



วิทยานิพนธ์

การเพิ่มผลิตภาพการผลิตโดยระบบควบคุมกิจกรรมการผลิต
แบบมีส่วนร่วม: กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำมันหล่อลื่น

**INCREASING PRODUCTIVITY BY PARTICIPATION
PRODUCTION ACTIVITY CONTROL: CASE STUDY IN
LUBRICANT FACTORY**

นายพีระพงศ์ วิมลจิตต์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2549



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)
ปริญญา

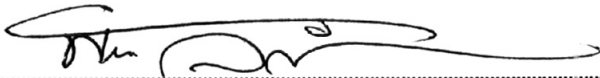
วิศวกรรมอุตสาหการ	วิศวกรรมอุตสาหการ
สาขา	ภาควิชา

เรื่อง การเพิ่มผลผลิตการผลิตโดยระบบควบคุมกิจกรรมการผลิตแบบมีส่วนร่วม:
กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำมันหล่อลื่น

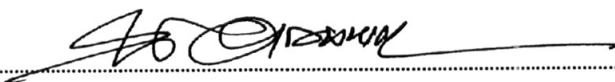
Increasing Productivity by Participation Production Activity Control:
Case Study in Lubricant Factory

นามผู้วิจัย นายพีระพงศ์ วิมลจิตต์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ	()
กรรมการ	(รองศาสตราจารย์พิภพ สถิตาภรณ์, วศ.ม.)
กรรมการ	()
กรรมการ	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันต์ มุ่งวัฒนา, Ph.D.)
หัวหน้าภาควิชา	()
	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนันต์ มุ่งวัฒนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

()
(รองศาสตราจารย์วินัย อ่างทอง, M.A.)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 29 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเพิ่มผลิภาพการผลิตโดยระบบควบคุมกิจกรรมการผลิตแบบมีส่วนร่วม:
กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำมันหล่อลื่น

Increasing Productivity by Participation Production Activity Control:
Case Study in Lubricant Factory

โดย

นายพีระพงศ์ วัฒนจิตต์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)
พ.ศ. 2549

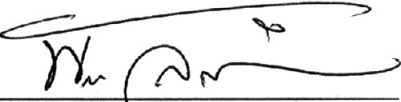
ISBN 974-16-1363-6

พิระพงศ์ วิมลจิตต์ 2549: การเพิ่มผลิตภาพการผลิตโดยระบบควบคุมกิจกรรมการผลิต
แบบมีส่วนร่วม: กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำมันหล่อลื่น ปริญญาวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์
พิภพ กลิตาภรณ์, วศ.ม. 103 หน้า
ISBN 974-16-1363-6

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเทคนิคการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์โดยใช้โปรแกรมสำ
เสร็จรูป Arena[®] 7.01 เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมและแนวทางการปรับปรุงผลิตภาพการผลิตของ
โรงงานผลิตน้ำมันหล่อลื่นกรณีศึกษา จากการวิเคราะห์ข้อจำกัดของระบบการผลิตพบว่า ระบบ
การผลิตจะมีทรัพยากรที่เป็นข้อจำกัดของระบบนั้นคือถังผสม ซึ่งทรัพยากรนี้จะมีถูกใช้
ประโยชน์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระบบการผลิตทั้งสามหน่วยงาน ซึ่งถังผสมนั้นเป็น
ทรัพยากรที่ต้องใช้ตั้งแต่ขั้นตอนการผสม จนกระทั่งบรรจุน้ำมันหมดถัง ซึ่งทำให้ถังผสมนั้นว่าง
และสามารถหมุนเวียนไปใช้ผสมผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นได้อีกครั้ง แต่การไหลของงานที่ไหลผ่าน
ระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนั้นยังเป็นไปอย่างไม่ราบรื่น ทำให้เกิดเวลาสูญเสียระหว่างไหลจาก
หน่วยงานหนึ่งไปสู่อีกหน่วยงานหนึ่ง ซึ่งสาเหตุเกิดจากการขาดระบบเข้ามาควบคุมการไหล
ระหว่างหน่วยงาน ส่งผลให้การหมุนเวียนของถังผสมนั้นไม่มีการหมุนเวียนอย่างรวดเร็วจนทำ
ให้ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้คืบค

งานวิจัยนี้จึงได้ใช้แบบจำลองสถานการณ์ทดลองแนวทางการปรับปรุงแนวทางการ
ปฏิบัติงานของระบบให้ทั้งสามหน่วยงานมีการทำงานที่มีส่วนร่วมและมีการประสานงานกันมาก
ยิ่งขึ้น ซึ่งผลการทดลองโดยปฏิบัติตามแนวทางทั้งหมดที่นำเสนอ นั้นสามารถลดเวลานำการผสม
ของกลุ่มถังผสมน้ำมันที่2 ซึ่งมีภาระมากที่สุด สามารถลดเวลานำการผสมจาก 45.64 ชั่วโมง
ลดลงเหลือ 23.74 ชั่วโมง หรือลดลงร้อยละ 60.83 ซึ่งสามารถสะท้อนถึงผลิตภาพการผลิตที่
สูงขึ้น

พิระพงศ์ วิมลจิตต์
ลายมือชื่อนิติ


ลายมือชื่อประธานกรรมการ

21 / 03 / 2549

Pherapong Vimoljitt 2006: Increasing Productivity by Participation Production Activity Control: Case Study in Lubricant Factory. Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field: Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Mr. Piphop Lalhitaporn, M.E. 103 pages. ISBN 974-16-1363-6

This thesis has applied the technique of simulation model by using Arena 7.01 programme to analyse behaviour and solutions to improve the productivity of a lubricant factory. According to the analysis of the limitation of production process, the blending tank has been found out as the main resource which limits the productivity. This resource is utilized by three departments which are involved in the production. The blending tank is a main resource since the process of blending until the oil is emptied from the tank, which provides space for the blending process of other products. However, the job flow between the departments is not efficient enough which cause the loss at some stage in being transferred from one department to another. The reason could be lack of the system to control the job flow. The result is the blending tank is not employed to the limit of the resource usage because the round of the tank in system is not transferred promptly

This research has exercised the simulation model to observe the solutions for the three departments' system to work participation more effectively and efficiently. Since the production process followed the solutions had been given, the outcome showed that the blending process in the tank of the second group, which maximum work load, reduced the leadtime blending from 45.64 hours to 23.74 hours or 60.83 % that indicated the increase of productivity.

Pherapong Vimoljitt

Student's signature

Piphop Lalhitaporn 21/03/2006

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาเอาใจใส่เป็นอย่างดีจาก รศ. พิกพ ลิติภรณ์ ประธานกรรมการ ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ให้ความช่วยเหลือแนะนำแนวทางต่าง ๆ เป็นอย่างยิ่ง รวมทั้งให้โอกาสได้ทำงานวิจัยชิ้นนี้ ผศ.ดร. อนันต์ มุ่งวัฒนา กรรมการสาขาวิชาเอก ที่ให้คำแนะนำในการทำงานวิจัย ผศ.นท. สำราญ ทองเล็ก กรรมการสาขาวิชารอง และอาจารย์วิศิษฐ์ โล้เจริญรัตน์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์สมชาย สงวนศักดิ์ที่ได้ให้โอกาสเข้าไปศึกษาระบบการผลิต อีกทั้งยังให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สำหรับคำแนะนำการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในการทำวิจัยทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนจนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี และขอขอบคุณทุกท่านที่ได้เอื้อนามที่มีส่วนในการช่วยเหลือให้งานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

พีระพงศ์ วิมลจิตต์

มีนาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	4
ภาพรวมระบบควบคุมกิจกรรมการผลิต	4
แนวคิดทฤษฎีข้อจำกัด	7
ช่วงเวลานำในการผลิต	9
เทคนิคการควบคุมการผลิต	11
การจำลองแบบสถานการณ์	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	19
ผลและวิจารณ์	56
ผล	56
วิจารณ์	62
สรุปและข้อเสนอแนะ	66
สรุป	66
ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	70
ภาคผนวก	72
ภาคผนวก ก แบบจำลองสถานการณ์ระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่น	73
ภาคผนวก ข ข้อมูลเวลาการผสมที่ของระบบการผลิตจริงที่ใช้ในการ ทดสอบความถูกต้อง.....	84

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ก ผลการทดสอบสมมุติฐานเพื่อทดสอบความถูกต้องของ	
แบบจำลองสถานการณ์	102

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบความต้องการน้ำมันหล่อลื่น โดยแบ่งตามประเภทถัง	27
2	การเปรียบเทียบความต้องการน้ำมันหล่อลื่น โดยแบ่งตามสายการบรรจุ	28
3	การเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างถังผสมและถังผสมและเก็บ	32
4	เวลาที่สูญเสียในการผลิตโดยแบ่งตามสายการบรรจุ เดือนมกราคม พ.ศ. 2548	34
5	คุณลักษณะของคำสั่งผลิตน้ำมันหล่อลื่น	40
6	รูปแบบการแจกแจงตัวแปรสุ่มและสัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมArena	48
7	รูปแบบการแจกแจงตัวแปรสุ่มของเวลาการทำงานแต่ละกระบวนการผลิต	49
8	ผลการทดสอบสมมติฐานเวลานำการผสมของแต่ละกลุ่มถึงน้ำมัน	55
9	แบบจำลองสถานการณ์ทางเลือกและแนวทางการปรับปรุง	57
10	ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมจากแบบจำลองสถานการณ์ที่ปรับปรุงแนวทาง ปฏิบัติงานและไม่เปลี่ยนแปลงปริมาณคำสั่งการผลิต	58
11	ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมจากแบบจำลองสถานการณ์ที่ปรับปรุงแนวทาง ปฏิบัติงานและเพิ่มปริมาณคำสั่งการผลิต	60
12	ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมจากแบบจำลองสถานการณ์ที่ปรับปรุงแนวทาง ปฏิบัติงานและลดปริมาณคำสั่งการผลิต	61
13	แนวโน้มการลดลงของแบบจำลองสถานการณ์ในกรณีต่าง ๆ	61
14	เปรียบเทียบอัตราส่วนเวลาเพิ่มมูลค่ากับเวลารอการผลิต	62
15	เปรียบเทียบส่วนย่อยเวลานำการผสมจากแบบจำลองตาม แนวทางการปรับปรุง	64
16	เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข1 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถั่งน้ำมันที่ 1	85
ข2 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถั่งน้ำมันที่ 2	87
ข3 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถั่งน้ำมันที่ 3	92
ข4 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถั่งน้ำมันที่ 4	93
ข5 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถั่งน้ำมันที่ 5	94
ข6 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถั่งน้ำมันที่ 6	95
ข7 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถั่งน้ำมันที่ 7	98
ข8 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถั่งน้ำมันที่ 8	99
ข9 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถั่งน้ำมันที่ 9	99
ค1 ผลการทดสอบสมมุติฐานเพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์	103

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	หน้าที่และความสัมพันธ์ในระบบควบคุมกิจกรรมการผลิต	5
2	แบบแผนในระบบควบคุมกิจกรรมการผลิต	6
3	โครงสร้างและกลไกของ Drum-Buffer-Rope	9
4	องค์ประกอบของเวลานำในการผลิต	10
5	การควบคุมปริมาณงานเข้าและออก	12
6	ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลานำจริงและช่วงเวลานำที่วางแผน	12
7	แนวทางวิธีการการศึกษาระบบที่สนใจ	15
8	แผนผังการผลิตน้ำมันหล่อลื่น	20
9	แสดงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หล่อลื่น	20
10	แผนผังระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่นในโรงงานกรณีศึกษา	22
11	การไหลของงานผ่านหน่วยงานในระบบการผลิต	23
12	กราฟเปรียบเทียบความต้องการน้ำมันหล่อลื่นโดยแบ่งตามประเภทถัง	27
13	กราฟเปรียบเทียบคำสั่งการผลิตน้ำมันหล่อลื่นโดยแบ่งตามประเภทถัง	28
14	กราฟเปรียบเทียบความต้องการน้ำมันหล่อลื่นโดยแบ่งตามสายการบรรจุ	29
15	กราฟเปรียบเทียบคำสั่งการผลิตน้ำมันหล่อลื่นโดยแบ่งตามสายการบรรจุ	30
16	ลักษณะรอบการหมุนเวียนทรัพยากรถึงผสมผ่านหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	31
17	กราฟเปรียบเทียบกำลังการผลิตของสายการผลิตกับความต้องการ น้ำมันหล่อลื่นแบ่งตามสายการบรรจุ	33
18	ลักษณะการหมุนเวียนทรัพยากรถึงผสมผ่านระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	35
19	แผนผังการทำงานของแบบจำลองระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่น	38
20	การไหลของงานในส่วนของการกำหนดคุณลักษณะของคำสั่งผลิต	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
21	เครื่องมือ Time Patterns ใน โปรแกรม Arena ที่ใช้ในตารางเวลาการทำงาน 42
22	การกำหนดค่าเพื่อเวลานำการผสมโดยเครื่องมือ Assign..... 43
23	การใช้เครื่องมือ Hold เพื่อใช้ตรวจสอบสถานะของงาน 44
24	การนำเข้าข้อมูลเวลาการคูดน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มถึงน้ำมันที่ 1 46
25	ค่าคลาดเคลื่อนที่ได้จากโปรแกรม Input Analyzer 47
26	แบบจำลองระบบน้ำมันหล่อลื่นที่กำหนดสัญลักษณ์ภาพ 51
27	การทดสอบความถูกต้อง (Validation) 52
28	ผลการทดสอบสมมุติฐานของเวลานำการผสมของกลุ่มถึงน้ำมันที่ 1 54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก1	แบบจำลองสถานการณ์ทั้งระบบที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง 74
ก2	แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 1 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง 75
ก3	แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 2 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง 76
ก4	แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 3 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง 77
ก5	แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 4 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง 78
ก6	แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 5 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง 79
ก7	แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 6 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง 80
ก8	แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 7 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง 81
ก9	แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 4 ที่ถูกแก้ไขเพื่อปรับปรุงสายการบรรจุ น้ำมัน 200 ลิตร 83

การเพิ่มผลิภาพการผลิตโดยระบบควบคุมกิจกรรมการผลิตแบบมีส่วนร่วม: กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำมันหล่อลื่น

Increasing Productivity by Participation Production Activity Control: Case Study in Lubricant Factory

คำนำ

ในปัจจุบันสภาวะที่ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อการดำเนินการของบริษัทน้ำมันหล่อลื่นในส่วนต้นทุนวัตถุดิบ ทางบริษัทได้เล็งเห็นว่าหากบริษัทไม่สามารถปรับตัวในสถานการณ์ดังกล่าวได้ จะส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันของบริษัท ดังนั้นการเพิ่มผลิภาพจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อความสามารถในการแข่งขันที่สูงขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

เมื่อได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่นของโรงงานตัวอย่างแห่งนี้ พบว่าในกระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่นประกอบด้วยสามหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังนี้ หน่วยงานผสม ควบคุมคุณภาพ และบรรจุ โดยในกระบวนการผลิตงานจะไหลผ่านหน่วยงานดังกล่าว แต่ในปัจจุบันจะมีปัญหาการไหลของงานที่มีการหยุดชะงัก เนื่องจากงานต้องสูญเสียเวลาในการรอคอยระหว่างการไหลจากหน่วยงานหนึ่งไปยังหน่วยงานถัดไป ซึ่งจากข้อจำกัดของระบบการผลิตจะมีทรัพยากรที่ใช้งาน โดยต้องหมุนเวียนอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งช่วงเวลาที่สูญเสียไปนั้นยังไม่มีระบบใดเข้าไปควบคุม และรับผิดชอบโดยตรง เป็นผลให้สูญเสียเวลาในการรอคอยในส่วนนี้มีปริมาณที่สูงมาก โดยสาเหตุมาจากแต่ละหน่วยงานขาดการทำงานที่ประสานงานกันอย่างใกล้ชิด อีกทั้งแต่ละหน่วยงานต่างทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ซึ่งแต่ละหน่วยงานจะเน้นการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่องค์กรตั้งดัชนีวัดผลการดำเนินงานและนโยบายของแต่ละหน่วยงาน ซึ่งในบางดัชนีย่อยหรือนโยบายของแต่ละหน่วยงานมีความขัดแย้งกับของหน่วยงานอื่น ทำให้ส่งผลกระทบต่อดัชนีวัดผลรวมทั้งระบบ ซึ่งเป็นผลให้การประสานงานอย่างแท้จริงไม่เกิดขึ้นในองค์กร จะส่งผลให้เวลานานในการผลิตมีค่าสูง รวมทั้งผลิภาพการผลิตต่ำ

ในการแก้ปัญหาดังกล่าวการมีส่วนร่วมของทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีความจำเป็นอย่างยิ่ง หากทิศทางการแก้ปัญหาจากแต่ละหน่วยงานขึ้นเอง โดยไม่มีการพิจารณาให้รอบคอบว่ามีผลกระทบต่อการทำงานของหน่วยงานอื่น ๆ จะทำให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพสูงสุด หรือบางกรณีอาจจะสร้างปัญหาเพิ่มขึ้นมากอีกด้วย

ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้มุ่งเน้นในการหาแนวทางการเพิ่มผลผลิตการผลิต โดยพยายามลดเวลารอคอยที่เกิดขึ้นระหว่างการไหลของหน่วยงานหนึ่งไปหน่วยงานถัดไป ซึ่งจะวิเคราะห์หาข้อจำกัดของระบบการผลิตทำการปรับปรุงข้อจำกัดนั้น และปรับปรุงแนวทางการปฏิบัติในระบบการผลิตให้มีการสอดคล้องกันและมีส่วนร่วมในทุกหน่วยงานมากขึ้น เพื่อมุ่งเน้นให้การไหลของงานในระบบเป็นไปอย่างราบรื่น ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตการผลิต

ในการศึกษาวิเคราะห์ ข้อจำกัดของระบบ และแนวทางการปรับปรุงผลผลิตจะศึกษาโดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Arena ซึ่งจะครอบคลุมระบบการผลิตเนื่องจากในระบบมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายจึงพิจารณาผลจากแบบจำลองสถานการณ์ตามกลุ่มของถังผสมน้ำมันหล่อลื่นที่แบ่งตามประเภทการใช้ เพื่อให้สอดคล้องและสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติจริงได้ โดยดัชนีวัดผลการดำเนินการคือ เวลานำการผสมในระบบการผลิต ซึ่งเป็นตัวที่สะท้อนถึงผลผลิตการผลิต

ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาภายในกระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่นในโรงงานกรณีตัวอย่างเท่านั้น ซึ่งไม่พิจารณาผลกระทบที่ได้รับจากภายนอกกระบวนการ
2. ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้ข้อมูลคำสั่งการผลิตช่วงเวลาระหว่าง กันยายน ถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2547
3. ใช้เวลานำการผสมโดยแบ่งตามกลุ่มถังผสมน้ำมัน เป็นดัชนีวัดผลของแบบจำลองสถานการณ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แบบจำลองของระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนในการวิเคราะห์การปรับปรุงการผลิตก่อนนำไปปฏิบัติจริงที่น่าเชื่อถือ
2. แนวทางลดช่วงเวลานำในการผลิตของโรงงานผลิตน้ำมันหล่อลื่น ที่เน้นการมีส่วนร่วมและให้เกิดการประสานงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระบบการผลิต
3. สามารถนำแนวทางการสร้างแบบจำลองของงานวิจัยนี้ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงแบบจำลองของระบบการผลิตที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

การตรวจเอกสาร

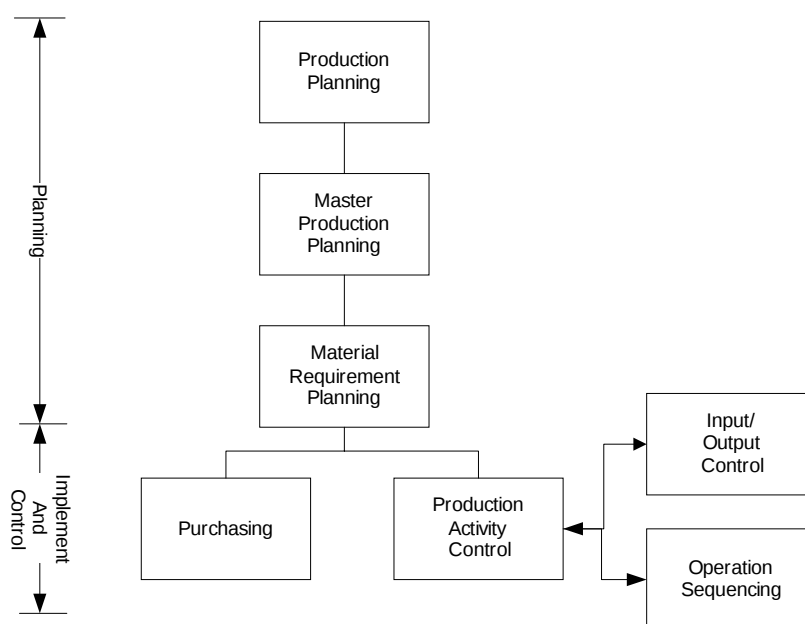
ภาพรวมระบบควบคุมกิจกรรมการผลิต

Vollmann et al. (2005) ระบบควบคุมกิจกรรมการผลิตจะมีหน้าที่รับผิดชอบควบคุมให้การดำเนินการของ ตารางการผลิตหลัก (Master Production Scheduling) และการวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning) โดยระบบจะควบคุมการจัดสรรทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักร อุปกรณ์ แรงงาน ให้เกิดการใช้ประโยชน์สูงสุด และพยายามรักษาระดับของงานระหว่างผลิตให้มีปริมาณน้อยที่สุด แต่ยังคงตอบสนองระดับความพึงพอใจของลูกค้า

1. กิจกรรมของระบบควบคุมกิจกรรมการผลิต

- 1.1 กำหนดตารางการผลิต
- 1.2 การปล่อยใบสั่งงานเข้าสู่ระบบการผลิต
- 1.3 ทำการควบคุมใบสั่งงาน และเพื่อความมั่นใจว่างานนั้นสามารถแล้วเสร็จตามกำหนด
- 1.4 จัดการเหตุการณ์ที่ไม่ได้คาดหมายล่วงหน้า และให้การสนับสนุนการแก้ปัญหา

ในภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบการวางแผนการผลิต และควบคุมกิจกรรมการผลิต โดยสามารถแบ่งตามหน้าที่ได้คือ การวางแผน การนำไปปฏิบัติ และการควบคุม



ภาพที่ 1 หน้าทีและความสัมพันธ์ในระบบควบคุมกิจกรรมการผลิต

ที่มา: Arnold and Chapman (2001)

2. กิจกรรมการวางแผน

การไหลของงานที่ผ่านแต่ละสถานงานจะต้องมีการวางแผนให้งานเสร็จตามกำหนดส่ง โดยในส่วนวางแผนในกิจกรรมควบคุมการผลิตมีแนวทางปฏิบัติดังนี้

2.1 ต้องมั่นใจว่าความต้องการของวัตถุดิบ เครื่องมือ บุคลากร และข้อมูลในการผลิตมีความพร้อม เมื่อมีความต้องการเกิดขึ้น

2.2 กำหนดวันเริ่มการทำงานและวันกำหนดส่งของแต่ละใบสั่งงาน ในแต่ละสถานงาน ต้องมั่นใจว่าแล้วเสร็จตามกำหนดเวลา และผู้ที่ทำการวางแผนต้องกำหนดภาระงานให้เหมาะสมในแต่ละสถานงาน

3. กิจกรรมการนำไปปฏิบัติ

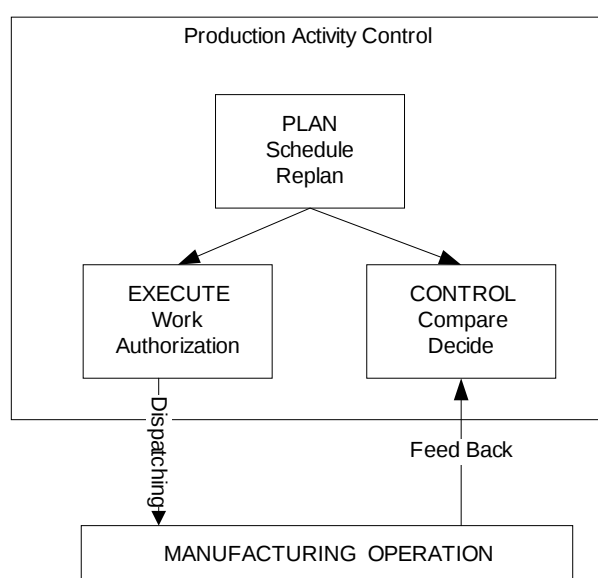
หลังจากที่ทำการวางแผน ระบบควบคุมกิจกรรมการผลิตจะดำเนินการโดยกำหนดให้กับระดับปฏิบัติการว่า อะไรคือสิ่งที่ต้องทำให้แล้วเสร็จ โดยจะมีแนวทางการปฏิบัติดังนี้

- 3.1 จัดเตรียมข้อมูลที่เป็นจำเป็นในกระบวนการผลิตให้กับระดับปฏิบัติการ
- 3.2 ออกใบสั่งงานไปยังส่วนปฏิบัติ โดยช่วงนี้คือการส่งงานสู่ช่วงการผลิต (Dispatching)

4. กิจกรรมการควบคุม

หลังจากวางแผนและสั่งงานสู่ช่วงการผลิต ในส่วนของการควบคุมจะติดตามว่ามีเหตุการณ์ใดเกิดขึ้น และมีผลกระทบต่อแผนการผลิตที่วางไว้อย่างไร เพื่อจะดำเนินการแก้ไขได้ถูกต้อง โดยจะมีแนวทางปฏิบัติดังนี้

- 4.1 จัดลำดับความสำคัญของใบสั่งงานให้แต่ละสถานีงาน
- 4.2 ติดตามผลการดำเนินงานที่เกิดขึ้นกับตารางการผลิตที่วางไว้ เมื่อมีเหตุการณ์ที่จำเป็น จะทำการทำแผนตารางการผลิตใหม่ หรือจัดกำลังการผลิตใหม่ เพื่อให้มั่นใจว่างานแล้วเสร็จตามกำหนดเวลา
- 4.3 ติดตามและควบคุม งานระหว่างการผลิต ช่วงเวลานำในการผลิต แกวคอย



ภาพที่ 2 แบบแผนในระบบควบคุมกิจกรรมการผลิต

ที่มา: Arnold and Chapman (2001)

แนวคิดทฤษฎีข้อจำกัด

โกสลด (2548) แนวคิดทฤษฎีข้อจำกัดหรืออาจจะเรียก Throughput Thinking เป็นส่วนหนึ่งของปรัชญาการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องได้ถูกพัฒนาโดย Dr. Eliyahu M. Goldratt เพื่อใช้สนับสนุนแก้ปัญหาที่เกิดจากข้อจำกัดของระบบโดยจำแนกการประยุกต์ใช้งานใช้งานได้สามระดับคือ

1. การบริหารการผลิต (Production Management) ในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาแนวคิดทฤษฎีข้อจำกัด ได้นำมาประยุกต์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในสายการผลิต
2. วิเคราะห์ผลิตผล (Throughput Analysis) สำหรับการประยุกต์แนวคิดทฤษฎีข้อจำกัดให้ส่งผลต่อการปรับกระบวนทัศน์ (Paradigm shift) ของการตัดสินใจจากรูปแบบการตัดสินใจตามฐานต้นทุน (Cost-based decision making) สู่การตัดสินใจด้วยแนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องของกระบวนการ โดยพิจารณาจากองค์ประกอบหลักคือ ผลิตผลของระบบ (System throughput) ข้อจำกัดของระบบ (System constraints) และกำลังความสามารถที่จุดวิกฤต (Capacities at critical point)
3. กระบวนการทางโลจิกของทฤษฎีข้อจำกัด (Theory of Constraints Logical Processes) สำหรับการแก้ไขปัญหาที่หลากหลายจากกระบวนการภายในองค์กร ดังนั้นโลจิกของทฤษฎีข้อจำกัด จึงถูกใช้ระบุปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดขององค์กรโดยมุ่งพัฒนาแนวทางสำหรับการแก้ปัญหา

1. การจำแนกข้อจำกัดในแนวคิดทฤษฎี

สำหรับการจำแนกข้อจำกัดในแนวคิดทฤษฎีข้อจำกัดสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- 1.1 ข้อจำกัดทางกายภาพ (Physical constraint) เช่น ข้อจำกัดกำลังการผลิตของเครื่องจักร กระบวนการ วัตถุดิบ ความพร้อมทางแรงงาน อุปกรณ์ที่ใช้สนับสนุนการผลิต เป็นต้น
- 1.2 ข้อจำกัดที่ไม่ใช่ทางกายภาพ (Non-physical constraint) เช่น ความต้องการของลูกค้า ระเบียบวิธีการปฏิบัติงาน นโยบายขององค์กร กระบวนทัศน์ความคิด และการฝึกอบรม

2. แนวทางการควบคุมข้อจำกัดให้มีประสิทธิภาพ

หลังจากที่สามารถจำแนกได้แล้วว่าในระบบที่สนใจมีอะไรบ้างที่เป็นข้อจำกัดตามแนวคิด ทฤษฎีข้อจำกัด หลังจากนั้นจะต้องมีแนวทางที่จะไปควบคุมข้อจำกัดดังกล่าวให้มีการใช้หรือจัดสรรอย่างมีประสิทธิภาพตามแนวทางต่อไปนี้

