซึ่งใกล้เคียงกับค่าของจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์น้อยที่สุดและหากพิจารณาในด้านระยะเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบให้ผลลัพธ์ที่ 11 ชั่วโมงซึ่งถือว่าอยู่ในระดับกลางแสดงในรูปที่ 5.5 ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงพิจารณากำหนดขนาดบรรจุภัณฑ์ 90 ชิ้นและช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง 4 ชั่วโมง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 5.5 กราฟแสดงจุดที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย

ทั้งนี้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของบรรจุภัณฑ์จาก 60 ชิ้นเป็น 90 ชิ้นและช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังจาก 8 ชั่วโมงเป็น 4 ชั่วโมงจึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรที่ใช้ในสมการ 1.1 ใหม่ดังนี้

Cap_j = 4 ชั่วโมง

Q_{rack} = 90 ชิ้นต่อรุ่น

ส่งผลให้จำนวนคัมบังที่ใช้มีการเปลี่ยนแปลงใหม่ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A466HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A466HBV-D เท่ากับ 50 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 50 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A466HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{50 \times 4}{20 \times 90}$$

$$n_{kan,j} = 0.11$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.11 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A466HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A468HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A468HBV-D เท่ากับ 98 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 98 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A468HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{98 \times 4}{20 \times 90}$$
$$n_{kan,j} = 0.22$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.22 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A468HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A468XAV-F สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A468XAV-F เท่ากับ 38 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 38 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A468XAV-F เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{38 \times 4}{20 \times 90}$$
$$n_{kan,j} = 0.08$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.08 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A468XAV-F เท่ากับ 2 ใบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A485HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A485HBV-D เท่ากับ 65 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 65 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A485HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{65 \times 4}{20 \times 90}$$
$$n_{kan,j} = 0.14$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.14 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A485HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A486HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A486HBV-D เท่ากับ 110 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 110 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A486HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{110 \times 4}{20 \times 90}$$
$$n_{kan,j} = 0.24$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.24 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A486HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A487HBV-D เท่ากับ 166 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 166 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A487HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{166 \times 4}{20 \times 90}$$
$$n_{kan,j} = 0.37$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.37 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487XAV-F สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A487XAV-F เท่ากับ 132 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 132 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A487XAV-F เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{132 \times 4}{20 \times 90}$$
$$n_{kan,j} = 0.29$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.29 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487XAV-F เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487YAV-F สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A487YAV-F เท่ากับ 7 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 7 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A487YAV-F เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{7 \times 4}{20 \times 90}$$

$$n_{kan,j} = 0.02$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.02 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A487YAV-F เท่ากับ 2 ใบ

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488HBV-D สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A488HBV-D เท่ากับ 263 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 263 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A488HBV-D เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{263 \times 4}{20 \times 90}$$

$$n_{kan,j} = 0.58$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 0.58 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 1 ใบ และหากผลจากการคำนวณได้จำนวนคัมบังต่อรุ่นเท่ากับ 1 ใบให้บวกเพิ่มอีก 1 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488HBV-D เท่ากับ 2 ใบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การคำนวณคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488XAV-F สามารถแสดงได้ดังนี้ จากตารางที่ 3.3 ปริมาณที่มากที่สุดของการเรียกลิ้นชักหน้าต่อวันของงานรุ่น 8006A488XAV-F เท่ากับ 274 ชิ้น ดังนั้น $D_{mx,j}$ = 274 ชิ้น โดยที่ j คืองานรุ่น 8006A488XAV-F เมื่อทราบค่าของตัวแปรทั้งหมดสามารถนำมาแทนค่าในสมการที่ (1.1) ได้ดังนี้

$$n_{kan,j} = \frac{274 \times 4}{20 \times 90}$$

$$n_{kan,j} = 0.91$$

จากการคำนวณได้ผลลัพธ์เท่ากับ 1.83 จากข้อกำหนดหากเป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นจึงได้เท่ากับ 2 ใบ ดังนั้นจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488XAV-F เท่ากับ 2 ใบ

และเนื่องจากไม่มีการเรียกงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488YAV-F จากลูกค้าจึงไม่ต้องมีคัมบังสีขาวสำหรับงานลิ้นชักหน้ารุ่น 8006A488YAV-F สำหรับช่วงการผลิตในวันที่ 11 – 20 มกราคม 2560