2.1 การระบุปัจจัยที่ก่อให้เกิดปัญหาข้อจำกัดขึ้นในระบบ

2.2 กำหนดแนวทางสำหรับแก้ปัญหาที่เกิดจากข้อจำกัด โดยมุ่งจัดหรือลดข้อจำกัดต่าง ๆ เพื่อมุ่งเน้นสร้างผลิตผลสูงสุด และกำหนดทรัพยากรที่ไม่ใช่ข้อจำกัด (Non constraint) สำหรับสนับสนุนการแก้ปัญหา

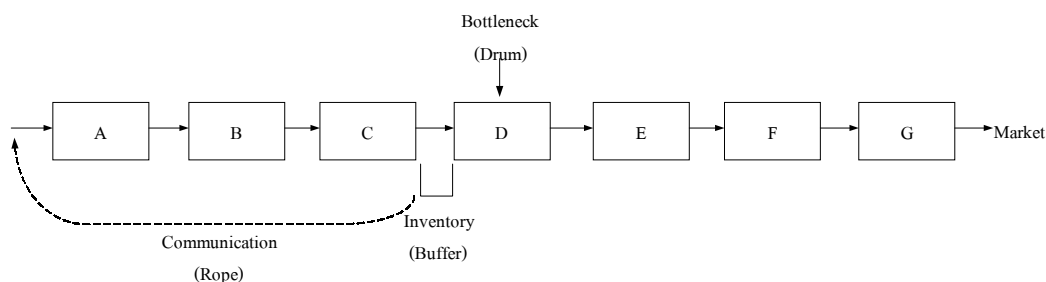
2.3 มุ่งจัดสรรทรัพยากรเพื่อดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย เนื่องจากข้อจำกัดต่าง ๆ ส่งผลต่อการจัดจังหวะการไหลในระบบ ดังนั้นจึงต้องจัดสรรทรัพยากรเพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาและเกิดการไหลของงานอย่างต่อเนื่อง

2.4 ลดผลกระทบจากข้อจำกัดของระบบ

2.5 หากข้อจำกัดหรือปัญหาต่าง ๆ ได้ถูกแก้ไขเสร็จสิ้นให้กลับไปที่ขั้นตอนแรกเพื่อดำเนินการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

โกศล (2548) สำหรับข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในองค์กรส่วนใหญ่จะเกิดจาก นโยบายขององค์กรที่ไม่สอดคล้องกัน (Policy constraint) มากกว่าข้อจำกัดทางกายภาพ ถึงแม้ข้อจำกัดทางกายภาพได้ถูกแก้ไข หรือปรับปรุง แต่ก็มักจะเกิดปัญหาเดิมซ้ำขึ้นอย่างต่อเนื่อง หากไม่ดำเนินการทบทวนแก้ไขระเบียบและวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นต้นเหตุของข้อจำกัดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในองค์กร

ในการดำเนินกิจกรรมภายในระบบการผลิต จะต้องมีการเชื่อมโยงกันระหว่างหน่วยงานย่อยในระบบ ดังนั้นประสิทธิภาพของระบบจะถูกประเมินด้วยจุดเชื่อมต่อที่อ่อนแอที่สุดหรือจุดที่เป็นข้อจำกัดของระบบ จากเหตุผลข้างต้นจะต้องมุ่งสร้างสมดุลการไหลของงานมากกว่าสมดุลของทรัพยากรการผลิต (Balance flow not capacity) โดยแนวทางที่เรียกว่า Drum Buffer Rope (DBR) และเป็นวิธีที่ใช้วางแผนกำหนดการของงานที่เชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานย่อยเพื่อให้เกิดความสอดคล้องตลอดทั้งระบบการผลิต โดย DBR มีโครงสร้างดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างและกลไกของ Drum-Buffer-Rope

ที่มา: โกศล (2548)

โครงสร้างและกลไกของ Drum-Buffer-Rope จะประกอบด้วยสามองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนซึ่งประกอบด้วย

1. Drum เป็นการควบคุมจังหวะการไหลของงานในระบบที่แสดงถึงจุดที่เกิดปัญหาคอขวดและก่อให้เกิดข้อจำกัดในระบบ ดังนั้นการวางแผนจึงให้ความสำคัญด้วยการลำดับกิจกรรมหรือกำหนดการที่จุดควบคุมเพื่อให้เกิดความสอดคล้องตลอดทั้งระบบ

2. Buffer เป็นเสมือนกันชนหรือส่วนที่ดูดซับความผันผวน (Shock absorber) ทำให้เกิดการขัดจังหวะการไหลของงาน เช่น การขัดข้องของเครื่องจักร การตั้งเครื่องจักรเป็นต้น ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดขนาดบัฟเฟอร์ให้เหมาะสมต่อการดูดซับความผันผวนที่แสดงด้วยหน่วยเวลาหรือช่วงเวลานำ (Lead time) เพื่อให้เกิดความสมดุลของระบบและจัดเตรียมไว้ที่สถานีซึ่งเป็นจุดควบคุมหรือตำแหน่งที่เกิดปัญหาคอขวด เพื่อให้ระบบสามารถดำเนินได้อย่างต่อเนื่อง

3. Rope เป็นกลไกที่ใช้ควบคุมการสื่อสาร (Communication signal mechanism) เพื่อให้ระบบสามารถดำเนินการได้สอดคล้องตามกำหนดการของระบบที่มุ่งตอบสนองความต้องการของตลาด ดังนั้น Rope จึงมีบทบาทต่อการสร้างความสอดคล้องและสมดุลตลอดทั้งระบบ

ช่วงเวลานำในการผลิต

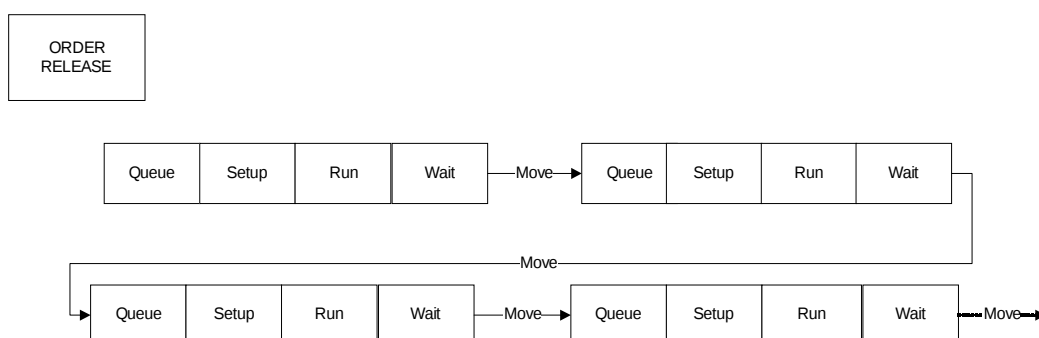
ในงานวิจัยนี้จะมีเป้าหมายหลักคือ การลดช่วงเวลานำในการผลิต ดังนั้นจึงขอกล่าวถึงรายละเอียดของช่วงเวลานำในการผลิต เพื่อความเข้าใจรูปแบบของเวลานำในการผลิต

Arnold and Chapman (2001) เวล่านำในการผลิต คือเวลาปกติที่ต้องทำการเพื่อไว้ในการผลิต ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วนประกอบย่อย

1. เวลาแถวคอย (Queue Time) คือช่วงเวลาของงานที่รอคอยอยู่ที่หน้าสถานีงาน เพื่อรอการปฏิบัติงาน
2. เวลาจัดตั้ง (Setup Time) คือช่วงเวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมสถานีงานให้พร้อมปฏิบัติ
3. เวลาการผลิต (Run Time) คือช่วงเวลาที่ใช้ดำเนินงานตามใบสั่ง
4. เวลารอคอย (Wait Time) คือช่วงเวลารอการเคลื่อนย้ายไปยังอีกสถานีงาน
5. เวลาการเคลื่อนย้าย (Move Time) เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายไปยังอีกสถานีงาน

ภาพที่ 4 แสดงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานำการผลิต ซึ่งระบบควบคุมกิจกรรมการผลิตจะพิจารณาควบคุมในส่วนของ เวลาแถวคอย เวลารอคอยและเวลาการเคลื่อนย้าย

โดยช่วงเวลาที่เกิดขึ้นปริมาณมากที่สุดคือเวลาในแถวคอย ซึ่งจะมีปริมาณมากถึงร้อยละ 85 ถึง 95 ของเวลานำในการผลิตทั้งหมด ระบบควบคุมกิจกรรมการผลิตจะมีหน้าที่ควบคุมในการจัดการแถวคอย โดยควบคุมการไหลผ่านเข้าและออกสถานีงานของปริมาณงาน ถ้าหากภาระงานลดลงจะส่งผลให้ เวลาในแถวคอย เวล่านำในการผลิต และงานระหว่างผลิตมีอัตราส่วนลดลง



ภาพที่ 4 องค์ประกอบของเวลานำในการผลิต

ที่มา: Arnold and Chapman (2001)

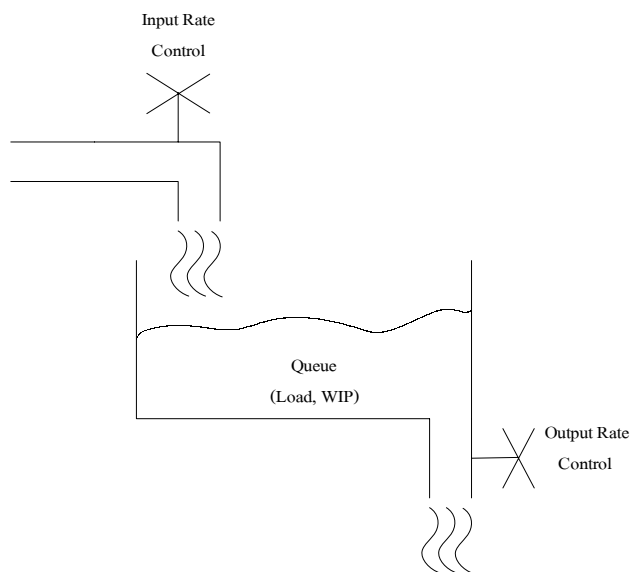
เทคนิคการควบคุมการผลิต

พิภพ (2542) การติดตามผลและรายงานความก้าวหน้าของการทำงานเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินงานผลิตเพราะเป็นการติดตามตรวจสอบการทำงานอย่างใกล้ชิด ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ยังอยู่ในกระบวนการผลิต เมื่อมีเหตุอะไรที่ทำให้งานล่าช้า หรือความก้าวหน้าของงาน ผิดไปจากการวางแผนที่วางไว้ นั้นจะทำให้แก้ปัญหาได้ทันที สำหรับเทคนิคต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้รายงานความก้าวหน้าของการทำงาน สามารถแสดงได้ในหลายรูปแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาดของกิจการ กระบวนการผลิต และลักษณะของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น เทคนิคบางอย่างสามารถดัดแปลงนำไปใช้ได้หลายสภาพการผลิต แต่ไม่มีเทคนิคใดที่ใช้ได้ในทุกสภาพการผลิต ดังนั้นการนำเทคนิคใด ๆ ไปใช้จะขึ้นอยู่กับความถนัดและประสบการณ์ของผู้ควบคุม โดยเทคนิคที่เป็นที่รู้จักและนิยมใช้คือ การควบคุมปริมาณงานเข้าและออก (Input/Output Control) และการควบคุมลำดับความสำคัญ (Priority Control)

1. การควบคุมปริมาณงานเข้าและออก

การควบคุมปริมาณงานเข้าและออก เป็นกิจกรรมที่สำคัญของระบบวางแผนและควบคุม โดยหน้าที่สำคัญคือ การวางแผนให้ปริมาณงานที่เข้ามายังหน่วยผลิตสมดุลกับแผนด้านปริมาณงานที่ออกไป ถ้าหากปริมาณงานเข้า (Input) เกินกว่าปริมาณงานขาออก (Output) ปริมาณงานที่ค้างก็จะก่อตัวสะสมขึ้นมานำหน้าหน่วยผลิตนั้น ซึ่งจะส่งผลให้การประมาณเวลานำ สำหรับหน่วยผลิตที่อยู่ก่อนหน้าเพิ่มขึ้น ยิ่งกว่านั้นเมื่องานต่าง ๆ มากองสมอยู่ที่หน่วยผลิตความคับคั่งก็จะเกิดขึ้น กำลังการผลิตไม่เพียงพอและการไหลของงานไปยังหน่วยผลิตถัดไป (downstream-work center) มีลักษณะกระจุกกระจายไม่สม่ำเสมอ การควบคุมการปฏิบัติงานโรงงานก็มีลักษณะคล้ายกับการไหลของน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 5

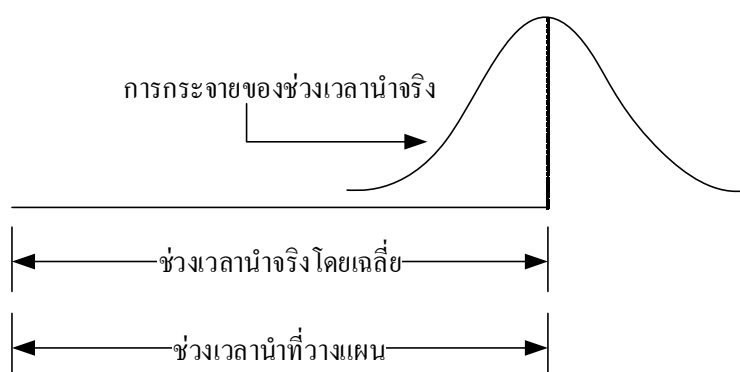
ในการควบคุมการผลิตจะต้องค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในหน่วยผลิตก่อนหน้าให้ชัดเจน หลังจากนั้นทำการปรับกำลังการผลิต และปริมาณงานเข้า ให้สอดคล้องกัน โดยเทคนิคการแก้ปัญหาสามารถทำได้เช่น เพิ่มกำลังการผลิตที่จุดคอขวด หรือลดปริมาณงานที่ป้อนเข้ายังหน่วยงานนี้



ภาพที่ 5 การควบคุมปริมาณงานเข้าและออก

ที่มา: พิกพ (2542)

กำลังการผลิตบนหน่วยผลิตใด ๆ ควรที่จะสามารถปรับระดับกำลังการผลิตได้ระดับหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อให้แถวคอยอยู่ในระดับควบคุมหรือกำหนดไว้ เพราะว่าการประสานงานแผนสามารถที่จะถูกทำลายลงได้จากความล่าช้าต่าง ๆ ที่ไม่ได้คาดหมายไว้ก่อนบนหน่วยผลิตใด ๆ การควบคุมปริมาณงานเข้าและออกที่มีประสิทธิภาพควรสามารถดูแลให้ช่วงเวลานำจริงโดยเฉลี่ยเท่ากับช่วงเวลานำที่ใช้ในการจัดทำตารางการผลิต



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลานำจริงและช่วงเวลานำที่วางแผน

ที่มา: พิกพ (2542)

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลานำจริง และเวลานำที่วางแผนได้แสดงในภาพที่ 6 ช่วงเวลาจริงโดยปกติจะไม่เท่ากันทุกครั้งอย่างแน่นอน ช่วงเวลานำจริงจะคลาดเคลื่อนรอบ ๆ ค่าเฉลี่ย แต่ช่วงเวลาโดยเฉลี่ยของเวลานำเหล่านั้นจะถูกนำมาใช้ในการวางแผน ถึงแม้โดยเฉลี่ยของช่วงเวลานำจริงจะเท่ากับเวลานำที่ใช้ในการวางแผน แต่ก็ยังคงมีปัญหาในการทำให้ทุก ๆ ชิ้นส่วนของงานใดงานหนึ่งแล้วเสร็จทันกำหนดเวลาส่งมอบ เว้นแต่ว่าจะได้มีการเอาการควบคุมลำดับความสำคัญ (Priority Control) มาใช้ ซึ่งการนำเทคนิคการควบคุมลำดับความสำคัญมาช่วยแก้ปัญหาการส่งมอบไม่ทันกำหนด ปัญหาการใช้ประโยชน์จากประสิทธิภาพเครื่องจักร อุปกรณ์ และปัญหางานระหว่างผลิต สามารถลดน้อยลงได้ระดับหนึ่ง

2. การควบคุมลำดับความสำคัญ

พิภพ (2542) การควบคุมลำดับความสำคัญจะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาว่างานใดที่อยู่ในแถวคอย ควรเลือกมาทำงานก่อนเมื่อกำลังการผลิตที่มีอยู่ในหน่วยผลิตได้มีความพร้อมอยู่แล้ว การควบคุมลำดับความสำคัญที่ พิจารณางานที่ควรจะนำมาดำเนินงานต่อไป ภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่าประมาณครึ่งหนึ่งของงานแล้วเสร็จก่อนเวลาเฉลี่ยของช่วงเวลานำ และประมาณครึ่งหนึ่งจะใช้เวลายาวนานกว่าช่วงเวลานำที่ใช้ในการวางแผน ด้วยการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ จะส่งผลให้ช่วงเวลานำจริงโดยเฉลี่ยประมาณค่าได้เท่ากับที่วางแผนไว้ อย่างไรก็ตามถ้าปราศจากการควบคุมลำดับความสำคัญอย่างได้ผล ครึ่งหนึ่งของงานก็จะเสร็จเร็วเกินไปและจะต้องรอเหมือนเป็นงานระหว่างการผลิตส่วนเกิน และส่วนที่เหลืออีกครึ่งของงานทั้งหมดก็จะเสร็จล่าช้าไปจากกำหนดวัตถุประสงค์ประการหนึ่งของการควบคุมลำดับความสำคัญก็เพื่อจะตรวจสอบว่า งานใดล่าช้ากว่ากำหนดที่วางไว้ งานนั้นจะถูกจัดให้มาอยู่ด้านหน้าของแถวคอยทั้งนี้เพื่อให้ใช้เวลาในแถวคอยสั้นลง ส่วนงานที่สามารถทำได้เร็วกว่ากำหนดจะถูกไว้ในตำแหน่งหลังจากงานที่ล่าช้ากว่ากำหนด และทำให้งานใช้เวลาในแถวคอยมากขึ้น ทำให้งานทั้งหมดเสร็จใกล้เคียงกำหนดเวลาในแผนการผลิต

Baker (1974) ซึ่งกฎเกณฑ์จัดลำดับความสำคัญ (Priority Dispatching Rule) เป็นกฎจัดลำดับความสำคัญเลือกลำดับก่อนหลังในการกำหนดงาน โดยมีหลักเกณฑ์ตัดสินใจที่นิยมใช้กันดังนี้

1. รับก่อนทำก่อน (First Come-First Serve)
2. ทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อน (Shortest Processing Time)
3. ทำงานที่ใช้เวลามากสุดทำก่อน (longest Processing Time)
4. งานที่จะถึงกำหนดส่งเร็วที่สุดทำก่อน (Earliest Due Date)
5. งานที่มีเวลาเหลือสำหรับการทำงานน้อยที่สุดทำก่อน (Minimum Slack Time)

นอกจากกฎเกณฑ์ที่กล่าวไปแล้ว ควรจะพิจารณาลำดับความสำคัญภายในควบคู่กันไป พร้อมปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้

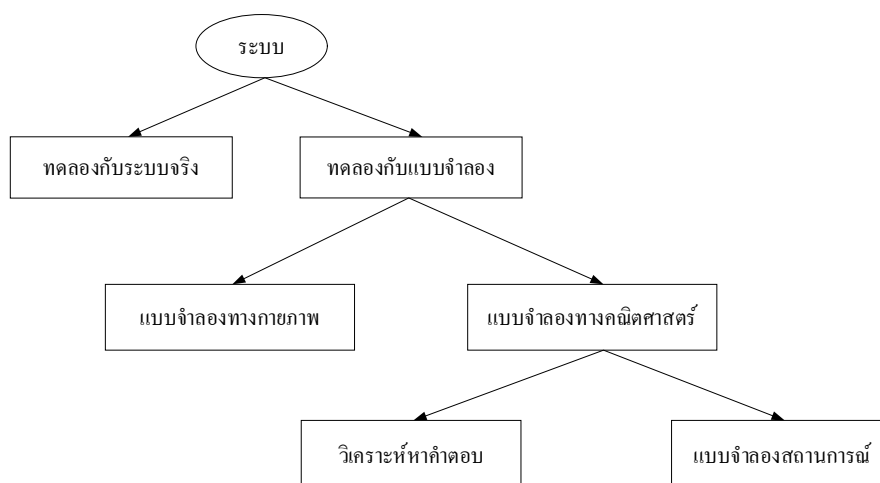
1. เวลาการผลิต
2. จำนวนขั้นตอนปฏิบัติงานที่ยังเหลืออยู่
3. เวลาปฏิบัติที่มีสำหรับการปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จ

$$\text{ลำดับความสำคัญภายใน} = \frac{\text{วันกำหนดส่ง} - \text{วันที่ปัจจุบัน} - \text{เวลาในการผลิตทั้งหมด}}{\text{จำนวนขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ต้องทำให้เสร็จ}}$$

ในส่วนการควบคุมการผลิตหากสามารถดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ จะส่งผลให้ช่วงเวลานาโดยเฉลี่ยเป็นไปตามแผนที่กำหนด การไหลของงานผ่านเข้ามาในโรงงานก็จะเป็นไปตามอัตราของแผนที่วางไว้ ที่กล่าวมานี้จะชี้ให้เห็นว่าหากในระบบการผลิตมีกำลังการผลิตที่เพียงพอ การควบคุมกำลังการผลิตจะเป็นการจัดสรรกำลังการผลิตให้กับงานตามลำดับของความจำเป็นเพื่อให้งานที่ถูกต้องไหลเข้าในหน่วยผลิต ซึ่งจะส่งผลให้แผนการผลิตที่จัดขึ้นเป็นจริง

การจำลองแบบสถานการณ์ (Simulation)

Law and Kelton (1991) การศึกษาพฤติกรรมของระบบสามารถทำได้หลายวิธี โดยแสดงให้เห็นวิถีทางในการศึกษาระบบที่สนใจดังภาพที่ 7 ในการศึกษาแบบนี้จะสามารถที่จะเลือกได้ว่าจะทำการทดลองจากระบบจริงหรือจากแบบจำลอง ในส่วนของแบบจำลองสามารถแบ่งได้เป็นแบบจำลองทางกายภาพ หรือทางคณิตศาสตร์



ภาพที่ 7 แนวทางวิธีการการศึกษาระบบที่สนใจ

ที่มา: Law and Kelton (1991)

ศิริจันทร์ (2532) การจำลองแบบสถานการณ์เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ ซึ่งมีการให้คำจำกัดความของ การจำลองแบบสถานการณ์คือ กระบวนการออกแบบแบบจำลอง(Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นเพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานหรือ เพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ในการดำเนินของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ ซึ่งจากข้างต้นจะสามารถแบ่งกระบวนการจำลองแบบจำลองสถานการณ์นั้นเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ และอีกส่วนนั้นจะเป็นส่วนของการนำแบบจำลองไปใช้ในการวิเคราะห์ ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นั้นแบบจำลองนั้นไม่จำเป็นต้องเหมือนกับระบบจริง แต่ต้องสามารถช่วยให้เข้าใจในระบบงานจริงเพื่อประโยชน์ในการอธิบายพฤติกรรม และเพื่อการปรับปรุงการดำเนินงานของระบบจริง

เทคนิคการจำลองแบบสถานการณ์นี้ยังมีข้อจำกัดอยู่คือ ความถูกต้องของแบบจำลองจำเป็นจะต้องอาศัยความชำนาญในการจำลองแบบสถานการณ์ โดยแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมานั้นไม่สามารถที่จะสร้างได้เหมือนกับระบบจริงทุกประการ ซึ่งบางรายละเอียดบางส่วน of ระบบจริงจะถูกตัดออกไป แต่ระบบจริงกับแบบจำลองนั้นจะมีความเหมือนกันด้านสถิติซึ่งจะสามารถยอมรับรายละเอียดในส่วนที่ถูกตัดออกไป ดังนั้นแบบจำลองสถานการณ์จะมีไว้ในการศึกษา วิเคราะห์พฤติกรรมของระบบ ไม่สามารถใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของระบบ การวิเคราะห์ระบบจากแบบจำลองสถานการณ์กับระบบจริงจะมีค่าคลาดเคลื่อนได้เนื่องจากระบบจริงมี

การเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แต่ในส่วนของแบบจำลองสถานการณ์จะอ้างอิงจากข้อมูลในอดีต ผู้ที่วิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์จะต้องเข้าใจในระบบ และสภาพแวดล้อมที่จะมีผลกระทบ จึงจะสามารถวิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์ได้ใกล้เคียงกับระบบจริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุบลรัตน์ (2532) ทำการจัดการระบบควบคุมการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตรถไถนาขนาดเล็ก ศึกษาปัญหาในโรงงานคือ ปัญหาด้านการบริหารจัดการการผลิต ซึ่งส่งผลให้ชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาสูง เบอร์เซนต์การขาดงานสูง อีกทั้งมีปัญหาด้านการควบคุมพัสดุคงคลังทำให้สินค้าขาดแคลนอยู่เสมอ รวมทั้งการเกิดจุดคอขวดในการผลิต ซึ่งส่งผลให้การผลิตล่าช้า ประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานต่ำ ต้นทุนการผลิตสูง การใช้ระบบควบคุมการผลิต โดยเน้นที่ระบบเอกสาร การใช้ใบสั่งการผลิต การประชุมติดตามปัญหาการผลิต การประเมินผลการทำงาน ซึ่งสามารถช่วยให้ระบบการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กลางเดือน (2533) ได้ทำการศึกษาเพื่อสร้างระบบขึ้นมาเพื่อสนับสนุนการวางแผนการผลิตในโรงงานแปรรูปเนื้อไก่ ซึ่งแต่เดิมแผนการผลิตที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ แต่เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนการผลิตต้องใช้ข้อมูลหลายชนิด อีกทั้งข้อมูลเหล่านี้ไม่มีการจัดเก็บที่ดีต้องใช้เวลามากในการค้นหา ทำให้ผู้วางแผนไม่สามารถจัดแผนการผลิตที่เหมาะสมได้ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยประกอบด้วย 2 ระบบย่อยคือ ระบบการจัดงานฐานข้อมูล และระบบการวางแผนการผลิต ในระบบการวางแผนการผลิตได้โดยอาศัยข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล และสร้างหลักการใช้ในการวางแผนผลิตจากผู้เชี่ยวชาญ ระบบที่สร้างขึ้นได้ทดแทนการทำงานที่มีอยู่เดิม โดยอาศัยหลักการต่าง ๆ ปฏิบัติตามผู้เชี่ยวชาญที่ปฏิบัติอยู่ ทำให้ลดความต้องการทักษะของผู้วางแผน ลดระยะเวลาในการวางแผน มีการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นระบบ และแผนมีความถูกต้องมากขึ้น

นภิสร (2534) ได้ทำการศึกษาเพื่อสร้างตารางการผลิตที่เหมาะสมในโรงงานอาหารสัตว์ นำเอาวิธีการแบบจำลองแบบปัญหาร่วมกับความสามารถด้านปัญญาประดิษฐ์ โดยวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียรอคอยงานในขั้นตอนของแผนกผสมและแผนกบรรจุ การแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางปัญญาประดิษฐ์ จากการรวบรวมข้อมูลในระบบการผลิตและข้อจำกัดต่างจากผู้ควบคุมเครื่องที่มีความเชี่ยวชาญ สร้างขึ้นมาเป็นกฎเกณฑ์หลังจากที่ทดสอบในแบบจำลองระบบ ผลจาก

แบบจำลองปรากฏว่า สามารถลดเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิต โดยเฉพาะเครื่องผสม ซึ่งจุดคอขวดของกระบวนการผลิต อีกทั้งระบบสนับสนุนสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นยังช่วยลดเวลาในการวางแผน และสามารถปรับปรุงตารางการผลิตขึ้นใหม่เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดขึ้นในกระบวนการผลิต

กำพล (2542) งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบประสานงานระหว่างหน่วยงานผลิตและหน่วยงานติดตั้ง เพื่อลดปัญหาหรือความบกพร่องในการดำเนินงาน โดยได้ทำการวิเคราะห์ระบบประสานงานในหน่วยงานผลิต หน่วยงานติดตั้ง และระหว่างหน่วยงานอื่น ๆ พบว่าการดำเนินงาน และการจัดการมีความบกพร่องอยู่หลายด้าน ได้แก่ การติดต่อสื่อสาร การให้ความร่วมมือ การวางแผน การจัดองค์กร การจัดคนเข้าทำงาน การสั่งการ และการควบคุม

ปรีชา (2542) งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบการจัดตารางการผลิต ในโรงงานฟอกย้อมและตกแต่งสำเร็จผ้ายัด ขณะที่ทำวิจัยในการจัดตารางการผลิตต้องอาศัยผู้จัดทำแผนที่มีประสบการณ์ในกระบวนการผลิต แต่ในการจัดตารางการผลิตขึ้นมานั้นยังไม่มีแบบที่แน่นอนมากนัก เป็นผลให้เกิดปัญหามากมายเช่น ปริมาณงานในแต่ละขั้นตอนเกิดความไม่สมดุล มีสินค้าระหว่างรอการผลิตอยู่ในปริมาณสูง ทำให้เกิดความสูญเสียอย่างมากในระบบการผลิต งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบการจัดตารางการผลิตโดยใช้วิธีการ Heuristic Methodology ซึ่งสร้างขึ้นมาจากพื้นฐานข้อจำกัดในระบบการผลิต โดยนำการจัดกลุ่มและกฎการจัดลำดับความสำคัญ (Dispatching Rule) เป็นหลักการที่สำคัญในตารางการผลิต และผลการเปรียบเทียบระบบการผลิตระหว่างวิธีที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ และวิธีที่ใช้อยู่เดิมแสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาในการผลิตลดลงอย่างชัดเจน นอกจากนั้นการใช้ประโยชน์และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังเพิ่มมากขึ้นด้วย

ปรีดี (2542) งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลกระทบของปัจจัยของกฎการจัดลำดับความสำคัญ (Dispatching Rule) ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิตแบบการไหลของสายงาน (Flow Shop) ด้วยเทคนิคการจำลองแบบปัญหาทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) จำลองแบบปัญหาการจัดตารางการผลิตของโรงงานหล่อ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของกฎการจัดลำดับ โดยมีดัชนีชี้วัดผลในงานวิจัยนี้คือ เวลาปฏิบัติงานบนหน่วยผลิต (Process Time) เวลาเบี่ยงเบน (Lateness) เวลาส่งไม่ทันกำหนด (Tardiness) อัตราส่วนจำนวนงานที่เสร็จหลังกำหนดส่งต่องานทั้งหมด (Proportion of Job Tardy) และอัตราส่วนการใช้เครื่องจักรของระบบ (System Utilization) จากผลการศึกษาพบว่า กฎการจัดลำดับความสำคัญมีผลต่อดัชนีวัดประสิทธิภาพของระบบการผลิตที่

ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และการใช้กฎการจัดลำดับความสำคัญที่ดีสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการการผลิตของการผลิตในโรงงานกรณีศึกษา

พิพัฒน์ (2541) งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษาและวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต นำเสนอปัจจัยความสูญเสียเปล่าในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความสูญเสียจากความผิดพลาดของคนไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการทำงาน ความสูญเสียจากการบริหารที่ไม่เข้มงวด ซึ่งสรุปเป็นหัวข้อสำคัญดังนี้ ความแปรปรวนด้านคุณภาพระหว่างกระบวนการผลิต การจัดลำดับการผลิตที่ไม่เหมาะสม การผันแปรในการออกแบบและการผลิต และผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์ไม่ตรงข้อกำหนด เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าในกระบวนการที่เกิดจากเวลาการผลิต การปรับปรุงโครงสร้างองค์กร การปรับปรุงเทคนิคการผลิต การควบคุมความสูญเสียเปล่าทางด้านแรงงาน และเสนอแนะการทำมาตรฐานการทำงาน

Jia and Marianthi (2003) ได้ทำการศึกษาการจัดการการผลิตของบริษัทกลั่นน้ำมันโดยแบ่งย่อยปัญหาออกเป็น 3 ปัญหาย่อย ซึ่งปัญหาแรกคือการจัดการในส่วนของการขนถ่ายน้ำมันดิบจากเรือขนถ่ายมายังถังเก็บ ในส่วนปัญหาย่อยที่สองจะเป็นในส่วนของการผสมน้ำมันดิบและทำปฏิกิริยา ในส่วนสุดท้ายจะเป็นการผสมน้ำมันสำเร็จรูปและขนส่งไปยังลูกค้า

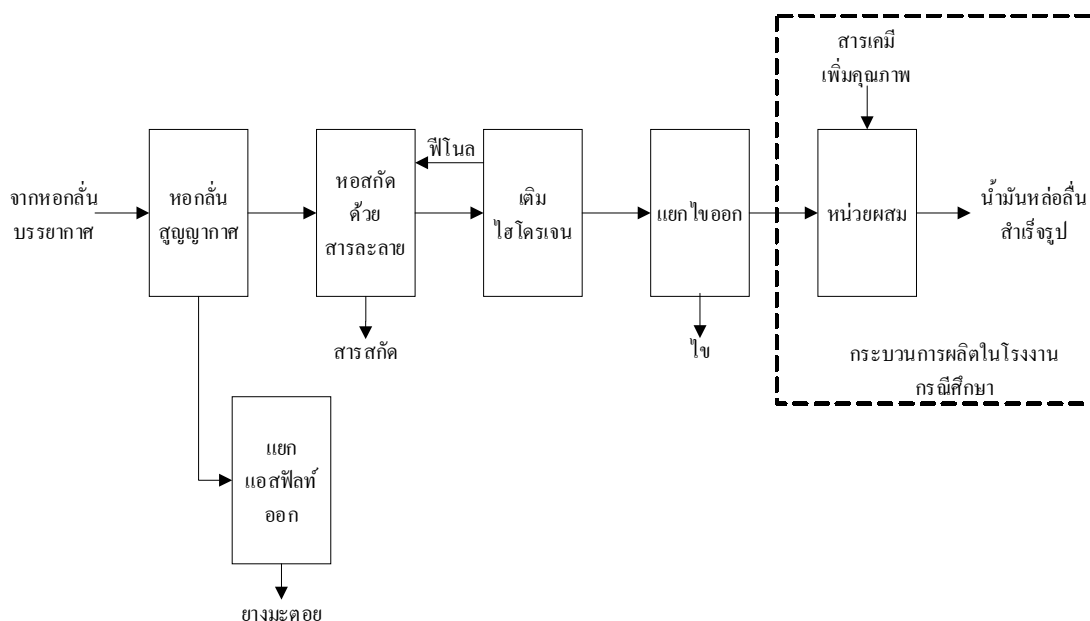
อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
 - ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows[®] XP
 - หน่วยประมวลผลกลาง AMD
 - หน่วยความจำ 256 MB
 - ความจุของ Hard disk drive 30 GHz
2. โปรแกรมการสร้างแบบจำลอง Arena[®] Version 7.01
3. โปรแกรม Microsoft Office[®] XP Edition
4. โปรแกรม Minitab

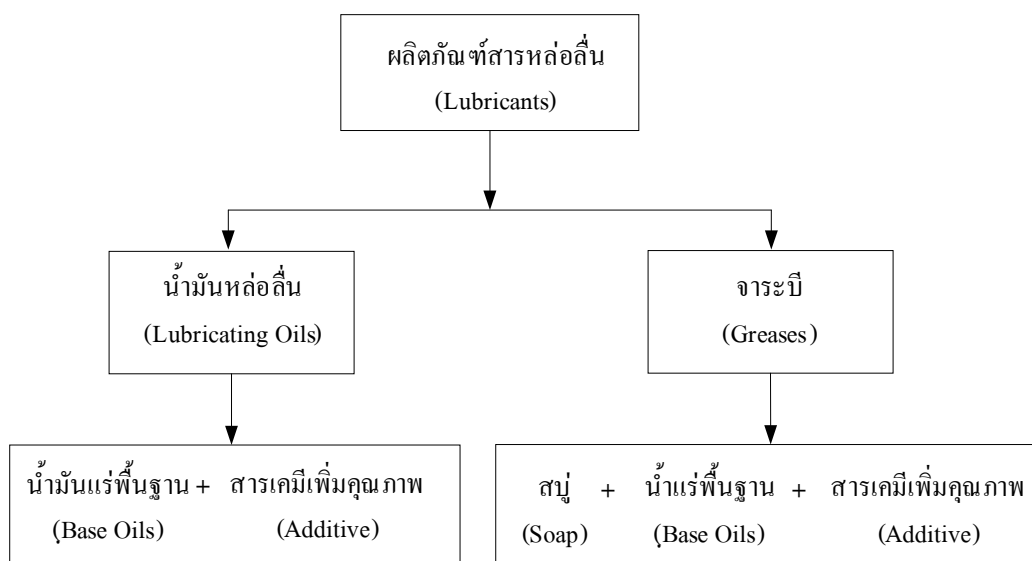
วิธีการ

1. ศึกษากระบวนการผลิตและข้อมูลสภาพทั่วไปของโรงงานตัวอย่าง

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตน้ำมันหล่อลื่นแห่งหนึ่ง งานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะส่วนของกระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่นแห่งนี้เท่านั้น โดยกระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่นจะมีขั้นตอนโดยสรุปตามแผนผังการผลิตน้ำมันหล่อลื่นในภาพที่ 8 และส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หล่อลื่นดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 8 แผนผังการผลิตน้ำมันหล่อลื่น



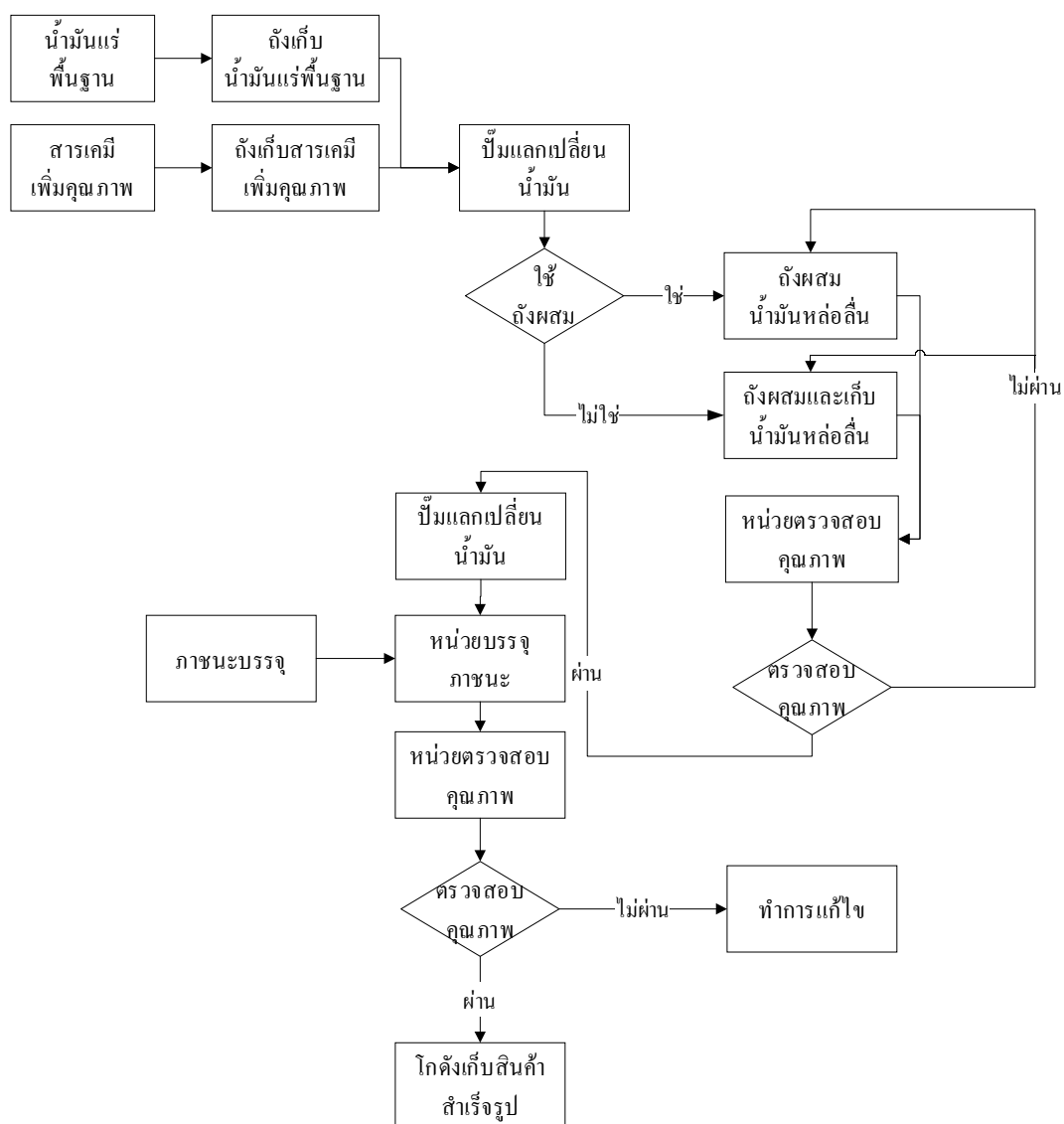
ภาพที่ 9 แสดงส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์หล่อลื่น

จากภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหล่อลื่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผสมจากน้ำมันแร่พื้นฐานที่ได้มาจากน้ำมันดิบ ซึ่งราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกมีราคาสูงขึ้น จะส่งผลกระทบต่อต้นทุนวัตถุดิบ

ของน้ำมันหล่อลื่น และภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์สารหล่อลื่นจะแบบออกเป็น 2 ชนิดคือน้ำมันหล่อลื่น และจาระบี แต่ในส่วน of โรงงานกรณีนี้จะผลิตเฉพาะน้ำมันหล่อลื่นเท่านั้น

ในกระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่นจะมีการวางแผนการผลิตล่วงหน้า 1 อาทิตย์โดยการวางแผนการผลิตจะแบ่งการวางแผนตามหน่วยงานคือ สำหรับหน่วยงานผสม และหน่วยงานบรรจุ ซึ่งในการวางแผนการผลิตสำหรับหน่วยงานบรรจุ จะมีการให้เวลานำเพื่อสำหรับการผสม จากนั้นจึงจะกำหนดวันที่วางแผนไว้สำหรับบรรจุ ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในส่วนของคุณลักษณะคำสั่งการผลิต

โดยเริ่มจากออกคำสั่งผลิตมายังหน่วยงานผสมจะทำการผสม โดยเริ่มจากการดูดส่วนผสมคือน้ำมันแร่พื้นฐาน และสารเคมีเพิ่มคุณภาพจากถังเก็บ ผ่านปั๊มแลกเปลี่ยนน้ำมัน ไปยังถังผสม หรือถังผสมและเก็บ ซึ่งจะถูกกำหนดมาจากคำสั่งการผลิต เมื่อส่วนผสมครบแล้ว จะทำการเปิดระบบหมุนวนเพื่อทำให้น้ำมันได้ถูกผสมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากเสร็จในขั้นตอนข้างต้นแล้ว จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำมันไปตรวจสอบคุณภาพที่หน่วยงานตรวจสอบคุณภาพ หากว่าพบผลการตรวจสอบไม่ผ่านจะทำการแก้ไขใหม่ แต่ถ้าหากว่าตรวจสอบคุณภาพผ่านจะส่งผลการตรวจให้หน่วยงานบรรจุ แต่ในเวลานี้หน่วยงานบรรจุยังไม่สามารถบรรจุน้ำมันลงภาชนะบรรจุได้ หน่วยงานบรรจุจะรอบรรจุตามแผนการผลิตที่กำหนดวันบรรจุไว้ก่อนหน้า เมื่อถึงวันที่กำหนดตามแผนการบรรจุหน่วยงานบรรจุจะจัดเตรียมภาชนะบรรจุ หลังจากนั้นจะดูดน้ำมันผ่านปั๊มแลกเปลี่ยนน้ำมัน ไปยังสายการบรรจุและทำการบรรจุ ในขั้นตอนการบรรจุนี้ จะมีการเก็บตัวอย่างน้ำมันอีกครั้ง ส่วนน้ำมันหล่อลื่นที่บรรจุเสร็จแล้วจะถูกนำไปเก็บยังโกดังเก็บสินค้าสำเร็จรูปเพื่อการขนส่งให้ลูกค้า ดังที่แสดงในภาพที่ 10

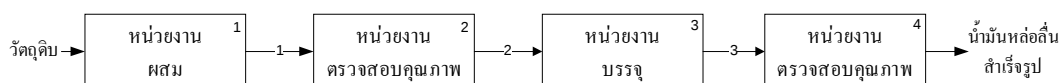


ภาพที่ 10 แผนผังระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่นในโรงงานกรณีศึกษา

2. วิเคราะห์การไหลของงาน ข้อจำกัด และระบุปัญหาของระบบการผลิต

ในส่วนนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมจากระบบการผลิตมาวิเคราะห์ โดยพิจารณาการไหลของงานในระบบ วิเคราะห์หาข้อจำกัดของระบบการผลิต เพื่อนำมาระบุปัญหาและแนวทางการแก้ไข ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

2.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระบบการผลิต โดยงานวิจัยนี้จะวิเคราะห์เฉพาะกระบวนการผลิตน้ำมันหล่อลื่นเท่านั้น งานจะมีการไหลผ่านหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผ่านทั้งหมด 3 หน่วยงาน ได้แก่ หน่วยงานผสม บรรจุ และตรวจสอบคุณภาพ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 การไหลของงานผ่านหน่วยงานในระบบการผลิต

ในระบบการผลิตจะมีหน่วยงานทั้งหมด 3 หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 หน่วยงานผสม มีหน้าที่รับผิดชอบในการผสมน้ำมันหล่อลื่น ซึ่งจะทำการควบคุมดูแลตั้งแต่ขั้นตอนการเบิกวัตถุดิบ ส่วนผสม จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ผสม และขั้นตอนการผสม รวมถึงการใช้ระบบหมุนวนให้น้ำมันหล่อลื่นที่ผสมแล้วเป็นเนื้อเดียวกัน และทำการส่งตัวอย่างน้ำมันหล่อลื่นให้กับหน่วยงานตรวจสอบคุณภาพ ในหน่วยงานผสมต้องใช้ทรัพยากรที่สำคัญดังนี้

ก. ถัง (Tank) สำหรับผสมน้ำมันหล่อลื่นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

1) ถังผสม (Blending Tank) เป็นถังที่จัดสรรให้ใช้ในการผสมน้ำมัน และสามารถใช้น้ำมันหล่อลื่นต่างผลิตภัณฑ์ได้ แต่น้ำมันหล่อลื่นนั้นต้องอยู่ในกลุ่มน้ำมันกลุ่มที่สามารถผสมตามกันได้ โดยกลุ่มน้ำมันจะแบ่งจากประเภทการใช้งานและคุณสมบัติทางเคมี แต่ถังผสมจะแบ่งตามขนาดรุ่นการผลิต (Batch Size) และกลุ่มน้ำมัน (Group Oil) ได้ 9 กลุ่ม รวมทั้งหมด 24 ถัง โดยมี 2 ขนาดคือปริมาตร 13000 ลิตร และ 45000 ลิตร

2) ถังผสมและเก็บ (Blending & Holding Tank) เป็นถังที่ใช้จัดสรรให้ใช้ในการผสมน้ำมันหล่อลื่นเฉพาะผลิตภัณฑ์ ซึ่งการจัดสรรเฉพาะว่าจะจัดสรรให้กับผลิตภัณฑ์น้ำมันหล่อลื่นประเภทใด ซึ่งพิจารณาจากผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการในปริมาณมาก โดยถังผสมและเก็บมีรวมทั้งหมด 12 ถัง โดยมีปริมาตรมากกว่า 45000 ลิตร

ข. ปัมป์แลกเปลี่ยนน้ำมัน ใช้ในการดูดน้ำมันแร่พื้นฐาน และสารเคมีเพิ่มคุณภาพ เข้าไปยังถังผสม รวมทั้งใช้ในขั้นตอนบรรจุ โดยใช้ในการดูดน้ำมันหล่อลื่นที่ผสมเสร็จและผ่าน การตรวจสอบคุณภาพแล้วไปยังหน่วยงานบรรจุ

ค. พนักงานเติมสารเคมีเพิ่มคุณภาพ จะทำหน้าที่ดูดสารเคมีเพิ่มคุณภาพจากถัง 200 ลิตร ที่ไม่สามารถดูดผ่านปัมป์แลกเปลี่ยนน้ำมันได้ โดยต้องนำถังที่บรรจุสารเคมีเพิ่มคุณภาพ ไปดูดหน้าถังผสม ซึ่งในปัจจุบันชุดปฏิบัติงานที่รับผิดชอบอยู่ 2 ชุด

ง. หม้อกำเนิดไอน้ำ (Boiler) จะใช้ในการกำเนิดไอน้ำเพื่อให้ความร้อน สนับสนุน ในการกวนน้ำมันให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันได้ง่ายขึ้น โดยจะเปิดระบบหมุนเวียนเป็น เวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบหนึ่งชั่วโมงก็จะทำการเก็บตัวอย่างให้กับหน่วยงานตรวจสอบคุณภาพ ซึ่ง ตามนโยบายของฝ่ายซ่อมบำรุงที่มีนโยบายในการประหยัดพลังงานทำให้ปิดหม้อกำเนิดไอน้ำใน เวลา 14:30 นาฬิกา จะทำให้ความร้อนจะมีเพียงพอจนถึงเวลา 15:00 นาฬิกา โดยในช่วงเช้าจะทำการ เปิดหม้อกำเนิดไอน้ำในเวลา 7:30 นาฬิกา ซึ่งความร้อนจะเพียงพอเมื่อถึงเวลา 9:00 นาฬิกา ดังนั้นหน่วยงานจะสามารถใช้ทรัพยากรนี้ได้ในเวลา 9:00 ถึง 15:00 นาฬิกา

2.1.2 หน่วยงานตรวจสอบคุณภาพ มีหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี และกายภาพของน้ำมันหล่อลื่นที่ผสมเสร็จ และเมื่อทำการบรรจุเสร็จ โดยในการตรวจสอบคุณภาพในขั้นตอนแรกจะทำการตรวจสอบโดยละเอียดกว่าขั้นตอนท้าย เนื่องจากต้องทดสอบว่าผสม น้ำมันหล่อลื่นได้ถูกต้องหรือไม่ ซึ่งจะตรวจสอบ ความหนืด จุดแข็งตัว และชนิดโลหะเป็นต้น หลังจากที่ได้ตรวจสอบผ่านก็จะส่งสัญญาณให้หน่วยงานผสมและบรรจุทราบต่อไปในหน่วยงาน ผสมต้องใช้ทรัพยากรที่สำคัญดังนี้

ก. เครื่องตรวจสอบคุณภาพทางโลหะของน้ำมัน ทุกผลิตภัณฑ์ของน้ำมันหล่อลื่น จะต้องทำการตรวจสอบคุณสมบัติของโลหะ ซึ่งปัจจุบันหน่วยงานผสมจะส่งตัวอย่างน้ำมันหล่อ ลื่นมายังหน่วยงานตรวจสอบคุณภาพ แต่ทางหน่วยงานตรวจสอบคุณภาพจะเริ่มทำการตรวจสอบ คุณสมบัติโลหะนี้ในช่วงบ่าย เนื่องจากทางหน่วยงานมีนโยบายประหยัดพลังงานและสารเคมี โดย ให้เหตุผลว่าถ้ารอตัวอย่างน้ำมันมีจำนวนตัวอย่างมากจะทำการเดินเครื่องเพียงช่วงเวลาเดียว จึงทำ ให้ประหยัดพลังงาน และสารเคมีที่ใช้ในการตรวจเทียบเครื่องตรวจสอบโลหะ ซึ่งสรุปได้ว่าเครื่อง ตรวจสอบโลหะจะใช้งานได้ในช่วงเวลา 14:30 ถึง 19.30 นาฬิกา แต่หากไม่ได้ปฏิบัติตามแนว

ทางดังกล่าวจะต้องเสียสารเคมีในการตรวจเทียบเครื่องตรวจสอบโลหะ เครื่องตรวจสอบโลหะเพียง 1 เครื่องเท่านั้น และเมื่อพบการตรวจคุณภาพเสร็จก็จะส่งผลก่อนเวลา 7:00 นาฬิกา

2.1.3 หน่วยงานบรรจุ มีหน้าที่รับผิดชอบในส่วนบรรจุน้ำมันหล่อลื่นที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วลงในภาชนะบรรจุ โดยจะทำการบรรจุตามแผนการบรรจุน้ำมันหล่อลื่นที่วางไว้ล่วงหน้าโดยสอดคล้องกับการวางแผนผสมน้ำมันหล่อลื่นที่วางล่วงหน้าไว้ 1 อาทิตย์ หากน้ำมันหล่อลื่นที่ผสมเสร็จก่อนแผน หน่วยงานจะยังไม่ทำการบรรจุเนื่องจากต้องรอภาชนะบรรจุ สายการบรรจุจะแยกตามชนิดของภาชนะบรรจุ ในหน่วยงานผสมต้องใช้ทรัพยากรที่สำคัญแบ่งตามสายบรรจุดังนี้

ก. สายการบรรจุถึง 200 ลิตร	2 เครื่อง
ข. สายการบรรจุถึง 18 ลิตร	2 เครื่อง
ค. สายการบรรจุถึงขนาด 5 ลิตร 4 ขวด	1 เครื่อง
ง. สายการบรรจุถึงขนาด 5 ลิตร 6 ขวด	1 เครื่อง
จ. สายการบรรจุถึงขนาด 1 ลิตร 12 ขวด	1 เครื่อง
ฉ. สายการบรรจุถึงขนาด 1 ลิตร 24 ขวด	1 เครื่อง
ช. สายการบรรจุรถบรรทุกน้ำมัน	3 เครื่อง

2.2 ลักษณะคำสั่งการผลิต คำสั่งการผลิตน้ำมันหล่อลื่นแต่ละคำสั่งผลิต จะระบุคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ดังนี้ ชื่อผลิตภัณฑ์ ปริมาณการผลิต กลุ่มน้ำมัน วันที่ผสม วันที่บรรจุ ชนิดภาชนะ ซึ่งน้ำมันหล่อลื่นจากถังผสมเดียวอาจจะเข้าสายการบรรจุสองสายบรรจุได้ จากคุณลักษณะที่ได้กล่าวไปข้างต้นหน่วยงานผสมและบรรจุจะพิจารณาในการวางแผนการผสมและบรรจุได้ดังนี้

2.2.1 หน่วยงานผสม

ก. การวางแผนการใช้ถังผสม ในการเลือกถังที่ใช้ผสมน้ำมันหล่อลื่นจะพิจารณาจากปริมาณการผลิต และกลุ่มน้ำมัน แล้วจึงวางแผนว่าจะใช้ถังผสมกลุ่มใด และปริมาณการผลิต (Batch Size) จะใช้เท่ากับปริมาณของถังผสม ยกเว้นความต้องการที่น้อยจะสั่งผลิตค่า

สุดที่ 6000 ลิตร โดยจะผสมในถัง 13000 ลิตร ซึ่งปริมาตรการสั่งผลิตจะของถังผสมมี 3 ขนาด การสั่งผลิตคือ 6000 ลิตร 13000 ลิตร และ 45000 ลิตร

ข. การวางแผนการใช้ถังผสมและเก็บ จะพิจารณาว่าชนิดผลิตภัณฑ์นั้นได้มีการจัดสรรถังผสมและเก็บของผลิตภัณฑ์นั้นหรือไม่ ถ้ามีการจัดสรรถังไว้แล้วจะทำการผสมเพิ่มลงไปในถังผสมและเก็บของผลิตภัณฑ์นั้นที่ยังเหลืออยู่โดยตรง หลังจากผสมเสร็จจึงจะทำการตรวจคุณภาพซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

2.2.2 หน่วยงานบรรจุ

วันที่บรรจุถูกพิจารณาจากวันที่ผสมโดยจะบวกค่าเพื่อเวลานำการผสมจากวันที่ผสมบวกเพิ่มไป แล้วจึงจะกำหนดวันที่บรรจุ โดยมีการค่าเพื่อเวลานำในการผสมที่คิดจากปริมาตรการสั่งผลิตในการผสมดังนี้

ปริมาณน้อยกว่า 15000 ลิตร 2 วัน

ปริมาณน้อยกว่า 48000 ลิตร 4 วัน

ปริมาณมากกว่า 48000 ลิตร จนกว่าจะผสมเสร็จ

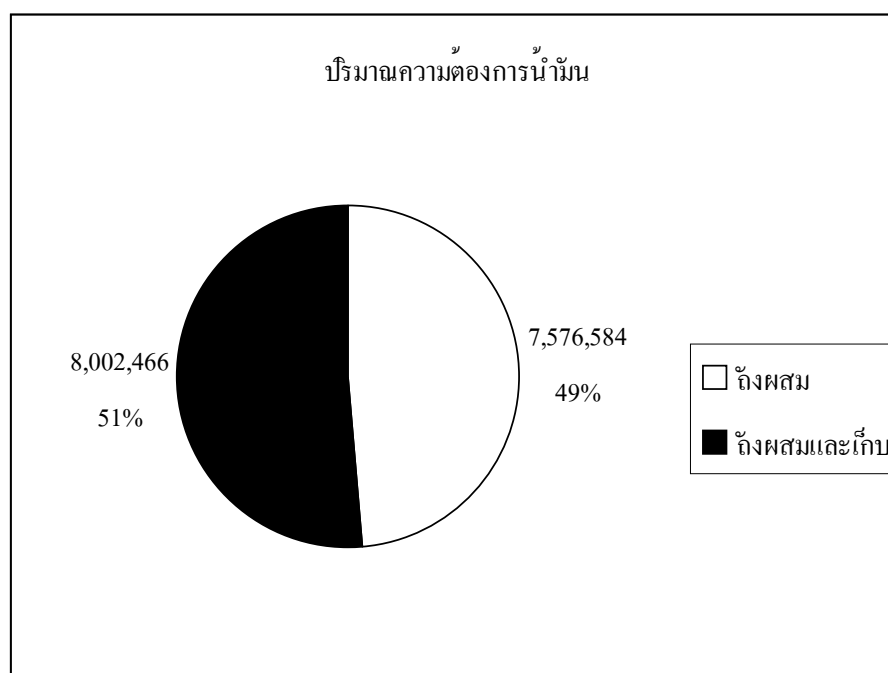
จากค่าดังกล่าวจะยกตัวอย่างในกรณีผสมปริมาณน้อยกว่า 13000 ลิตรและมีแผนการผสมในวันจันทร์ ซึ่งจะทำการบรรจุในวันพุธเนื่องจากบวกเพื่อค่าเวลานำการผสมเป็นเวลา 2 วัน โดยจะกำหนดให้บรรจุให้เสร็จภายในวันพุธ เพื่อที่จะได้ใช้ถังในการผสมผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป โดยแผนการของหน่วยงานผสมกำหนดการผสมผลิตภัณฑ์ถัดไปในวันพฤหัสบดี