จากการคำนวณสามารถสรุปจำนวนคัมบังสีขาวงานลิ้นชักหน้าในแต่ละรุ่นใหม่ สำหรับช่วงการผลิตในวันที่ 11 – 20 มกราคม 2560 ได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 จำนวนคัมบังสีขาวงานลิ้นชักหน้าในแต่ละรุ่นสำหรับการเปลี่ยนค่าปัจจัย

ลำดับ	รหัสชิ้นงาน	จำนวนคัมบังสีขาว (ใบ)
1	8006A466HBV	2
2	8006A468HBV	2
3	8006A468XAV	2
4	8006A485HBV	2
5	8006A486HBV	2
6	8006A487HBV	2
7	8006A487XAV	2
8	8006A487YAV	2
9	8006A488HBV	2
10	8006A488XAV	2
11	8006A488YAV	0

จากตารางที่ 5.2 จำนวนรวมของคัมบังสีขาวของงานลิ้นชักหน้า สำหรับช่วงการผลิตในวันที่ 11 – 20 มกราคม 2560 คือ 20 ใบ ในส่วนสุดท้ายจะเป็นการกล่าวถึงบทสรุปทั้งหมดของงานวิจัยที่ได้จัดทำขึ้นรวมถึงข้อเสนอแนะของงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลสรุปของงานวิจัย การออกแบบจำนวนคัมบังที่ใช้ในการการประกอบลิ้นชักหน้า โดยใช้การจำลองสถานการณ์ ซึ่งเป็นการนำข้อมูลการผลิตปัจจุบันมาสร้างการจำลองสถานการณ์เพื่อเป็นแนวคิดในการจำลองสถานการณ์ และการออกแบบสถานการณ์ที่ใช้ทดสอบ ผลของการจำลองสถานการณ์ที่เหมาะสมที่สุดที่นำมาใช้เป็นทางเลือกในการจัดแผนการผลิต รวมไปถึงข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย

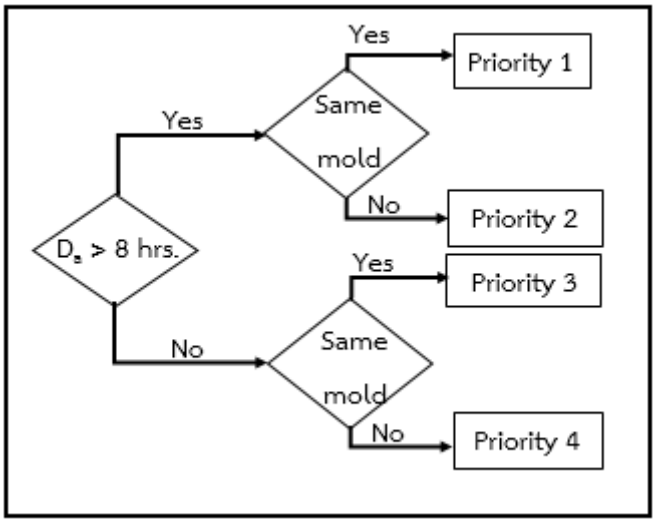
6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการผลิต ณ ปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาชิ้นส่วนพลาสติกประกอบรถยนต์ที่ใช้คัมบังเป็นคำสั่งในการสั่งผลิตชิ้นงานลิ้นชักหน้าทั้ง 11 รุ่น จำนวนคัมบังได้มาจากการคำนวณของแผนกวางแผนโดยจะคำนวนคัมบังที่ใช้ทุก 10 วันด้วยการนำข้อมูลการยืนยันยอดการผลิตงานของลูกค้า 10 วันล่วงหน้ามาคำนวณจำนวนคัมบังของงานลิ้นชักหน้าแต่ละรุ่น เนื่องจากขนาดของบรรจุภัณฑ์ในปัจจุบัน ทำให้ใบคัมบังแต่ละใบหมายถึงชิ้นงานจำนวน 60 ชิ้น เมื่อหัวหน้าแผนกผลิตได้รับคัมบังแล้ว ไม่ได้มีการจัดลำดับการขึ้นผลิตชิ้นงานลิ้นชักหน้าตามลำดับคัมบังที่ได้รับมาเนื่องจากทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแม่พิมพ์หลายครั้ง ดังนั้นหัวหน้าแผนกผลิตจึงได้จัดลำดับการขึ้นผลิตใหม่โดยพิจารณา 3 ปัจจัยได้แก่ ระยะเวลาที่ได้รับคัมบัง ส่วนต่างของจำนวนคัมบังและแม่พิมพ์ที่ติดตั้งอยู่ ถึงแม้ว่าการจัดลำดับการผลิตตามรูปแบบนี้จะทำให้มีการเปลี่ยนแม่พิมพ์น้อยลง แต่กลับพบว่าส่งผลให้เกิดการตามงานและผลิตเร่งด่วน