2.3 การเปรียบเทียบความต้องการน้ำมันหล่อลื่น การวิเคราะห์จำกัดของระบบการผลิตจึงทำการเปรียบเทียบความต้องการของน้ำมันโดยแบ่งตามการใช้ทรัพยากรของหน่วยงาน เพื่อพิจารณาภาระงานที่เกิดของแต่ละทรัพยากร

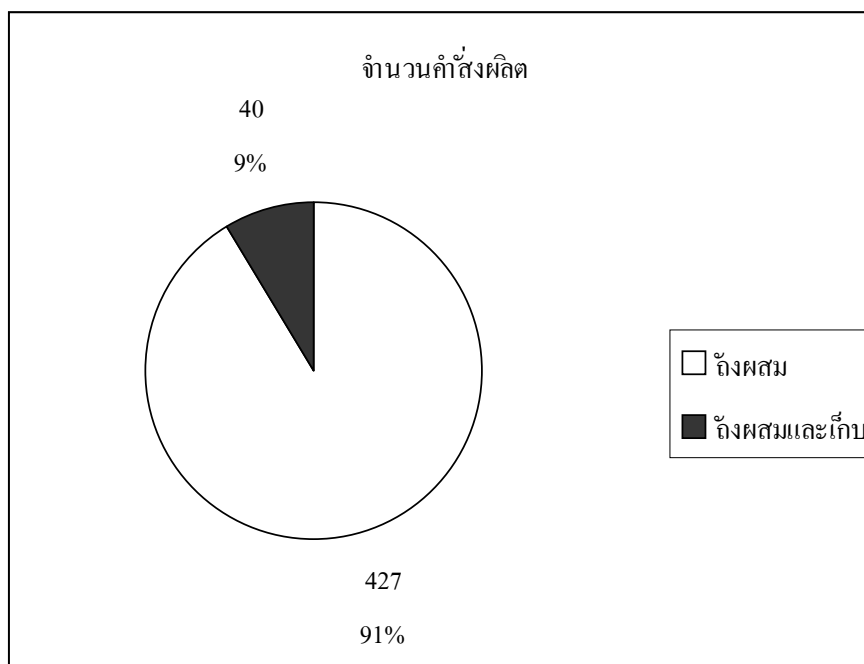
ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความต้องการน้ำมันหล่อลื่นโดยแบ่งตามประเภทถัง

ประเภทถัง	ความต้องการน้ำมันหล่อลื่น		จำนวนคำสั่งผลิต	
	ปริมาตร (ลิตร)	ร้อยละ	จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ
ถังผสม	7,576,584	0.486	427	0.91
ถังผสมและเก็บ	8,002,466	0.514	40	0.09

จากตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความต้องการของน้ำมันหล่อลื่นจากปริมาตรการผลิต จะมีปริมาตรใกล้เคียงกันระหว่างน้ำมันหล่อลื่นที่ผสมจากถังผสมกับถังผสมและเก็บ แต่เมื่อเปรียบเทียบจากจำนวนคำสั่งการผลิตจะพบว่าคำสั่งผลิตของถังผสมจะมีจำนวนคำสั่งการผลิตมากกว่าคำสั่งผลิตของถังผสมและเก็บมาก โดยจำนวนคำสั่งการผลิตของถังผสมจะสูงถึงร้อยละ 91 ของจำนวนคำสั่งการผลิตทั้งหมดทั้งหมด ดังแสดงด้วยกราฟในภาพที่ 12 และ 13



ภาพที่ 12 กราฟเปรียบเทียบความต้องการน้ำมันหล่อลื่นโดยแบ่งตามประเภทถัง

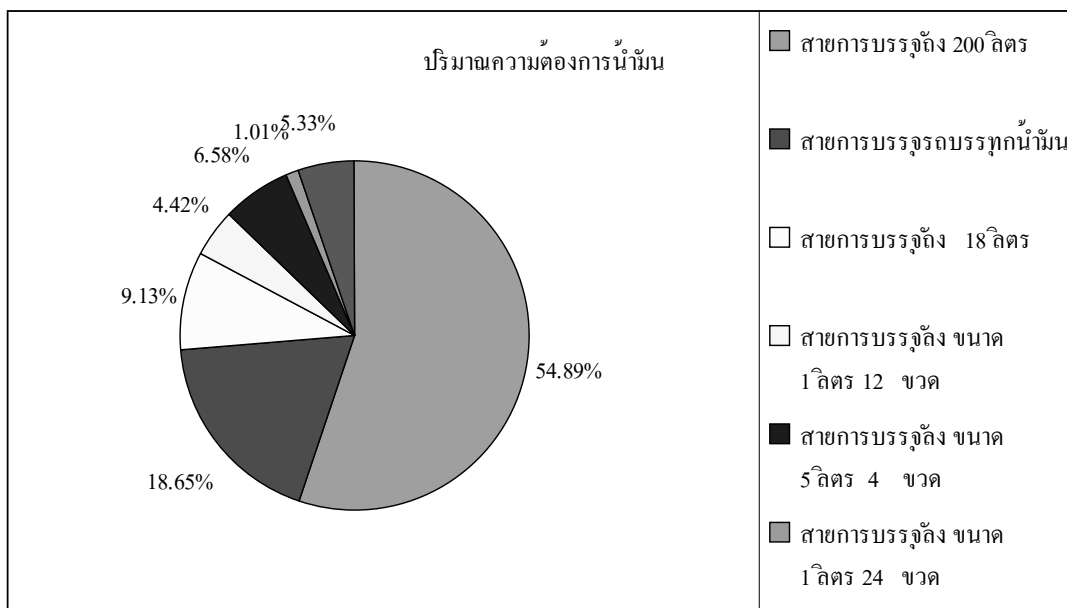


ภาพที่ 13 กราฟเปรียบเทียบคำสั่งการผลิตน้ำมันหล่อลื่น โดยแบ่งตามประเภทถัง

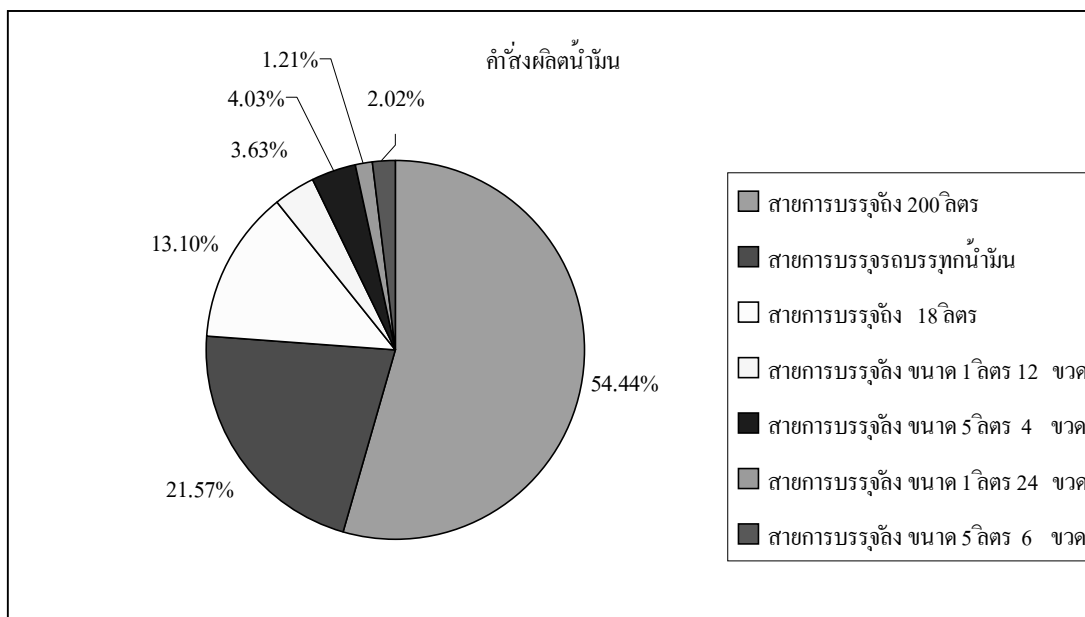
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความต้องการน้ำมันหล่อลื่น โดยแบ่งตามสายการบรรจุ (เฉพาะคำสั่งผลิตของถังผสม)

สายการบรรจุ	ความต้องการน้ำมันหล่อ		จำนวนคำสั่งผลิต	
	ปริมาตร (ลิตร)	ร้อยละ	จำนวน (ครั้ง)	ร้อยละ
สายการบรรจุถัง 200 ลิตร	4,158,906	0.549	270	0.544
สายการบรรจุรถบรรทุกทุกน้ำมัน	1,412,782	0.186	107	0.216
สายการบรรจุถัง 18 ลิตร	691,628	0.091	65	0.131
สายการบรรจุถังขนาด 1 ลิตร 12 ขวด	335,151	0.044	18	0.036
สายการบรรจุถังขนาด 5 ลิตร 4 ขวด	498,362	0.066	20	0.040
สายการบรรจุถังขนาด 1 ลิตร 24 ขวด	76,263	0.010	6	0.012
สายการบรรจุถังขนาด 5 ลิตร 6 ขวด	403,492	0.053	10	0.020

จากตารางที่ 2 ต้องการเปรียบเทียบภาระงานว่าเข้าในสายบรรจุใดในปริมาณเท่าใด จากตารางทำให้เห็นว่าภาระงานมากที่สุดจะถูกส่งไปยังสายการบรรจุถึง 200 ลิตร เป็นปริมาณครึ่งหนึ่งของปริมาณทั้งหมด ถัดมาจะเป็นของสายบรรจุรถบรรทุกน้ำมัน ดังแสดงให้ชัดเจนขึ้นด้วยกราฟในภาพที่ 14 และ 15

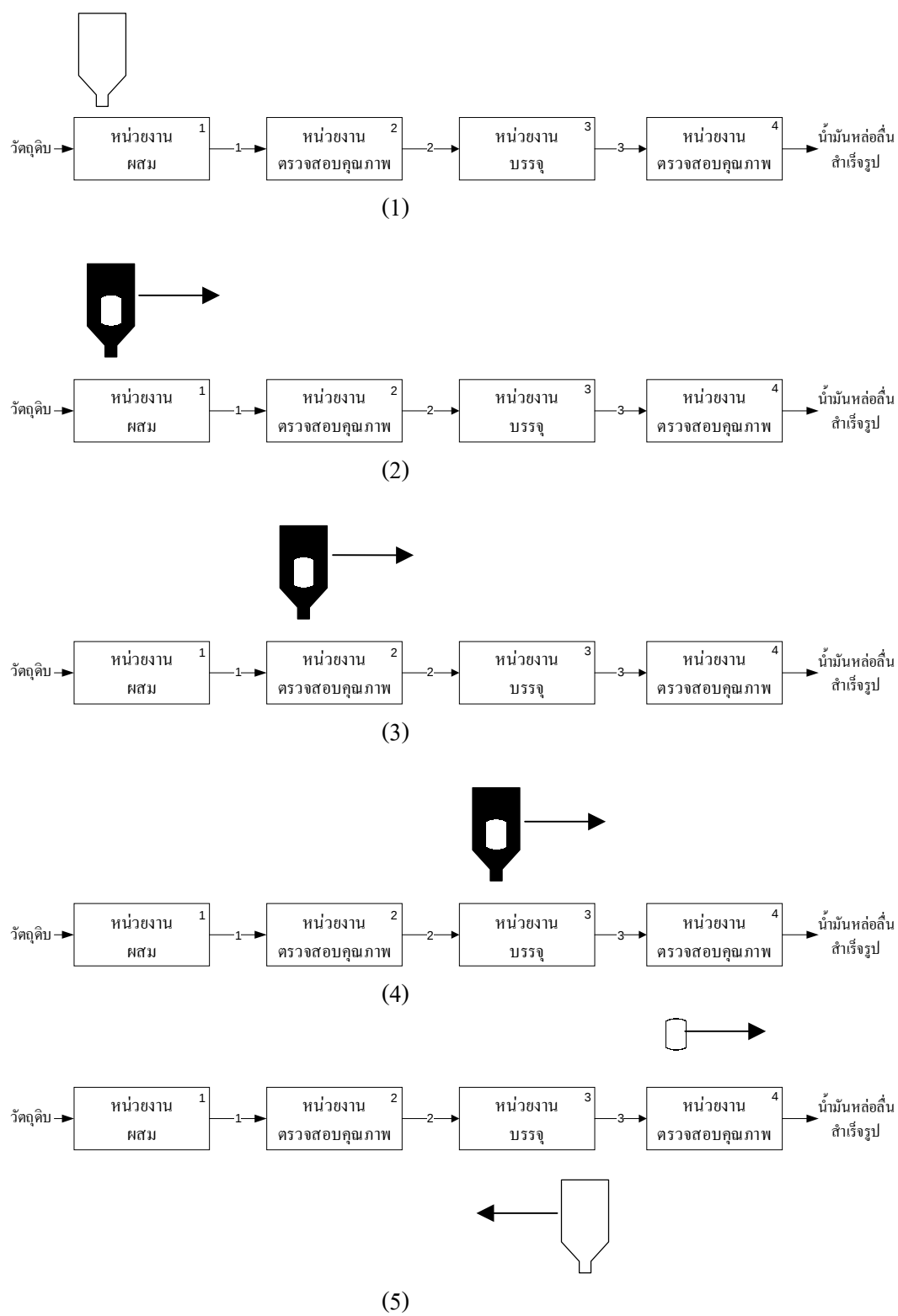


ภาพที่ 14 กราฟเปรียบเทียบความต้องการน้ำมันหล่อลื่นโดยแบ่งตามสายการบรรจุ



ภาพที่ 15 กราฟเปรียบเทียบกำลังการผลิตน้ำมันหล่อลื่น โดยแบ่งตามสาขาการบรรจุ

2.4 ทรัพยากรถึงผสม ถึงผสมจะมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการผลิตเนื่องจากถึงผสมจะถูกใช้ตั้งแต่กระบวนการผสมของหน่วยงานผสม ต่อเนื่องมาเมื่อเข้าสู่ขั้นตอนตรวจสอบคุณภาพ น้ำมันหล่อลื่นก็ยังคงถูกเก็บอยู่ในถึงผสม จนมาถึงในกระบวนการบรรจุ น้ำมันยังคงถูกเก็บอยู่ในถึงผสม จนกระทั่งจบกระบวนการ น้ำมันจะบรรจุหมดถึง ในตอนนี้ถึงผสมจะว่าง ซึ่งทำให้ถึงสามารถนำไปใช้ผสมน้ำมันหล่อลื่นผลิตภัณฑ์อื่นได้ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ลักษณะรอบการหมุนเวียนทรัพยากรถึงผสมผ่านหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

จากภาพที่ 16 ในส่วนย่อยที่ 1 ถึงผสมที่ว่างจะรอคำสั่งผลิต เมื่อคำสั่งการผลิตเข้ามา หน่วยงานผสมจะทำการผสมน้ำมันหล่อลื่น ดังแสดงในส่วนย่อยที่ 2 ถัดมาในส่วนย่อยที่ 3 หน่วยงานตรวจสอบคุณภาพจะทำการตรวจสอบคุณภาพโดยการเก็บตัวอย่างมาตรวจสอบ แต่ในขณะนั้นถึงผสมยังคงเก็บน้ำมันอยู่ ในส่วนย่อยที่ 4 ในกระบวนการบรรจุน้ำมันในถังผสมจะถูกปั๊มไปยังเครื่องบรรจุและทำการบรรจุลงภาชนะ จนกระทั่งน้ำมันในถังผสมหมด ในเวลานี้ถังผสมจะว่างลง ซึ่งจะส่งผลให้ถังผสมสามารถที่จะนำไปใช้ผสมน้ำมันหล่อลื่นผลิตภัณฑ์อื่นตามคำสั่งผลิตได้ต่อไป

โดยสรุปแล้วถังผสมจะถูกใช้งานจากทุกหน่วยงาน หลังจากบรรจุน้ำมันหมดถังผสมถึงใบนั้นจะกลับหมุนเวียนใช้ใหม่ เมื่อน้ำมันหล่อลื่นถูกบรรจุหมด ถังผสมจึงสามารถรับคำสั่งผลิตใหม่ได้

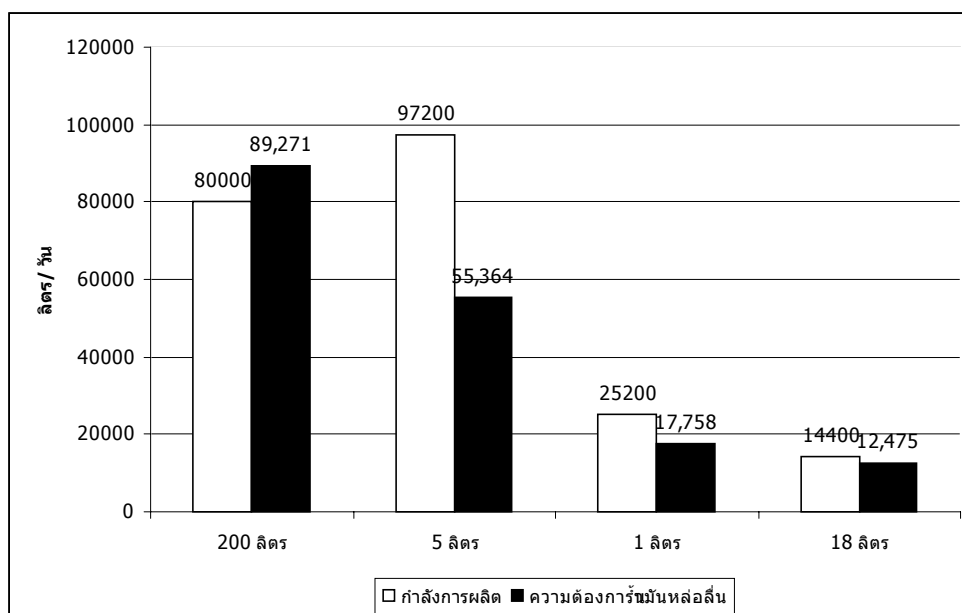
ถ้ามีการหมุนเวียนถังผสมได้เข้าไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า หรือกรณีที่มีคำสั่งการผลิตเร่งด่วน จะต้องมีการทำงานล่วงหน้าจากหน่วยผสม หรือจากหน่วยบรรจุ เพื่อทำการบรรจุน้ำมันให้ถังผสมกลุ่มที่ต้องการว่าง

ทรัพยากรถึงอีกประเภทคือ ถังผสมและเก็บ ซึ่งจะมีข้อแตกต่างไปจากถังผสมเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างถังผสมและถังผสมและเก็บ

ถึงผสม	ถึงผสมและเก็บ
• ตอบสนองหลากหลายผลิตภัณฑ์ • จะแบ่งเป็น 9 กลุ่ม ตามประเภทของน้ำมัน และใช้หมุนเวียนกันในกลุ่ม • ผลิตตามความต้องการ และผลิตเพื่อเก็บกักคลัง • จำนวนคำสั่งผลิตมาก 91.43 % • เวลารุ่นในการผสมต่ำ • หลักการบริหารทรัพยากรโดยการวางแผนที่แม่นยำ รอบการหมุนเวียนถึงที่เร็ว และใช้การทำงานล่วงเวลา แก้ไขสถานการณ์	• จัดสรรเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีความต้องการมาก และสม่ำเสมอ • ใช้เฉพาะผลิตภัณฑ์ • ผลิตเพื่อเก็บกักคลัง • จำนวนคำสั่งผลิตน้อย 8.57 % • เวลารุ่นในการผสมสูง • หลักการบริหารทรัพยากรโดยการวางแผนที่แม่นยำ

2.5 ระบุปัญหาของระบบการผลิต จากการเปรียบเทียบกำลังการผลิตของสายการบรรจุกับความต้องการน้ำมันหล่อลื่นแบ่งตามขนาดภาชนะบรรจุได้ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 กราฟเปรียบเทียบกำลังการผลิตของสายการผลิตกับความต้องการน้ำมันหล่อลื่นแบ่งตามสายการบรรจุ

จากภาพที่ 17 จะเห็นว่าสายการบรรจุ 200 ลิตร จะมีกำลังการผลิตต่ำกว่าความต้องการน้ำมันหล่อลื่น ส่วนสายการผลิตอื่นจะมีกำลังการผลิตสูงกว่าความต้องการน้ำมันหล่อลื่น ทำให้ต้องพิจารณาควบคุมสายการบรรจุ 200 ลิตร เป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นสายการบรรจุที่มีความต้องการน้ำมันสูงที่สุดจากตารางที่ 2 แต่กำลังการผลิตยังน้อยกว่าความต้องการน้ำมัน

ดังนั้นจะต้องพิจารณาต่อว่าสายการบรรจุ 200 ลิตรเป็นสายการบรรจุที่มีความสำคัญต่อระบบการผลิตรวมทั้งระบบได้สูญเสียเวลาในการผลิตด้วยสาเหตุใดดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เวลาที่สูญเสียในการผลิตโดยแบ่งตามสายการบรรจุเดือน มกราคม พ.ศ.2548

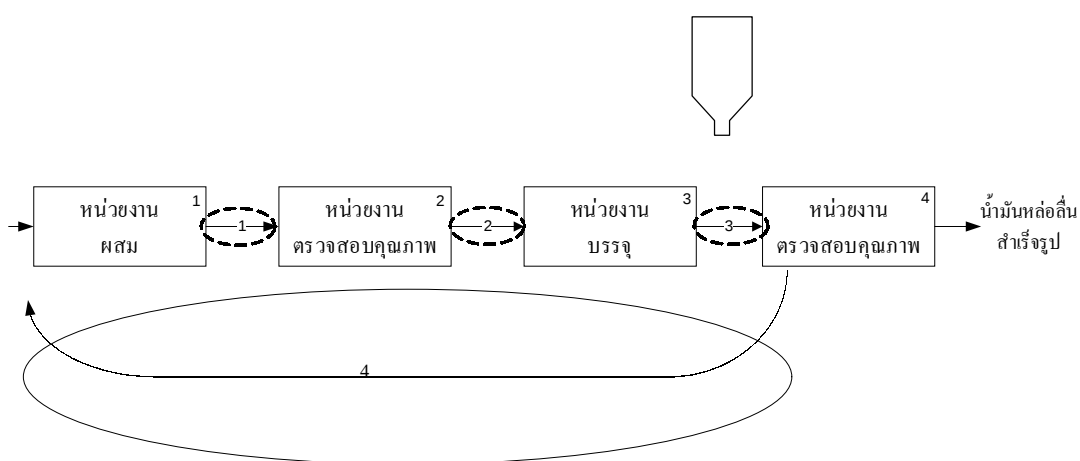
(หน่วย : นาที)			
			รอภาชนะ
สายการบรรจุ	ซ่อมและปรับแต่งเครื่องเครื่อง	น้ำมันผสมไม่เสร็จ	บรรจุ
200 ลิตร	100	1295	45
18 ลิตร	230	350	0
5 ลิตร	350	0	350
1 ลิตร	1980	240	0

หากพิจารณาตามสายการบรรจุ จะเห็นว่าสายการบรรจุ 200 ลิตรจะสูญเสียเวลาจากสาเหตุน้ำมันผสมไม่เสร็จในจำนวนที่สูง แต่จะมีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องบรรจุน้อย ส่วนในสายการบรรจุ 18 ลิตร และ 5 ลิตร จะสูญเสียเวลาจากการซ่อมเครื่องจักรเล็กน้อย แต่ในส่วนสายการบรรจุ 1 ลิตร ซึ่งเป็นเครื่องจักรเก่าทำให้ต้องสูญเสียเวลาในการซ่อมและปรับแต่งเครื่องในปริมาณที่สูง แต่เป็นสายการบรรจุที่มีภาระงานในปริมาณต่ำ

จึงกล่าวได้ว่าสาเหตุที่ทำให้ระบบการผลิตสูญเสียเวลามากที่สุดคือ น้ำมันผสมไม่เสร็จ ซึ่งเกิดจากการหมุนเวียนถังได้ช้า มีการรอคอยถึงในกรณีที่คำสั่งการผลิตมาถึงแล้ว แต่ถึงยังไม่ว่างเนื่องจากหน่วยงานบรรจุยังบรรจุไม่เสร็จ ทำให้ไม่สามารถตอบสนองคำสั่งการผลิตได้ จึงต้องแก้ปัญหานี้โดยการทำงานล่วงเวลา

หากพิจารณาจากข้อจำกัดทั้งระบบ จะพบว่าถึงผสมจะเป็นทรัพยากรที่สำคัญในกระบวนการผลิต เนื่องจากถึงผสมจะถูกเก็บน้ำมันตั้งแต่การผสมโดยหน่วยงานผสม จนกระทั่งบรรจุภาชนะจนหมดถึง ถึงผสมถึงจะสามารถนำไปรับคำสั่งการผลิตได้ต่อไป ดังนั้นสรุประบบการผลิตมีข้อจำกัดที่สำคัญคือถึงผสมที่มีอยู่อย่างจำกัด การที่จะเพิ่มขีดจำกัดของทรัพยากรนี้โดยการเพิ่มจำนวนถึงผสม จะทำได้ยากเนื่องจากต้องลงทุนสูง และใช้เวลาในการติดตั้งนาน ดังนั้นจึงควรนำแนวทางการเพิ่มถึงผสมเป็นแนวทางการแก้ปัญหาท้าย ๆ ซึ่งควรพิจารณาหาแนวทางที่สนับสนุนการหมุนเวียนถึงให้ดีขึ้น โดยแนวทางอื่น

2.6 การมีส่วนร่วมและประสานงานในระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่น จากพิจารณาภาพรวมทั้งระบบการผลิต ในแต่ละหน่วยงานจะมีการแบ่งแย่งหน้าที่รับผิดชอบกันอย่างชัดเจน ถึงผสมจะไหลผ่านกระบวนการผลิตในหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งในกรอบที่ครอบคลุมแต่ละหน่วยงานไว้จะเปรียบเทียบเหมือนขอบเขตรับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน แต่ในระหว่างการไหลจากหน่วยงานหนึ่งไปยังหน่วยงานถัดไป นั้นยังขาดการรับผิดชอบหรือสนับสนุนจากหน่วยงานต่าง ๆ ทำให้การไหลของงานเป็นไปอย่างติดขัด มีการหยุดชะงัก ซึ่งส่งผลให้สูญเสียเวลาเป็นจำนวนมาก อีกทั้งการสูญเสียเวลาในส่วนนี้ยังเป็นการสูญเสียเวลาของทรัพยากรที่สำคัญของระบบ นั่นคือการสูญเสียเวลาในการหมุนเวียนถึงผสม ทำให้รอบการหมุนเวียนของถึงผสมใช้ลง ดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ลักษณะการหมุนเวียนทรัพยากรถึงผสมผ่านระหว่างหน่วยงานต่างๆ

จากภาพในส่วนที่วงรีครอบอยู่จะเป็นส่วนที่ไม่มีหน่วยงานหรือระบบควบคุมใดเข้ารับ ผิดชอบ อีกทั้งช่วงเวลาของกรอบวงรีจะมีปริมาณมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาในส่วนของ กล่องของแต่ละหน่วยงาน ดังนั้นหากต้องการจะหมุนเวียนถึงผสมให้ได้อย่างรวดเร็ว จะต้อง พยายามลดเวลาในส่วนของการไหลระหว่างหน่วยงานให้น้อยลง ซึ่งส่งผลให้เพิ่มความเร็วในการ หมุนเวียนถึง เพื่อที่จะตอบสนองความคำสั่งการผลิตที่เข้าได้ดียิ่งขึ้น

ในการจะลดเวลาในการไหลระหว่างหน่วยงาน นั้นจำเป็นต้องเพิ่มการประสานงาน ในแต่ละหน่วยงานให้มีการทำงานที่สอดคล้องกัน การสร้างหน้าที่รับผิดชอบร่วมกันในการควบคุม ช่วงเวลาการไหลระหว่างหน่วยงานให้ลดลง ในขณะที่ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาระบบในแต่ละ หน่วยงานจะมีดัชนีวัดผลการดำเนินงานย่อยของแต่ละหน่วยงาน ซึ่งในการดัชนีวัดผลย่อยของแต่ละ หน่วยงานมีการขัดแย้งกัน ซึ่งส่งผลต่อผลการดำเนินงานของทั้งระบบรวมในทางลบ จึงขอยก ตัวอย่างของดัชนีวัดผลการดำเนินงานหรือนโยบายที่มีความขัดแย้งกันโดยแบ่งตามหน่วยงานดังนี้

2.6.1 ดัชนีวัดผลการดำเนินงานและนโยบายที่ไม่สอดคล้องกัน

ก) หน่วยงานผสม มีนโยบายด้านประหยัดพลังงาน จากนโยบายดังกล่าวทำให้ต้องปิดหม้อกำเนิดไอน้ำในเวลา 14:30 นาฬิกาทำให้สามารถใช้ระบบให้ความร้อนในการผสม ได้ถึงเวลา 15:00 นาฬิกาเท่านั้น

ข) หน่วยงานตรวจสอบคุณภาพ มีนโยบายด้านประหยัดพลังงานและนโยบาย ด้านประหยัดสารเคมี ทำให้เครื่องมือตรวจโลหะจะต้องรอทำการตรวจสอบคุณภาพเมื่อมีตัวอย่างน้ำมัน เข้ามาเป็นจำนวนมากถึงจะทำการตรวจสอบคุณภาพ ถึงแม้ว่าตัวอย่างบางส่วนถูกส่งมาในช่วงเช้า แต่แผนกตรวจสอบคุณภาพจะทำการตรวจโลหะในช่วงบ่าย เพื่อลดการใช้สารเคมีที่ใช้ในการสอบ เทียบเครื่องมือ ซึ่งส่งผลให้สูญเสียเวลาในการหมุนเวียนถึงผสมเพิ่มมากขึ้น

ค) หน่วยงานบรรจุ มีการสร้างดัชนีวัดผลเกี่ยวกับจำนวนผลิตได้ต่อวัน ทำให้ จัดลำดับการบรรจุเพื่อลดเวลาดึงเครื่อง จากการล้างสายการบรรจุจากน้ำมันที่บรรจุตามหลังนั้นต่าง กลุ่มกัน แต่ไม่ได้คำนึงถึงว่ากลุ่มถึงน้ำมันใดมีความต้องการใช้ถึงผสมจากหน่วยงานผสมก่อน จึง เป็นสาเหตุที่ทำให้หน่วยงานผสมต้องรอถึงผสมจากหน่วยงานบรรจุ และเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ สูญเสียเวลาการหมุนเวียนของถึงผสม

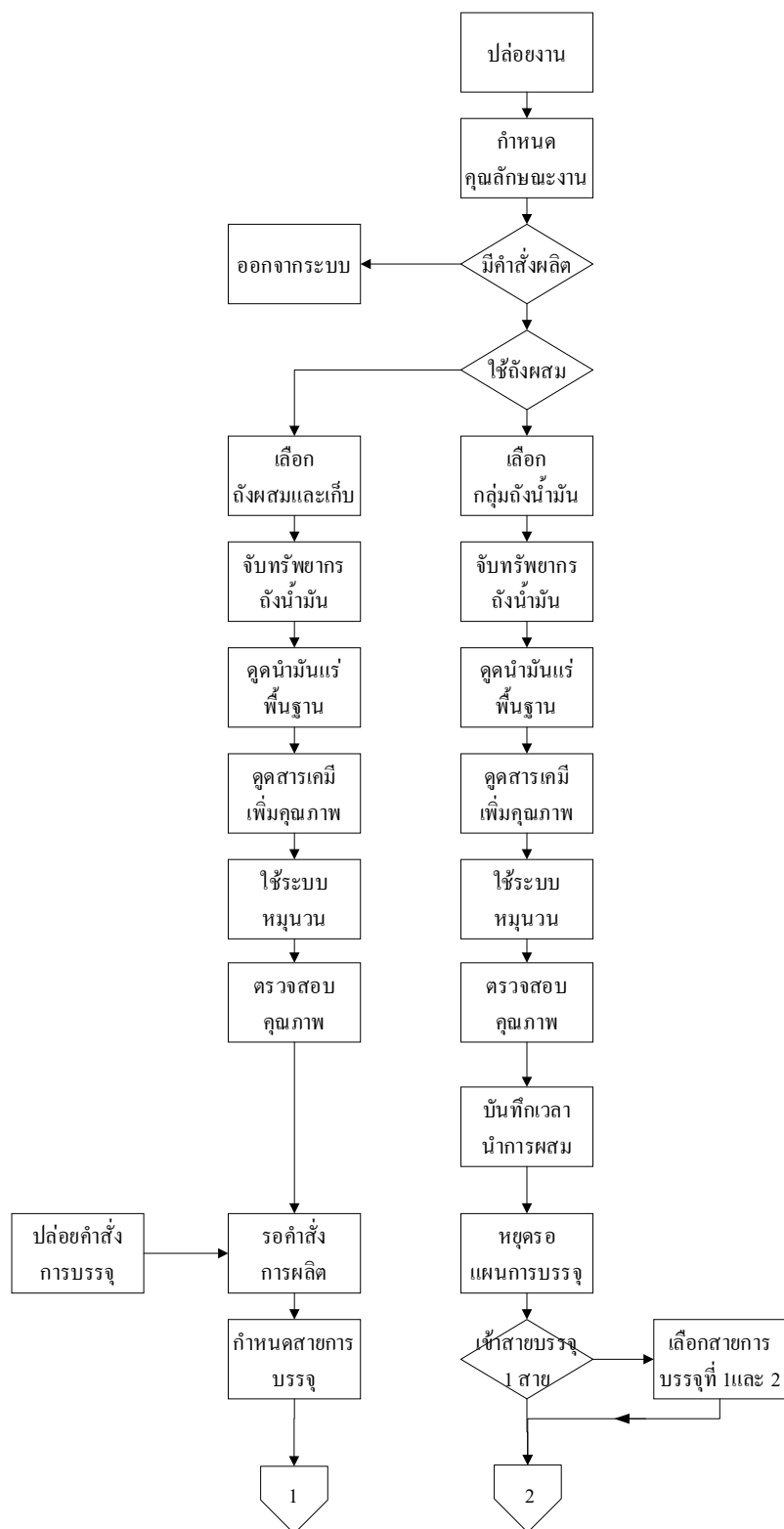
โดยรวมแล้วปัญหาในการประสานงานของแต่ละหน่วยงานยังขาดการให้ความสำคัญ ของงาน ว่างานใดมีความสำคัญที่ต้องทำก่อนหลัง ขาดการติดต่อสื่อสารอย่างใกล้ชิด ใน กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น และดัชนีวัดผลหรือนโยบายย่อยของแต่ละหน่วยงานมีความขัดแย้งต่อผลการดำเนินการหลักของทั้งระบบ จึงเป็นผลให้เราสูญเสียเวลาของระบบไปในช่วงของงานที่ไหลผ่านระหว่างหน่วยงาน

ดังนั้นแล้วหากเราสามารถเพิ่มการประสานงานของแต่ละหน่วยให้ดีขึ้น มีการให้ลำดับความสำคัญงานที่เป็นระบบ เพิ่มช่องทางในการติดต่อสื่อสารเพื่อการป้องกันและแก้ไข การเปลี่ยนแปลง เพิ่มหน้าที่รับผิดชอบจากเดิมที่อยู่ในกรอบของตนเอง ให้ขยายไปในช่วงเวลาที่งานไหลระหว่างหน่วยงานซึ่งส่งผลให้สามารถลดเวลาสูญเสียของระบบการผลิตได้ โดยไม่จำเป็นต้องใช้การลงทุนเพิ่มด้านเครื่องจักร การเพิ่มจำนวนถึงผสม หรือลดการทำงานล่วงเวลาแก้ไข ปัญหาส่งงานไม่ทันกำหนดส่งมอบ

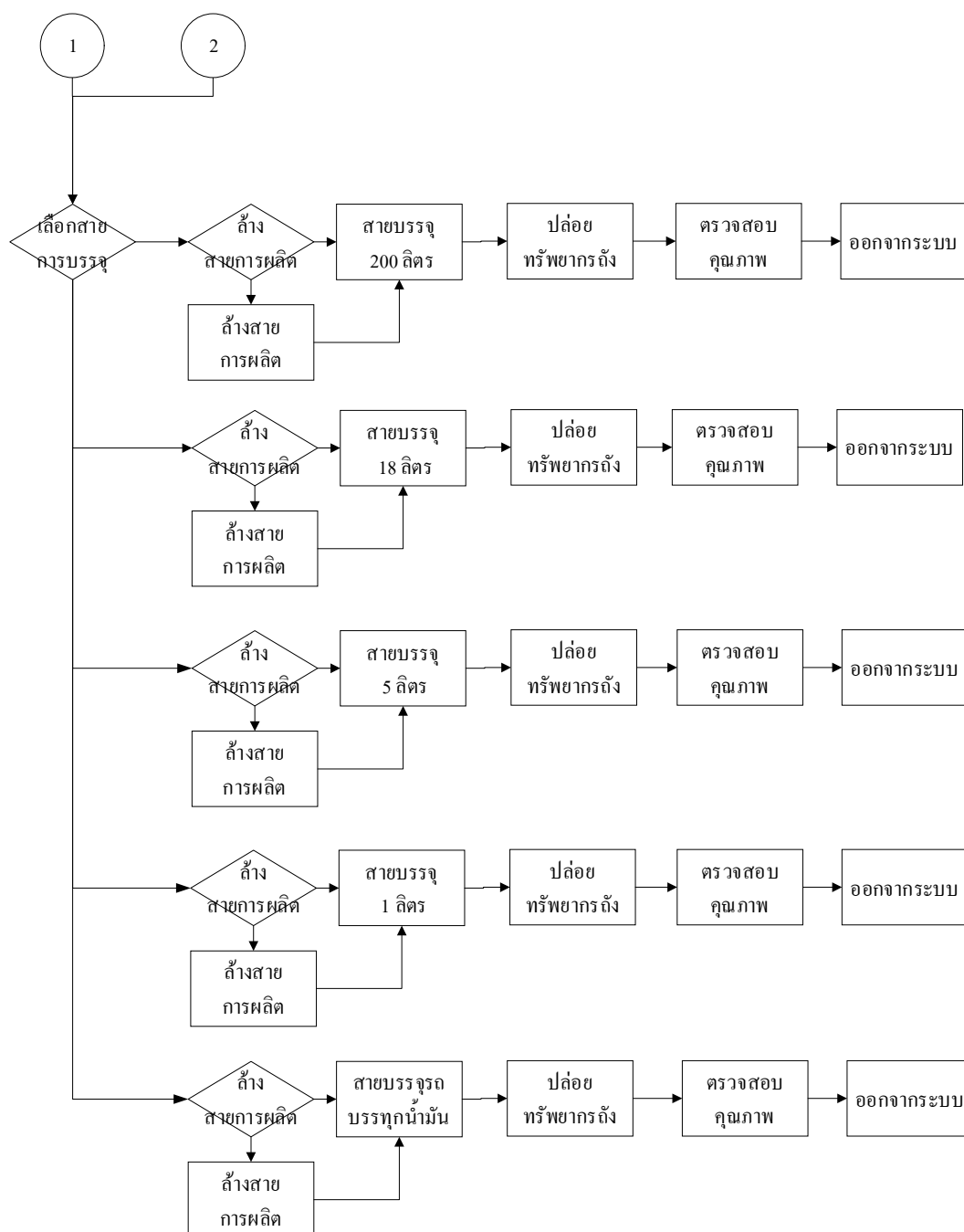
3. สร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่น

การจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยนี้เป็นแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถสร้างแบบจำลองได้อย่างละเอียดและซับซ้อน และสามารถนำไปใช้ได้กับรูปแบบระบบงานที่หลากหลาย

สำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Arena® Version 7.01 ในสร้างแบบจำลองของระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่นโดยสร้างแบบจำลองให้มีพฤติกรรมที่ใกล้เคียงระบบจริงเช่น การสร้างคำสั่งการผลิตที่เกิดจากการสุ่มความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นภายใน 3 เดือนที่ได้ทำการเก็บข้อมูล การสั่งให้ทรัพยากรนั้นทำงานตารางที่กำหนดให้เป็นต้น โดยจะแสดงผังแผนผังการทำงานของแบบจำลองระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่นดังแสดงภาพที่ 19



ภาพที่ 19 แผนผังการทำงานของแบบจำลองระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่น



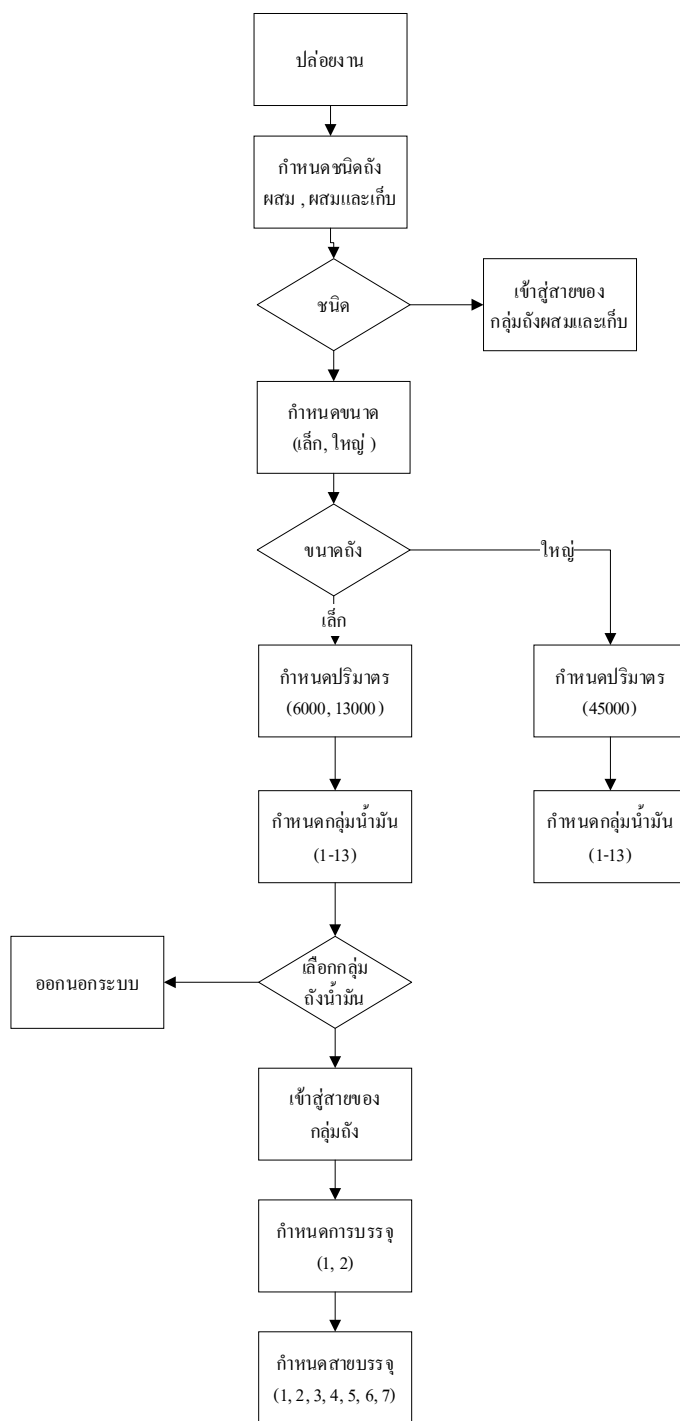
ภาพที่ 19 (ต่อ)

3.1 การกำหนดคุณลักษณะให้กับงาน เนื่องจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นต้องการวิเคราะห์ให้ได้ตามสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องให้แบบจำลองสามารถใช้คำสั่งการผลิตที่เกิดขึ้นจริงได้ โดยในแต่ละงานจะกำหนดคุณลักษณะดังนี้

ตารางที่ 5 คุณลักษณะของคำสั่งผลิตน้ำมันหล่อลื่น

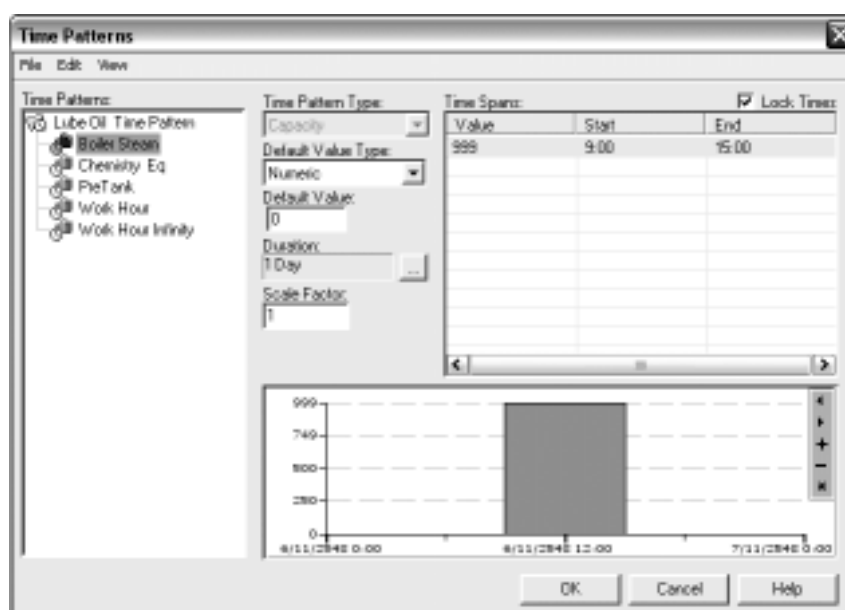
ประเภทคุณลักษณะคำสั่งผลิต	คุณลักษณะ
ปล่อยคำสั่งผลิต	ใช่, ไม่ใช่
ประเภทถัง	ถังผสม, ถังผสมและเก็บ
ถังผสมและเก็บ	1 - 12
ปริมาณการผลิต	6000, 13000, 45000
กลุ่มน้ำมัน	1 - 13
จำนวนสายการบรรจุ	1, 2
สายการบรรจุที่ 1	1 - 7
สายการบรรจุที่ 2	1 - 7

โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกแปลงจากคำสั่งการผลิตจริงในเดือนกันยายน ถึงพฤศจิกายน ปีพ.ศ. 2547 โดยการออกคำสั่งการผลิตจะทำการสุ่มความน่าจะเป็นของคุณลักษณะคำสั่งการผลิต มีขั้นตอนกำหนดความน่าจะเป็นดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 การไหลของงานในส่วนของการกำหนดคุณลักษณะของคำสั่งผลิต

3.2 กำหนดตารางเวลาการทำงานให้ทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อที่จะให้แบบจำลองสามารถแสดงพฤติกรรมใกล้เคียงกับระบบจริง จึงจำเป็นต้องกำหนดตารางเวลาการทำงานของทรัพยากรที่สำคัญ เช่น หม้อกำเนิดไอน้ำ เครื่องมือตรวจสอบโลหะ เป็นต้น ยกตัวอย่าง หม้อกำเนิดไอน้ำ โดยจะกำหนดเวลาเปิดตั้งแต่ 9:00- 15:00 นาฬิกา โดยใช้เครื่องมือ Time Patterns ดังแสดงไว้ในภาพที่ 21

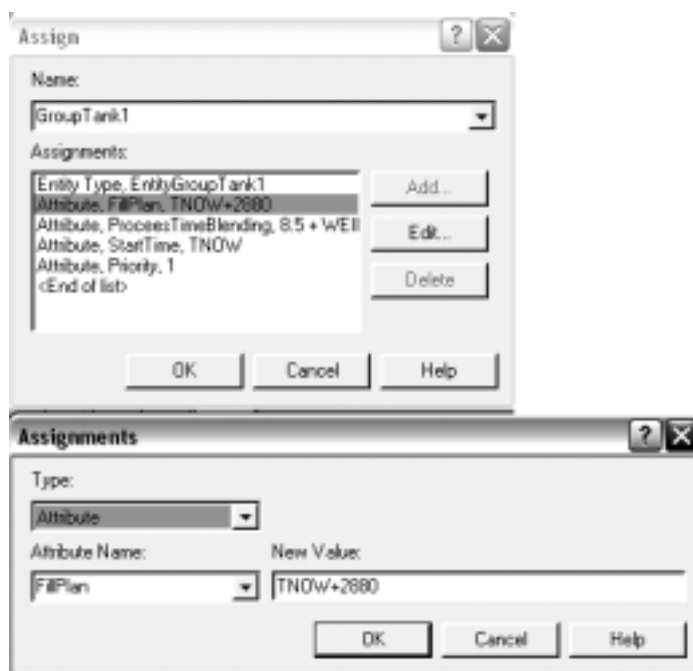


ภาพที่ 21 เครื่องมือ Time Patterns ในโปรแกรม Arena

3.3 การกำหนดให้หยุดรอแผนการบรรจุในกรณีที่น้ำมันผสมเร็วกว่าเวลานำการผสม โดยจะใช้ Assign Module เพื่อกำหนดค่าเพื่อเวลานำการผสมตามปริมาณการผลิต โดยการใช้การกำหนดคุณลักษณะให้กับคำสั่งผลิตว่า

$$\text{FillPlan} = \text{TNOW} + 2880$$

นั่นคือการเพื่ค่าเพื่อเวลานำการผสม ไปอีก 2 วัน(หน่วยเป็นนาทิต 2 วันเท่ากับ 2880 นาติ) จากกรณีนี้ปริมาตรในการผสมเท่ากับ 13000 ลิตร โดยค่า TNOW คือเวลาปัจจุบันในแบบจำลองสถานการณ์ ดังแสดงในภาพที่ 22



ภาพที่ 22 การกำหนดค่าเพื่อเวลานำการผสมโดยเครื่องมือ Assign

หลังจากนั้น ก่อนที่งานจะไหลเข้าสู่สายการผลิตจะใช้ Hold Module ไว้หยุดงานเพื่อรอตรวจสอบว่าถึงกำหนดวันที่มีแผนบรรจุหรือไม่ โดยส่วนนี้จะตรวจสอบสถานะว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจะมีการตรวจสอบสถานะต่อไปนี้

$$TNOW - FillPlan > 0$$

หากตรวจสอบว่าเป็นจริงตามสมการดังกล่าว จะยอมให้งานไหลผ่าน แต่ถ้าเป็นเท็จงานจะหยุดรอจนกว่าเงื่อนไขที่ตรวจสอบเป็นจริง แล้วจึงจะปล่อยงานออกไปดังแสดงไว้ในภาพที่



ภาพที่ 23 การใช้เครื่องมือ Hold เพื่อใช้ตรวจสอบสถานะของงาน

4. เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้เป็นปัจจัยนำเข้าของแบบจำลองสถานการณ์

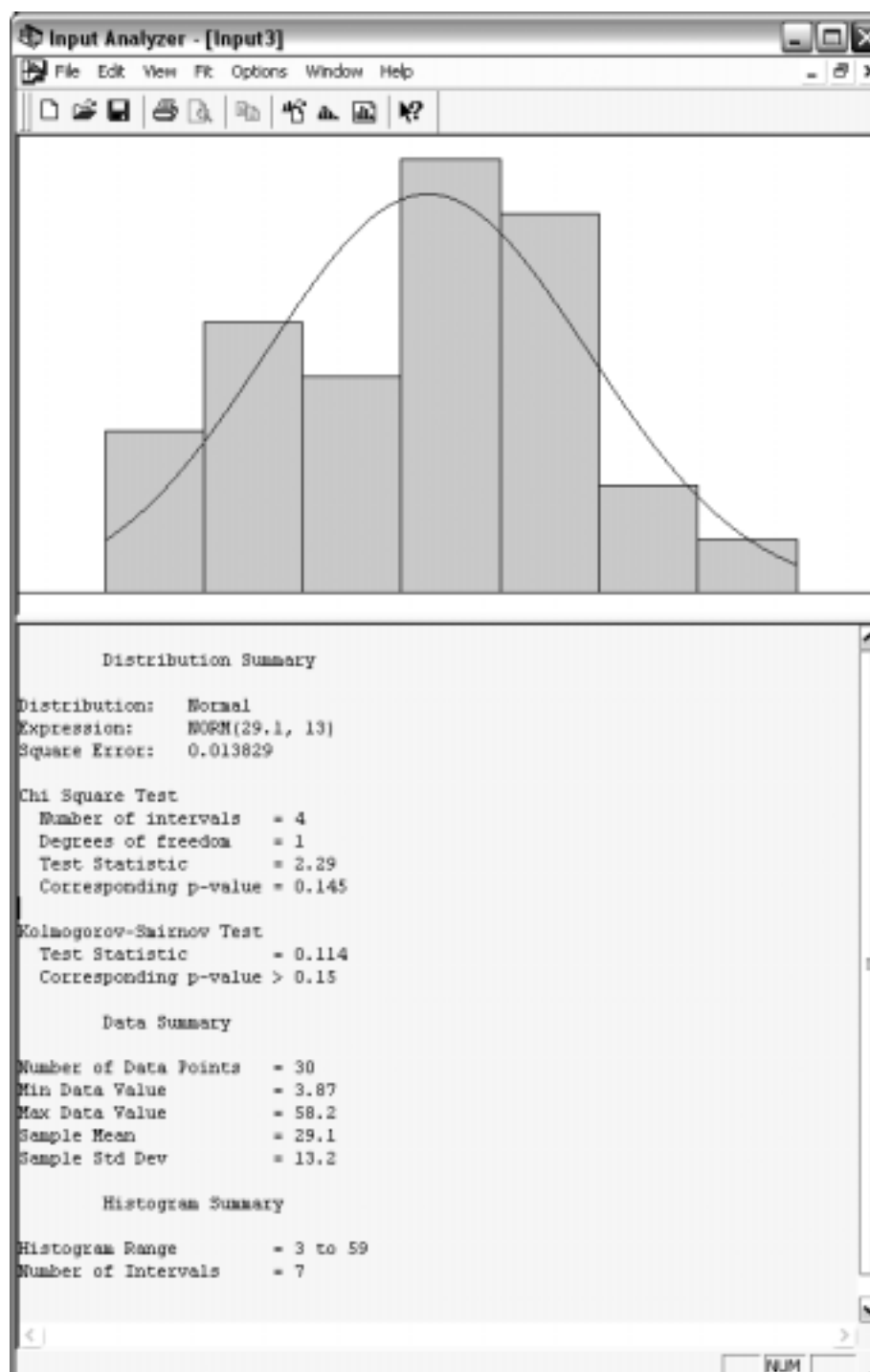
เนื่องจากผู้วิจัยต้องการศึกษาพฤติกรรมของระบบ ดังนั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียดจึงมีจึงเป็น การรวบรวมข้อมูลด้านเวลาทำงานของแต่ละหน่วยงานก็จะแยกย่อยไปตามแต่ละขั้นตอน ดังนั้นการเก็บข้อมูลของระบบที่มีขนาดใหญ่ก็จะมีข้อจำกัดด้านเวลาทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งหมด บางส่วนข้อมูลนั้นมีการเก็บบันทึกไว้ก่อนแล้ว บางข้อมูลก็ได้ทำการเก็บบันทึกใหม่ แต่บางข้อมูลจะขอความคิดเห็นจากผู้ดูแลระบบ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเวลาทำงานของแต่ละหน่วยงานจะเก็บข้อมูลในทุกขั้นตอนการทำงาน โดยการเก็บข้อมูลการทำงานแต่ละหน่วยงานนั้นจะแบ่งเก็บแยกไปตามกลุ่มถึงผสมเนื่องจากน้ำมันหล่อลื่นมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายมากดังนั้น ผู้วิจัยจึงการเก็บเวลาการทำงานของหน่วยงานผสมของการแบ่งกลุ่มโดยใช้กลุ่มถึงผสมเป็นตัวแบ่งกลุ่ม เนื่องจากมีการใช้ทรัพยากรถึงผสมรวมกัน แต่ในส่วน of หน่วยงานบรรจุจะเก็บเวลาแบ่งไปตามสายการบรรจุ

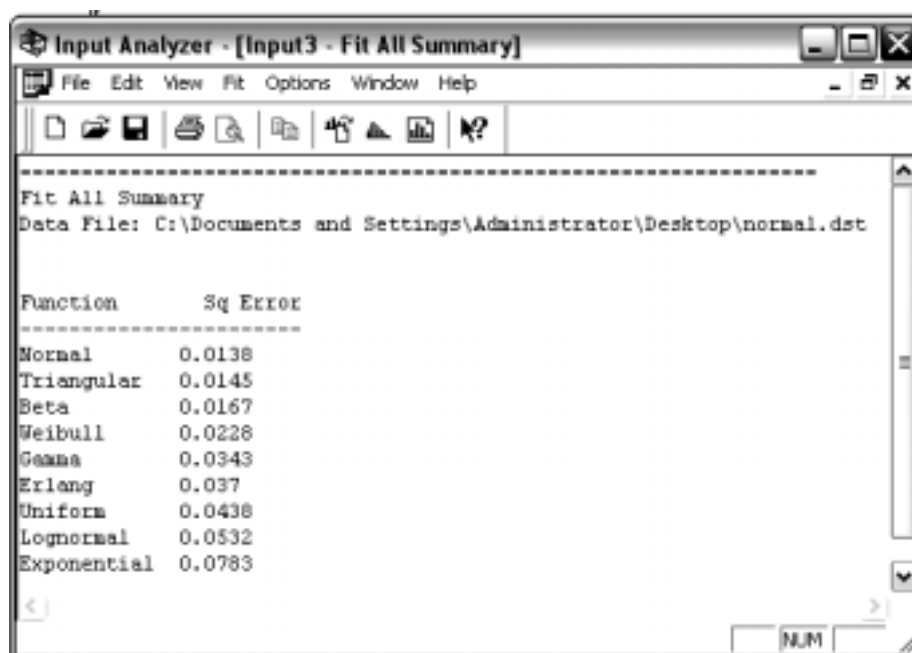
สถาพร (2545) ในแบบจำลองสถานการณ์จึงเป็นต้องแปลงข้อมูลที่เป็นตัวเลข ให้มาเป็นในรูปแบบการแจกแจงเพื่อที่จะมากำหนดตัวแปรสุ่มเข้าไปในแบบจำลอง โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Arena จะมีโปรแกรมเสริม Input Analyzer เป็นเครื่องมือช่วยในการทดสอบให้ว่าการแจกแจงใดเหมาะสมกับข้อมูลดิบที่มี โดย Input Analyzer จะทดสอบไครส์เคิร์ฟ และ Kolmogorov-Sminov