หลังจากการศึกษาทั้ง 3 ปัจจัยที่ใช้ในการจัดลำดับการขึ้นผลิตในปัจจุบันแล้ว ได้กำหนดตัวแปร 3 ตัวเพื่อใช้ทดสอบได้แก่ ขนาดของบรรจุภัณฑ์ ช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง และ จำนวนคัมบังคงเหลือ โดยได้ออกแบบการจำลองสถานการณ์ด้วยการกำหนดระดับการทดสอบตัวแปรออกเป็น 3 ค่าดังนี้ ค่าต่ำที่สุด ค่ากลาง และค่าสูงที่สุด ดังนั้นจึงสามารถออกแบบสถานการณ์ได้ทั้งหมด 27 สถานการณ์ และนำทั้ง 27 สถานการณ์ ทดลองผ่านโปรแกรม Rockwell Arena สำหรับดัชนีชี้วัดที่สนใจ 2 ตัวได้แก่ระยะเวลาเฉลี่ยที่คัมบังอยู่ในระบบและจำนวนครั้งการเปลี่ยนแม่พิมพ์ เมื่อได้ผลการทดลองทั้ง 27 สถานการณ์แล้ว ถัดไปจึงนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดไปวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab Release 18 เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยด้วยการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยร่วม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แต่ละปัจจัยและการทดสอบพื้นผิวตอบสนอง จากผลทางสถิติพบว่าตัวแปรจำนวนคัมบังคงเหลือไม่มีผลกระทบต่อการจำลองสถานการณ์ ดังนั้นจึงเหลือปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์คือ ขนาดของบรรจุภัณฑ์ และช่วงเวลาที่ได้รับคัมบัง และค่าที่เหมาะสมของขนาดบรรจุภัณฑ์คือ 90 ชิ้นและช่วงเวลาที่ได้รับคัมบังคือ 4 ชั่วโมง ทั้งนี้งานวิจัยฉบับนี้ได้เสนอแนวทางในการจัดลำดับการขึ้นผลิตงาน โดยพิจารณาเพียงแค่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบเท่านั้นซึ่งสามารถเป็นแผนผังต้นไม้ของการตัดสินใจได้ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แผงผังต้นไม้ของการตัดสินใจการจัดแผนผลิตใหม่

จากแผงผังต้นไม้ที่แสดงในรูปที่ 6.1 แสดงการตัดสินใจการจัดแผนผลิตใหม่ โดยเหลือลำดับความสำคัญของการจัดลำดับการผลิตงานลิ้นชักหน้าเพียง 4 ลำดับ โดยที่หัวหน้าแผนกผลิตสามารถนำไปใช้ในการจัดลำดับการผลิต เพื่อปรับปรุงเวลาเฉลี่ยในระบบของคัมบังและจำนวนครั้งของการเปลี่ยนแม่พิมพ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะของผู้วิจัยในการทำงานวิจัยฉบับนี้ เนื่องจากเก็บข้อมูลอ้างอิงจากแผนกผลิตเป็นหลัก ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลการเรียกงานจริงของสายการประกอบรถยนต์ เพื่อนำมากำหนดเป็นอัตราการวางคัมบังในแต่ละรอบเวลาได้ จึงขอเสนอแนะแนวทางในการเก็บข้อมูลที่แผนกคลังสินค้าเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นข้อมูลการเรียกงานของสายการประกอบรถยนต์

นอกจากนี้ในการศึกษาของงานวิจัยฉบับนี้ศึกษาเพียงข้อมูลของคัมบังที่ ใช้ระหว่างแผนกผลิตกับแผนกคลังสินค้าเท่านั้น ยังไม่ได้ศึกษาในส่วนของคัมบังอื่นๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์ภาพรวมของการสั่งผลิตและการเบิกชิ้นส่วนย่อยจากหน่วยงานจัดเก็บชิ้นส่วนภายในและหน่วยงานจัดเก็บชิ้นส่วน

ภายนอก ซึ่งหากพิจารณาคัมบังอื่นๆร่วมด้วย ส่งผลให้ขนาดของบรรจุภัณฑ์งานลิ้นชักหน้าสามารถเปลี่ยนแปลงตามขนาดของบรรจุภัณฑ์ชิ้นงานย่อยได้ และเพื่อเป็นการใช้ระบบคัมบังอย่างสมบูรณ์แบบและเป็นภาพรวมของกระบวนการผลิตชิ้นงานทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

[1] ณฐา คุปตัษเฐียร, การวางแผนและการควบคุมการผลิต. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2558.

[2] พิภพ ลลิตาภรณ์, "ตารางการผลิตและการควบคุม," ed. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2553.

[3] บุญเสริม วันทนาศุภมาศ, คัมบัง. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด, 2549.

[4] ธนิต ปัญญาไวย์, "การออกแบบระบบคัมบังแบบอิเล็กทรอนิกส์สำหรับกระบวนการจัดเตรียมการผลิตซีลยาง," สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2555.

[5] Karmarkar U., "Push, pull and hybrid control schemes," *Tijdschrift voor Economie en Management 26,* pp. 345-363, 1990.

[6] หัทยา สุทธิจรัญโรจน์, "การออกแบบระบบการวางแผนการผลิตตามคำสั่งซื้อสำหรับโรงงานเครื่องนุ่งห่ม," สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2552.

[7] ชนกพร เกษรา, "การออกแบบระบบที่ใช้สำหรับจัดตารางการผลิตในขั้นตอนการเย็บสำหรับโรงงานผลิตเครื่องนุ่งห่ม," ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์, ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2552.

[8] Wang Y. and Sun H., *Intelligent Systems and Applications, 2009. ISA 2009. International Workshop on* (Simulation and optimization of kanban system for steel rolling). 2009.

[9] Huang L., Gao Y., Qian F., Tang S., and Wang D., "Design of a multi-product kanban system based on bottleneck analysis," presented at the Computer and Automation Engineering (ICCAE), 2010 The 2nd International Conference on, 2010.

[10] Akturk M. S. and Erhun F., "An overview of design and operational issues of kanban systems," *International Journal of Production Research,* vol. 37, pp. 3859-3881, 1999.

[11] Monden Y., *Toyota Production System*. Norcross: Georgia Industrial Engineering and Management Press, 1983.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[12] Philipoom P., Rees L., Taylor III B., and Huang P., "A mathematical programming approach for determining workcentre lotsizes in a just-in-time system with signal Kanbans," pp. 1-15, 1990.

[13] Philipoom P., Rees L., and Taylor III B. W., "Simultaneously Determining the Number of Kanbans, Container Sizes, and the Final-Assembly Sequence of Products in a Just-in-Time Shop," *International Journal of Production Research,* vol. 34, pp. 51-69, 1990.

[14] Tayfur A. and Goang A. S., "Pull-type manufacturing systems with multiple product types," *IIE Transactions journal,* vol. 32, pp. 115-124, 2000.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ข้อมูลจับเวลาการประกอบของพนักงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลการจับเวลาการประกอบงานของพนักงานคนที่

ครั้งที่	เวลาของพนักงานคนที่ 1 (วินาที)	เวลาของพนักงานคนที่ 2 (วินาที)
1	56	34
2	52	30
3	55	35
4	69	31
5	59	30
6	60	33
7	60	35
8	65	33
9	55	32
10	56	29
11	54	32
12	59	33
13	59	34
14	53	33
15	56	36
16	55	32
17	53	34
18	54	35
19	55	35
20	54	28
21	53	33
22	53	34
23	57	33
24	55	30
25	59	30
26	58	34
27	61	34
28	61	31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ข้อมูลการจับเวลาการประกอบงานของพนักงานคนที่

ครั้งที่	เวลาของพนักงานคนที่ 1 (วินาที)	เวลาของพนักงานคนที่ 2 (วินาที)
29	56	30
30	59	29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.1 เงื่อนไขการสร้างคัมบังที่เข้าสู่ระบบของขนาดบรรจุภัณฑ์ 60 ชิ้น