Test โดยจะพิจารณาการแจกแจงที่ดีที่สุดจาก P-Value ที่สูงกว่า 0.1 และ ค่า Square Error ที่ต่ำที่สุด

ในภาพที่ 24 เป็นตัวอย่างแสดงการทดสอบการแจกแจงของข้อมูลเวลาการคูดน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มน้ำมันที่ 1 โดยโปรแกรมเสริม Input Analyzer



ภาพที่ 24 การทดสอบการแจกแจงของข้อมูลเวลาการควบน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มถ้ำน้ำมันที่ 1



ภาพที่ 25 ค่าคลาดเคลื่อนจากการทดสอบการแจกแจงที่ได้จากโปรแกรม Input Analyzer

จากภาพที่ 24 และ 25 เป็นผลที่ได้จากโปรแกรม Input Analyzer พบว่าลักษณะการกระจายของข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดคือการกระจายแบบปกติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.1 นาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13 นาที โดยมี P-Value เท่ากับ 0.145 และ Square Error เท่ากับ 0.0138

ขอกล่าวถึงรูปแบบการแจกแจงต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรม Arena จะมีรูปแบบตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รูปแบบการแจกแจงตัวแปรสุ่มและสัญลักษณ์ที่ใช้ในโปรแกรมArena

รูปแบบการแจกแจงตัวแปรสุ่ม	สัญลักษณ์	พารามิเตอร์
Beta Distribution	BETA	(Alpha1,Alpha2[,Stream])
Empirical Continuous Distribution	CONT	(Prob1,Value1,Prob2,Value2, . . . [,Stream])
Empirical DISCRETE Distribution	DISC	(Prob1,Value1,Prob2,Value2, . . . [,Stream])
k-Erlang Distribution	ERLA	(Mean, k[,Stream])
Exponential Distribution	EXPO	(Mean[,Stream])
Gamma Distribution	GAMM	(Beta,Alpha[,Stream])
Johnson Distribution	JOHN	(G,D,L,X[,Stream])
Lognormal Distribution	LOGN	(LogMean,LogStd[,Stream])
Normal Distribution	NORM	(Mean,SD[,Stream])
Poisson Distribution	POIS	(Mean[,Stream])
Triangular Distribution	TRIA	(Min,Mode,Max[,Stream])
Uniform Distribution	UNIF	(Min,Max[,Stream])
Weibull Distribution	WEIB	(Beta,Alpha[,Stream])

ที่มา: Kelton (2002)

เมื่อนำข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่ได้เก็บรวบรวมมาทำการวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงด้วยโปรแกรม Input Analyzer จะได้รูปแบบการแจกแจงตัวแปรสุ่มของแต่ละขั้นตอนดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 รูปแบบการแจกแจงตัวแปรสุ่มของเวลาการทำงานแต่ละกระบวนการผลิต

หน่วยงาน	รายละเอียดขั้นตอน	รูปแบบการแจกแจงตัวแปรสุ่ม
ผสม	คูคน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มน้ำมันที่1	NORM(29.1, 13)
ผสม	คูคน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มน้ำมันที่2	$11.5 + 64 * \text{BETA}(0.875, 1.38)$
ผสม	คูคน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มน้ำมันที่3	$11.5 + 64 * \text{BETA}(0.875, 1.38)$
ผสม	คูคน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มน้ำมันที่4	$12.5 + 23 * \text{BETA}(1.08, 1.36)$
ผสม	คูคน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มน้ำมันที่5	$12.5 + 23 * \text{BETA}(1.08, 1.36)$
ผสม	คูคน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มน้ำมันที่6	NORM(78.4, 35.5)
ผสม	คูคน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มน้ำมันที่7	$115 + 140 * \text{BETA}(0.786, 0.952)$
ผสม	คูคน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มน้ำมันที่8	$29.5 + \text{WEIB}(21.3, 1.57)$
ผสม	คูคน้ำมันแร่พื้นฐานของกลุ่มน้ำมันที่9	NORM(102, 34.3)
ผสม	คูคสารเคมีเพิ่มคุณภาพของกลุ่มน้ำมันที่1	$8.5 + \text{WEIB}(21.3, 1.53)$
ผสม	คูคสารเคมีเพิ่มคุณภาพของกลุ่มน้ำมันที่2	NORM(55.2, 29.2)
ผสม	คูคสารเคมีเพิ่มคุณภาพของกลุ่มน้ำมันที่3	NORM(55.2, 29.2)
ผสม	คูคสารเคมีเพิ่มคุณภาพของกลุ่มน้ำมันที่4	$14.5 + \text{ERLA}(5.67, 2)$
ผสม	คูคสารเคมีเพิ่มคุณภาพของกลุ่มน้ำมันที่5	$19.5 + 31 * \text{BETA}(1.41, 1.31)$

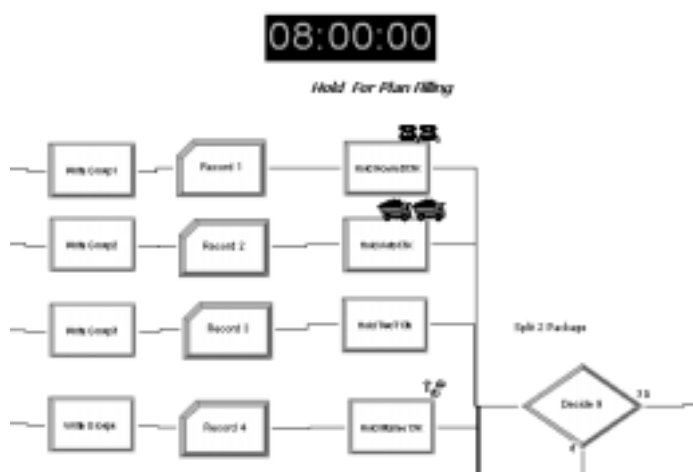
ตารางที่ 7 (ต่อ)

หน่วยงาน	รายละเอียดขั้นตอน	รูปแบบการแจกแจง
ผสม	คู่มือการเพิ่มคุณภาพของกลุ่มน้ำมันที่ 6	NORM(34.5, 11.8)
ผสม	คู่มือการเพิ่มคุณภาพของกลุ่มน้ำมันที่ 7	30 + EXPO(59.2)
ผสม	คู่มือการเพิ่มคุณภาพของกลุ่มน้ำมันที่ 8	24.5 + EXPO(14.7)
ผสม	คู่มือการเพิ่มคุณภาพของกลุ่มน้ำมันที่ 9	10 + 225 * BETA(0.598, 1.8)
ผสม	ส่งตัวอย่างให้หน่วยงานตรวจสอบคุณภาพ	TRIA(10,15,20)
ตรวจสอบคุณภาพ	เครื่องมือตรวจสอบโลหะ	NORM(20, 5)
บรรจุ	อัตราการไหลสายบรรจุ 200 ลิตร เครื่องที่ 1	NORM(186, 15.7)
บรรจุ	อัตราการไหลสายบรรจุ 200 ลิตร เครื่องที่ 2	NORM(186, 15.7)
บรรจุ	อัตราการไหลสายบรรจุ 18 ลิตร เครื่องที่ 1	NORM(46.2, 5.62)
บรรจุ	อัตราการไหลสายบรรจุ 18 ลิตร เครื่องที่ 2	NORM(46.2, 5.62)
บรรจุ	อัตราการไหลสายบรรจุรถบรรทุกน้ำมัน	NORM(190, 15.5)
บรรจุ	อัตราการไหลสายบรรจุ 6/5 ลิตร	TRIA(193, 205,217)
บรรจุ	อัตราการไหลสายบรรจุ 4/5 ลิตร	NORM(197, 16.4)
บรรจุ	อัตราการไหลสายบรรจุ 24/1 ลิตร	49.5 + 29 * BETA(1.29, 0.91)
บรรจุ	อัตราการไหลสายบรรจุ 12/1 ลิตร	NORM(40.9, 12.9)

5. การพิสูจน์ยืนยันและทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

5.1 การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) ในการสร้างแบบจำลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบจำลองร่วมกับผู้ดูแลระบบการผลิตระดับปฏิบัติการ เพื่อให้มั่นใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีพฤติกรรมที่สอดคล้องกับระบบจริง ในการเขียนแบบจำลองได้แยกเขียนเป็นแบบจำลองย่อย เพื่อทำการทดสอบว่าแบบจำลองที่เขียนนั้นได้แสดงพฤติกรรมตามต้องการหรือไม่ หลังจากนั้นผู้ทำงานวิจัยจึงจะนำแบบจำลองย่อยนั้นมาปรับใช้ร่วมกันจนได้แบบจำลองสถานการณ์ที่สมบูรณ์ขึ้นแล้วทำการตรวจสอบพฤติกรรมของแบบจำลองอีกครั้งว่ามีพฤติกรรมตรงตามระบบจริงหรือไม่ ในการตรวจสอบนี้ได้ใช้วิธีการมองเหตุการณ์จากภาพเคลื่อนไหวโดยโปรแกรม Arena จะทำการตรวจสอบโดยวิธีนี้ได้ง่ายเนื่องจากมีระบบ แสดงภาพให้เห็นเป็นขั้นตอน รวมทั้งการแทนค่าคงที่ไปในแบบจำลองการตรวจสอบตรรกะในการเขียนแบบจำลอง นอกจากนั้นการสร้างนาฬิกาเพื่อดูเวลาควบคู่กับภาพเคลื่อนไหว ทำให้การตรวจสอบง่ายยิ่งขึ้น

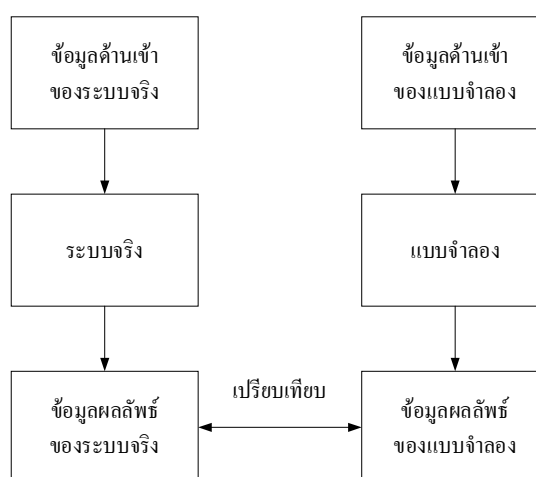
นอกจากนั้นในการตรวจสอบจะยังไม่ใช้ตัวแปรสุมเข้าไปในระบบแต่จะใส่ค่าคงที่ให้กับแบบจำลองเพื่อง่ายในการตรวจสอบ โดยเราสามารถจะพิจารณาควบคู่กับเวลานาฬิกาที่สร้างขึ้นดังแสดงในภาพที่ 26 จะเป็นการกำหนดสัญลักษณ์ภาพให้กับคำสั่งผลิตเพื่อให้ตรวจสอบได้ว่าพฤติกรรมของแบบจำลองมีความถูกต้องหรือไม่



ภาพที่ 26 แบบจำลองระบบน้ำมันหล่อลื่นที่กำหนดสัญลักษณ์ภาพ

ในขั้นตอนสุดท้ายของการพิสูจน์ยืนยันผู้วิจัยได้นำแบบจำลองระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่นไปประชุมความคิดเห็นร่วมกับ ผู้บริหารระดับสูง ผู้บริหารระดับหัวหน้าหน่วยงาน เพื่อร่วมกันพิสูจน์ยืนยันว่าพฤติกรรมของแบบจำลอง มีพฤติกรรมตรงกันระบบการผลิตจริง ซึ่งผลคือได้รับการยืนยันและยอมรับว่า แบบจำลองระบบการผลิตน้ำมันที่มีพฤติกรรมที่ถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการผลิตจริง

5.2 การทดสอบความถูกต้อง(Validation) ขั้นตอนในการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองนั้นสามารถที่จะเป็นตัวแทนระบบจริงได้หรือไม่ โดยส่วนใหญ่จะเป็นใช้วิธีการทดสอบสมมุติฐานว่าค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์ระบบกับค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์จากระบบจริง ว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติหรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 27



ภาพที่ 27 การทดสอบความถูกต้อง (Validation)

ผลลัพธ์ที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้องของระบบ ทางผู้วิจัยได้ใช้ช่วงเวลาตั้งแต่การปล่อยคำสั่งงานจนถึงเวลาผลการตรวจสอบคุณภาพได้ถูกส่งให้กับหน่วยงานบรรจุรับทราบ โดยข้อกำหนดช่วงเวลาดังกล่าวคือ เวล่านำการผสมของแต่ละกลุ่มถึงผสม

เนื่องจากระบบการผลิตนี้เป็นระบบการผลิตที่ใช้ทรัพยากรถึงผสมหมุนเวียนกันอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเวลานำการผสมนั้น สามารถสะท้อนถึงเวลานำการผลิตทั้งระบบได้

โดยทั่วไปแล้วแบบจำลองจะแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ ระบบTerminating และระบบ Non-Terminating ซึ่งในแต่ละระบบจะมีวิธีการนำไปใช้ต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพิจารณาระบบก่อนว่าเป็นแบบใด เพื่อให้การนำแบบจำลองไปใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์

1. แบบจำลองแบบ Terminating เป็นระบบที่มีจุดเริ่มต้นและจบการทำงานในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด
2. แบบจำลองแบบ Non Terminating เป็นระบบที่ผลการทำงานในช่วงเวลาก่อนหน้ามีส่วนเกี่ยวข้องกับช่วงเวลาถัดมา

เนื่องจากแบบจำลองระบบการผลิตสร้างขึ้น ได้กำหนดเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดในช่วงเวลา 3 เดือน เพื่อที่จะใช้คำสั่งการผลิตจริงที่เกิดขึ้น จึงกำหนดได้ว่าเป็นแบบจำลองแบบ Terminating แต่เนื่องจากในแบบจำลองนั้นในตอนเริ่มของระบบนั้นยังจะไม่มีงานใด ๆ เลย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ใส่งานเข้าไปในระบบก่อนโดยใส่คำสั่งการผลิตเข้าไปล่วงหน้า 1 เดือนเพื่อให้ในระบบมีงานอยู่ก่อนที่แบบจำลองจะเริ่มเก็บข้อมูล และข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวจะถูกตัดออกไปไม่นำมาวิเคราะห์ด้วย

ในการทดสอบสมมุติฐานในการทดสอบได้ใช้ Two Sample T Test เนื่องจากเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมของระบบสองระบบที่มีความแตกต่างกัน แต่จะยอมรับโดยใช้ค่าทางสถิติในการทดสอบผลลัพธ์ของเวลานำการผสมของแต่ละกลุ่มน้ำมันระหว่างระบบจริงกับแบบจำลองโดยกำหนดสมมุติฐานดังนี้

H_0 : ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมของแต่ละกลุ่มถึงน้ำมันระหว่างระบบจริงกับแบบจำลอง ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมของแต่ละกลุ่มถึงน้ำมันระหว่างระบบจริงกับแบบจำลอง แตกต่างกัน

หรือ

$$H_0 : \mu_{\text{System}} = \mu_{\text{Model}}$$

$$H_1 : \mu_{\text{System}} \neq \mu_{\text{Model}}$$

ในการทดสอบสมมุติฐานกำหนดให้ใช้ระดับนัยสำคัญ 0.05

ในการทำทดสอบสมมติฐานได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ช่วยในการวิเคราะห์ซึ่งได้ผลดังในภาพที่ 28 เป็นผลการวิเคราะห์ ของเวลานำการผสมของกลุ่มถั่วน้ำมันที่ 1

Two-Sample T-Test and CI: System, Model

Group Tank 1

Two-sample T for System vs Model

	N	Mean	StDev	SE Mean
System	68	2535	1234	150
Model	6010	2295	1247	16

Difference = μ System - μ Model

Estimate for difference: 240

95% CI for difference: (-60, 541)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 1.59 P-Value = 0.115 DF = 68

ภาพที่ 28 ผลการทดสอบสมมติฐานของเวลานำการผสมของกลุ่มถั่วน้ำมันที่ 1

จากผลการทดสอบสมมติฐานพบว่าค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมของระบบจริงเท่ากับ 2535 นาที และค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมของแบบจำลองเท่ากับ 2295 นาที ทั้งสองค่าต่างกันเท่ากับ 204 นาที ทำให้ค่า T-Value เท่ากับ 1.59 และมีค่าอยู่ระหว่าง 0.031 และ 2.292 ซึ่งเป็นค่า t ในระดับทดสอบที่ $t_{0.975,68}$ และ $t_{0.025,68}$ นอกจากนี้เมื่อพิจารณา P-value ค่าเท่ากับ 0.115 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นกล่าวได้ว่าเวลานำการผสมของระบบจริง และเวลานำการผสมของแบบจำลองไม่แตกต่างกัน

ในการทดสอบความถูกต้องจะทำการทดสอบสมมติฐานเดียวกันกับข้างต้นโดยจะทำการทดสอบเวลานำการผสมของแต่ละกลุ่มถั่วน้ำมันทั้ง 9 กลุ่ม โดยได้ผลการทดสอบสมมติฐานตามตารางที่ 9

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมของแต่ละกลุ่มถึงผสม

กลุ่มถึงน้ำมัน	ค่าเฉลี่ย		T-Value	P-Value
	ระบบจริง	แบบจำลอง		
1	2535	2295	1.59	0.115
2	2696	2571	1.19	0.237
3	2007	1745	1.86	0.075
4	3065	3265	-0.91	0.370
5	2140	1725	1.93	0.071
6	2425	2234	1.86	0.066
7	3420	3667	-0.57	0.578
8	4017	3556	1.17	0.262
9	3750	3924	-0.99	0.325

จากผลการวิเคราะห์ทดสอบสมมติฐานในตารางที่ 8 จะได้ผลจากการทดสอบเวลานำการผสมของแต่ละกลุ่มให้ค่า P-Value ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมของระบบจริง และค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมของแบบจำลองไม่แตกต่างกันของทุกกลุ่มถึงผสม ดังนั้นแบบจำลองสถานการณ์ของระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่น สามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบการผลิตจริงได้

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ทดลองแบบจำลองสถานการณ์ตามแนวทางการปรับปรุงระบบการผลิต

ในทดสอบแบบจำลองเพื่อแนวปฏิบัติงานเพื่อมีส่วนร่วมและการประสานงานในทุก ๆ หน่วยงานมากขึ้น ได้ปรับปรุงจากการปฏิบัติเดิมมีทั้งหมด 4 ข้อดังต่อไปนี้

1.1 การให้ลำดับความสำคัญกับงานโดยจะให้ความสำคัญของงานที่มาจากถึงผสมมากกว่าถึงเก็บและผสม โดยจะกำหนดลำดับความสำคัญให้กับทุกหน่วยงานไปในทิศทางเดียวกันจากเดิมที่ไม่มีการกำหนดลำดับความสำคัญของงาน

1.2 การปรับเวลาการทำงานของทรัพยากรหม้อกำเนิดไอน้ำและเครื่องตรวจสอบโลหะให้มีเวลาการทำงานที่สอดคล้องกันมากขึ้นโดยจะกำหนดเวลาทำงานของทรัพยากรทั้งสองเป็น เวลา 8.30 ถึง 16.00 นาฬิกา จากเดิมจะสามารถใช้หม้อกำเนิดไอน้ำในช่วงเวลา 9.00 ถึง 15.00 นาฬิกา และเครื่องตรวจสอบโลหะในช่วงเวลา 14.30 ถึง- 19.30 นาฬิกา

1.3 ให้กลไกการส่งผลการตรวจสอบคุณภาพของหน่วยงานผสมทันทีเมื่อผลตรวจคุณภาพทำการตรวจเสร็จ จากเดิมที่ส่งผลครั้งเดียวในเวลา 7.30 นาฬิกา

1.4 ปรับให้มีการเตรียมภาชนะบรรจุของสายบรรจุ 200 ลิตรไว้ให้พร้อมโดยกำหนดให้ไม่ต้องรอแผนการบรรจุ สามารถการบรรจุเมื่อน้ำมันหลังผ่านการตรวจคุณภาพเป็นเวลา 6 ชั่วโมงเนื่องจากไม่ต้องรอภาชนะการบรรจุ จากเดิมต้องรอแผนการบรรจุที่เผื่อค่านำการผสม

โดยการทดลองจะสร้างแบบจำลองสถานการณ์ไว้หลายสถานการณ์โดยที่ตัวเลือกใส่แนวทางการปรับปรุงเป็นข้อตามในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แบบจำลองสถานการณ์ทางเลือกและแนวทางการปรับปรุง

แบบจำลองสถานการณ์	แนวทางการปรับปรุง			
	1.1	1.2	1.3	1.4
1	/			
2		/		
3			/	
4		/	/	
5				/
6		/	/	/
7	/	/	/	/

นอกจากนั้นได้ทำการทดสอบการเพิ่มและลดปริมาณคำสั่งการผลิตเพื่อทดสอบว่า ถ้าหากจำนวนคำสั่งการผลิตที่เปลี่ยนไปแนวทางการปรับปรุงยังคงให้ผลลัพธ์ที่มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมจากแบบจำลองสถานการณ์ที่ปรับปรุงแนวทางปฏิบัติงาน ที่
ไม่ได้เปลี่ยนแปลงปริมาณคำสั่งการผลิต

หน่วย: ชั่วโมง

กลุ่มถึงผสม น้ำมัน	เวลานำการผสมของแบบจำลองสถานการณ์ที่							
	เริ่มต้น	1	2	3	4	5	6	7
1	39.79	35.45	39.63	37.51	26.43	28.97	17.41	15.58
2	45.64	43.37	44.30	42.89	31.84	40.54	32.06	23.74
3	29.11	28.80	29.36	24.28	17.21	28.30	16.72	16.67
4	53.16	47.80	53.33	50.69	39.03	43.41	28.37	26.32
5	28.98	27.20	28.53	25.61	16.40	25.39	11.87	11.63
6	38.46	34.92	37.53	35.12	26.60	32.55	17.32	17.10
7	60.48	52.25	60.81	57.61	49.07	38.92	23.82	22.22
8	58.98	55.54	55.89	53.94	43.20	34.40	18.65	18.45
9	62.48	63.59	66.60	61.72	53.04	57.72	48.87	36.33

จากผลของแบบจำลองสถานการณ์นั้นได้เก็บค่าเฉลี่ยของเวลานำการผสมโดยแบ่งประเภทตามกลุ่มถึงผสม 9 กลุ่ม เนื่องจากจำนวนความต้องการของแต่ละกลุ่มน้ำมันมีจำนวนแตกต่างกัน ในการกล่าวถึงเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของเวลานำการผสม จะให้น้ำหนักของจำนวนคำสั่งการผลิตของแต่ละกลุ่มถึงผสมด้วย

จากแบบจำลองของสถานการณ์ที่ 1 นั้นส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมลดลง 6.31 เปอร์เซ็นต์จากแบบจำลองเริ่มต้น

จากแบบจำลองของสถานการณ์ที่ 2 นั้นส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมลดลงเพียง 0.58 เปอร์เซ็นต์จากแบบจำลองเริ่มต้น

จากแบบจำลองของสถานการณ์ที่ 3 นั้นส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมลดลง 6.33 เปอร์เซ็นต์จากแบบจำลองเริ่มต้น

จากแบบจำลองของสถานการณ์ที่ 4 นั้นส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมลดลง 29.36 เปอร์เซ็นต์จากแบบจำลองเริ่มต้น

จากแบบจำลองของสถานการณ์ที่ 5 นั้นส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมลดลง 15.84 เปอร์เซ็นต์จากแบบจำลองเริ่มต้น

จากแบบจำลองของสถานการณ์ที่ 6 นั้นส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมลดลง 43.58 เปอร์เซ็นต์จากแบบจำลองเริ่มต้น

จากแบบจำลองของสถานการณ์ที่ 7 นั้นส่งผลให้ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมลดลง 52.29 เปอร์เซ็นต์จากแบบจำลองเริ่มต้น

เมื่อทำการทดลองให้เพิ่มปริมาณของคำสั่งการผลิตโดยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 14.08 ซึ่งจะให้ผลที่แสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมจากแบบจำลองสถานการณ์ที่ปรับปรุงแนวทางปฏิบัติงานและ
เพิ่มปริมาณคำสั่งการผลิต

หน่วย: ชั่วโมง

กลุ่มถังผสม น้ำมัน	เวลานำการผสมของแบบจำลองสถานการณ์ที่							
	เริ่มต้น	1	2	3	4	5	6	7
1	50.67	42.05	49.82	46.74	36.28	34.37	25.55	18.11
2	67.42	56.58	69.25	63.41	56.19	59.24	40.29	41.09
3	32.92	30.02	32.95	28.42	19.83	29.53	18.70	17.36
4	66.48	54.10	63.68	60.43	49.53	53.25	35.53	30.48
5	33.20	29.02	33.50	31.34	20.28	26.69	13.12	12.36
6	52.10	41.08	50.17	48.54	35.30	42.87	24.50	19.89
7	78.85	59.70	70.82	70.60	56.88	44.68	27.31	27.15
8	67.81	64.29	67.77	64.27	54.23	42.37	25.35	21.00
9	97.13	76.12	99.46	92.42	88.04	79.93	75.19	56.10

และเมื่อทำการทดลองให้เพิ่มปริมาณของคำสั่งการผลิตโดยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 12.82
ซึ่งจะให้ผลดังในตารางที่ 13

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยเวลานำการผสมจากแบบจำลองสถานการณ์ที่ปรับปรุงแนวทางปฏิบัติงานและลดปริมาณคำสั่งการผลิต

หน่วย: ชั่วโมง

กลุ่มถึงผสม น้ำมัน	เวลานำการผสมของแบบจำลองสถานการณ์ที่							
	เริ่มต้น	1	2	3	4	5	6	7
1	32.61	30.86	33.41	30.94	20.94	26.29	14.15	13.75
2	33.87	31.68	33.27	29.94	20.53	30.41	17.25	17.06
3	27.27	26.26	27.23	26.16	15.08	27.10	15.15	15.11
4	45.13	42.34	45.80	41.74	32.87	38.74	21.60	22.01
5	26.55	25.77	26.51	22.76	14.94	24.69	11.44	11.46
6	31.88	29.73	31.78	31.72	19.75	27.34	14.64	14.40
7	47.88	50.22	54.63	45.11	37.10	31.43	20.14	19.56
8	48.23	47.99	51.30	41.74	37.56	30.46	15.75	16.82
9	46.38	48.49	49.54	44.73	33.16	45.49	31.32	25.94

เมื่อมาพิจารณาแนวโน้มการลดลงของเวลานำการผสมของทั้ง 3 กรณีจะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของเวลานำการผสมของทุกกลุ่มถึงผสมโดยให้น้ำหนักตามคำสั่งการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แนวโน้มการลดลงของแบบจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ

ปริมาณคำสั่งการผลิต	เปอร์เซ็นต์ลดลงของเวลานำการผสมของแบบจำลองสถานการณ์ที่						
	1	2	3	4	5	6	7
ปกติ	6.31	0.58	6.74	29.36	15.94	43.58	52.29
เพิ่มขึ้น	17.54	0.55	7.03	24.24	19.74	41.78	52.66
ลดลง	3.60	-4.63	6.33	48.42	22.25	75.54	77.51

จากตารางที่ 13 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการทดสอบที่ปริมาณคำสั่งการผลิตที่แตกต่างกัน พบว่าการแนวโน้มการลดลงยังคงมีทิศทางเดียวกัน จึงสรุปได้ว่าแนวทางการปรับปรุงดังกล่าวนี้สามารถใช้ได้ผล แม้ว่าจะเจอสถานการณ์ของปริมาณคำสั่งการผลิตที่แตกต่างกัน

วิจารณ์

1. เปรียบเทียบอัตราส่วนเวลาเพิ่มมูลค่ากับเวลารอการผลิต

จากผลที่ได้จากแบบจำลองการผลิตจะพบว่า ถ้าเปรียบเทียบเวลาที่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม กับเวลาที่งานต้องรอการผลิตซึ่งเกิดจากการปัญหาต่าง ๆ ที่ทำให้การไหลของงานหยุดชะงัก เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว จะพบว่าอัตราส่วนของเวลาเพิ่มมูลค่านั้นมีอัตราส่วนที่น้อยมาก คืออยู่ในช่วงร้อยละ 6 ถึง 11 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบอัตราส่วนเวลาเพิ่มมูลค่ากับเวลารอการผลิต

กลุ่มถึงผสมน้ำมัน	เวลาเพิ่มมูลค่า (นาท)	เวลารอผลิต (นาท)	อัตราส่วน
1	325.97	4191.33	0.08
2	396.59	4891.86	0.08
3	351.96	3342.81	0.11
4	305.49	4837.91	0.06
5	320.62	4036.65	0.08
6	392.74	4087.83	0.10
7	646.5	7251.82	0.09
8	504.61	7506.24	0.07
9	752.85	8564.88	0.09

จากตารางแสดงให้เห็นว่าเวลารอการผลิตจะมีอัตราส่วนสูง หากสามารถลดเวลาในส่วนนี้ได้จะส่งผลต่อผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้นได้มากกว่า ที่ไปหาแนวทางลดเวลาเพิ่มมูลค่า

2. การวิเคราะห์ส่วนของเวลาที่ลดลงจากแนวทางการปรับปรุง

ในส่วนนี้จะทำการวิเคราะห์เวลานำการผสมที่ลดลงนั้นจะเป็นส่วนของเวลาใด ซึ่งจะแบ่งเวลาออกเป็น 3 ส่วน คือเวลาในแถวคอย เวลาทำงาน เวลารอส่งงาน ซึ่งจะแสดงผลเปรียบเทียบในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบส่วนย่อยเวลานำการผสมจากแบบจำลองที่ใส่แนวทางการปรับปรุง

ลำดับ	หน่วยงาน	เวลา			ขั้นตอน	แนวทางปรับปรุง			
		แถวคอย	ทำงาน	รอส่งงาน		เริ่มต้น	1	2 และ 3	4
1	ผสม	/			รอถังผสมว่าง	1126.50	880.90	994.04	431.65
2	ผสม		/		คูดน้ำมันแร่พื้นฐาน	29.06	28.94	29.30	28.80
3	ผสม		/		ตรวจสอบส่วนผสม	9.98	9.98	10.00	9.99
4	ผสม		/		คูดสารเคมี	279.31	282.54	286.48	323.90
5	ผสม			/	รอรระบบหมุนวน	92.73	65.46	1.82	46.25
6	ผสม			/	เปิดระบบหมุนวน	60.00	60.00	60.00	60.00
7	ผสม			/	เก็บตัวอย่างส่ง	14.97	14.98	14.98	15.02
8	คุณภาพ	/			ตรวจสอบโลหะ	243.24	244.56	45.77	256.83
9	คุณภาพ		/		ตรวจสอบโลหะ	20.18	20.03	19.92	20.00
10	คุณภาพ			/	ส่งผลตรวจสอบโลหะ	448.84	448.67	0.00	453.92
11	คุณภาพ			/	รอแผนบรรจุ	1115.95	1176.07	1046.69	1315.95

ในแนวทางการปรับปรุงที่ 1 นั้นเวลานำการผสมที่ลดลงมาจากส่วนเวลาในแถวคอยของงานที่รอถึงผสมว่าง ซึ่งเป็นผลมาจากจัดลำดับความสำคัญให้งาน โดยมีเป้าหมายให้หน่วยงานบรรจุหมุนเวียนถึงผสมให้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยให้ลำดับความสำคัญของงานที่ใช้ประโยชน์จากถึงผสมซึ่งเป็นข้อจำกัดของระบบก่อน

ในแนวทางการปรับปรุงที่ 2 และ 3 นั้นเวลานำการผสมที่ลดลงมาจากเวลาส่วนแรกคือเวลาที่รอให้หม้อกำเนิดไอน้ำพร้อม และส่วนถัดมาคือเวลาในแถวคอยของการรอตรวจสอบโลหะ และส่วนสุดท้ายคือการรอส่งสัญญาณให้หน่วยงานบรรจุ นั้นเป็นผลมาจากการกำหนดการทำงานให้มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรให้มีความสอดคล้องกันมากขึ้น และเพิ่มกลไกการติดต่อประสานงาน

ในแนวทางการปรับปรุงที่ 4 นั้นเวลานำการผสมที่ลดลงมาจากส่วนเวลาแถวคอยของงานที่รอถึงผสม ซึ่งเป็นผลมาจากการกำจัดเงื่อนไขของเวลานำการผสมที่เผื่อไว้ให้กับหน่วยงานผสมน้ำมันให้แล้วเสร็จ แต่เงื่อนไขนี้ถูกกำจัดไปเฉพาะส่วนที่เข้าสู่สายการบรรจุ 200 ลิตร ซึ่งเป็นสายการบรรจุที่รับภาระงานมากที่สุด

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. แนวทางการปรับปรุงระบบควบคุมการผลิต

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเทคนิคแบบจำลองสถานการณ์มาวิเคราะห์แนวทางการปรับปรุงระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่น โดยเน้นในการพิจารณาหาข้อจำกัดของระบบการผลิต และแนวทางการปฏิบัติ นำไปสร้างระบบการควบคุมการผลิตที่เน้นการมีส่วนร่วมและประสานงาน ควรจะเพิ่มการควบคุมการผลิตในต่อไปนี้

1. การลำดับความสำคัญกับงานจะต้องพิจารณาผลกระทบให้สอดคล้องกับทรัพยากรที่เป็นข้อจำกัดของระบบ เพื่อต้องการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่เป็นข้อจำกัดของระบบสูงสุด

2. การเพิ่มขีดจำกัดของทรัพยากรที่เป็นส่วนสนับสนุนระบบการผลิต หรือการเพิ่มกลไกในการประสานงาน ติดต่อสื่อสารกันเพียงอย่างเดียวหนึ่ง นั้นไม่ส่งผลต่อการเพิ่มผลิตภาพในระบบ ทั้งสองกลไกนั้นต้องพิจารณาควบคู่กันไป ซึ่งแนวทางการปรับปรุงทั้งข้อ 2 และ 3 เป็นการกำหนดแนวทางการปรับปรุงเพื่อให้มีการทำงานที่สอดคล้องทั้ง 3 หน่วยงาน จึงทำให้การไหลของงานเป็นไปอย่างราบรื่น

3. การกำจัดเงื่อนไขที่ทำให้การไหลของงานหยุดชะงักนั้นทำให้การไหลของงานเป็นไปอย่างราบรื่นมากขึ้น ถึงแม้ว่าเงื่อนไขดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้หลายจุดในระบบการผลิต เป็นไปได้ยากที่จะสามารถกำจัดเงื่อนไขดังกล่าวไปได้ทั้งหมด ดังนั้นควรมุ่งกำจัดเงื่อนไขที่ส่งผลกระทบต่อภาพรวมระบบมากที่สุด

2. การมีส่วนร่วมในการระบบควบคุมการผลิต

การบริหาร วางแผน และควบคุมปฏิบัติงานในระบบการผลิตควรมีการกำหนดแนวทางดังกล่าว โดยพยายามมองภาพรวมทั้งองค์กร การที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการ

กำหนด วิสัยทัศน์ กลยุทธ์ และการปฏิบัติงาน ในการวางแผนตามแนวทางดังกล่าว จะทำให้สามารถมองเห็นข้อดีข้อเสียที่มีผลกระทบต่อผู้อื่นได้ชัดเจนมากขึ้น ผลกระทบต่อภาพรวมเป็นอย่างไร มีทิศทางไปในทางเดียวกันต่อเป้าหมายรวมหลักขององค์กรหรือไม่ ยกตัวอย่างเช่นการลดค่าใช้จ่ายทางสารเคมีและพลังงานนั้นสามารถลดค่าใช้จ่ายในหน่วยงานได้เพียงเล็กน้อย แต่สิ่งที่ส่งผลกระทบต่อภาพรวมของทั้งระบบคือ การไหลของงานมีการหยุดชะงัก ซึ่งแน่นอนว่าผลที่ส่งต่อองค์กรมีความสำคัญกว่ามาก เพราะฉะนั้นการมีส่วนร่วมจากทุกฝ่ายในองค์กรมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการลดการขัดแย้ง การเห็นผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เด่นชัดขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

ในการนำแบบจำลองสถานการณ์ไปใช้งานให้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ การมีข้อมูลที่เป็นข้อมูลปัจจุบันนั้น จะช่วยให้แบบจำลองนั้นมีความสอดคล้องกับระบบจริงในปัจจุบันมากขึ้น ดังนั้นการเก็บข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูลจากทุก ๆ หน่วยงาน จะเพิ่มความถูกต้องของแบบจำลองและสอดคล้องกับระบบจริงมากขึ้น นอกจากนั้นแบบจำลองยังสามารถปรับใช้ต่อเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอนาคตได้อีกด้วย โดยใช้ค่าพยากรณ์ของความถี่การน้ำมันที่คาดว่าจะเกิดขึ้น แล้วตรวจสอบว่าระบบที่มีอยู่เดิมยังรองรับการเปลี่ยนแปลงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นได้หรือไม่ ดังนั้นแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นนี้จะเป็เครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจที่มีความน่าเชื่อถือ

ในส่วนของการพัฒนาระบบการควบคุมการผลิตแบบมีส่วนร่วม นั้น ในสถานการณ์จริงนั้นจะเกิดแรงต่อต้านความเปลี่ยนแปลง เดิมที่ยังมีการขัดแย้งในแต่ละหน่วยงานเนื่องจากมีหน้าที่รับผิดชอบต่างกัน การมีนโยบายหรือดัชนีวัดผลการดำเนินงานของแต่ละหน่วยงานที่ขัดแย้งกัน ทำให้การร่วมมือในการทำงานระหว่างหน่วยงานเกิดขึ้นอย่างไม่มีประสิทธิภาพ การแก้ไขในส่วนนี้ควรสร้างทีมงานมารับผิดชอบระบบควบคุมการผลิตทั้งระบบ โดยมีหัวหน้าทีมเป็นผู้บริหารงานระดับสูง และสมาชิกจะเป็นบุคคลจากทุก ๆ หน่วยงาน เมื่อมีการทำงานเป็นทีมแล้วจะลดการขัดแย้งได้ในระดับหนึ่ง อีกทั้งใช้ระบบวัดผลการดำเนินงานใช้กับทีมงานนี้เพื่อให้งานที่มีเป้าหมายชัดเจน โดยดัชนีวัดผลควรจะเป็นเพื่อสร้างมุ่งให้บรรลุเป้าหมายหลักและควรสร้างดัชนีวัดผลย่อยเพื่อสนับสนุนดัชนีหลัก

การเพิ่มกลไกการติดต่อสื่อสารการให้ข้อมูลระหว่างหน่วยงาน ควรที่จะมีมากขึ้น เพื่อสามารถแก้ไขเหตุการณ์เฉพาะหน้าได้รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น

แนวทางการปรับปรุงที่ 4 นอกจากจะเก็บภาชนะบรรจุแล้ว ยังมีข้อจำกัดว่าต้องรอน้ำมันมีอุณหภูมิลดลงถึงจะทำการบรรจุได้ แต่ยังไม่ทำการศึกษาว่าต้องใช้เวลารอให้อุณหภูมิของน้ำมันลดลงเท่าใดถึงจะทำการบรรจุได้ ดังนั้นควรมีการศึกษาเงื่อนไขข้อนี้ให้ชัดเจนเพื่อนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิต อีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดเวลาดังกล่าวได้คือ ให้มีการติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อใช้ในการลดเวลา แทนที่จะทิ้งน้ำมันเพื่อรออุณหภูมิให้ลดลง แต่ต้องมีการศึกษาและทดลองทางเทคนิคหาความเป็นไปได้ก่อน

ในการจัดลำดับความสำคัญของงานนั้นในสถานการณ์จริงสามารถกำหนดกฎเกณฑ์การให้ลำดับความสำคัญที่ซับซ้อนกว่าในแบบจำลองสถานการณ์ ยกตัวอย่างเช่น หน่วยงานผสมมีคำสั่งการผลิตอย่างเร่งด่วน โดยจะต้องใช้ถังผสมน้ำมันเกียร์แต่ถังผสมไม่ว่าง เนื่องจากน้ำมันรอการบรรจุทั้งหมด หน่วยงานผสมควรแจ้งไปยังหน่วยงานบรรจุว่าต้องการใช้กลุ่มถังผสมกลุ่มดังกล่าว ทางหน่วยงานบรรจุก็เลือกบรรจุน้ำมันที่ถูกผสมจากกลุ่มถังผสมดังกล่าวก่อน ซึ่งในแบบจำลองจะสร้างสถานการณ์ดังกล่าวได้ยาก

เมื่อนำแนวทางการปรับปรุงไปปฏิบัติจะส่งผลให้เวลานำการผสมจริงลดลง นั้นจะสามารถสามารถทำให้ลดค่าเพื่อเวลานำการผสมที่วางแผนไว้ลดลง แต่ค่าเผื่อดังกล่าวจะเกี่ยวข้องกับเวลานำในการจัดหาภาชนะบรรจุอีกด้วย ดังนั้นในการปรับปรุงแนวทางการปรับปรุงผลิตภาพของกระบวนการผลิตนั้นจะต้องมองครอบคลุมไปถึงผู้จัดหาภายนอกกระบวนการอีกด้วย หลังจากสามารถแก้ไขข้อจำกัดได้ส่วนหนึ่งแล้วจะต้องติดตาม ฝ้าสังเกตว่ามีข้อจำกัดใดที่เกิดขึ้นใหม่ เพื่อการปรับปรุงให้ระบบมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมและผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ หากสามารถปรับปรุงแนวทางได้ทั้ง 4 แนวทางที่เสนอไปแล้วได้ทั้งหมด

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น	ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
• ค่าใช้จ่ายพลังงานสูงขึ้นประมาณร้อยละ 14 • ค่าสารเคมีในการสอบเทียบเครื่องตรวจโลหะ • ลงทุนอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับสายบรรจุ 200 ลิตร • ค่าใช้จ่ายที่เก็บภาษีบรรจุภัณฑ์สำหรับสายบรรจุ 200 ลิตร	• เวลามาการผสมที่ลดลงร้อยละ 52.29 • รอบการหมุนเวียนของถังผสมน้ำมันที่รวดเร็วขึ้น • ลดค่าใช้จ่ายในการทำงานล่วงเวลาจากการ แก้ไขสถานการณ์ที่ไม่สามารถตอบสนองได้ • ลดงานระหว่างผลิต

จากตารางที่ 14 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายจะเห็นเป็นต้นทุนอย่างชัดเจน แต่ในส่วนของผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งถึงจะเห็นผลชัดเจน ดังนั้นผู้ควบคุมระบบต้องพิจารณาข้อดีของเสียของแต่ละแนวทางอย่างละเอียด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- โกศล ดีศีลธรรม. 2548. การบริหารแบบโลจิสติกส์. ผู้จัดการ, กรุงเทพฯ.
- กลางเดือน โพชนา. 2533. การสร้างระบบสนับสนุนสำหรับวางแผนการผลิตในโรงงานแปรรูปเนื้อไก่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กำพล กิจระภูมิ. 2542. การพัฒนาระบบการประสานงานระหว่างหน่วยงานผลิตและหน่วยงานติดตั้งของโรงงานผลิตเครื่องครัวไก่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภิสพร ถิ่นตัก. 2534. การจัดการการผลิตในโรงงานโดยวิธีการจำลองแบบปัญหา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เล่าบุญดื้อ. 2542. วิธีการจัดการการผลิตในโรงงานฟอกย้อมและตกแต่งผ้ายี่ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีดี ตันติภาส. 2542. การจัดการการผลิตสำหรับระบบโพลีเมอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิพัฒน์ ศรีธรรมวงศ์. 2541. การวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนและประกอบรถยนต์บรรทุก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิภพ สถิตาภรณ์. 2542. ระบบการควบคุมการผลิตระดับโรงงาน. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. 2532. การจำลองแบบปัญหา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สถาพร พลแสน. 2545. การใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตหัวอ่านคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุบลรัตน์ อุ่นประเสริฐพงศ์. 2532. ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตไดนาขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Arnold, J. R. Tony and Stephen N. Chapman. 2001. **Introduction to Materials Management**. 4th ed. Prentice-hall., Ohio.

Baker, K. R. 1974. **Introduction to Sequencing and Scheduling**. John Wiley and Son, Inc., New York.

Jia, Zhenya and Marianthi Ierapetritou. 2003. Efficient short-term scheduling of refinery operations based on a continuous time formulation. **Computers and Chemical Engineering**. 27: 1001-1019.

Kelton, W. D. , R. P. Sadowski and D. A. Sadowski. 2002. **Simulation with Arena**. 2nd ed. McGraw-hill, Inc., New York.

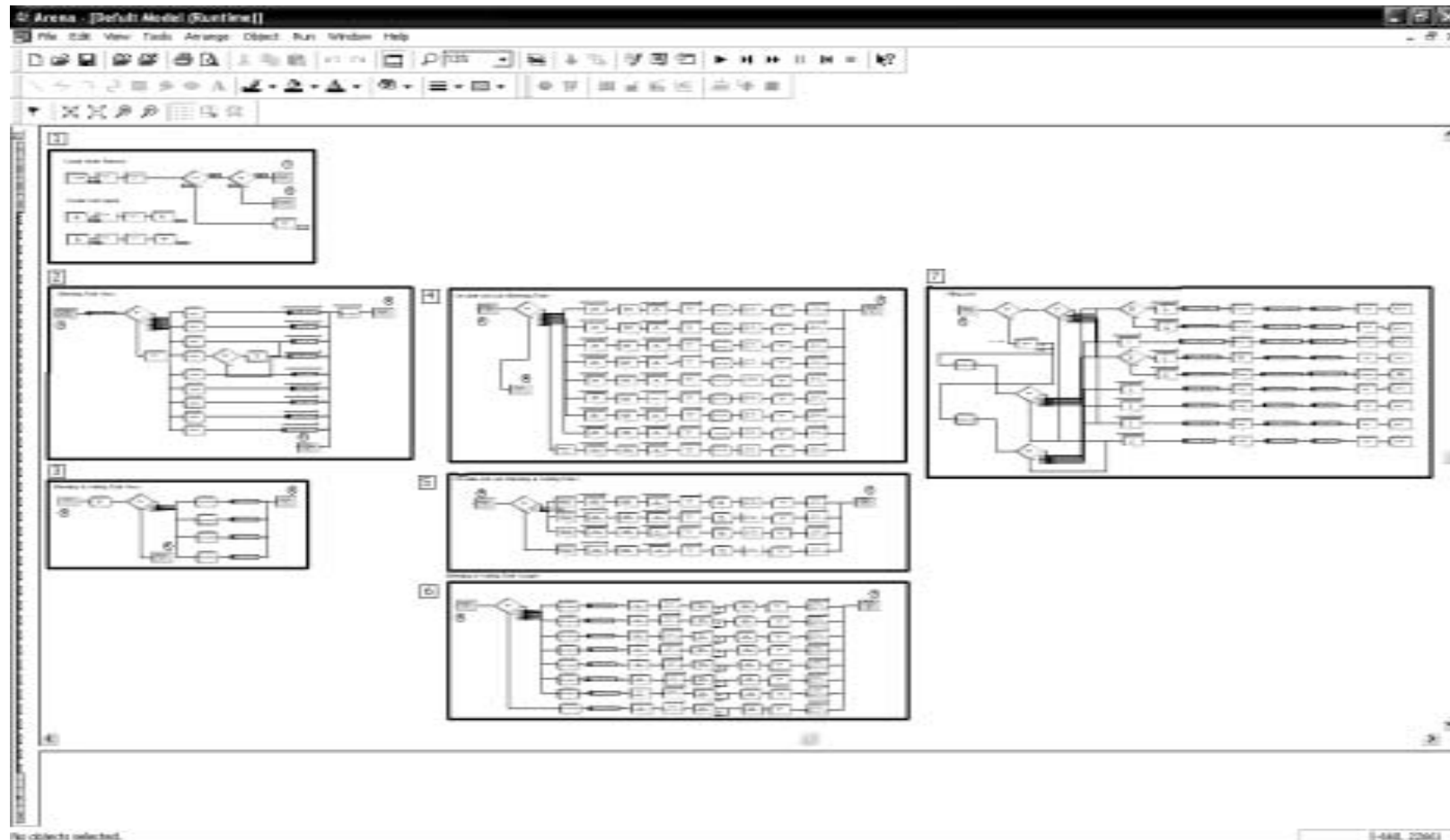
Law, A. M. and W. D. Kelton. 2000. **Simulation Modeling and Analysis**. 3rd ed. The McGraw-Hill Companies, Inc., New York.

Vollmann, Thomas E. , William L. Berry, D. Clay Whybark and F. Robert Jacobs. 2005. **Manufacturing Planning and Control for Supply Chian Management**. 5th ed. McGraw-hill, Inc., Singapore

ภาคผนวก

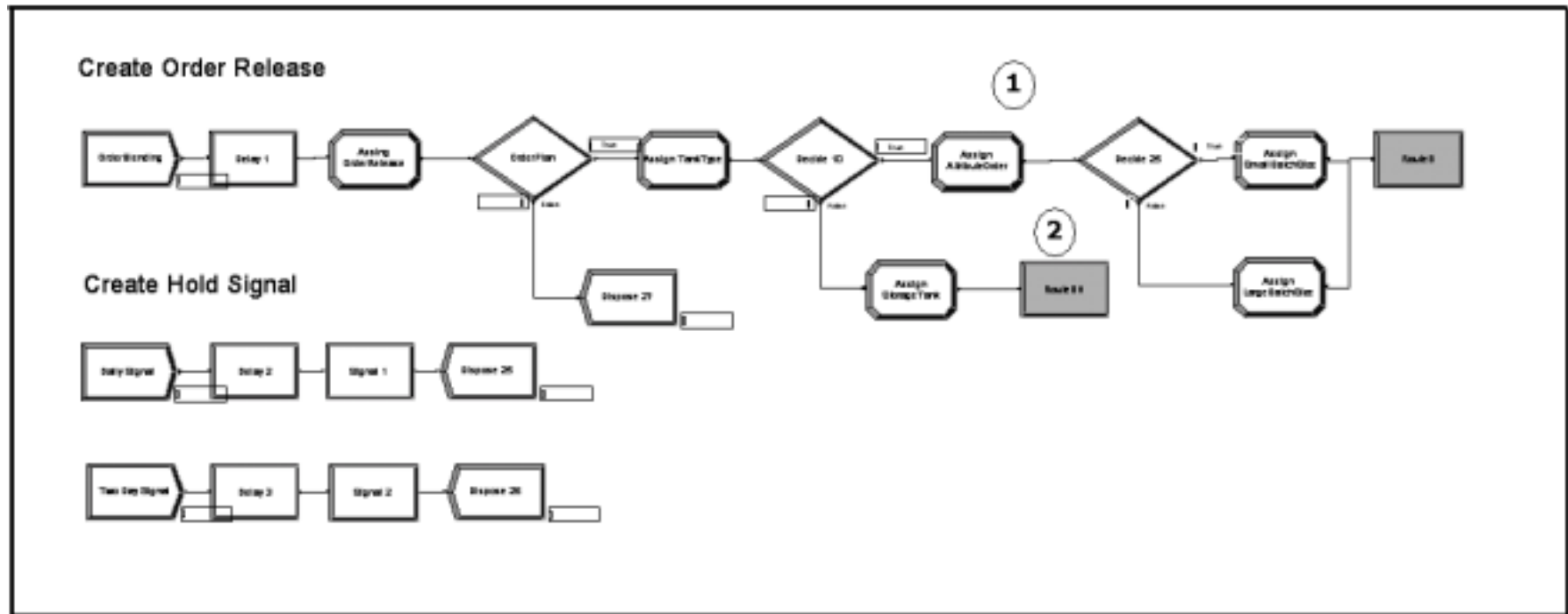
ภาคผนวก ก

แบบจำลองสถานการณ์ระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่น



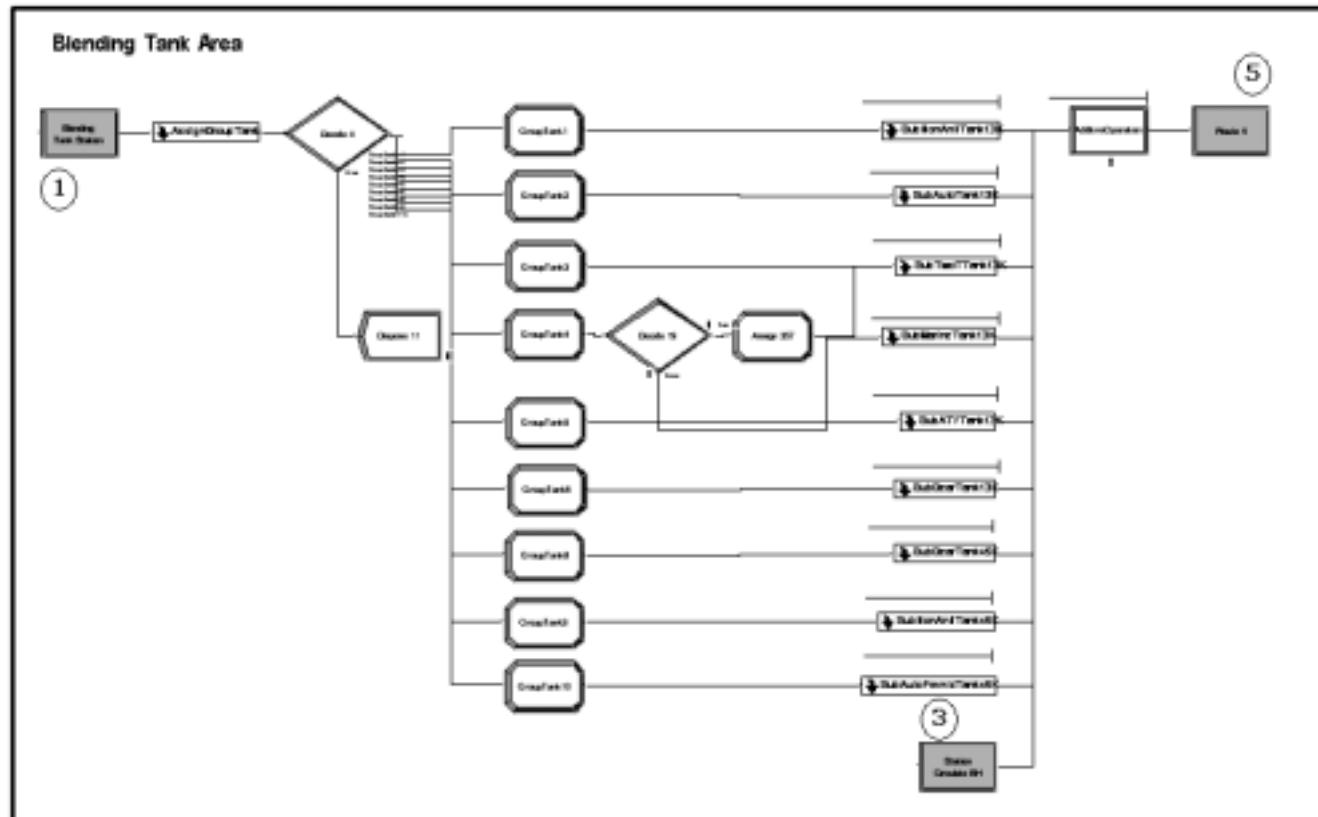
ภาพผนวกที่ ก1 แบบจำลองสถานการณ์ทั้งระบบที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง

1

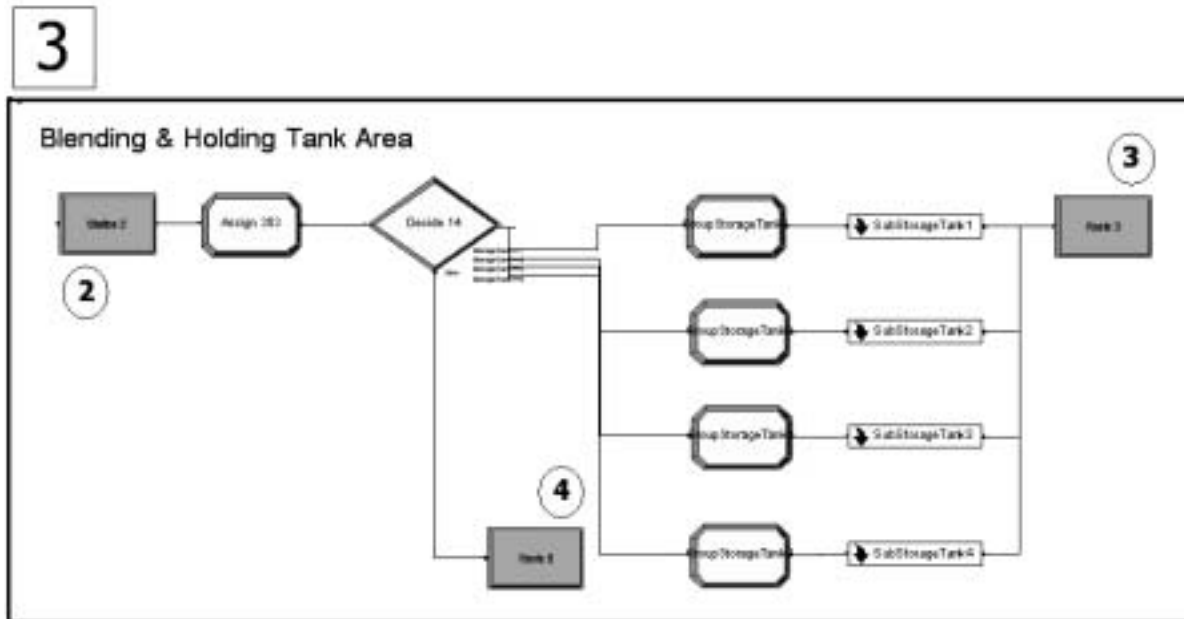


ภาพผนวกที่ ก2 แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่1 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง

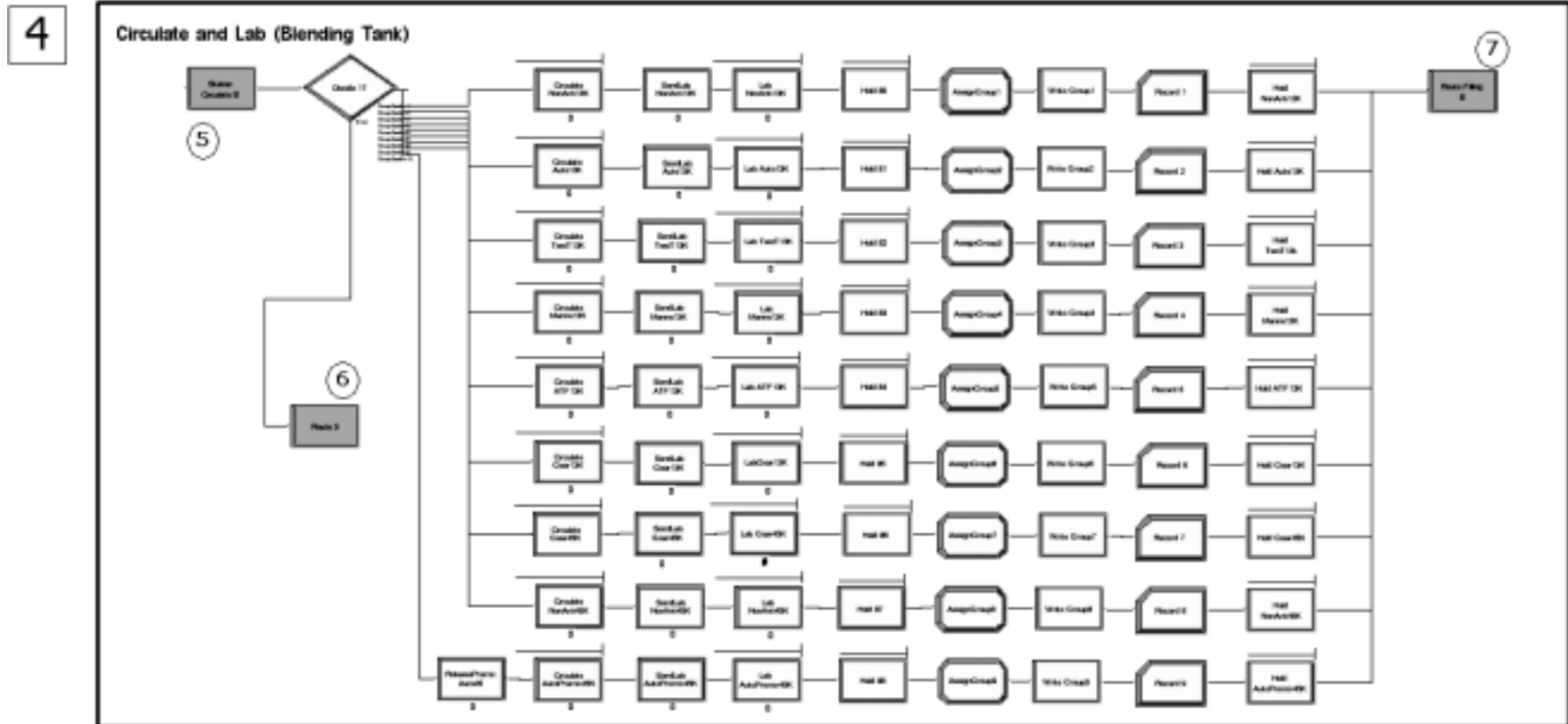
2



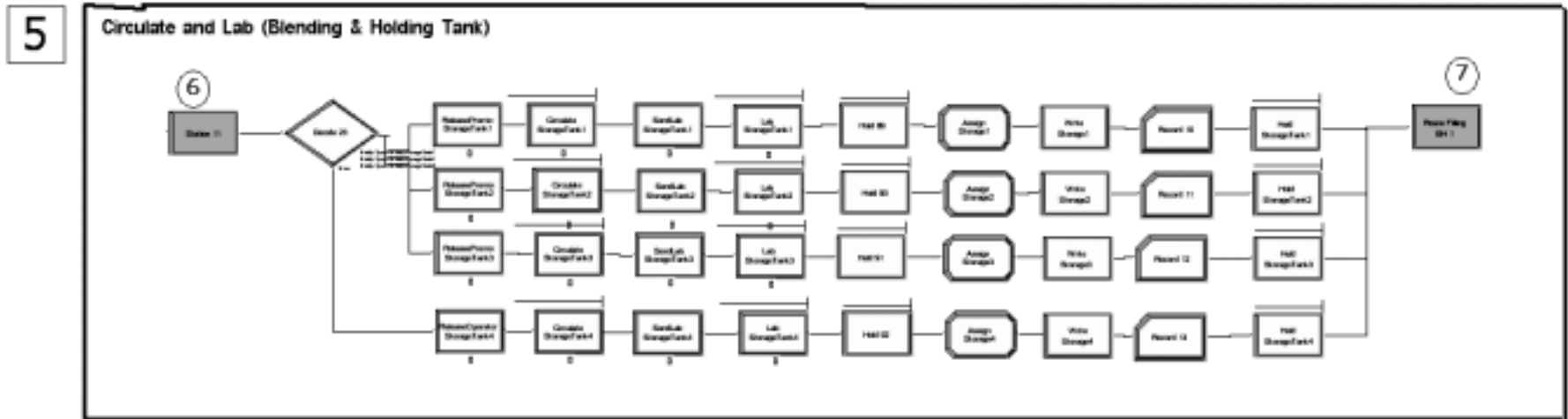
ภาพผนวกที่ ก3 แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 2 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง



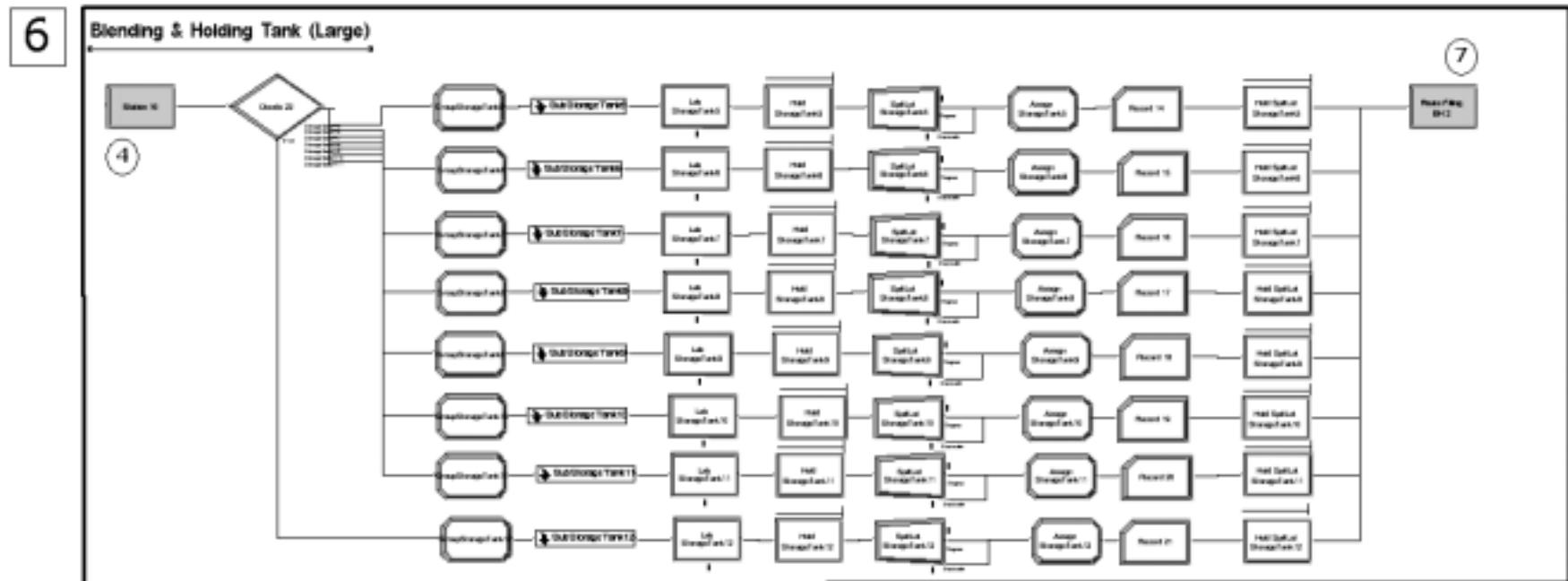
ภาพผนวกที่ ก4 แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่3 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง



ภาพผนวกที่ ก5 แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่4 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง

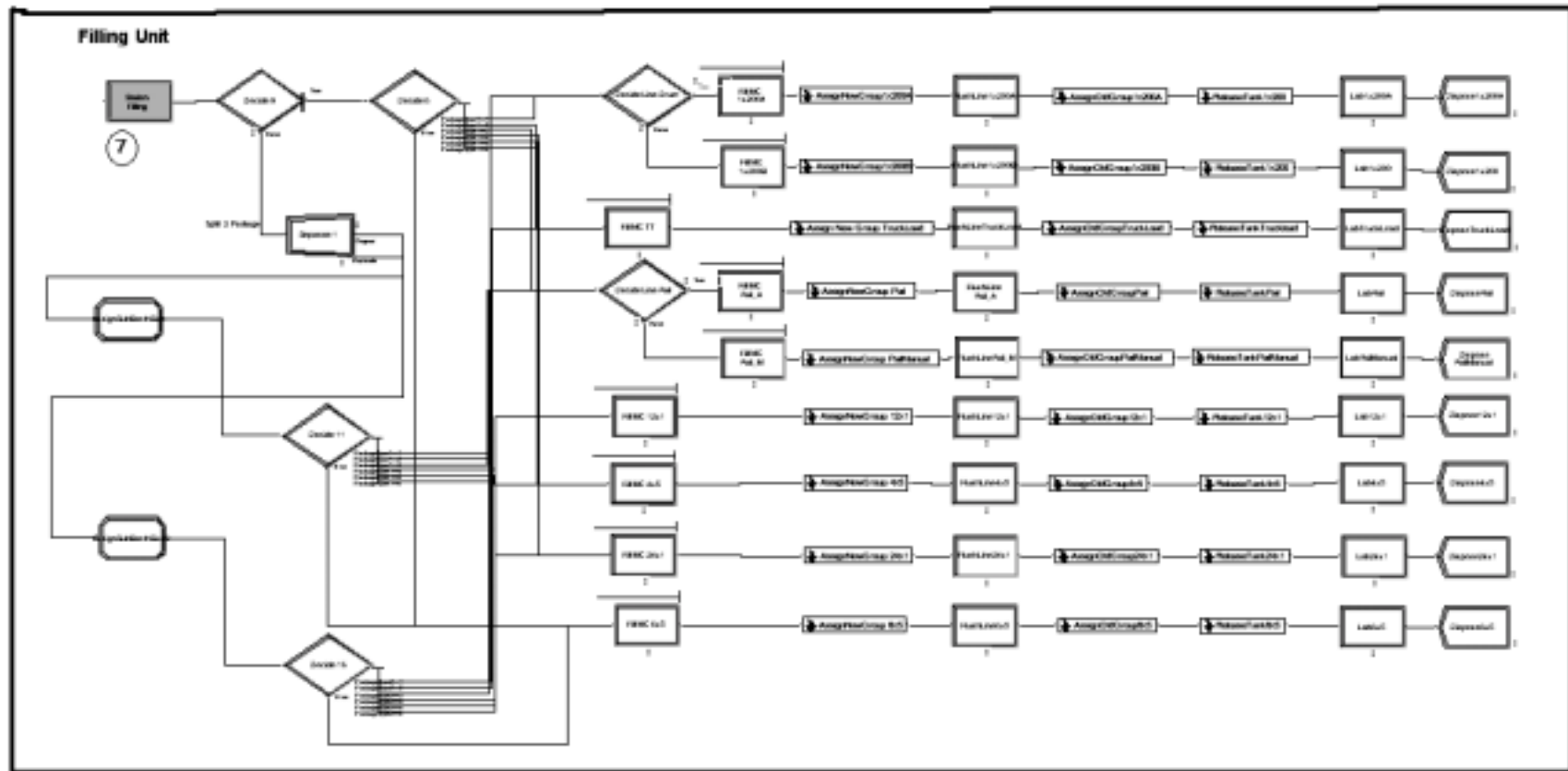


ภาพผนวกที่ ก6 แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 5 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง



ภาพผนวกที่ ก7 แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 6 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง

7

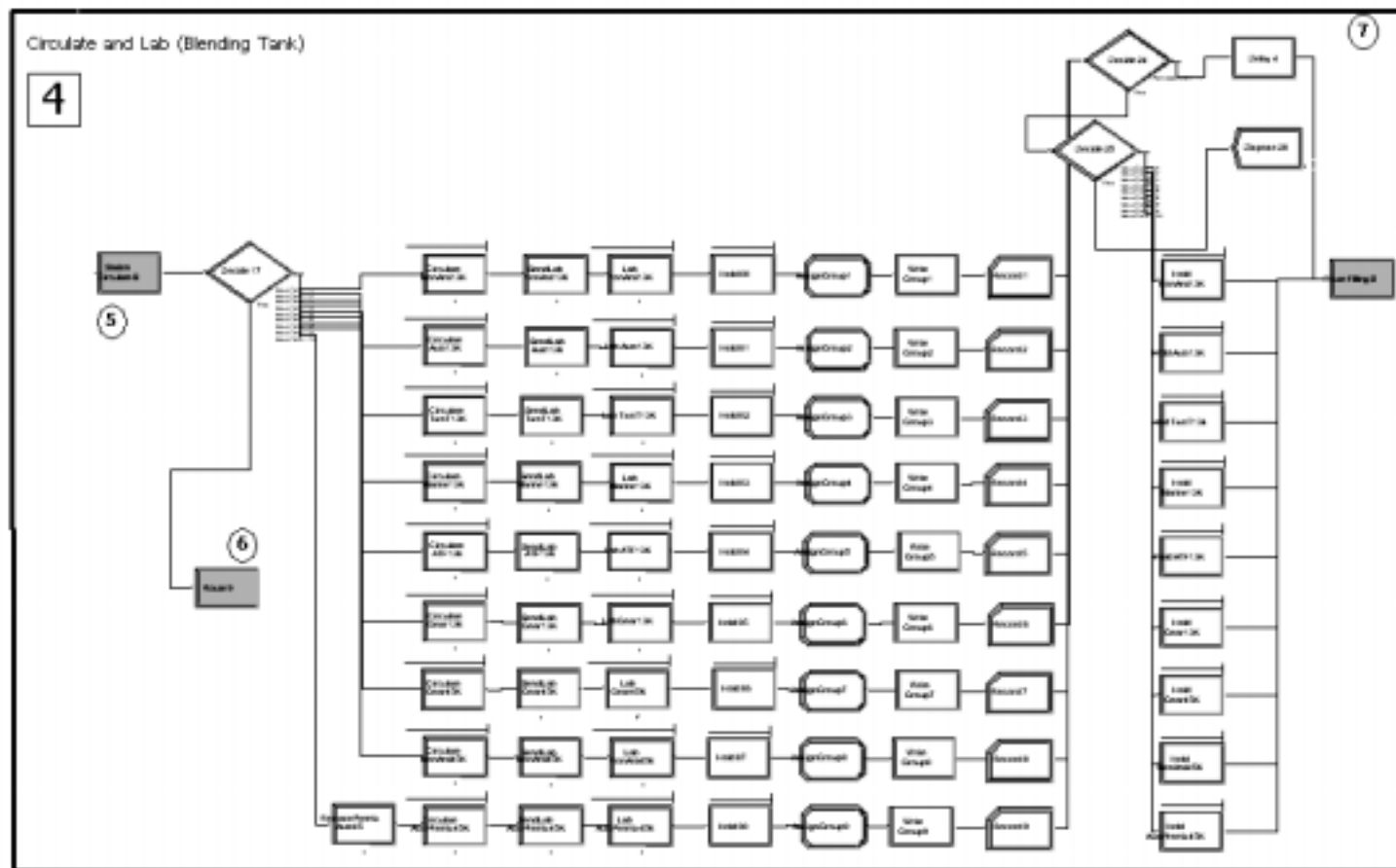


ภาพผนวกที่ ก8 แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่ 7 ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง

แบบจำลองสถานการณ์ระบบการผลิตน้ำมันหล่อลื่นที่ทำการปรับปรุง

ในภาพผนวกที่ ก2 ถึง ก8 จะเป็นส่วนย่อยของแบบจำลองสถานการณ์ที่แสดงในภาพผนวกที่ ก1 ซึ่งเป็นส่วนของแบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

แต่ในส่วนที่ให้แนวทางการปรับปรุงสายบรรจุน้ำมัน 200 ลิตรนั้นจะต้องมีการปรับปรุงข้อจำกัดซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองสถานการณ์เดิมในส่วนย่อยที่4



ภาพผนวกที่ ก9 แบบจำลองสถานการณ์ส่วนย่อยที่4 ที่ถูกแก้ไขเพื่อปรับปรุงสายการบรรจุน้ำมัน 200 ลิตร

ภาคผนวก ข

ข้อมูลเวลานำการผสมที่ของระบบการผลิตจริงที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง

ตารางผนวกที่ ข1 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถ้ำน้ำมันที่ 1

ลำดับ	ปริมาณการผลิต	เวลาน้ำการผสม
1	13000	1440
2	13000	2910
3	6000	2940
4	13000	2895
5	13000	5790
6	13000	1500
7	6000	2920
8	13000	1515
9	13000	4335
10	13000	1455
11	6000	1440
12	6000	1440
13	13000	4335
14	13000	2880
15	6000	1440
16	13000	2915
17	13000	2900
18	6000	2900
19	13000	2900
20	6000	3345
21	13000	1440
22	13000	2880
23	6000	2885
24	13000	1445
25	6000	1830
26	13000	4320
27	13000	2880
28	13000	1455
29	13000	2895

ตารางผนวกที่ ข1(ต่อ)

ลำดับ	ปริมาณการผลิต	เวลานำการผสม
30	13000	1455
31	13000	2895
32	13000	1440
33	13000	1440
34	13000	1470
35	6000	2880
36	13000	2890
37	13000	1440
38	13000	2880
39	13000	5775
40	13000	1440
41	13000	1440
42	13000	5760
43	13000	2880
44	13000	4380
45	13000	1500
46	13000	1500
47	6000	1500
48	13000	4320
49	13000	2910
50	13000	1455
51	13000	1470
52	13000	1455
53	13000	1460
54	13000	1470
55	13000	2930
56	13000	1460
57	13000	1460
58	13000	4340

ตารางผนวกที่ ข1(ต่อ)

ลำดับ	ปริมาณการผลิต	เวลาน้ำการผสม
59	13000	2900
60	13000	1470
61	6000	1470
62	13000	2910
63	13000	2880
64	13000	1440
65	6000	1455
66	13000	3070
67	13000	5770
68	13000	3090

ตารางผนวกที่ ข2 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถ้ำน้ำมันที่ 2

ลำดับ	ปริมาณการผสม	เวลาน้ำการผสม
1	6000	1440
2	13000	1440
3	13000	2940
4	13000	1470
5	13000	1470
6	13000	2940
7	13000	2920
8	13000	2920
9	6000	2920
10	13000	2955
11	6000	1515
12	13000	2895
13	13000	2895
14	6000	4350
15	13000	1455

ตารางผนวกที่ ๒ (ต่อ)

ลำดับ	ปริมาณการผสม	เวลานำการผสม
16	13000	4320
17	13000	2880
18	6000	2880
19	13000	1440
20	13000	1440
21	13000	1455
22	13000	2900
23	6000	2900
24	13000	2890
25	13000	4320
26	13000	1485
27	13000	1440
28	13000	1440
29	13000	2885
30	13000	2885
31	13000	2885
32	13000	2880
33	13000	1440
34	13000	4320
35	13000	1440
36	13000	1440
37	13000	1440
38	13000	1455
39	13000	4335
40	13000	1455
41	13000	2895
42	13000	2895
43	13000	2895
44	13000	1455

ตารางผนวกที่ ๒2 (ต่อ)

ลำดับ	ปริมาณการผสม	เวลาน้ำการผสม
45	45000	4320
46	13000	4350
47	13000	1440
48	13000	1440
49	6000	2910
50	13000	1470
51	13000	2880
52	13000	2890
53	13000	2890
54	13000	2890
55	13000	1440
56	13000	2880
57	6000	4320
58	13000	2880
59	13000	1440
60	13000	1440
61	13000	2920
62	13000	2970
63	13000	2970
64	13000	1530
65	13000	2880
66	13000	5820
67	13000	1440
68	13000	2880
69	13000	5760
70	13000	1500
71	13000	2880
72	13000	2910
73	13000	2910

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ลำดับ	ปริมาณการผสม	เวลาน้ำการผสม
74	13000	2895
75	13000	1455
76	13000	2900
77	13000	4380
78	13000	1460
79	13000	2940
80	13000	1500
81	13000	2905
82	13000	2905
83	13000	2910
84	13000	3030
85	13000	1440
86	13000	5760
87	13000	1460
88	13000	2890
89	13000	2880
90	13000	1460
91	13000	5310
92	13000	2940
93	13000	1500
94	13000	2890
95	13000	2910
96	13000	2910
97	13000	2910
98	6000	2910
99	13000	1830
100	13000	2880
101	13000	2900
102	13000	2900

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

ลำดับ	ปริมาตรการผสม	เวลาน้ำการผสม
103	13000	2900
104	13000	4530
105	13000	4530
106	13000	2890
107	13000	3090
108	13000	3060
109	6000	4330

ตารางผนวกที่ ข3 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถ้ำน้ำมันที่ 3

ลำดับ	ปริมาตรการผสม	เวลาน้ำการผสม
1	13000	1470
2	13000	2920
3	13000	2920
4	13000	1455
5	13000	1455
6	13000	2895
7	13000	2880
8	13000	1440
9	13000	1440
10	13000	1455
11	13000	1455
12	13000	2900
13	13000	2900
14	13000	2880
15	13000	1445
16	13000	1445
17	13000	1445
18	13000	1445
19	13000	1440
20	13000	2880
21	13000	1480
22	13000	1455
23	6000	1440
24	13000	1460
25	13000	2910
26	13000	2880

ตารางผนวกที่ ข4 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถ้ำน้ำมันที่ 4

ลำดับ	ปริมาตรการผสม	เวลานำการผสม
1	13000	2910
2	13000	2955
3	13000	5760
4	13000	2890
5	13000	2880
6	13000	2885
7	13000	2880
8	6000	1440
9	13000	2895
10	13000	2910
11	13000	4320
12	13000	2895
13	13000	2880
14	13000	1500
15	13000	2910
16	13000	4335
17	13000	2910
18	13000	2940
19	13000	2900
20	6000	1450
21	13000	2900
22	13000	4330
23	13000	2910
24	6000	1440
25	13000	2895
26	13000	5760

ตารางผนวกที่ ข5 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถ้ำน้ำมันที่ 5

ลำดับ	ปริมาตรการผสม	เวลานำการผสม
1	13000	1470
2	13000	1500
3	13000	1440
4	13000	4650
5	13000	1525
6	13000	1525
7	13000	2810
8	13000	1440
9	13000	2895
10	13000	2880
11	13000	2880
12	13000	1455
13	13000	2895
14	13000	1500
15	13000	2905
16	13000	1440
17	13000	1875
18	13000	1440

ตารางผนวกที่ ๖ ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถ้ำน้ำมันที่ 6

ลำดับ	ปริมาตรการผสม	เวลานำการผสม
1	13000	2910
2	13000	2940
3	13000	2895
4	13000	2880
5	13000	2835
6	13000	1515
7	13000	2895
8	13000	2910
9	6000	2910
10	13000	1440
11	13000	1440
12	13000	1440
13	13000	1440
14	13000	1440
15	13000	1440
16	13000	2890
17	13000	1865
18	6000	2900
19	13000	1880
20	13000	6440
21	6000	3240
22	13000	2880
23	13000	4320
24	13000	2885
25	13000	1445
26	6000	1440
27	6000	4335
28	6000	1455
29	13000	2895

ตารางผนวกที่ ๖ (ต่อ)

ลำดับ	ปริมาณการผสม	เวลานำการผสม
30	13000	4320
31	13000	2880
32	13000	2880
33	13000	2880
34	13000	2880
35	13000	2880
36	13000	2895
37	13000	2880
38	13000	2880
39	13000	1450
40	13000	1440
41	13000	1440
42	13000	2880
43	13000	1480
44	13000	4335
45	13000	1455
46	13000	2895
47	13000	1455
48	13000	2880
49	13000	2880
50	13000	1500
51	13000	2820
52	13000	2880
53	13000	2880
54	6000	2895
55	13000	2970
56	6000	1470
57	6000	1530
58	13000	1460

ตารางผนวกที่ ๖ (ต่อ)

ลำดับ	ปริมาณการผสม	เวลาน้ำการผสม
59	13000	1460
60	13000	2910
61	13000	2905
62	13000	1470
63	13000	1440
64	13000	1590
65	13000	2900
66	13000	1460
67	13000	2900
68	13000	2900
69	13000	2880
70	13000	1650
71	13000	4340
72	13000	2940
73	6000	2900
74	13000	2890
75	13000	2890
76	13000	1440
77	13000	1450
78	6000	1470
79	13000	1450
80	13000	1405
81	13000	2910
82	13000	1450
83	13000	1450
84	13000	4335
85	6000	1440
86	13000	1910

ตารางผนวกที่ ๖ (ต่อ)

ลำดับ	ปริมาตรการผสม	เวลาน้ำการผสม
87	13000	1460
88	13000	1455
89	13000	3090
90	13000	4090
91	13000	1650
92	13000	1650

ตารางผนวกที่ ๗ ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถ้ำน้ำมันที่ 7

ลำดับ	ปริมาตรการผสม	เวลาน้ำการผสม
1	45000	7275
2	45000	2910
3	45000	1440
4	45000	2880
5	45000	2880
6	45000	2970
7	45000	4380
8	45000	2895
9	45000	3060
10	45000	2940
11	45000	2880
12	45000	4530

ตารางผนวกที่ ข8 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถ้ำน้ำมันที่ 8

ลำดับ	ปริมาตรการผสม	เวลานำการผสม
1	45000	2920
2	45000	4320
3	45000	5670
4	45000	2900
5	45000	4320
6	45000	2880
7	45000	7480
8	45000	4320
9	45000	2880
10	45000	4320
11	45000	2890
12	45000	2940
13	45000	2900
14	45000	5460

ตารางผนวกที่ ข9 ข้อมูลเวลาการผสมของระบบการผลิตจริงของกลุ่มถ้ำน้ำมันที่ 9

ลำดับ	ปริมาตรการผสม	เวลานำการผสม
1	45000	2910
2	45000	7230
3	45000	2920
4	45000	2920
5	45000	2895
6	45000	4320
7	45000	4320
8	45000	4320
9	45000	4320
10	45000	4320

ตารางผนวกที่ ๗๑ (ต่อ)

ลำดับ	ปริมาณการผสม	เวลาน้ำการผสม
11	45000	1455
12	45000	4340
13	45000	3085
14	45000	2880
15	45000	2880
16	45000	5760
17	45000	4325
18	45000	2885
19	45000	4325
20	45000	4320
21	45000	2880
22	45000	4335
23	45000	2895
24	45000	2880
25	45000	2910
26	45000	4330
27	45000	4330
28	45000	4320
29	45000	2920
30	45000	4410
31	45000	2970
32	45000	4335
33	45000	4320
34	45000	1440
35	45000	5790
36	45000	5760
37	45000	4335
38	45000	2910
39	45000	2910

ตารางผนวกที่ ๗๑ (ต่อ)

ลำดับ	ปริมาตรการผสม	เวลาน้ำการผสม
40	45000	2895
41	45000	2970
42	45000	2905
43	45000	2910
44	45000	2910
45	45000	4340
46	45000	4680
47	45000	2890
48	45000	1460
49	45000	5970
50	45000	2900
51	45000	2890
52	45000	2890
53	45000	5970
54	45000	5970
55	45000	2895
56	45000	1455
57	45000	3090
58	45000	4330
59	45000	7230

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบสมมุติฐานเพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

ตารางผนวกที่ ค1 ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Group Tank	Mean		N		StDev		SE Mean		T-Value	P-Value	DF	95% CI
	System	Model	System	Model	System	Model	System	Model				
Oil												
1	2535	2295	68	6010	1234	1247	150	16	1.59	0.115	68	(-60, 541)
2	2696	2571	109	9699	1081	1757	103	18	1.19	0.237	114	(-83, 333)
3	2007	1745	26	2464	717	787	141	16	1.86	0.075	25	(-29, 554)
4	3065	3265	26	2500	1097	2155	215	43	-0.91	0.370	27	(-650, 250)
5	2140	1725	18	1664	911	845	215	21	1.93	0.071	17	(-40, 870)
6	2425	2234	92	8072	973	1195	101	13	1.86	0.066	94	(-13, 394)
7	3420	3667	12	711	1443	3056	417	115	-0.57	0.578	12	(-1188, 694)
8	4017	3556	14	719	1411	2977	377	111	1.17	0.262	15	(-379, 1297)
9	3750	3924	59	5081	1303	3328	170	47	-0.99	0.325	67	(-525, 177)