รอบที่	เวลา	จำนวนของคัมบังที่เข้าสู่ระบบ
1	08:00	DISC(0.22, 1, 0.44, 2, 0.88, 3, 1.00, 4)
2	10:00	DISC(0.78, 0, 1.00, 1)
3	12:00	DISC(0.44, 0, 0.77, 1, 0.88, 2, 1.00, 4)
4	14:00	DISC(0.11, 0, 0.44, 1, 0.88, 2, 1.00, 4)
5	16:00	DISC(0.56, 0, 0.67, 1, 1.00, 2)
6	18:00	DISC(0.11, 0, 0.55, 1, 0.66, 2, ,0.88, 3, 1.00, 4)
7	20:00	DISC(0.33, 0, 0.77, 2, 1.00, 3)
8	22:00	DISC(0.22, 0, 0.33, 1, 0.66, 2, 0.88, 3, 1.00, 4)
9	24:00	DISC(0.78, 0, 0.89, 1, 1.00, 2)
10	02:00	DISC(0.22, 0, 0.66, 1, 0.88, 2, 1.00, 3)
11	04:00	DISC(0.33, 0, 0.66, 1, 0.88, 2, 1.00, 3)
12	06:00	DISC(0.33, 0, 0.55, 1, 0.77, 2, 1.00, 3)

ตารางที่ ข.2 เงื่อนไขการสร้างคัมบังที่เข้าสู่ระบบของขนาดบรรจุภัณฑ์ 30 ชิ้น

รอบที่	เวลา	จำนวนของคัมบังที่เข้าสู่ระบบ
1	08:00	DISC(0.22, 2, 0.44, 4, 0.88, 6, 1.00, 8)
2	10:00	DISC(0.78, 0, 1.00, 2)
3	12:00	DISC(0.44, 0, 0.77, 2, 0.88, 4, 1.00, 8)
4	14:00	DISC(0.11, 0, 0.44, 2, 0.88, 4, 1.00, 8)
5	16:00	DISC(0.56, 0, 0.67, 2, 1.00, 4)
6	18:00	DISC(0.11, 0, 0.55, 2, 0.66, 4, ,0.88, 6, 1.00, 8)
7	20:00	DISC(0.33, 0, 0.77, 4, 1.00, 6)
8	22:00	DISC(0.22, 0, 0.33, 2, 0.66, 4, 0.88, 6, 1.00, 8)
9	24:00	DISC(0.78, 0, 0.89, 2, 1.00, 4)
10	02:00	DISC(0.22, 0, 0.66, 2, 0.88, 4, 1.00, 6)
11	04:00	DISC(0.33, 0, 0.66, 2, 0.88, 4, 1.00, 6)
12	06:00	DISC(0.33, 0, 0.55, 2, 0.77, 4, 1.00, 6)

ตารางที่ ข.3 เงื่อนไขการสร้างคัมบังที่เข้าสู่ระบบของขนาดบรรจุภัณฑ์ 90 ชิ้น

รอบที่	เวลา	จำนวนของคัมบังที่เข้าสู่ระบบ
1	08:00	DISC(0.22, 2, 0.44, 4, 0.88, 6, 1.00, 8)
2	10:00	DISC(0.78, 0, 1.00, 2)
3	12:00	DISC(0.44, 0, 0.77, 2, 0.88, 4, 1.00, 8)
4	14:00	DISC(0.11, 0, 0.44, 2, 0.88, 4, 1.00, 8)
5	16:00	DISC(0.56, 0, 0.67, 2, 1.00, 4)
6	18:00	DISC(0.11, 0, 0.55, 2, 0.66, 4, ,0.88, 6, 1.00, 8)
7	20:00	DISC(0.33, 0, 0.77, 4, 1.00, 6)
8	22:00	DISC(0.22, 0, 0.33, 2, 0.66, 4, 0.88, 6, 1.00, 8)
9	24:00	DISC(0.78, 0, 0.89, 2, 1.00, 4)
10	02:00	DISC(0.22, 0, 0.66, 2, 0.88, 4, 1.00, 6)
11	04:00	DISC(0.33, 0, 0.66, 2, 0.88, 4, 1.00, 6)
12	06:00	DISC(0.33, 0, 0.55, 2, 0.77, 4, 1.00, 6)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.4 เงื่อนไขการกำหนดรุ่นของคัมบัง

รุ่น	การกำหนดรุ่นของคัมบัง
1	sStat(1,3)/TotalGap,1
2	(sStat(1,3)+sStat(2,3))/TotalGap,2
3	(sStat(1,3)+sStat(2,3)+sStat(3,3))/TotalGap,3
4	(sStat(1,3)+sStat(2,3)+sStat(3,3)+sStat(4,3))/TotalGap,4
5	(sStat(1,3)+sStat(2,3)+sStat(3,3)+sStat(4,3)+sStat(5,3))/TotalGap,5
6	(sStat(1,3)+sStat(2,3)+sStat(3,3)+sStat(4,3)+sStat(5,3)+sStat(6,3))/TotalGap,6
7	(sStat(1,3)+sStat(2,3)+sStat(3,3)+sStat(4,3)+sStat(5,3)+sStat(6,3)+sStat(7,3))/TotalGap,7
8	(sStat(1,3)+sStat(2,3)+sStat(3,3)+sStat(4,3)+sStat(5,3)+sStat(6,3)+sStat(7,3)+sStat(8,3))/TotalGap,8
9	(sStat(1,3)+sStat(2,3)+sStat(3,3)+sStat(4,3)+sStat(5,3)+sStat(6,3)+sStat(7,3)+sStat(8,3)+sStat(9,3))/TotalGap,9
10	(sStat(1,3)+sStat(2,3)+sStat(3,3)+sStat(4,3)+sStat(5,3)+sStat(6,3)+sStat(7,3)+sStat(8,3)+sStat(9,3)+sStat(10,3))/TotalGap,10
11	(sStat(1,3)+sStat(2,3)+sStat(3,3)+sStat(4,3)+sStat(5,3)+sStat(6,3)+sStat(7,3)+sStat(8,3)+sStat(9,3)+sStat(10,3)+sStat(11,3))/TotalGap,11
-	1.0,0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.5 ตัวแปรที่เก็บค่าผ่านคำสั่ง ReadWrite

ประเภทข้อมูล	ชื่อข้อมูล	ค่าที่เขียนและอ่าน
Other	NREP	จำนวนครั้งการจำลองสถานการณ์
Attribute	kanbanID	ลำดับของคัมบังที่เข้ามา
Attribute	TimeArrival	เวลาที่เข้าสู่ระบบ
Other	TNOW	เวลาปัจจุบัน
Attribute	sType	รุ่นของคัมบัง
Attribute	score	คะแนนที่ได้
Other	TNOW-TArr	เวลาที่อยู่ในระบบ

ข้อมูลตัวแปรที่ใช้กำหนดค่าต่างๆของการจำลองสถานการณ์มีดังนี้

1. ข้อมูลวัตถุ (Entity) มีการกำหนดชื่อต่างๆดังนี้
   - Entity 1S คือคัมบังที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่ระบบ
   - Unit คือชิ้นงานที่ผลิตได้
2. คุณสมบัติประจำตัว (Attribute)
   - numLoop คือจำนวนครั้งที่คัมบังวนอยู่เพื่อรอผลิต
   - TimeArrival คือเวลาที่คัมบังเข้าสู่ระบบ
   - TArr คือเวลาที่คัมบังเข้าสู่ระบบใช้แสดงข้อมูลผ่าน ReadWrite
3. ข้อมูลตัวแปร (Variable)
   - curKanban คือจำนวนคัมบังปัจจุบัน
   - isReleased คือการแสดงสถานะการผลิต
   - sStat คือการกำหนดค่าต่างๆของชิ้นงานแต่ละรุ่น
   - TotalGap คือส่วนต่างของจำนวนคัมบังทั้งหมดกับจำนวนคัมบังปัจจุบัน
   - TotalKanban คือจำนวนคัมบังทั้งหมด
   - curMould คือแม่พิมพ์ปัจจุบัน
4. แถวคอย (Queue)
   - Vibration.Queue คือแถวคอยของเครื่องเชื่อมแบบสั่นสะเทือน
   - Batch Kanban.Queue คือแถวคอยของชิ้นงานที่รอบรรจุในบรรจุภัณฑ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- Station1.Queue คือแถวคอยของพนักงานคนที่ 1
- Station2.Queue คือแถวคอยของพนักงานคนที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวชลธิชา ลิ้มพยานาค เกิดวันที่ 2 พฤษภาคม พศ.2533 เกิดที่จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนสาธิต พิบูลบำเพ็ญ มหาวิทยาลัยบูรพา และสำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลในปี พ.ศ. 2555 และได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคนอกเวลาราชการ ปีการศึกษา 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY