รายงานการวิจัย

การใช้การจำลองสถานการณ์ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา บริษัท ทีทีเอช เทรดดิ้ง จำกัด

Using Simulation for Process Improvement A case study of TTH Trading Co, Ltd

นายอุดม จันทร์จรัสสุข
นางสาวสโรชา เกษแก้ว

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ 2558
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย: การใช้การจำลองสถานการณ์ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต กรณีศึกษา บริษัท ทีทีเอช เทรดดิ้ง จำกัด

หัวหน้าโครงการวิจัย: ผศ.ดร.อุดม จันทร์จรัสสุข

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปกรณีศึกษา โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ เพื่อการหาคำตอบที่เหมาะสม (Simulation-Optimization) ปัญหาที่พบในโรงงานกรณีศึกษาคือ การผลิตไม่ทันตามวันที่กำหนด และการส่งมอบส่งงานล่าช้า สาเหตุหนึ่งเนื่องจากไม่มีระบบการจัดตารางการผลิตที่ชัดเจนโดยยังใช้ประสบการณ์ของผู้ประกอบการและคนงานในการจัดลำดับการผลิตเป็นหลัก และเนื่องจากระบบการผลิตมีความซับซ้อนและความไม่แน่นอนของข้อมูล จึงใช้แบบจำลองสถานการณ์ช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาและพฤติกรรมของระบบ และใช้เทคนิคการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติกส์ 4 วิธี ได้แก่ เข้าก่อนออกก่อน (First Come First Serve, FCFS) เวลากำหนดส่งงานเร็วสุด (Earliest Due Date,EDD) เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (Shortest Processing Time, SPT) และเวลาปฏิบัติงานมากสุด(Longest Processing Time, LPT) ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยอาศัยผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินโดยการจำลองสถานการณ์ เพื่อทำให้เวลาปิดงานของระบบ (Makespan) มีค่าน้อยที่สุด และเวลาส่งงานล่าช้ามีค่าน้อยที่สุด ผลการวิจัยพบว่าวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ LPT สามารถลดเวลาปิดงานของระบบจากเดิมเท่ากับ 8.34% และวิธีการจัดตารางการผลิตแบบ SPT สามารถลดเวลาล่าช้าเฉลี่ยจากเดิมเท่ากับ 73.99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Topic: Using Simulation for Process Improvement

A case study of TTH Trading Co, Ltd

Head of Research Team: **Asst.** Dr. Udom Janjarassuk (Ph.D.)

Industrial Engineering Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Abstract

This research presents a productivity improvement through simulation-optimization for an apparel factory. The problem of the factory is lateness on delivery because the scheduling is unsystematically due to personal experiences. Simulation is used to analyze the behavior of the present production that is complex and stochastics. Heuristics scheduling methods, i.e., First Come First Serve (FCFS), Earliest Due Date (EDD), Shortest Processing Time (SPT), and Longest Processing Time (LPT); are used to optimize the production processes, and the resulting systems are evaluated by simulation to minimize makespan and tardiness. The results showed that the LPT was the best scheduling method for providing an 8.34% reduction in makespan and the SPT was the best scheduling method for providing a 73.99% reduction in tardiness.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของการทำวิจัย 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม 4

2.1.1 ขั้นตอนในการจำลองสถานการณ์ 8

2.1.2 การจำลองปัจจัยนำเข้า 11

2.1.3 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง 13

2.1.4 การกำหนดจำนวนรอบของการจำลองสถานการณ์ 16

2.2 การจัดตารางการผลิต 17

2.2.1 วิธีการจัดตารางการผลิตโดยอาศัยกฎการจ่ายงาน 18

2.2.2 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิต 19

2.2.3 ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิต 21

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิต 21

2.3 บทสรุปจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 23

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 24

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา 25

3.1.1 กระบวนการผลิตของแผนกเย็บ 27

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 32

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 32

3.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ 33

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง 33

3.5.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง 33

3.5.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง 34

3.6 แนวทางการปรับปรุง 35

3.6.1 แผนผังแสดงเหตุและผล 35

3.6.2 การจัดตารางการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติกส์ 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6.3 การใช้โปรแกรม OptQuest เพื่อหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม.....37
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....38
4.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้า.....38
4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเชิงสถิติของการแจกแจงของเวลาระหว่างการมาถึงของคำสั่งซื้อของลูกค้า.....38
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเชิงสถิติของการแจกแจงของปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้า.....39
4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเชิงสถิติของการแจกแจงของเวลาในการเย็บ.....39
4.2 ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์.....41
4.3 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง.....45
4.3.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....45
4.3.2 ผลการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง.....46
4.4 ผลการหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมด้วย OptQuest.....47
4.4.1 ผลด้านเวลาปิดงานของระบบ.....48
4.4.2 ผลด้านเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ย.....48
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....49
เอกสารอ้างอิง.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อการจำลองสถานการณ์เพื่อการหาคำตอบที่เหมาะสม.....7

3.1 ข้อมูลเครื่องจักรในแผนกเย็บผ้า.....28

3.2 ขั้นตอนการเย็บและประเภทเครื่องจักรที่ใช้ในการเย็บเสื้อยืดคอกลม.....30

3.3 ขันตอนขันตอนการเย็บและประเภทเครื่องจักรที่ใช้ในการเย็บเสื้อโปโล.....30

3.4 การกำหนดค่าตัวแปรในโปรแกรม OptQuest.....37

4.1 รูปแบบการแจกแจงของเวลาระหว่างการมาถึงของคำสั่งซื้อของลูกค้า.....38

4.2 รูปแบบการแจกแจงของปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้า.....39

4.3 รูปแบบการแจกแจงเวลาในการเย็บเสื้อยืดคอกลม.....39

4.4 รูปแบบการแจกแจงเวลาในการเย็บเสื้อโปโล.....40

4.5 เวลาปิดงานของระบบและเวลาส่งงานล่าช้าของระบบจริงและแบบจำลองสถานการณ์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย....3

2.1 ความสัมพันธ์ของแบบจำลองสถานการณ์และการหาคำตอบที่เหมาะสม....6

2.2 ขั้นตอนการศึกษาโดยใช้การจำลองสถานการณ์....10

2.3 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง....14

3.1 ขั้นตอนดำเนินการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปของโรงงานกรณีศึกษา....26

3.2 ภาพรวมของกระบวนการผลิตในแผนกเย็บ....27

3.3 เสื้อยืดคอกลมและเสื้อโปโลจากแผนกเย็บของโรงงานกรณีศึกษา....27

3.4 แผนภูมิกระบวนการผลิตของเสื้อยืดคอกลม....29

3.5 แผนภูมิกระบวนการผลิตของเสื้อโปโล....31

3.6 กระบวนการจำลองสถานการณ์....33

3.7 แผนผังแสดงสาเหตุและผลของปัญหาการส่งงานล่าช้า....35

4.1 แบบจำลองในส่วนของการสร้างและกำหนดคุณสมบัติประจำตัวของคำสั่งซื้อ....42

4.2 แบบจำลองในส่วนของสถานีงาน....43

4.3 แบบจำลองย่อยในส่วนของการผลิต....43

4.4 แบบจำลองในส่วนของการบันทึกผล....44

4.5 ตัวอย่างภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์....45

4.6 แบบจำลองที่เพิ่มเติมในส่วนการเลือกกฎการจ่ายงาน....47

4.7 ผลการวิเคราะห์หากฎการจ่ายงานที่เหมาะสมผ่านแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้จากโปรแกรม OptQuest....47

4.8 เวลาปิดงานของระบบ....48

4.9 เวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ย....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มถือได้ว่าเป็นอีกหนึ่งอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย และจัดได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่สามารถสร้างรายได้ให้แก่ประเทศเป็นอย่างมาก อุตสาหกรรมประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นธุรกิจขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises: SMEs) ระบบการผลิตยังไม่ดี ผู้ผลิตส่วนใหญ่จะดำเนินการผลิตโดยอาศัยทักษะความชำนาญของคนงานเป็นหลัก ซึ่งสามารถผลิตสินค้าได้หลากหลายชนิดตามความต้องการของลูกค้า แต่มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยค่อนข้างสูง ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มมีการแข่งขันที่รุนแรง ทั้งยังต้องเผชิญหน้ากับความแปรปรวนของความต้องการของลูกค้าที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ [1] ภายใต้สภาวะการแข่งขันที่รุนแรงและการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วในปัจจุบันทำให้องค์กรธุรกิจต้องมีการปรับปรุงเชิงกลยุทธ์ทั้งด้านการผลิตและการจัดการที่จะทำให้สามารถผลิตสินค้าได้รวดเร็ว [2] สามารถส่งสินค้าให้ทันเวลาที่กำหนด มีต้นทุนการผลิตต่ำ คุณภาพสินค้าดี รวมถึงการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

บริษัท ทีทีเอช เทรดดิ้ง จำกัด เป็นโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Made to Order) ซึ่งสามารถรองรับการผลิตสินค้าที่มีความแตกต่างกันทั้งรูปแบบของสินค้า ปริมาณที่สั่งผลิต กระบวนการผลิต เวลาในการผลิต และกำหนดการส่งมอบ ทำให้ไม่สามารถคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าได้ เนื่องจากผู้ผลิตจัดตารางการผลิตโดยอาศัยประสบการณ์ ส่งผลให้ในช่วงที่มีคำสั่งซื้อเข้ามามากทำให้เกิดปัญหาการผลิตไม่ทันตามวันที่กำหนดและการส่งมอบงานล่าช้า หรืออาจต้องมีการเพิ่มกำลังการผลิตโดยให้คนงานทำงานล่วงเวลา รวมถึงต้องมีการทำสัญญาช่วงจากภายนอกเพื่อให้ส่งงานทันเวลา ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นรวมทั้งยังทำให้เวลาปิดงานของระบบมีค่ามากขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตนี้

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเห็นว่าการใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อการหาคำตอบที่เหมาะสม (Simulation-Optimization) สามารถนำมาใช้สำหรับโรงงานกรณีศึกษาได้อย่างเหมาะสม เหตุผลที่นำเทคนิคนี้มาใช้เนื่องจากระบบของโรงงานกรณีศึกษามีลักษณะที่ซับซ้อนและมีความไม่แน่นอนของข้อมูล (Stochastic) เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งการจำลองสถานการณ์สามารถนำมาวิเคราะห์ระบบที่มีลักษณะดังกล่าวได้ และสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้โดยอาศัยผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินจากแบบจำลองสถานการณ์

งานวิจัยนี้จะแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน คือส่วนการจำลองสถานการณ์ และส่วนของการหาคำตอบที่เหมาะสม โดยในส่วนการจำลองสถานการณ์จะทำการจำลองสถานการณ์ปัจจุบันของระบบจริงโดยใช้โปรแกรมอารีนา (Arena) ซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์ได้ใกล้เคียงกับระบบงานจริง รวมทั้งเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย และมีการแสดงภาพเคลื่อนไหวซึ่งทำให้ระบบการจำลองสถานการณ์นั้นเข้าใจได้ง่ายขึ้น และในส่วนของการหาคำตอบที่เหมาะสมจะใช้เทคนิคการจัดลำดับการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติกส์ โดยวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เวลาปิดงานของระบบน้อยที่สุด โดยขั้นตอนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาคำตอบที่ดีที่สุดของระบบจะอาศัยผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินโดยการจำลองสถานการณ์ ซึ่งถูกใช้เป็นตัววัดถึงความเหมาะสมของตัวแปรป้อนเข้า (input) และนำมาประมวลผลร่วมกับผลที่ได้จากการประเมินในครั้งที่ผ่านๆ มา แล้วทำการกำหนดชุดของตัวแปรนำเข้าชุดใหม่ เพื่อป้อนเข้าระบบของการจำลองสถานการณ์อีกครั้ง โดยกระบวนการทำงานทั้งหมดจะดำเนินไปจนกระทั่งได้คำตอบที่ดีที่สุด

งานวิจัยนี้จะนำเสนอเทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการจัดลำดับการผลิตโดยใช้วิธีฮิวริสติกส์ 4 วิธี ได้แก่ เข้าก่อนออกก่อน (First Come First Serve, FCFS) เวลากำหนดส่งงานเร็วสุด (Earliest Due Date, EDD) เวลาปฏิบัติงานน้อยสุด (Shortest Processing Time, SPT) และเวลาปฏิบัติงานมากสุด (Longest Processing Time, LPT) ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยอาศัยผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินโดยการจำลองสถานการณ์ เพื่อทำให้เวลาปิดงานของระบบ (Makespan) มีค่าน้อยที่สุด และเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ยน้อยที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของแผนกเย็บของบริษัทผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปกรณีศึกษา
2. เพื่อหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมจากการประเมินผลโดยการจำลองสถานการณ์และมีผลทำให้เวลาปิดงานของระบบและเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด

1.3 ขอบเขตของการทำวิจัย

1. ศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์หลักของโรงงานกรณีศึกษา 2 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เสื้อยืดคอกลม และเสื้อโปโล
2. ศึกษาเฉพาะกระบวนการเย็บของผลิตภัณฑ์เท่านั้น
3. ข้อมูลต่างๆ ในงานวิจัยนี้ เช่น เวลาการทำงานของงานแต่ละงาน เวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของงาน เป็นต้น จะใช้วิธีการจับเวลา แล้วนำมาหารูปแบบการแจกแจงที่เหมาะสม เพื่อให้แบบจำลองสถานการณ์สามารถทำงานเลียนแบบสถานการณ์จริงได้ และเก็บข้อมูลในช่วงเดือนกันยายน 2557 ถึง เดือนมกราคม 2558
4. ไม่พิจารณาเวลาที่เครื่องจักรเสีย หรือมีการซ่อมบำรุง
5. ตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพ ได้แก่ เวลาปิดงานของระบบ เวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของบริษัท ทีทีเอช เทรดดิ้ง จำกัด รวมถึงกระบวนการผลิต ขั้นตอนในการผลิต ลำดับขั้นตอนการผลิตในแต่ละผลิตภัณฑ์ ระบบการวางแผนและการจัดตารางการผลิต

2. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นจากระบบจริงเพื่อนำมาใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ ได้แก่ เวลาในการผลิตของแต่ละขั้นตอน ข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้า จำนวนเครื่องจักรที่ใช้งาน จำนวนคนงาน

3. สร้างแบบจำลองสถานการณ์สำหรับสถานการณ์สภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาโดยใช้โปรแกรม Arena

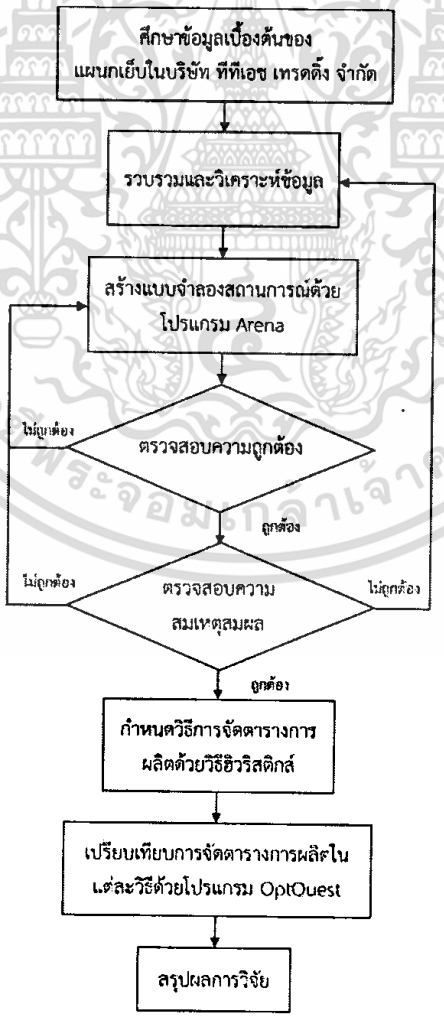
4. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ (Model Verification)

5. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองสถานการณ์ (Model Validation)

6. กำหนดวิธีการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติกส์

7. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิตระหว่างการจัดตารางการผลิตแบบเดิมและการจัดตารางการผลิตแบบใหม่โดยใช้โปรแกรม OptQuest

8. สรุปผลและเสนอแนวทางในการจัดตารางการผลิตสำหรับโรงงานกรณีศึกษา



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งได้แก่ การจำลองสถานการณ์เพื่อการหาคำตอบที่เหมาะสม และการจัดตารางการผลิต

2.1 การจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม (Simulation-Optimization)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการแก้ปัญหาในด้านต่างๆ เนื่องจากการจำลองสถานการณ์สามารถใช้ในการศึกษาระบบที่มีความซับซ้อนและมีธรรมชาติของความน่าจะเป็นของข้อมูลได้

Shannon (1975) [3] ได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์ว่า เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการใช้แบบจำลองนั้นเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริงภายใต้เงื่อนไขข้อกำหนดที่วางไว้ ซึ่งอาจทำได้โดยการเขียนโปรแกรมโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออาจใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะ เช่น โปรแกรม Arena ProModel SIMUL8 WITNESS เป็นต้น วิธีนี้ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ที่ได้อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดของปัญหา แต่จะทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถมองเห็นภาพรวมของระบบและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำระบบดังกล่าวไปปฏิบัติจริง เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ [4] และถือเป็นข้อได้เปรียบของวิธีการจำลองสถานการณ์เหนือจากการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว

ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์ปัญหา เช่น เบ็ญจพร (2552) [5] ได้นำเทคนิคการจำลองสถานการณ์มาสร้างระบบปัจจุบันและวิเคราะห์พฤติกรรมการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงระบบปัจจุบัน โดยทดลองปรับเปลี่ยนเงื่อนไขการทำงานและตัวแปรต่างๆ เพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม เทคนิคการจำลองสถานการณ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพียงเพื่อเป็นเครื่องมือในการประเมินผลลัพธ์สำหรับการตอบคำถามจำพวกการวิเคราะห์แบบเงื่อนไข (What-If Analysis) ซึ่งวิเคราะห์ในลักษณะที่ว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับระบบถ้ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรนำเข้า สมมติฐาน เงื่อนไข หรือข้อจำกัดต่างๆ โดยมีความคาดหวังว่าผลการประเมินที่ได้จะนำมาซึ่งคำตอบนั้นจะช่วยในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาของระบบ แต่ในกรณีที่ปัญหามีคำตอบหรือทางเลือกที่เป็นไปได้จำนวนมาก การวิเคราะห์หาคำตอบด้วยการจำลองสถานการณ์ไม่สามารถที่จะให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ [6]

จากข้อจำกัดของการจำลองสถานการณ์ตามที่กล่าวมา ประกอบกับพัฒนาการของระบบคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันที่ทำให้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมีศักยภาพและความสามารถในการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว ทำให้บุคคลกลุ่มหนึ่งเกิดแนวความคิดที่จะพัฒนาศักยภาพของการจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์หาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้ (Simulation-Optimization) โดยวิธีการนี้จะให้คำตอบที่จะทำให้ผลลัพธ์ของระบบที่ดีที่สุด โดยผลลัพธ์ดังกล่าวเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ภายใต้สถานการณ์ความน่าจะเป็น [7] ซึ่งพบว่าการแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้สามารถนำเสนอออกมาในรูปของชุดสมการคณิตศาสตร์ได้ [8] ดังนี้

Maximize (Minimize) $z = f(x)$ (2.1)

Subject to: $g(x) \leq 0$ (2.2)

$h(x) = 0$ (2.3)

$x \in X$

โดยที x คือตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

X คือเซตของคำตอบ

$f(x)$ คือฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$g(x)$ คือสมการข้อจำกัดที่ไม่เท่ากัน (Inequality Constraints)

$h(x)$ คือสมการข้อจำกัดที่เท่ากัน (Equality Constraints)

คำตอบที่ได้จะต้องสอดคล้องกับสมการข้อจำกัดทุกข้อ เพื่อหา x^* ซึ่งแทนคำตอบที่ดีที่สุด โดยที

$f(x^*) \geq f(x)$ สำหรับทุก $x \in X$ (การหาคำตอบที่มีค่ามากที่สุด)

$f(x^*) \leq f(x)$ สำหรับทุก $x \in X$ (การหาคำตอบที่มีค่าน้อยที่สุด)

Charnes et al. [9] ได้นำเสนอวิธีกำหนดสมการข้อจำกัดเชิงโอกาส (Chance Constraint Programming, CCP) เพื่อใช้แก้ปัญหาที่มีความไม่แน่นอนเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยที่ความไม่แน่นอนสามารถแสดงได้ในรูปแบบของการแจกแจงของความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ที่ถูกกำหนดด้วยระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) ที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (Risk Preference) โดยสามารถแสดงสมการข้อจำกัดเชิงโอกาสได้ดังนี้

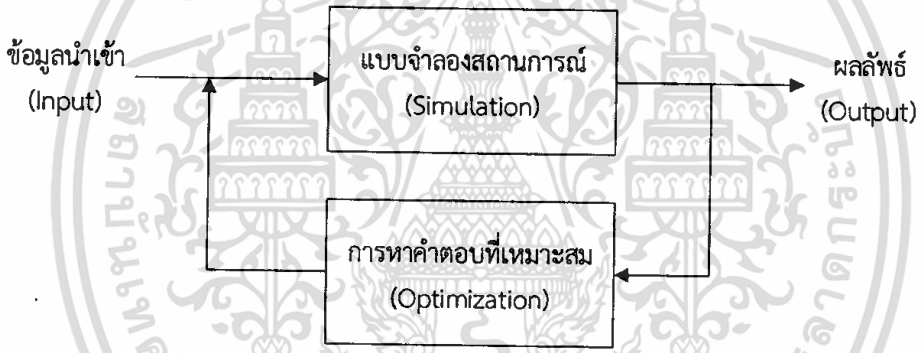
$$P\{f(x,\omega) \leq 0\} \geq \eta \quad (2.4)$$

โดยที $f(x,\omega) \leq 0$ คือสมการข้อจำกัดที่มีลักษณะเดียวกับปัญหาที่มีความแน่นอน (Deterministic Problem) แต่ในกรณีนี้ ω เป็นตัวแปรสุ่ม (Random Variables) ดังนั้นสมการ (2.4) ทีมี x เป็นตัวแปรตัดสินใจซึ่งใช้พิจารณาความไม่แน่นอนที่ระดับความเชื่อมั่น η โดยที $\eta \in (0,1)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตได้ว่า Simulation-Optimization มีลักษณะคล้ายคลึงการหาค่าเหมาะที่สุดแบบเฟ้นสุ่ม (Stochastic Optimization) ซึ่งในเชิงหลักการแล้ว วิธีการทั้งสองนี้มีความคล้ายคลึง และในทางปฏิบัติสามารถนำมาใช้ทดแทนกันได้ แต่ Simulation-Optimization จะเฉพาะเจาะจงนำมาใช้กับปัญหาที่ผลลัพธ์ของระบบได้มาจากการประเมินด้วยวิธีการใช้แบบจำลองสถานการณ์ ในขณะที่ Stochastic Optimization จะมีความหมายกว้างๆ ไม่เฉพาะเจาะจงกับที่มาของผลลัพธ์ว่าจะหามาได้ด้วยวิธีการใด

กระบวนการทำงานของการจำลองสถานการณ์เพื่อการหาคำตอบที่เหมาะสมแสดงดังรูปที่ 2.1 ในขั้นตอนของการหาคำตอบที่ดีที่สุด ระบบจะอาศัยผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินโดยการจำลองสถานการณ์ ซึ่งถูกใช้เป็นตัวชี้วัดถึงความเหมาะสมของข้อมูลนำเข้า (input) และนำมาประมวลผลร่วมกับผลลัพธ์ (output) ที่ได้จากการประเมินในครั้งที่ผ่านๆ มา แล้วทำการกำหนดชุดของปัจจัยนำเข้าชุดใหม่ เพื่อป้อนเข้าระบบของการจำลองสถานการณ์อีกครั้ง โดยกระบวนการทำงานทั้งหมดจะดำเนินไปจนกระทั่งระบบบรรลุเงื่อนไขของการหยุดหาคำตอบ (terminating condition) ด้วยเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่ง เป็นต้นว่าได้ผลลัพธ์ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้เบื้องต้น หรือบรรลุตามเงื่อนไขของระยะเวลาที่กำหนด [6]



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของแบบจำลองสถานการณ์ และการหาคำตอบที่เหมาะสม

โดยทั่วไปเทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมมักจะถูกนำไปใช้สำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อน และมีขนาดใหญ่ เพื่อใช้คำนวณหาค่าของชุดตัวแปรตัดสินใจ ที่จะทำให้ได้ค่าของฟังก์ชั่นเป้าหมายสูงที่สุด หรือต่ำที่สุดตามที่ต้องการ หรือในทางกลับกันเทคนิคนี้อาจถูกนำไปใช้เพื่อคำนวณหาค่าของตัวแปรตัดสินใจที่จะทำให้ได้ค่าผลลัพธ์ของระบบตามที่ต้องการ ตัวอย่างเช่น ใช้เพื่อกำหนดกระบวนการทำงาน (process optimization) กำหนดนโยบายการบริหารงาน (management policy optimization)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างซอฟต์แวร์ที่นิยมใช้ในการทำ Simulation-Optimization แสดงได้ดังตารางที่ 2.1 สิ่งที่ผู้ใช้ควรต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการนำซอฟต์แวร์เหล่านี้ไปใช้งานเพื่อแก้ปัญหาคือ ในทางปฏิบัติแล้ว ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้มากเกี่ยวกับ Simulation-Optimization หากแต่ความรู้ที่จำเป็นและควรจะต้องมีคือ ความสามารถในการทำความเข้าใจกับการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ซึ่งได้แก่ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น นอกจากนั้นได้แก่ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักการของการหาคำตอบที่เหมาะสม สำหรับวิธีการหรือเทคนิคที่ซอฟต์แวร์นั้นใช้ ความเข้าใจดังกล่าวเหล่านี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการ Simulation-Optimization โดยจะส่งผลให้เกิดความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้กับงานจริงได้อย่างได้ผล

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อการจำลองสถานการณ์เพื่อการหาคำตอบที่เหมาะสม [7]

โปรแกรมที่ใช้จำลองสถานการณ์	เครื่องมือในโปรแกรมที่ใช้หาคำตอบที่เหมาะสม	กลยุทธ์การค้นหาคำตอบ
AutoMod	AutoStat	ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ และขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม
Arena, Crystal Ball	OptQuest	วิธีค้นหาแบบกระจาย วิธีค้นหาแบบทาบู และ โครงข่ายประสาทเทียม
SIMUL8	OPTIMIZ	โครงข่ายประสาทเทียม
ProModel	SimRunner	ขั้นตอนวิธีเชิงวิวัฒนาการ และขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม
WITNESS	Optimizer	วิธีการจำลองการอบอ่อน และวิธีค้นหาแบบทาบู

ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม เช่น ศิวรักษ์ (2550) [10] ที่ใช้โปรแกรม Arena ในการจำลองสถานการณ์สำหรับการผลิตแผงวงจรชนิดอ่อนด้วย ทำการเปรียบเทียบกับการจัดลำดับงานด้วยวิธีเดิมกับวิธีฮิวริสติกส์ 3 วิธี เพื่อหาวิธีการจัดลำดับงานที่เหมาะสมที่ทำให้เวลาปิดงานของระบบน้อยที่สุด โดยที่แบบจำลองสถานการณ์สามารถเปรียบเทียบกับการผลิตจริง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เช่นเดียวกับงานวิจัยของ อรรถสิทธิ์ (2550) [11] ได้ทำการจำลองสถานการณ์ภายใต้เงื่อนไขความไม่แน่นอนของเวลาในการทำงาน สัดส่วนของความน่าจะเป็นที่ลูกค้าเปลี่ยนคำสั่งซื้อ จำนวนคำสั่งซื้อที่ยอมเปลี่ยนได้ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการจัดตารางการผลิต 8 วิธี และหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่ทำให้เวลาปิดงานของระบบน้อยที่สุดเช่นกัน รวมถึงงานวิจัยของ Holthaus (1997) [12] Horng (2002) [13] Kaban (2012) [14] Mittler (1999) [15] ที่ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธีการจัดลำดับการผลิตแบบตามสั่งโดยจำลองสถานการณ์ภายใต้ ความไม่แน่นอนของข้อมูล เพื่อหาวิธีการจัดลำดับการผลิตที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำเทคนิคการจำลองสถานการณ์มาใช้ร่วมกับการหาคำตอบที่ดีที่สุดถือเป็นเรื่องที่ท้าทายอย่างยิ่ง เนื่องจากปัญหาส่วนใหญ่ที่พบมักจะมีความซับซ้อน และความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์ และปัจจัยมีลักษณะไม่เป็นเส้นตรง ทำให้เป็นการยากที่จะหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นในส่วนของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ก็ถือเป็นเรื่องที่ท้าทายความสามารถของผู้สร้าง เนื่องจากต้องอาศัยศิลปะ ความสามารถ และประสบการณ์ในการสร้างแบบจำลอง อีกทั้งผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ ก็มีลักษณะของความไม่แน่นอนเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังจะเห็นได้ว่า ด้วยปัจจัยนำเข้าชุดเดียวกัน การจำลองสถานการณ์มักจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ส่วนในกระบวนการของการวิเคราะห์หาคำตอบที่ดีที่สุดสามารถทำได้โดยการเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะของปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา [6]

2.1.1 ขั้นตอนในการจำลองสถานการณ์

การจะนำเทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม ยังคงต้องให้ความสำคัญกับขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ สำหรับขั้นตอนในการจำลองสถานการณ์แสดงดังรูปที่ 2.2 โดยอ้างอิงจาก Banks et al. (2010) [16] โดยแบ่งขั้นตอนต่างๆ ออกเป็น 12 ขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดปัญหา (Problem Formulation)

การศึกษาปัญหาใดๆ นั้นจำเป็นต้องเข้าใจถึงปัญหาอย่างถ่องแท้ ต้องมีคำอธิบายปัญหาที่ชัดเจน และมีการตกลงระหว่างผู้ใช้งานและผู้วิเคราะห์ เพื่อให้เข้าใจปัญหาเดียวกันและหลีกเลี่ยงความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้น

2. การกำหนดวัตถุประสงค์และแผนการดำเนินงาน (Setting of objectives and overall project plan)

วัตถุประสงค์ใช้บ่งชี้ว่าการจำลองสถานการณ์ควรตอบคำถามใดบ้าง เช่น สามารถลดเวลาปิดงานของระบบด้วยวิธีใดบ้าง นอกจากนี้ควรมีการกำหนดแผนการดำเนินงานที่ชัดเจนและกำหนดเวลาของแต่ละขั้นตอนเพื่อหลีกเลี่ยงความล่าช้าที่อาจเกิดขึ้นได้

3. การสร้างแบบจำลองทางความคิด (Model conceptualization)

ศิลปะในการสร้างแบบจำลองขึ้นอยู่กับความสามารถในการแปลปัญหาและตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปใช้จริง ทางที่ดีที่สุดควรเริ่มจากการสร้างแบบจำลองอย่างง่ายและค่อยเพิ่มความซับซ้อนเข้าไป ซึ่งจะช่วยให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ง่ายขึ้น

4. การเก็บข้อมูล (Data collection)

การเก็บข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นและการสร้างแบบจำลองมีความเกี่ยวเนื่องกัน เมื่อแบบจำลองมีความซับซ้อนขึ้น ข้อมูลเดิมที่มีอยู่ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุด ดังนั้นควรเริ่มให้เร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ซึ่งข้อมูลที่ต้องการได้แก่ การแจกแจงเวลาที่คำสั่งซื้อเข้ามา การแจกแจงเวลาในการผลิตในแต่ละกระบวนการ การแจกแจงปริมาณคำสั่งซื้อในแต่ละผลิตภัณฑ์ จำนวนคนงานและเครื่องจักร และเวลาปิดงานของระบบ ณ ปัจจุบัน ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ซึ่งจำเป็นต่อการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Model translation)

แปลงแบบจำลองทางความคิดที่อธิบายพฤติกรรมของระบบให้เป็นแบบจำลองสถานการณ์ลงในโปรแกรมการจำลอง ในกรณีศึกษาจะใช้โปรแกรม Arena 14.0 ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

6. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Verification)

เป็นการตรวจสอบถึงแนวคิดในการสร้างแบบจำลอง (Conceptual Simulation Model/Model Assumption) ว่าได้ถูกถ่ายทอดและนำมาสร้างเป็นแบบจำลองในโปรแกรม (Computer program) ที่มีความถูกต้องหรือไม่

7. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model Validation)

เป็นกระบวนการในการพิจารณาถึงแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้สร้างขึ้นมีการนำเสนอออกมาได้คล้ายกับระบบจริงมากน้อยเพียงใด โดยจะอธิบายวิธีตรวจสอบถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลองในหัวข้อที่ 2.1.3

8. การออกแบบการทดลอง (Experimental design)

จากผลลัพธ์เบื้องต้นที่ได้ นักวิเคราะห์จะเสนอแนวทางเลือกหรือวิธีการปรับปรุงต่างๆ ทำการเลือกตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง และระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและระยะเวลาที่ต้องใช้ในการรันแบบจำลองสถานการณ์ ในงานวิจัยนี้เลือกวิธีการจัดตารางการผลิตในการปรับปรุงการทำงานของระบบโดยจะอธิบายในหัวข้อที่ 2.2

9. การรายงานผลและวิเคราะห์ผล (Production runs and analysis)

เป็นการรันแบบจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีการปรับปรุงแบบต่างๆ เพื่อหาค่าประมาณของผลลัพธ์หรือตัวชี้วัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

10. การตรวจสอบจำนวนครั้งการรัน (Number of replication analysis)

เป็นการวิเคราะห์ผลลัพธ์ทางสถิติที่ได้จากการรันโปรแกรมเพื่อตัดสินใจว่าคำตอบที่ได้มีความแปรปรวนอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้หรือไม่ หากมีช่วงสูงเกินไปควรเพิ่มจำนวนครั้งการรันเพื่อลดความแปรปรวน

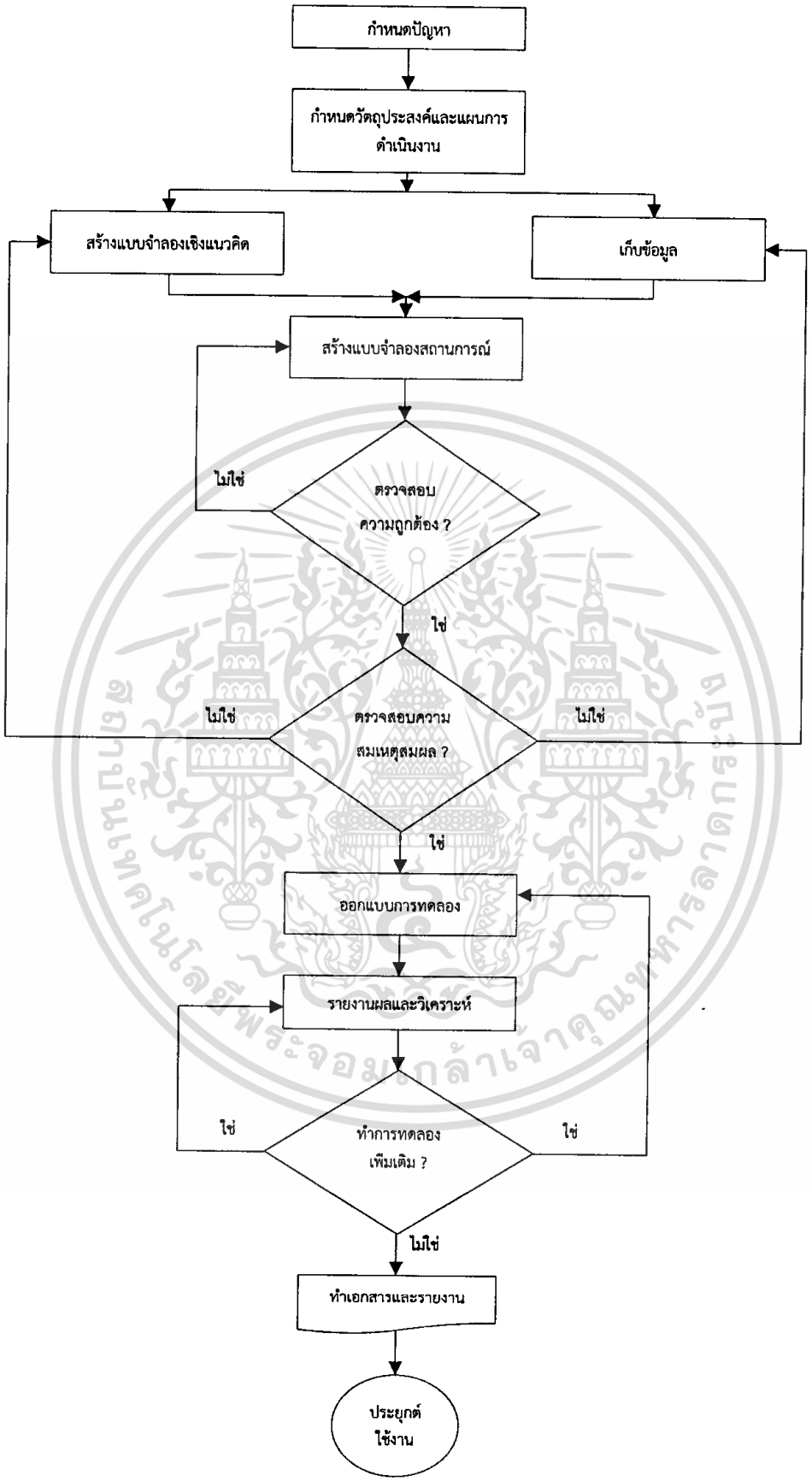
11. การทำเอกสารและรายงาน (Documentation and reporting)

ในส่วนนี้เป็นการสรุปผลทั้งหมด โดยมีความแตกต่างกันไปตามจุดประสงค์และลักษณะของงาน เอกสารที่จัดทำมีอยู่ 2 ประเภทคือ เอกสารรายละเอียดของแบบจำลอง และเอกสารรายงานความก้าวหน้า

12. การนำไปใช้งานจริง (Implementation)

ความสำเร็จในการนำไปใช้งานจริงขึ้นอยู่กับทั้ง 11 ขั้นตอนที่ได้กล่าวมาข้างต้น รวมไปถึงระดับความร่วมมือระหว่างผู้ใช้งานและที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการศึกษาโดยใช้การจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 การจำลองปัจจัยนำเข้า (Input Modeling)

การสร้างแบบจำลองนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการนำข้อมูลนำเข้าใส่ให้กับระบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบ เนื่องจากข้อมูลนำเข้าเป็นข้อมูลที่มีค่าไม่แน่นอน เพื่อหารูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล ดังนั้นการจำลองข้อมูลนำเข้าจึงมีความสำคัญกับแบบจำลองมาก เพราะถ้าผู้วิเคราะห์ใส่รูปแบบการแจกแจงที่ไม่ถูกต้องให้กับระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองก็จะผิดพลาดตามไปด้วย

1) การเก็บข้อมูล (Data Collection)

- วางแผนการเก็บข้อมูลให้ดีเนื่องจากขั้นตอนนี้อาจใช้เวลามากกว่าขั้นตอนอื่นๆ เช่น อาจต้องลงสนามไปเก็บข้อมูลเองด้วยนาฬิกาจับเวลาหรือการสัมภาษณ์ ใช้เวลาทำความคุ้นเคยและสื่อสารให้ชัดเจนว่าการศึกษาที่กำลังทำนั่นมีวัตถุประสงค์ใด ถ้ามีข้อมูลจากเอกสารที่เก็บไว้อยู่แล้วต้องมีการกลั่นกรองพิจารณาความสมจริง และคัดกรองข้อมูลก่อนนำมาใช้

- วิเคราะห์ข้อมูลในขณะที่ทำการเก็บข้อมูลด้วย

- รวบรวมข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- ตระหนักถึงความเป็นไปได้ของการคัดทิ้งตัวเองของข้อมูล หมายถึงกรณีที่ไม่สามารถเห็นข้อมูลบางส่วนเพราะระยะเวลาที่สังเกตไม่ยาวพอ

- ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลนำเข้าโดยวิธีการสร้างแผนภาพการกระจาย (Scatter diagram)

- พิจารณาความเป็นไปได้ของลำดับการเก็บข้อมูล ตรวจสอบค่าสหสัมพันธ์ภายในตัวเอง หากข้อมูลที่เก็บมาเป็นอิสระต่อกันก็อาจทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนไปมาก

- แยกแยะว่าตัวแปรใดเป็นข้อมูลนำเข้า และตัวแปรใดเป็นดัชนีชี้วัดหรือผลลัพธ์

2) การระบุการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลนำเข้า (Identifying the Distribution with data) ทำได้โดยการใช้แผนภาพฮีสโตแกรม กราฟ Q-Q หรือการเลือกกลุ่มของการแจกแจงความน่าจะเป็น เช่น การแจกแจงแบบปกติ การแจกแจงแบบปัวซอง การแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล การแจกแจงแบบแกมมา การแจกแจงแบบไวบูล การแจกแจงแบบเบต้า การแจกแจงแบบสม่ำเสมอ การแจกแจงแบบสามเหลี่ยม

3) การประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงมาตรฐาน (Parameter Estimation)

4) การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness-of-fit Test) เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลนำเข้ากับการแจกแจงความน่าจะป็นในแบบต่างๆ โดยมีสมมติฐานดังนี้

H_0: ข้อมูลนำเข้ามีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1: ข้อมูลนำเข้าไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

การทดสอบสมมติฐานคือหลังจากกำหนด H_0 และ H_1 แล้ว จะคำนวณค่าสถิติจากข้อมูลที่มี ค่าสถิตินี้บ่งชี้ว่าจะยอมรับกล่าวคือไม่สามารถปฏิเสธ หรือปฏิเสธ H_0 โดยมีการกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับนัยสำคัญ (Significance level, α) หมายถึงความน่าจะเป็นของความผิดพลาดประเภทที่ 1 ที่ปฏิเสธ H_0 ทั้งๆ ที่ H_0 เป็นจริง สามารถพิจารณายอมรับหรือปฏิเสธ H_0 ได้ 2 วิธีดังนี้

- เปรียบเทียบค่าสถิติกับค่าวิกฤติ (Critical Value) ซึ่งขึ้นกับขนาดของข้อมูลและระดับนัยสำคัญ ถ้าค่าสถิติน้อยกว่าค่าวิกฤติจะยอมรับ H_0 ถ้าไม่เช่นนั้นจะปฏิเสธ H_0
- นำค่าสถิติไปคำนวณค่า p-value คือค่าความน่าจะเป็นที่มีเงื่อนไขว่า H_0 เป็นจริง หาก p-value มากกว่าระดับนัยสำคัญ (α) จะยอมรับ H_0 ถ้าไม่เช่นนั้นจะปฏิเสธ H_0

การทดสอบสมมติฐานมีข้อจำกัด 2 ทางคือ หากมีจำนวนข้อมูลที่เก็บได้น้อย การทดสอบมีแนวโน้มที่จะไม่ปฏิเสธการแจกแจงประเภทใดเลย ในทางตรงกันข้ามหากมีข้อมูลจำนวนมาก การทดสอบมีแนวโน้มที่จะปฏิเสธการแจกแจงทุกประเภท ดังนั้นสำหรับการแจกแจงใดๆ ที่ต้องการทดสอบ ผลจากการไม่สามารถปฏิเสธการแจกแจงแบบนั้นๆ ได้เป็นส่วนหนึ่งของหลักฐานที่ว่าการแจกแจงแบบนั้นสามารถนำมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจได้เท่านั้น ด้วยข้อจำกัดสองด้านนี้ในเชิงปฏิบัติ ผู้วิเคราะห์ควรพิจารณาเปรียบเทียบฮีสโตแกรม และฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นเพิ่มเติมด้วย [17]

4.1) การทดสอบแบบไคสแควร์ (Chi-Square test)

เป็นการเปรียบเทียบฮีสโตแกรมของข้อมูลที่เก็บได้กับกราฟของฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นของการแจกแจงที่สนใจซึ่งเป็นตัวแทนของข้อมูลจริง โดยใช้สถิติทดสอบดังนี้

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \qquad (2.5)$$

โดยที O_i คือความถี่ของค่าสังเกตได้ในช่วง i
E_i คือความถีคาดหวังในแต่ละช่วง i
k คือจำนวนกลุ่ม ช่วง ระดับชั้น

การแจกแจงตัวอย่างของ χ^2 จะเข้าใกล้กับการแจกแจงแบบไคสแควร์ที่องศาความเป็นอิสระ k-s-1 เมื่อ s แทนด้วยจำนวนพารามิเตอร์ของการประมาณการแจกแจงสมมติฐาน และจะปฏิเสธสมมติฐานเมื่อ $\chi^2 > \chi_{\alpha,k-s-1}^2$

สำหรับการประยุกต์ใช้จริงนั้น Mann et al. (1942) [18] Gumbel (1943) [19] Law et al. (2000) [20] และ Stuart et al. (1998) [21] ได้กล่าวว่าไม่มีวิธีการที่แน่นอนสำหรับการหาช่วงของข้อมูล ถ้าใช้ความน่าจะเป็นเท่ากันคือ $p_i = 1/k$ ดังนั้นนักวิจัยจึงแนะนำให้ให้ใช้จำนวนช่วงได้ดังสมการ 2.4 และสามารถคำนวณ k ได้ดังสมการ 2.5

$$E_i = np_i \geq 5 \text{ หรือ } \frac{n}{k} \geq 5 \qquad (2.6)$$

$$k \leq \frac{n}{5} \qquad (2.7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2) การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test) ใช้กับข้อมูลที่มีมาตรวัดอย่างน้อยแบบเรียงลำดับ (Ordinal Scale) และจะใช้เมื่อตัวแปรที่สนใจมีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง Bank et al. (2010) [16] สรุปไว้ว่าการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟมีประสิทธิภาพในการทดสอบมากกว่า การทดสอบแบบไคสแควร์ เนื่องจากสามารถประยุกต์ใช้งานได้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก ในขณะที่การทดสอบไคสแควร์เหมาะสำหรับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่หรือมากกว่า 50 ตัวอย่างขึ้นไป

ตัวสถิติทดสอบ คือ $$D = Max\{D^+, D^-\} \quad (2.8)$$

เมื่อ $$D^+ = Max_{1 \le i \le n}\left\{\frac{1}{n} - F(\text{ }_{(i)})\right\} \quad (2.9)$$

และ $$D^- = Max_{1 \le i \le n}\left\{F(\text{ }_{(i)}) - \left(\frac{i-1}{n}\right)\right\} \quad (2.10)$$

โดยที่ $F(\text{ }_{(i)})$ เป็นฟังก์ชันการแจกแจงความน่าจะเป็นสะสม

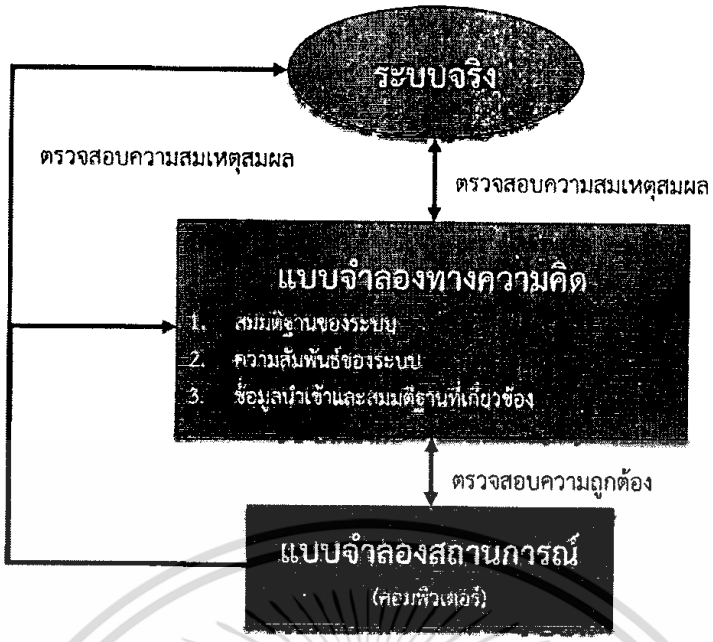
x_i เป็นข้อมูลลำดับที่ i เมื่อเรียงลำดับข้อมูลจากน้อยไปมาก Law (1982) [22] ให้ตารางค่าวิกฤติตัวสถิติโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญต่างๆ

การทดสอบทั้ง 2 วิธีสามารถทำได้ในโปรแกรมจำลองที่มีเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูล จึงทำให้สะดวกและไม่ต้องคำนวณมือ โดยโปรแกรมจะรายงานผลการทดสอบโดยใช้ค่า P-value อย่างไรก็ดี การแจกแจงที่มีค่า P-value มากที่สุดอาจไม่ใช่การแจกแจงที่เหมาะสมที่สุดเสมอไป ในการวิเคราะห์ควรคำนึงด้วยว่าโปรแกรมไม่ทราบลักษณะทางกายภาพของข้อมูลที่เก็บได้ และข้อมูลในแต่ละประเภทมีความเหมาะสมกับการแจกแจงความน่าจะเป็นที่แตกต่างกัน เพราะค่า P-value เป็นเพียงตัวเลขค่าสรุปทางสถิติ แต่ไม่ได้บอกว่าส่วนไหนของการแจกแจงที่แตกต่างจากข้อมูลจริง ซึ่งอาจเกิดขึ้นที่ส่วนหางทางซ้ายหรือทางขวา ดังนั้นในบางครั้งจำเป็นต้องใช้กราฟต่างๆ เช่น กราฟ Q-Q กราฟ P-P เพื่อระบุการแจกแจงที่เหมาะสมควบคู่ไปด้วย

2.1.3 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

ข้อผิดพลาดที่พบบ่อยในการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองสถานการณ์คือผู้วิเคราะห์มักสนใจในเครื่องมือที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์มากกว่าโจทย์ของระบบที่ต้องการศึกษา ทำให้ละเลยวัตถุประสงค์ที่แท้จริงคือการใช้แบบจำลองสถานการณ์ในการเลียนแบบพฤติกรรมของระบบจริง ดังนั้นสิ่งที่สำคัญในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์คือการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ซึ่งเป็นหน้าที่ของนักวิเคราะห์ที่จะพิสูจน์ให้ได้ว่าแบบจำลองเป็นที่ยอมรับ แม้ว่าการตรวจสอบความถูกต้องและการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองอาจดูเหมือนว่ามีความหมายเหมือนกัน แต่สำหรับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ สองสิ่งนี้ค่อนข้างจะมีความแตกต่างกันเป็นอย่างมาก ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2.3 [17] [23] โดยวิธีการตรวจสอบสามารถแบ่งได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

1. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Verification)

เป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองสถานการณ์ในคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation model) นั้นตรงกับแบบจำลองในกรอบความคิด (Conceptual Model) หรือไม่ โดยเทคนิคการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้นมีมากมาย ซึ่งสามารถสรุปเทคนิคต่างๆ ของ Law (2007) [24] Banks et al. (2010) [16] และ Altiok (2007) [25] ได้ดังนี้

- อธิบายแบบจำลองให้ผู้ใช้งานฟังอย่างละเอียดทีละโมดูลและให้ผู้ใช้งานช่วยตรวจสอบแบบจำลอง

- สร้างแผนผังการไหล (flow diagram) ซึ่งประกอบด้วยตรรกะและกิจกรรมทั้งหมดของระบบก่อนสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบการทำงานของแบบจำลอง

- ควรสร้างแบบจำลองโดยใช้กลยุทธ์การแบ่งส่วน (Divide and Conquer Approach) โดยแบ่งแบบจำลองออกเป็นแบบย่อย (Submodel) แล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานในแต่ละแบบย่อย

- หากใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่มีภาพเคลื่อนไหว (Animation) ให้สร้างภาพเคลื่อนไหวเพื่อติดตามการไหลของเอนทิตีในระบบว่าถูกต้องตามตรรกะของระบบที่คาดการณ์ไว้หรือไม่ และใช้สังเกตแต่ละสถานะของทรัพยากร เช่น เมื่อเครื่องจักรว่างงาน เมื่อเครื่องจักรทำงาน เป็นต้น

- ตรวจสอบจำนวนเอนทิตีในระบบว่าสอดคล้องกับค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันแจกแจงที่ระบุไว้หรือไม่

- ให้มีการไหลเข้า 1 ครั้งแล้วติดตามสิ่งนี้ไปตลอดทางในระบบ เช่น สังเกตว่าใช้ทรัพยากรในระบบถูกหรือไม่ เวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีเป็นอย่างไร มีเส้นทางการเดินถูกหรือไม่

- ตรวจสอบว่าผลลัพธ์สอดคล้องกับข้อมูลนำเข้าหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลนำเข้าหลายชุดเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ให้แบบจำลองแสดงข้อมูลนำเข้าที่ใช้ทั้งหมดในโปรแกรม เพื่อตรวจสอบว่าใส่ข้อมูลพารามิเตอร์ของฟังก์ชันการแจกแจงถูกต้องตามรายงานที่บันทึกไว้หรือไม่

- บันทึกรายงานการสร้างแบบจำลองในทุกด้าน เช่น คำจำกัดความของตัวแปร ความหมายของตัวแบบย่อย และขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบ

- ทดลองประมวลผลแบบจำลองภายใต้สถานการณ์สุดโต่ง เช่น ให้เวลาในการผลิตทุกสถานีเป็นค่าคงที่ ค่าน้อยที่สุด หรือค่ามากที่สุด แล้วสังเกตว่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามตรรกะของระบบที่คาดการณ์ไว้หรือไม่

- ใช้อุปกรณ์ช่วยแก้ไขข้อบกพร่อง (Interactive run controller หรือ Debugger) ในการตรวจสอบการทำงานของแบบจำลอง โดยสามารถตรวจสอบขณะที่แบบจำลองกำลังรันอยู่ได้ สามารถกำหนดค่าใหม่ให้กับตัวแปรเมื่อโปรแกรมหยุดทำงาน และตรวจสอบกับค่าตัวแปรและค่าสถิติที่สนใจ

2. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model Validation)

เป็นการทดสอบความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมของแบบจำลองกับระบบงานจริง เพื่อให้มั่นใจว่าแบบจำลองสามารถเป็นตัวแทนของระบบที่ศึกษาในระดับความละเอียดที่เหมาะสมต่อการตัดสินใจ ดังนั้นควรพัฒนาแบบจำลองและตรวจสอบความสมเหตุสมผลก็ต่อเมื่อนิยามคำถามที่ต้องการตอบอย่างชัดเจน ขั้นตอนทั่วไปประกอบด้วยการเก็บข้อมูล เช่น ค่าพารามิเตอร์ของข้อมูลนำเข้า ตัววัดประสิทธิภาพต่างๆ และเปรียบเทียบค่าดังกล่าวกับผลที่ได้จากแบบจำลอง

Naylor (1967) [26] ได้เสนอขั้นตอนการตรวจสอบความสมเหตุสมผลทั้งหมด 3 ขั้นตอนที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางดังนี้

- สร้างแบบจำลองที่มีความสมเหตุสมผลในมุมมองผู้ใช้งานสูง
- ตรวจสอบของสมเหตุสมผลของสมมติฐาน
- เปรียบเทียบตัวแปรนำเข้ากับผลลัพธ์ที่ได้ของแบบจำลองกับระบบจริง

โดยขั้นตอนการตรวจสอบความสมเหตุสมผลมีรายละเอียดดังนี้ [16]

1. ความสมเหตุสมผลในมุมมองของผู้ใช้งาน (Face Validity) คือการสร้างแบบจำลองที่ผู้ใช้งานและผู้เชี่ยวชาญระบบเห็นพ้องต้องกันว่ามีความสมเหตุสมผล โดยทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่การสร้างแบบจำลองทางความคิด ทำให้ขั้นตอนในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลรวดเร็วขึ้น เพราะผู้ใช้งานมีส่วนเกี่ยวข้องตั้งแต่เริ่มต้น

2. ความสมเหตุสมผลของสมมติฐาน (Validation of Model Assumption) โดยสมมติฐานแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ สมมติฐานด้านโครงสร้าง เป็นสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบจริง โดยสมมติฐานนี้ควรมีการตรวจสอบจากการสังเกตการทำงานของระบบในช่วงเวลาที่สนใจและสัมภาษณ์ผู้ให้บริการหรือผู้ดูแลระบบเกี่ยวกับนโยบายเพื่อให้สามารถพัฒนาระบบให้เหมือนกับสถานการณ์จริงมากที่สุด สมมติฐานที่สองคือ สมมติฐานด้านข้อมูล เป็นสมมติฐานที่เกี่ยวกับข้อมูลที่เก็บได้และการวิเคราะห์ความถูกต้องทางสถิติของข้อมูล โดยสามารถใช้การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Test of goodness of fit) เพื่อทดสอบการแจกแจงของข้อมูลที่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความสมเหตุสมผลของการแปลงค่าตัวแปรนำเข้าและผลลัพธ์ (Validation Input-Output Transformation) ในขั้นตอนนี้แบบจำลองจะถูกมองว่าเป็นการแปลงข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์ นั่นคือแบบจำลองนำเข้าข้อมูลชุดหนึ่ง แล้วทำการประมวลผลออกมาเพื่อหาผลลัพธ์ที่ใช้ชี้วัดประสิทธิภาพของระบบ โดยอาจทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแบบจำลองกับระบบจริงภายใต้ข้อมูลชุดเดียวกัน

4. ความสมเหตุสมผลของค่าตัวแปรนำเข้าและผลลัพธ์ด้วยข้อมูลในอดีต (Input-Output Validation: Using Historical Input Data) เป็นการใช้ข้อมูลในอดีตที่แท้จริงมาใช้แทนตัวแปรนำเข้าเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองและระบบจริง

5. ความสมเหตุสมผลของค่าตัวแปรนำเข้าและผลลัพธ์ด้วยการทดสอบแบบทัวริง (Input-Output Validation: Using a Touring Test) เมื่อการทดสอบทางสถิติไม่สามารถใช้งานได้จึงใช้ความรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับพฤติกรรมของระบบในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองกับผลลัพธ์ของระบบ

2.1.4 การกำหนดจำนวนรอบของการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์นั้นจำเป็นต้องมีการกำหนดรอบของการรัน หรือการประมวลผลให้เพียงพอเพื่อลดความแปรปรวนของผลลัพธ์ การหาจำนวนรอบในการการจำลองสถานการณ์ (Number of replications) สามารถทำได้โดยการกำหนดจำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์เริ่มต้น แล้วทำการประมวลผลตามความยาวของการรัน (Replication Length) ที่ต้องการ จากนั้นนำค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการประมวลผล มาคำนวณหาจำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์ที่เหมาะสมได้จากสมการที่ (2.11) [27]

$$R \geq \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},R_0-1} S_0}{\varepsilon} \right)^2 \qquad (2.11)$$

โดยที R คือจำนวนรอบในการจำลองสถานการณ์

$t_{\frac{\alpha}{2},R_0-1}$ คือค่าการแจกแจงแบบ t ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 1-α และองศาอิสระ R_0-1

S_0 คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการจำลองสถานการณ์เบื้องต้น

ε คือค่าความคาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

นอกจากนี้ยังสามารถประมาณจำนวนรอบการจำลองสถานการณ์ด้วยขนาดการสุ่มของอัตราส่วนค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (Half Width Ratio Sample Size) ดังสมการที่ (2.12)

$$R \cong R_0 \frac{{h_0}^2}{h^2} \qquad (2.12)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที h_0 คือค่าความผิดพลาดที่ได้จากการกำหนดรอบการจำลองสถานการณ์เบื้องต้น R_0

h คือค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ $1-\alpha$

จากสมการข้างต้นจะเห็นได้ว่าหากไม่ต้องการให้มีค่าความคาดเคลื่อนเกิดขึ้นเลยต้องกำหนดรอบการจำลองสถานการณ์ที่อนันต์ (infinity) ซึ่งไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นผู้ทดลองต้องกำหนดค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ยที่สามารถยอมรับได้เอง

2.2 การจัดตารางการผลิต (Scheduling)

การจัดตารางการผลิตเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนการผลิต ซึ่งเป็นการจัดลำดับกิจกรรมว่าใครเป็นผู้ดำเนินการ โดยเครื่องจักรใด เริ่มทำงานเมื่อไร ตั้งแต่เวลาใดถึงเวลาใด และมีปริมาณมากน้อยเพียงใด การจัดตารางการผลิตถือได้ว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการผลิต กล่าวคือ หากวิธีการจัดตารางการผลิตที่ใช้มีประสิทธิภาพต่ำก็จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และอาจนำมาซึ่งปัญหาทางด้านการผลิตมากมาย เช่น การส่งมอบงานล่าช้า การใช้งานเครื่องจักรที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ เป็นต้น [28] โดยปกติการจัดตารางการผลิตเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงนั้นไม่ใช่งานที่ทำได้โดยง่าย เนื่องจากมีความยุ่งยากซับซ้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตของสินค้าที่มีหลากหลายประเภทและมีขั้นตอนการผลิตมากกว่าหนึ่งขั้นตอนดังโรงงานกรณีศึกษา การจัดตารางการผลิตที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดจะสามารถทำได้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แต่จากงานวิจัยของปิยะ (2547) [29] พบว่าเมื่อเป็นปัญหาขนาดใหญ่ที่มีตัวแปรและข้อจำกัดเป็นจำนวนมาก วิธีการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดภายในเวลาที่เหมาะสม จึงแนะนำให้ใช้วิธีการฮิวริสติกส์ เนื่องจากใช้เวลาในการประมวลผลหาคำตอบน้อยกว่าและให้ค่าผลลัพธ์ที่ดี โดยเปอร์เซ็นต์ผลต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์และวิธีการฮิวริสติกส์มีค่าไม่เกิน 10% ดังนั้นวิธีการฮิวริสติกส์จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสำหรับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและมีขนาดใหญ่อย่างการจัดลำดับการผลิตแบบตามสั่ง โดยอาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่จำกัด ซึ่งสามารถใช้ในการหาคำตอบได้ค่อนข้างถูกต้อง แต่ไม่ได้รับประกันว่าจะได้คำตอบที่ดีที่สุด แต่ก็มีการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้วนำวิธีฮิวริสติกมาหาคำตอบ เพื่อลดเวลาปิดงานของระบบ เช่น งานวิจัยของกัญชลา (2551) [30] ได้จัดตารางการผลิตเครื่องจักรขนาน กรณีลำดับการผลิตมีผลต่อเวลาติดตั้งเครื่องจักร และมีข้อจำกัดของเครื่องจักรคือ งานบางงานไม่สามารถผลิตบนเครื่องจักรบางเครื่องได้

การจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติกส์มีหลายวิธี โดยวิธีที่นิยมใช้วิธีการหนึ่งในปัจจุบันคือ วิธีการจัดตารางการผลิตโดยอาศัยกฎการจ่ายงาน (Dispatching Rules) ซึ่งถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจเพื่อเลือกงานที่จะทำในลำดับถัดไป เมื่อเครื่องจักรเริ่มเดินเปล่า และมีงานตั้งแต่ 2 งานขึ้นไปคอยรับการบริการอยู่หน้าเครื่องจักรเครื่องเดียวกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ตัววัดสมรรถนะของระบบมีค่าที่ดีที่สุดในระยะยาว หรืออย่างน้อยที่สุดเป็นที่ยอมรับได้ [31]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 วิธีการจัดตารางการผลิตโดยอาศัยกฎการจ่ายงาน (Dispatching Rules) เช่น

1. มาก่อนทำก่อน (First Come First Serve, FCFS) พิจารณาจากงานที่เข้ามายังหน่วยผลิตก่อนจะถูกเลือกก่อน เหมาะสมเป็นพิเศษสำหรับงานบริการ

2. มาหลังทำก่อน (Last Come First Serve, LCFS) พิจารณาจากงานที่เข้ามายังหน่วยผลิตทีหลังจะถูกเลือกก่อน

3. เวลากำหนดส่งงานเร็วสุด (Earliest Due Date, EDD) พิจารณาจากกำหนดส่งงานที่ถึงกำหนดก่อนจะถูกเลือกก่อน กฎดังกล่าวนี้จะใช้ได้ดีกรณีที่แต่ละงานมีเวลาผลิตโดยประมาณเท่าๆ กัน ในกรณีที่ทำการผลิตบนหน่วยผลิตหน่วยเดียวจะส่งผลให้ระดับบริการลูกค้าดีกว่า ช่วยลดเวลาสายของงานได้

4. เวลาการผลิตสั้นที่สุด (Shortest Processing Time, SPT) พิจารณาจากงานที่มีเวลาการผลิตสั้นที่สุดก่อน โดยปกติกฎดังกล่าวนี้จะส่งผลให้งานระหว่างผลิตน้อยที่สุด เวลาเฉลี่ยในการแล้วเสร็จของงานน้อยที่สุด และความล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด หากว่ากฎดังกล่าวนี้ไม่ได้ถูกนำไปใช้ร่วมกับกฎเวลากำหนดส่งงานเร็วสุด งานที่มีเวลาผลิตยาวสามารถถูกจัดให้สายที่สุด

5. เวลาการผลิตยาวที่สุด (Longest Process Time, LPT) พิจารณาจากงานที่มีเวลาการผลิตยาวที่สุดก่อน ซึ่งตรงข้ามกับกฎเวลาผลิตสั้นที่สุด เหมาะสำหรับการลดการเปลี่ยนหรือติดตั้งเครื่องจักรใหม่

6. เวลาการผลิตเหลือน้อยที่สุด (Least Work Remaining, LWKR) พิจารณาจากงานที่มีเวลาการผลิตเหลือน้อยที่สุด จะสามารถทำให้บรรลุความสำเร็จตามวัตถุประสงค์คล้ายๆ กับกฎเวลาการผลิตสั้นที่สุด เมื่องานส่วนใหญ่มีกระบวนการที่เหมือนกัน

7. เวลาการผลิตเหลือมากที่สุด (Most Work Remaining, MWKR) พิจารณาจากงานที่มีเวลาการผลิตเหลือมากที่สุด ซึ่งตรงข้ามกับกฎเวลาการผลิตเหลือน้อยที่สุด เป็นเกณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์ให้แต่ละงานเสร็จเร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ หรือมีแนวโน้มจะทำให้ช่วงเวลาปิดงานของระบบมีค่าน้อยลง

8. ผลคูณของค่าเวลาการทำงานทั้งหมดน้อยที่สุด (Smallest Value Obtained by Multiplying Time with Total Processing) พิจารณาจากการทำงานที่มีผลคูณของค่าเวลาการทำงานของขั้นตอนการทำงานที่พิจารณากับค่าการทำงานทั้งหมดของงานที่น้อยสุดก่อน ตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องคือเวลารวมของการผลิตที่ทำการผลิตทั้งหมดในระบบ

9. กฎฮิวริสติกส์แบบผสมผสาน (Hybrid Heuristics) เป็นการนำเอากฎการจ่ายงานที่ดีอันดับหนึ่งและอันดับที่สองมาจัดตารางการผลิตใหม่โดยให้คะแนนในสัดส่วนที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการจัดตารางการผลิต

เป้าหมายโดยทั่วไปสำหรับการจัดตารางการผลิต คือการจัดให้เวลาที่ใช้ในการผลิตเป็นไปตามความต้องการของตัวชี้วัดประสิทธิภาพ เพื่อให้ง่ายในการอธิบายให้เข้าใจถึงการคำนวณตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิตที่กำหนดขึ้น จะสมมติตัวแปรต่างๆ สำหรับข้อมูลป้อนเข้าดังนี้ [32]

n แทน จำนวนงานที่ระบบทำการกำหนดตารางการผลิต

m แทน จำนวนหน่วยผลิต

P_{ik} แทน เวลาผลิตของงาน i บนหน่วยผลิต k

r_i แทน เวลาเริ่มดำเนินการของงาน i

d_i แทน วันกำหนดส่งของงาน i

w_i แทน น้ำหนักความสำคัญของงาน i

และสำหรับตารางการผลิตที่ได้กำหนดขึ้น เราจะกำหนดตัวแปรเพื่อใช้วัดผลการกำหนดตารางการผลิต ดังนี้

C_i = เวลาแล้วเสร็จของงาน i

F_i = เวลางานในระบบของงานที่ i โดยที่ $F_i > 0$ และ $F_i = C_i - r_i$

L_i = เวลาของงานที่เสร็จก่อนหรือหลังเวลาที่กำหนดของงาน i โดยที $L_i = C_i - d_i$
ถ้า $L_i < 0$ หมายถึง เวลาเสร็จงานก่อนกำหนด (Earliness)
ถ้า $L_i > 0$ หมายถึง เวลาเสร็จงานหลังกำหนด (Lateness)

T_i = เวลาส่งไม่ทันกำหนดของงาน i โดยที $T_i = max\ (0, L_i)$

q_{ik} = เวลางาน i รอคอยเครื่องจักร k

δ_i = $\begin{cases} 1, \text{ถ้างาน } i \text{ เป็นงานที่ส่งทันกำหนด} \\ 0, \text{ถ้างาน } i \text{ เป็นงานที่ส่งไม่ทันกำหนด} \end{cases}$

C_{max} = เวลาแล้วเสร็จสูงสุดจากทุกๆ งานหรือ เวลาปิดงานของระบบ

L_{max} = เวลาเบี่ยงเบนสูงสุดจากทุกๆ งาน

T_{max} = เวลาส่งไม่ทันกำหนดสูงสุดจากทุกๆ งาน

U = อัตราการใช้งานของทรัพยากร

สำหรับตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิตสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

1. เวลาการไหลของงานในระบบเฉลี่ย (Mean Flow Time) วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดลำดับการผลิตให้ได้เวลาการไหลของงานเฉลี่ยต่ำสุด คำนวณได้ดังสมการที่ (2.13)

$$\bar{F} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} F_i \qquad (2.13)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เวลาปิดงานของระบบ (Makespan) คือเวลาแล้วเสร็จของงานที่มีเวลาแล้วเสร็จช้าที่สุดในรอบการจัดตารางการผลิตแต่ละรอบ (Maximum Completion Time) วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดตารางการผลิตให้ได้เวลาแล้วเสร็จช้าที่สุดในรอบการจัดตารางการผลิตแต่ละรอบต่ำสุด คำนวณได้ดังสมการที่ (2.14)

$$C_{max} = max_{i=1,\dots,n}\{C_i\} \tag{2.14}$$

3. อัตราการใช้งานทรัพยากร (Utilization) หมายถึง สัดส่วนระหว่างเวลาที่ทรัพยากรทำงานกับเวลามากที่สุดที่ทรัพยากรสามารถทำงานได้ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดตารางการผลิตให้ได้ค่าอัตราการใช้งานทรัพยากรสูงสุด คำนวณได้ดังสมการที่ (2.15)

$$\text{อัตราการใช้งานทรัพยากร} = \frac{\text{ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการทำงานจริงบนทุกเครื่องจักร}}{\text{เวลาที่เครื่องจักรมีอยู่ในระบบทั้งหมด}}$$

$$U = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{m} \text{ }}{C_{max} \times m} \tag{2.15}$$

4. เวลาเสร็จงานก่อนหรือหลังเฉลี่ย (Mean Lateness) วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดตารางการผลิตให้ได้เวลาเสร็จงานก่อนหรือหลังเฉลี่ยต่ำสุด คำนวณได้ดังสมการที่ (2.16)

$$\bar{L} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} L_i \tag{2.16}$$

5. เวลางานล่าช้าเฉลี่ย (Mean Tardiness) วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดตารางการผลิตให้ได้เวลางานล่าช้าเฉลี่ยต่ำสุด คำนวณได้ดังสมการที่ (2.17)

$$\bar{T} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} T_i \tag{2.17}$$

6. จำนวนงานล่าช้า (Number of Tardy Job, NT) คือจำนวนงานที่ส่งมอบไม่ทันเวลากำหนดส่งมอบ วัตถุประสงค์ของการจัดตารางการผลิตคือ การจัดตารางการผลิตให้ได้จำนวนงานล่าช้าต่ำสุด คำนวณได้ดังสมการที่ (2.18)

$$NT = \sum_{i=1}^{n} \delta_i \tag{2.18}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ข้อจำกัดในการจัดตารางการผลิต (Constrain) คือเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาในการจัดตารางการผลิต [31] ได้แก่

1. ลำดับการดำเนินการ (Precedence) ในงานแต่ละงานนั้นมีลำดับของขั้นตอนการทำงานอยู่ ดังนั้นการจัดตารางการผลิต การทำงานขั้นตอนแรกต้องถูกกระทำก่อนการทำงานขั้นตอนถัดไป โดยไม่สามารถจัดข้ามขั้นตอนได้

2. การทดแทนกันได้ของทรัพยากร (Resource Replacement) โดยทั่วไปในการผลิตจะมีทรัพยากรบางอย่างที่สามารถทดแทนกันได้ ดังนั้นการจัดลำดับการผลิต ถ้าหากมีทรัพยากรบางตัวไม่ว่างก็สามารถนำทรัพยากรตัวอื่นๆ ที่สามารถทดแทนได้และว่างอยู่มาทำงานแทนทำให้ได้ลำดับการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. เงื่อนไขการแก้ปัญหาเมื่อเกิดการหยุดของทรัพยากรในระหว่างการดำเนินการ เมื่อทรัพยากรเกิดการหยุดขึ้นมางานที่ทรัพยากรนั้นทำอยู่ต้องเริ่มต้นทำใหม่ (Repeat) หรือว่าสามารถทำต่อได้เลย (Resume)

4. ข้อจำกัดอื่นๆ เช่น การอนุญาตให้สามารถขัดจังหวะการทำงานของทรัพยากรได้หรือไม่ (Preemption) เป็นต้น

2.2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิต

เนื่องจากไม่สามารถตอบได้ว่าการใช้กฎการจ่ายงานวิธีใดจะตอบปัญหาการจัดตารางการผลิตได้ดีที่สุด ดังนั้นงานวิจัยที่ใช้กฎการจ่ายงานในการจัดตารางการผลิตส่วนใหญ่จะนำกฎการจ่ายงานมาเปรียบเทียบเพื่อหากฎที่ดีที่สุดสำหรับกระบวนการนั้นๆ ซึ่งคำตอบที่ได้มักจะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมของการทำงาน ข้อมูลการผลิต ลักษณะของกระบวนการผลิต ปริมาณการผลิต เวลาส่งมอบและปัจจัยอื่นๆ อีกมากมายที่มีความไม่แน่นอนรวมถึงเป้าหมายที่ใช้ในการจัดตารางการผลิตด้วย [33] เช่น

- พัชราวลัย (2545) [34] ได้จัดตารางการผลิตในโรงงานผลิตคอมเพรสเซอร์ที่มีการผลิตแบบตามสั่ง ด้วยการนำกฎการจ่ายงาน 7 วิธีคือ SPT LPT WSPT SDT LDT SMT และ LMT มาทดลองจัดตารางการผลิตกับข้อมูลการผลิตจริงของหน่วยงาน Press Shop ซึ่งมีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนโลหะขึ้นรูป 7 เครื่อง แล้วเปรียบเทียบแต่ละวิธีการโดยวัดผลจาก เวลาการไหลของงานเฉลี่ย เวลาล่าช้าของงาน จำนวนงานล่าช้า พบว่าการจัดตารางผลิตด้วยฮิวริสติกส์แบบ LPT เหมาะสมกับกระบวนการผลิตนี้ที่สุด

- Horng (2002) [13] ได้ใช้แบบจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบประสิทธิภาพความแตกต่างของกฎการจ่ายงานของการผลิตแบบเปิด (Open Shop) โดยวัดประสิทธิภาพของกฎการจ่ายงานจากการใช้ทรัพยากร วันกำหนดส่งงาน และการแจกแจงของเวลาการผลิตของแต่ละสถานีงาน พบว่ากฎที่เกี่ยวกับวันกำหนดส่งงานให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

- Kaban (2012) [14] ใช้แบบจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบการปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงงานจากกฎการจ่ายงานของการผลิตแบบตามสั่งทั้งหมด 44 กฎ ซึ่งประกอบด้วยกฎจ่ายงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และกฎจ่ายงานที่เกิดจากการผสมผสานกัน พบว่า MTWR (Most Total Working Remain) เป็นกฎจ่ายงานหลักที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกฎจ่ายงานหลักด้วยกัน [22]

- ศิวรักษ์ และสันติชัย (2550) [10] ได้ทำการเปรียบเทียบกับการจัดตารางการผลิตแผงวงจรชนิดอ่อนของด้วยวิธีเดิมกับวิธีการฮิวริสติกส์ 3 วิธีคือ Palmer Gupta และ CDS (Campbell Dudek และ Smith) เพื่อลดเวลาปิดงานของระบบ พบว่าวิธี CDS เหมาะสมกับกระบวนการผลิตนี้ที่สุด

- ปารเมศ และวิชิต (2549) [35] ได้จัดตารางการผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนโครงตัวถังเครื่องปรับอากาศ ด้วยกฎการจ่ายงาน คือ SPT และ LPT เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในด้านเวลาไหลของงานเฉลี่ย เวลาปิดงานของระบบ และจำนวนงานล่าช้า โดยใช้โปรแกรม Arena ในการจำลองสถานการณ์และใช้ในการเปรียบเทียบผล พบว่าวิธี SPT เหมาะสมที่สุด

แต่ในบางครั้งคำตอบที่เหมาะสมที่เกิดจากการเปรียบเทียบแต่ละกฎการจ่ายงานอาจมีค่ามากกว่าหนึ่งตามเป้าหมายที่ต้องการเช่น

- ปิยมาภรณ์ (2540) [36] ได้ศึกษาผลกระทบของความไม่แน่นอนที่มีต่อการจัดตารางการผลิตโดยพิจารณาในกรณีเครื่องจักรเสีย โดยการวัดประสิทธิภาพของการจัดตารางเป็น เวลาการไหลของงานเฉลี่ย เวลาเสร็จงานก่อนหรือหลังกำหนดเฉลี่ย เวลางานล่าช้าเฉลี่ย จำนวนงานล่าช้าเฉลี่ย และอัตราการใช้เครื่องจักรเฉลี่ย พบว่ากฎเกณฑ์ที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการจัดตารางคือ SMT SPT EDD และ SLACK

- นิธิมา (2549) [37] พบว่ากฎการจัดลำดับความสำคัญที่ทำให้จำนวนครั้งในการส่งมอบงานล่าช้าลดน้อยลงจากแผนการจัดตารางการผลิตเดิม ได้แก่ FCFS EDD และ LPT ผลการเปรียบเทียบการจัดตารางการผลิตเดือนธันวาคม 2548 ถึงเมษายน 2549 มีผลว่า ปริมาณการผลิตที่ได้ตามแผนการผลิตโดยเฉลี่ย จากวิธีการวางแผนการผลิตที่นำเสนอเท่ากับ 80.85% เพิ่มขึ้นจากเดิม 47.35% ส่วนจำนวนครั้งในการส่งมอบงานล่าช้าเท่ากับ 23 ครั้ง ลดลงจากเดิม 5.52%

นอกจากการเปรียบเทียบแต่ละวิธีการฮิวริสติกส์แล้วยังมีบางงานวิจัยที่สร้างกฎการจัดลำดับความสำคัญขึ้นมาใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน เช่น

- Holthaus (1997) [12] ได้ทำการจัดตารางการผลิตแบบผสมผสานซึ่งนำวิธี PT ผสมกับ WINQ ที่ให้ค่าคำตอบที่เหมาะสม ในขณะที่วิธีการจัดลำดับตารางการผลิตแบบ SPT และ WINQ เพียงอย่างเดียวก็ยังทำให้ได้ค่าคำตอบที่เหมาะสมด้วยเช่นกัน โดยตัวชี้วัดวิธีการจัดตารางการผลิตในที่นี้คือเวลาการไหลของระบบ และเวลากำหนดส่งงาน

- ปัญจพร (2549) [38] ได้นำการจัดตารางการผลิตของโรงงานผลิตเฟืองแบบตามสั่งแบบ EDD และ LPT มาจัดตารางการผลิตแบบผสมผสานเช่นกันโดยสัดส่วนอยู่ที่ 70 ต่อ 30 แล้วนำมาวัดประสิทธิภาพใหม่ พบว่าการจัดตารางการผลิตแบบผสมผสานเป็นการจัดตารางที่มีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการจัดลำดับตารางการผลิตเฉพาะ EDD หรือ LPT เพียงอย่างเดียว โดยเวลาปิดงานของระบบลดลง 11.92% เวลาการไหลของงานในระบบโดยเฉลี่ยลดลง 18.82% เวลาสายของงานโดยเฉลี่ยลดลง 13.37% เวลาล่าช้าของงานสูงที่สุดลดลง 20.43% เวลาล่าช้าของงานโดยเฉลี่ยลดลง 59.92% และเวลารวมทั้งหมดของงานล่าช้าลดลง 35.87%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มมีการจัดตารางการผลิตโดยใช้กฎการจ่ายงานเช่นกัน ตัวอย่างเช่น

- ยศธนา (2549) [39] ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการการวางแผนการผลิตของอุตสาหกรรมทอผ้าที่มีทั้งผลิตแบบตามสั่งและผลิตเพื่อรอจำหน่าย โดยใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์ คือ EDD ในการแก้ไขปัญหา โดยวัดผลจาก เวลาไหลของงานเฉลี่ย เวลางานล่าช้าเฉลี่ย สินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการ และปริมาณสินค้าคงคลังในแต่ละผลิตภัณฑ์

- เกศณา (2550) [40] ได้จัดตารางการผลิตของอุตสาหกรรมเสื้อผ้า โดยใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์คือ SPT EDD และ LS โดยใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพคือเวลาเสร็จงานก่อนหรือหลังกำหนดเฉลี่ย

- สุธาทิพย์ (2554) [41] ได้ทำการจัดตารางการผลิตแบบตามสั่งโดยการลำดับงานด้วยวิธีการฮิวริสติกส์ของอุตสาหกรรมหมวก โดยได้จัดทำมาตรฐานการทำงานของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะนำมาคำนวณหากำลังการผลิตที่แท้จริงของโรงงานตัวอย่าง และเปรียบเทียบวิธีวิธีการจัดลำดับต่างๆ พบว่าวิธี LPT ใช้เวลาเฉลี่ยของงานแต่ละงานในกระบวนการผลิตมากที่สุด และมีอัตราการใช้งานของทรัพยากรน้อยกว่าวิธี FCFS และ EDD

- ยอดดวงใจ (2555) [2] จัดตารางการผลิตแบบตามสั่งของโรงงานย้อมผ้า ด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์ ได้แก่ FCFS EDD SPT LPT MST EDD+LPT และ EDD+MST เพื่อลดจำนวนงานล่าช้า และเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักร พบว่าวิธีฮิวริสติกส์แบบผสมผสาน EDD+LPT เหมาะสมที่สุดคือลดจำนวนงานล่าช้าจากเดิม 53.01% และจำนวนครั้งในการทำความสะอาดเครื่องย้อมลดลงจากเดิม 16.24%

2.3 บทสรุปจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางการผลิตโดยใช้กฎการจ่ายงาน พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มจัดตารางการผลิตโดยไม่ได้คำนึงถึงความไม่แน่นอนของข้อมูล ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena เพื่อใช้ในการจัดตารางการผลิตของระบบที่มีธรรมชาติของความน่าจะเป็นของข้อมูลเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยกำหนดกฎการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติกส์ 4 วิธีคือ FCFS EDD SPT และ LPT เพื่อหาการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมกับโรงงานกรณีศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาปิดงานของระบบและเวลางานล่าช้าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

บทนี้กล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัย โดยขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนี้เริ่มจากผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของบริษัท ทีทีเอช เทรดดิ้ง จำกัด รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการผลิต ข้อมูลเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต ลำดับขั้นตอนการผลิตในแต่ละผลิตภัณฑ์ ระบบการวางแผนและการจัดตารางการผลิตของแผนกเย็บ แล้วทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นจากระบบจริงเพื่อนำมาใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ ได้แก่ เวลาในการผลิตของแต่ละขั้นตอน ข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้า จากนั้นสร้างแบบจำลองสถานการณ์สำหรับสถานการณ์สภาพปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาโดยใช้โปรแกรม Arena ทำการตรวจสอบความถูกต้อง (Model Verification) และความสมเหตุสมผลของแบบจำลองสถานการณ์ (Model Validation) พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการจัดตารางการผลิตสำหรับบริษัทกรณีศึกษา เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดตารางการผลิตระหว่างการจัดตารางการผลิตแบบเดิม และการจัดตารางการผลิตแบบใหม่โดยใช้โปรแกรม OptQuest และสรุปผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

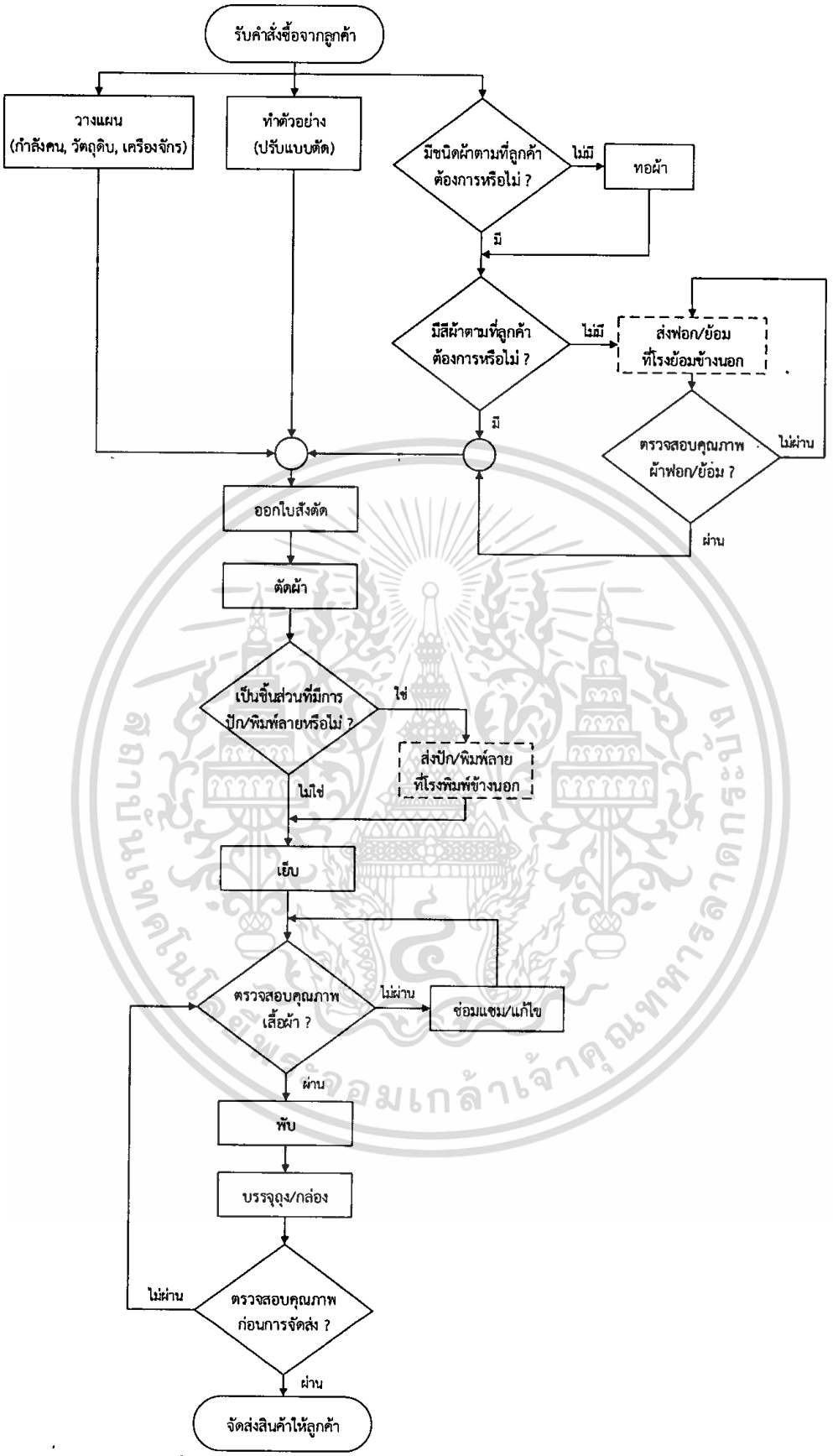
3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานกรณีศึกษา

บริษัท ทีทีเอช เทรดดิ้ง จำกัด เป็นบริษัทที่ประกอบธุรกิจในกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม มีลักษณะเป็นธุรกิจขนาดย่อม ตั้งอยู่บนซอยราษฎร์บูรณะ 46 จังหวัดกรุงเทพมหานคร เริ่มก่อตั้งมาตั้งแต่ปีพ.ศ. 2494 เริ่มต้นกิจการจากห้องแถวเล็กๆ รับจ้างตัดเย็บเสื้อประเภทเสื้อยืดคอกลม เสื้อโปโล เสื้อกล้าม เสื้อวอร์มและกางเกงวอร์ม เสื้อกีฬาทุกชนิด ต่อมาทางบริษัทได้ประสบปัญหาในเรื่องการหาซื้อวัตถุดิบไม่ได้ และวัตถุดิบที่ได้รับมาไม่ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการจึงมีการเริ่มธุรกิจการทอผ้าเพื่อรองรับงานที่หลากหลายขึ้น ปัจจุบันบริษัท ทีทีเอช เทรดดิ้ง จำกัด เป็นบริษัทรับผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปตามคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยกระบวนการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของกระบวนการทอผ้า และส่วนของกระบวนการตัดเย็บ

ขั้นตอนการดำเนินการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาจะเริ่มจากการรับคำสั่งซื้อของลูกค้า จากนั้นทำการวางแผนกำลังคน วัตถุดิบ และเครื่องจักรที่ใช้ในการตัดเย็บ ทำตัวอย่าง แล้วทำการปรับแบบตัดให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิต และเครื่องจักรที่บริษัทมีอยู่ พร้อมทั้งทำการตรวจสอบรายละเอียดของคำสั่งซื้อที่ได้รับจากลูกค้าทั้งแบบ ชนิดของผ้า วัสดุที่ใช้ตกต่าง ขนาด สี จำนวนในแต่ละขนาด ถ้าตรวจสอบแล้วไม่มีชนิดของผ้าตามที่ลูกค้าต้องการให้แผนกทอผ้าทำการทอผ้า แล้วส่งผ้าไปฟอกหรือย้อมที่โรงย้อมข้างนอก เมื่อได้ผ้าตามที่ต้องการแล้วจึงออกใบสั่งตัดส่งให้แผนกตัดเพื่อทำการตัดชิ้นผ้า ชิ้นผ้าที่ถูกตัดแล้วถ้าชิ้นใดต้องมีการปักหรือพิมพ์ลายให้ส่งปักหรือพิมพ์ลายที่โรงพิมพ์ข้างนอกก่อน จากนั้นแผนกเย็บจะทำการเย็บชิ้นผ้าที่ตัดแล้วเข้าด้วยกันจนสำเร็จเป็นเสื้อผ้า เมื่อได้เสื้อผ้าสำเร็จรูปแล้วจึงส่งไปตรวจสอบคุณภาพหากมีที่ต้องแก้ไขให้ทำการแก้ไขทันที ตัดเศษด้าย พับและทำการใส่ถุงพลาสติกทีละตัว บรรจุลงกล่องหรือถุงขนาดใหญ่เพื่อรอส่งให้ลูกค้าต่อไป โดยขั้นตอนการดำเนินการผลิตสามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 3.1

จากการสังเกตขั้นตอนดำเนินการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปของโรงงานกรณีศึกษาพบว่าขั้นตอนการเย็บเป็นขั้นตอนที่ใช้ฝีมือแรงงานเป็นจำนวนมากและใช้เวลาการในการผลิตมากที่สุด สำหรับงานวิจัยนี้มีขอบเขตการศึกษาในแผนกเย็บ ส่วนกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกทำการศึกษาในกระบวนการเย็บคือ เสื้อยืดคอกลม และเสื้อโปโล เนื่องจากเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมในการสั่งผลิตจากลูกค้ามากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

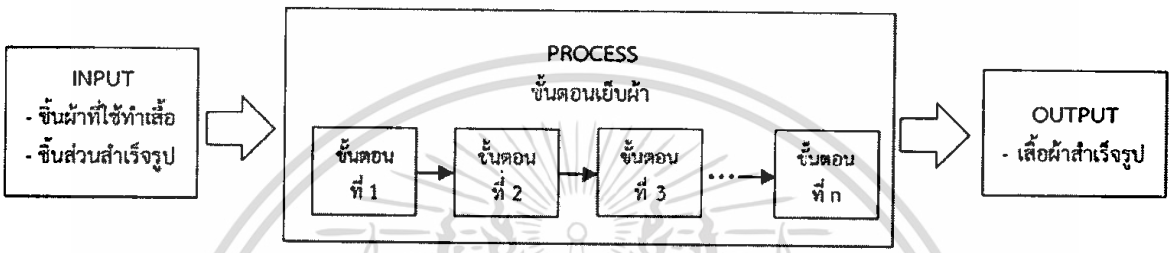


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนดำเนินการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปของโรงงานกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 กระบวนการผลิตของแผนกเย็บ

การผลิตของแผนกเย็บคือกระบวนการแปรรูปจากวัตถุดิบให้เป็นเสื้อผ้าสำเร็จรูป ในที่นี้วัตถุดิบหมายถึงชิ้นผ้าที่ได้ผ่านกระบวนการจากแผนกตัด ซึ่งตัดมาเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ตามที่ได้มีการออกแบบไว้ และชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการตัดเช่น กระดุม ป้ายเบอร์ หากมองเป็นแผนภาพคือมีวัตถุป้อนเข้า (Input) เข้ามายังหน่วยผลิตเย็บที่ทำการวิจัยซึ่งจะทำการแปรรูปวัตถุดิบโดยการผ่านขั้นตอนงานต่างๆ ที่ออกแบบไว้ (Process) โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่แตกต่างกันก็จะมีกระบวนการผลิตรวมถึงวัตถุดิบที่แตกต่างกัน และชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการเย็บทั้งหมดจะออกมาเป็นเสื้อผ้าสำเร็จรูป (Output) แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ภาพรวมของกระบวนการผลิตในแผนกเย็บ

โดยทรัพยากรที่ใช้ในการเย็บผ้าได้แก่ พนักงาน และเครื่องจักรเป็นหลัก ซึ่งพนักงานในแผนกเย็บมีทั้งหมด 8 คน และเครื่องจักรที่ใช้ในแผนกเย็บมีทั้งหมด 8 ประเภทโดยแต่ละประเภทมีหน้าที่การทำงานที่แตกต่างกันสามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 3.1

รูปที่ 3.3 เสื้อยืดคอกลมและเสื้อโปโลจากแผนกเย็บของโรงงานกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเครื่องจักรในแผนกเย็บผ้า

ประเภทของเครื่องจักร	คุณสมบัติ	จำนวนเครื่องจักร	พนักงานที่ทำได้
จักรลา (Cover stitch Machine)	เหมาะสำหรับงานลาชายเสื้อ ลาแขนเสื้อ และใช้ในการตกแต่งตะเข็บต่างๆ สามารถเย็บฝีเข็มให้ผ้าทั้ง 2 ด้านแตกต่างกันได้	3	หมายเลข 3, 5 และ 7
จักรเย็บ (Lockstitch Sewing Machine)	เหมาะสำหรับงานทั่วไป การเย็บเสื้อเชิต เสื้อโปโล แจ็คเก็ต กางเกง กางเกงใน ชุดชั้นใน งานเย็บหนัง เข็มขัด กระเป๋าผ้า-หนัง รองเท้า ไวนิล และงานที่เย็บผ้าหนา	7	หมายเลข 1, 2, 4, 6, 7 และ 8
จักรโพ้ง (Overlock Machine)	สำหรับโพ้งริมผ้าเพื่อเก็บริมผ้าไม่ให้ผ้าลุ่ย ใช้เย็บด้านข้างของตัวเสื้อ วงแขน และรอบคอ จักรประเภทนี้ใช้งานมากที่สุดถึงร้อยละ 70 – 80 ของการเย็บเสื้อยืด	9	หมายเลข 1, 2, 4, 6, 7 และ 8
จักรถักรังดุม (Lockstitch Buttonholing Machine)	เจาะและถักรังกระดุม	1	หมายเลข 8
จักรลาลูกโซ่ (Double Chain stitch Machine)	การเย็บทับรอยโพ้งบริเวณคอสำหรับเสื้อยืด	1	หมายเลข 5
จักรติดกระดุม (Chain stitch Button Machine)	ใช้สำหรับติดกระดุม สามารถเย็บกระดุมได้หลายขนาด เย็บได้ทั้งกระดุมแบบ 2 และ 4 รู	1	หมายเลข 2
เครื่องตัดผ้ากุ๊น (Cloth Tape Cutting Machine)	ใช้สำหรับตัดม้วนผ้ากุ๊นให้กลายเป็นเส้นสำหรับทำปกเสื้อโปโล	1	หมายเลข 3
จักรเจียนปก (Lockstitch Machine with Vertical Edge Trimmer)	ใช้เฉพาะสำหรับกุ๊นเก็บขอบปกเสื้อโปโล	1	หมายเลข 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้เข้าใจขั้นตอนการผลิตได้ง่ายขึ้นจึงใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต (Operation Process Chart) ในการแสดงขั้นตอนการผลิตตั้งแต่วัตถุดิบเคลื่อนเข้าสายการผลิตจนเสร็จสิ้นเป็นผลิตภัณฑ์ โดยบันทึกขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ที่ต้องดำเนินการบนวัตถุดิบนั้น เช่น การทำงานบนเครื่องจักร การประกอบชิ้นส่วน การตรวจสอบ จนกระทั่งสำเร็จออกมาเป็นผลิตภัณฑ์หรือเป็นชิ้นส่วนประกอบ [42] ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ เสื้อยืดคอกลม และเสื้อโปโล โดยมีขั้นตอนกระบวนการผลิตดังนี้

1) กระบวนการเย็บเสื้อยืดคอกลม

แผนภูมิกระบวนการผลิตของการเย็บเสื้อคอกลมได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.4 โดยกำหนดให้สามเหลี่ยมแทนวัตถุดิบป้อนเข้า และวงกลมแทนขั้นตอนการผลิตโดยเลขลำดับการผลิตอ้างอิงขั้นตอนการผลิตและประเภทเครื่องจักรที่ใช้ในการเย็บเสื้อยืดคอกลมดังตารางที 3.2

รูปที 3.4 แผนภูมิกระบวนการผลิตของเสื้อยืดคอกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการเย็บและประเภทเครื่องจักรที่ใช้ในการเย็บเสื้อยืดคอกลม

ลำดับ	ขั้นตอน	เครื่องจักรที่ใช้
1	โพ้งต่อไหล่	จักรโพ้ง
2	ทำชิ้นแขน	จักรลา
3	โพ้งเข้าตัว	จักรโพ้ง
4	เย็บทับไหล่	จักรเย็บ
5	ลาชายเสื้อ	จักรลา
6	โพ้งผ้ารัดคอ + เรียงผ้ารัดคอ	จักรโพ้ง
7	โพ้งคอ	จักรโพ้ง
8	เย็บทับคอ	จักรลาลูกโซ่

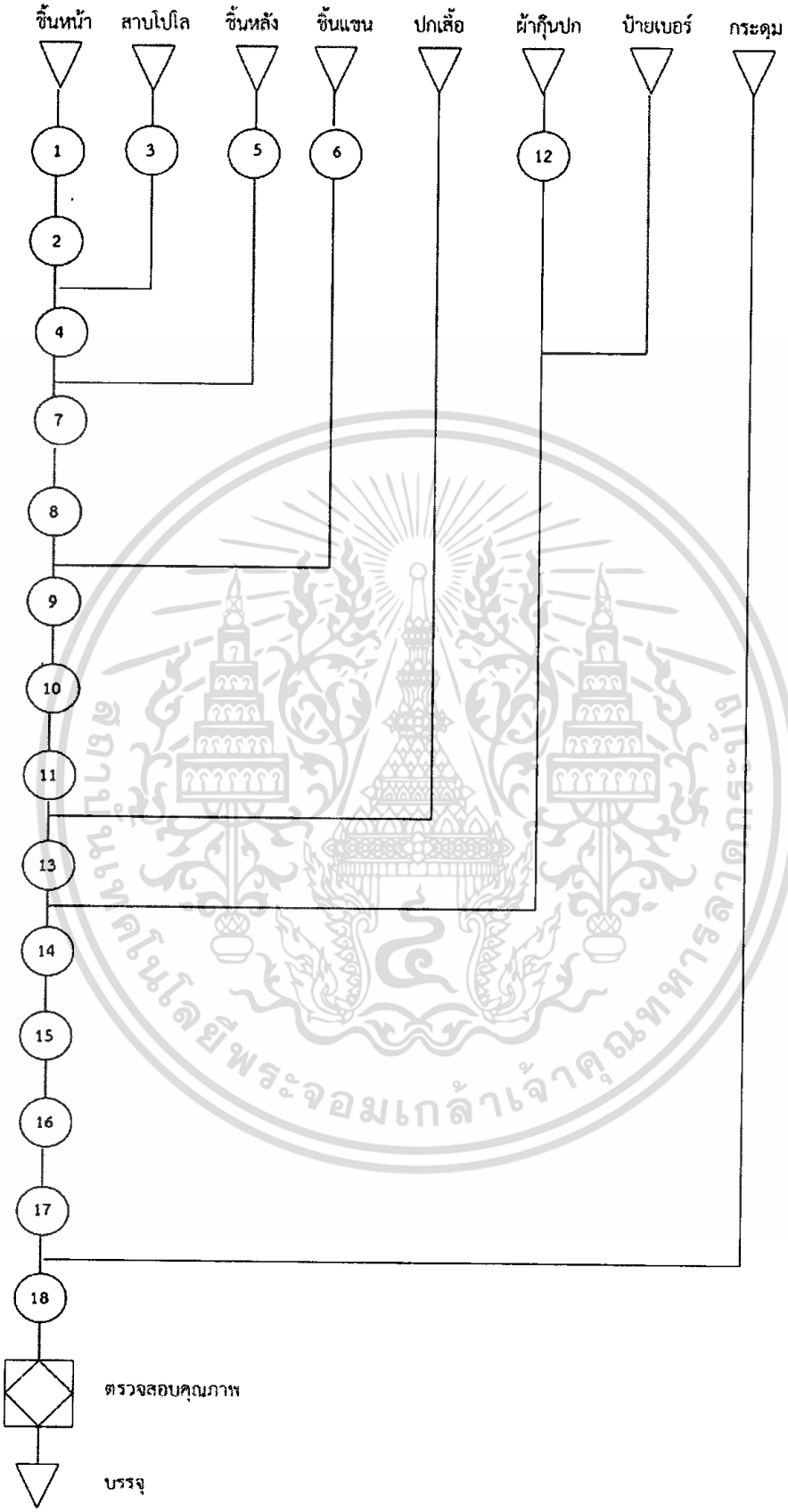
2) กระบวนการเย็บเสื้อโปโล

แผนภูมิกระบวนการผลิตของการเย็บโปโลได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.5 โดยกำหนดให้สามเหลี่ยมแทนวัตถุดิบป้อนเข้า และวงกลมแทนขั้นตอนการผลิตโดยเลขลำดับการผลิตอ้างอิงขั้นตอนการผลิตและประเภทเครื่องจักรที่ใช้ในการเย็บเสื้อโปโลดังตารางที 3.3

ตารางที่ 3.3 ขั้นตอนการเย็บและประเภทเครื่องจักรที่ใช้ในการเย็บเสื้อโปโล

ลำดับ	ขั้นตอน	เครื่องจักรที่ใช้
1	ลาชายชิ้นหน้า	จักรลา
2	เจาะโปโล	กรรไกร
3	เย็บสาปโปโล	จักรเย็บ
4	เย็บสาบโปโลกับชิ้นหน้า	กรรไกร + จักรเย็บ
5	ลาชายชิ้นหลัง	จักรลา
6	ทำชิ้นแขน	จักรลา
7	โพ้งต่อไหล่	จักรโพ้ง
8	เย็บทับไหล่	จักรเย็บ
9	โพ้งเข้าตัว	จักรโพ้ง
10	ย้ำปลายแขน	จักรเย็บ
11	เก็บผ่าข้าง	จักรเย็บ
12	เตรียมผ้ากุ๊นทำปก	เครื่องตัดผ้ากุ๊น
13	ใส่ปก	จักรเย็บ
14	กุ๊นเก็บขอบปกและใส่เบอร์	จักรเจียนปก
15	ปิดสาบบนล่าง	จักรเย็บ
16	เจาะรังดุม	จักรถักรังดุม
17	แต้มเครื่องหมาย	ปากกาเคมี
18	ติดกระดุม	จักรติดกระดุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แผนภูมิกระบวนการผลิตของเสื้อโปโล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากศึกษาข้อมูลเบื้องต้นแล้ว ได้ทำการเก็บข้อมูลการผลิตในแผนกเย็บของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อใช้วิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพนั้น ผู้วิจัยเลือกเก็บข้อมูลในช่วงเดือนกันยายน 2557 – มกราคม 2558 โดยแบ่งวิธีการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 วิธีคือ

1. วิธีเก็บข้อมูลโดยการสอบถาม ได้แก่ อัตราการเข้ามาของคำสั่งซื้อของลูกค้า วันกำหนดส่งงานของแต่ละคำสั่งซื้อ ปริมาณคำสั่งซื้อในแต่ละผลิตภัณฑ์

2. วิธีการเก็บข้อมูลด้วยการจับเวลา ได้แก่ เวลาการผลิตในแต่ละกระบวนการ ทำโดยจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลา โดยทำการสุ่มเก็บข้อมูลตัวอย่างจำนวน 40 ข้อมูล สำหรับทุกขั้นตอนการเย็บ

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Analysis) เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้มีค่าที่ไม่แน่นอน เพื่อหารูปแบบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าจึงมีความสำคัญกับแบบจำลองมาก เพราะถ้าผู้วิเคราะห์ใส่รูปแบบการแจกแจงที่ไม่ถูกต้องให้กับระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองก็จะผิดพลาดตามไปด้วย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าของงานวิจัยนี้จะใช้ Input Analyzer ซึ่งเป็นเครื่องมือมาตรฐานของโปรแกรม Arena เพื่อทดสอบค่าการแจกแจงของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปว่ามีรูปแบบการแจกแจงแบบใด โดยโปรแกรมจะแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโตแกรม (Histogram) ตามข้อมูลดิบที่ป้อนเข้าไป สำหรับโปรแกรม Arena มีการทดสอบการแจกแจง 2 วิธีด้วยกันคือการทดสอบแบบไคสแควร์ (Chi-Square Test) และการทดสอบโคลโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test) โดยมีสมมติฐานการทดสอบดังนี้

H_0: ข้อมูลนำเข้ามีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

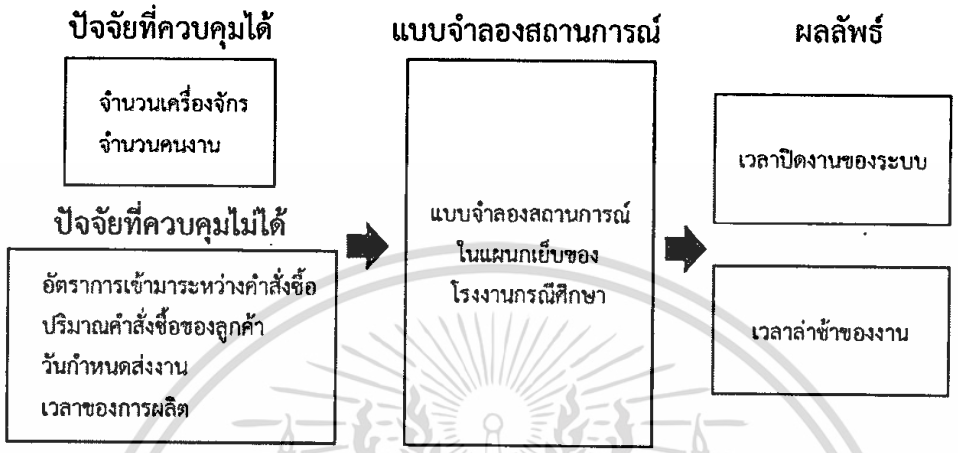
H_1: ข้อมูลนำเข้าไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

หากค่า P-value ของการทดสอบการแจกแจงมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) จะไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ แสดงว่าข้อมูลนำเข้ามีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ กรณีกลับกันถ้าค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าระดับนัยสำคัญจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าข้อมูลนำเข้าไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ โดยการเลือกการแจกแจงของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ ผู้วิจัยคำนึงถึงลักษณะธรรมชาติของข้อมูล การประยุกต์ใช้งานของแต่ละรูปแบบของการแจกแจง และค่า sum square-error ประกอบการพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

กระบวนการในการออกแบบและสร้างแบบจำลองสถานการณ์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า (Input) การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Model) และผลลัพธ์ (Output) ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 กระบวนการจำลองสถานการณ์

3.5 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

เมื่อทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของแผนกเย็บของบริษัทกรณีศึกษาแล้ว สิ่งสำคัญที่ต้องทำคือการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง เพื่อให้แบบจำลองสถานการณ์มีความถูกต้องและสอดคล้องกับระบบจริงมากที่สุด

3.5.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Verification)

สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองของงานวิจัยนี้ทำได้โดย

1) ตรวจสอบจากภาพเคลื่อนไหว (Animation) ของแบบจำลองสถานการณ์เพื่อใช้ติดตามการไหลของวัตถุในระบบ

2) ตรวจสอบสถานะของทรัพยากรจากภาพเคลื่อนไหวว่าเป็นอย่างไร เช่น เมื่อเครื่องจักรว่างงานจะแสดงสถานะด้วยรูปเครื่องจักรว่าง เมื่อเครื่องจักรทำงานจะแสดงสถานะด้วยรูปเครื่องจักรที่มีพนักงานกำลังทำงานอยู่

3) ใช้อุปกรณ์ช่วยแก้ไขข้อบกพร่อง (Debugger) ในการตรวจสอบการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์ หากแบบจำลองสถานการณ์มีข้อบกพร่องในขณะที่โปรแกรมกำลังดำเนินการจะมีการแจ้งเตือนขึ้น

4) ดำเนินการแบบจำลองด้วยการจัดตารางการผลิตแบบ FCFS ซึ่งเป็นวิธีการจัดตารางการผลิตปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาแล้วกำหนดให้บันทึกผลลงไฟล์ Excel เพื่อตรวจสอบผลการจัดตารางการผลิตในแต่ละสถานีงานว่าเป็นไปตามกฎการจ่ายงานแบบมาก่อนทำก่อนหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) อธิบายแบบจำลองให้ผู้ใช้งานฟังอย่างละเอียดทีละโมดูล และให้ผู้อื่นช่วยตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์

3.5.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Model Validation)

สำหรับการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองของงานวิจัยนี้ทำได้โดยการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของค่าตัวแปรนำเข้าและผลลัพธ์ด้วยข้อมูลในอดีต (Input-Output Validation: Using Historical Input Data) ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลในอดีตที่แท้จริงมาใช้แทนตัวแปรนำเข้า แล้วทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองและระบบจริงด้วยวิธี Welch Confidence Interval โดยใช้ตัวสถิติทดสอบแสดงดังสมการที (3.1)

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \qquad (3.1)$$

โดยที t = ค่าสถิติทดสอบที

$\bar{x}_1$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของข้อมูลชุดที่ 1

$\bar{x}_2$ = ค่าเฉลี่ยตัวอย่างของข้อมูลชุดที่ 2

μ_1 = ค่าเฉลี่ยประชากรของข้อมูลชุดที่ 1

μ_2 = ค่าเฉลี่ยประชากรของข้อมูลชุดที่ 2

s_1 = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลชุดที่ 1

s_2 = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลชุดที่ 2

n_1 = ขนาดตัวอย่างของข้อมูลชุดที่ 1

n_2 = ขนาดตัวอย่างของข้อมูลชุดที่ 2

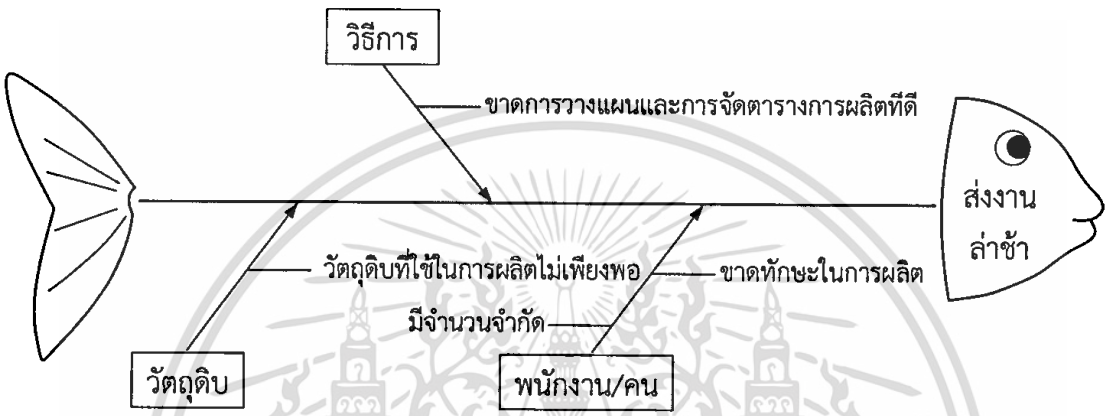
ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม 2557 ถึงเดือนมกราคม 2558 ซึ่งมีจำนวนคำสั่งซื้อทั้งหมด 6 คำสั่งซื้อ ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองและระบบจริง โดยทำการตรวจสอบผลลัพธ์ 2 ผลลัพธ์ได้แก่ เวลาปิดงานของระบบ และเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 แนวทางการปรับปรุง

3.6.1 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

เนื่องจากทางบริษัทกรณีศึกษาใช้ประสบการณ์ในการวางแผนและการจัดตารางการผลิตเป็นหลัก ประกอบกับการผลิตเป็นแบบตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Made to Order) และการวางแผนการผลิตไม่สามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของลูกค้าได้ทัน จึงทำให้เกิดปัญหาความล่าช้าในการจัดส่งสินค้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดทำแผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อวิเคราะห์และหาสาเหตุของปัญหาการส่งงานล่าช้าของบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แผนผังแสดงสาเหตุและผลของปัญหาการส่งงานล่าช้า

เมื่อวิเคราะห์ปัญหาการส่งงานล่าช้า ด้วยแผนผังแสดงสาเหตุและผล (รูปที่ 3.9) ได้พบปัญหาดังนี้

1) ปัญหาเรื่องพนักงานหรือคน

- พนักงานขาดทักษะในการผลิต ทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงาน และเสียเวลาในการแก้ชิ้นงาน

- พนักงานมีจำนวนจำกัด ในช่วงที่มีคำสั่งซื้อเข้ามามากทำให้ต้องมีการเพิ่มกำลังการผลิตโดยให้พนักงานทำงานล่วงเวลารวมถึงต้องมีการทำสัญญาช่วงจากภายนอกเพื่อให้ส่งงานทันเวลา ทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น รวมถึงไม่สามารถควบคุมการทำงานของผู้รับจ้างภายนอกได้ จึงส่งผลให้ส่งงานล่าช้า

2) ปัญหาเรื่องวัตถุดิบ

- วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไม่เพียงพอ เกิดจากการวางแผนความต้องการวัตถุดิบที่ไม่มีประสิทธิภาพ และไม่มีการติดตามวัตถุดิบที่จะใช้ผลิต

3) ปัญหาเรื่องวิธีการ

- ขาดการวางแผนและการจัดตารางการผลิตที่ดี เนื่องจากพนักงานใช้ประสบการณ์ในการวางแผนและจัดตารางการผลิตเป็นหลัก ซึ่งยังไม่มีการจัดตารางการผลิตอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ทำให้ใช้เวลานานในการวางแผนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การจัดตารางการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติกส์

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเบื้องต้นพบว่าปัญหาการส่งงานล่าช้า สาเหตุหลักๆ มาจากวิธีการวางแผนและการจัดตารางการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอเทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปโดยใช้เทคนิคการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติกส์ โดยการจัดตารางการผลิตที่ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีดังต่อไปนี้

1) การจัดตารางการผลิตแบบมาก่อนทำก่อน (First Come First Serve, FCFS)

การจัดตารางการผลิตในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบมาก่อนทำก่อน โดยให้ทำงานที่เข้ามาก่อนเป็นอันดับแรก และทำงานที่เข้ามาทีหลังเป็นอันดับต่อไป วิธีนี้มีข้อดีคือ สะดวก ง่ายต่อการปฏิบัติ และมีความยุติธรรมสำหรับงานที่เข้าก่อนก็ควรจะได้รับการปฏิบัติก่อน ส่วนข้อเสียคือไม่ได้คำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการทำงาน หากงานที่ใช้เวลาทำมากจะทำให้งานอื่นๆ ที่ตามมาต้องคอยนาน และทำให้เกิดปัญหาการว่างงานของเครื่องจักรในลำดับถัดไป

2) การจัดตารางการผลิตแบบเวลากำหนดส่งงานเร็วสุด (Earliest Due Date, EDD)

การจัดตารางการผลิตแบบเวลากำหนดส่งงานเร็วสุดเป็นการจัดลำดับความสำคัญของการทำงานโดยให้ทำงานที่มีกำหนดส่งมอบเร็วที่สุดก่อนแล้วจึงค่อยทำงานที่มีกำหนดส่งมอบนานกว่าเป็นลำดับถัดไป ถึงแม้ว่าวิธี EDD อาจทำให้มีจำนวนงานที่เข้ามาในระบบมากกว่าวิธีการอื่นๆ และทำให้เกิดสินค้าคงคลังระหว่างการผลิตสูงเนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงเวลาที่ใช้ในการทำงาน แต่โดยทั่วไปแล้ววิธี EDD เป็นวิธีที่มุ่งเน้นการลดความล่าช้าจากกำหนดการส่งมอบงาน และเป็นวิธีที่สมเหตุผลที่งานส่งมอบก่อนควรได้รับการผลิตก่อน ทำให้เกิดผลดีต่อการส่งมอบงานแก่ลูกค้า

3) การจัดตารางการผลิตแบบเวลาการผลิตสั้นที่สุด (Shortest Processing Time, SPT)

การจัดตารางการผลิตแบบเวลาการผลิตสั้นที่สุดเป็นการจัดลำดับความสำคัญของการทำงานโดยให้ทำงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดก่อนแล้วจึงค่อยทำงานที่ใช้เวลามากเป็นลำดับถัดไป โดย SPT เป็นวิธีที่มุ่งในการลดเวลาปิดงานของงานแต่ละงาน และพยายามทำให้งานต่างๆ ออกจากระบบการผลิตไปให้เร็วที่สุด ข้อดีของวิธี SPT คือเวลาการไหลของงานในระบบเฉลี่ยจะมีค่าต่ำที่สุด ทำให้เกิดสินค้าคงคลังระหว่างการผลิตน้อย และสามารถประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ แต่ข้อเสียของวิธี SPT คืองานที่ใช้เวลาในการผลิตนานๆ ถูกผลักให้ไปอยู่ในอันดับท้ายทำให้ต้องรอคอยเป็นเวลานาน

4) การจัดตารางการผลิตแบบเวลาการผลิตยาวที่สุด (Longest Processing Time, LPT)

การจัดตารางการผลิตแบบเวลาการผลิตยาวที่สุดเป็นการจัดลำดับความสำคัญของการทำงานโดยให้ทำงานที่ใช้เวลามากที่สุดเป็นอันดับแรกจึงค่อยทำงานที่ใช้เวลาน้อยกว่าเป็นอันดับถัดมา ถึงแม้ว่าวิธี LPT มักทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตงานทั้งหมดนาน และยังทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานทรัพยากรด้านการผลิตต่ำ แต่ข้อดีของวิธี LPT คือสามารถสร้างขวัญ และกำลังใจในการทำงานให้แก่พนักงานเนื่องจากเมื่องานยากๆ ที่ใช้เวลานานผ่านไปแล้วก็จะเหลือแต่งานที่ใช้เวลาไม่นาน และวิธี LPT สามารถนำไปใช้กับเครื่องจักรขนานได้ และสามารถลดเวลาปิดงานของระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 การใช้โปรแกรม OptQuest เพื่อหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสม

หลังจากได้แบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถใช้แทนระบบจริงแล้ว ผู้วิจัยจะนำแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้มาเพิ่มส่วนของการจัดตารางการผลิตด้วยวิธีฮิวริสติกส์แบบอื่นๆ เพื่อให้สามารถเลือกกฎการจ่ายงานได้ โดยจะกำหนดคุณสมบัติประจำตัวชื่อ priority ที่ใช้สำหรับการเลือกลำดับการผลิตที่เหมือนกันแต่มีสูตรที่ต่างกัน

โดยที FCFS กำหนดค่า priority ให้เท่ากับหมายเลขคำสั่งซื้อ

EDD กำหนดค่า priority ให้เท่ากับเวลากำหนดส่งงาน

SPT กำหนดค่า priority ให้เท่ากับจำนวนปริมาณคำสั่งซื้อคูณกับเวลาการผลิตเฉลี่ยต่อหน่วย เนื่องจากปริมาณคำสั่งซื้อแปรผันตรงกับเวลาในการผลิต โดยแบ่งเวลาการผลิตเฉลี่ยต่อหน่วยออกเป็น 2 กลุ่ม คือเสื้อยืดคอกลมมีเวลาการผลิตเฉลี่ยต่อหน่วยเท่ากับ 8 นาที และเสื้อโปโลมีเวลาการผลิตเฉลี่ยต่อหน่วยเท่ากับ 24 นาที

LPT กำหนดค่า priority ให้เท่ากับส่วนกลับของ SPT

เมื่อได้แบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถเลือกกฎการจ่ายงานได้แล้ว ผู้วิจัยจะใช้โปรแกรม OptQuest สำหรับ Arena ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวิเคราะห์หาค่าตัวแปรที่เหมาะสมภายใต้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) และข้อจำกัด (Constraints)

ตารางที่ 3.4 การกำหนดค่าตัวแปรในโปรแกรม OptQuest

ประเภทตัวแปร	ตัวแปร	เงื่อนไขในการกำหนดค่า
Controls	กฎการจัดตารางการผลิต (Rule)	ขอบเขตล่าง (Lower Bound) = 1
		ขอบเขตบน (Upper Bound) = 4
Objectives	ค่าเวลาปิดงานของระบบ (Makespan)	Minimize [Record Makespan]
	ค่าเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ย (Tardiness)	Minimize [Record Tardiness]

ตารางที 3.4 เป็นการกำหนดค่าตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรม OptQuest เพื่อใช้วิเคราะห์หาวิธีจัดตารางการผลิตทีเหมาะสมจากกฎการจัดตารางการผลิตทั้ง 4 วิธี ผู้วิจัยกำหนดให้กฎการจัดตารางการผลิตมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 4 โดยทีกฎการจัดตารางการผลิตแบบ FCFS, EDD, SPT และ LPT แทนด้วยเลข 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ จากนั้นทำการเปรียบเทียบเวลาปิดงานของระบบและเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้า, ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์, ผลการตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง และผลการหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมด้วย OptQuest

4.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้า

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์แล้ว จากนั้นทำการวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลโดยใช้ Input Analyzer โดยได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเชิงสถิติของการแจกแจงของเวลาระหว่างการมาถึงของคำสั่งซื้อของลูกค้า

ตารางที่ 4.1 รูปแบบการแจกแจงของเวลาระหว่างการมาถึงของคำสั่งซื้อของลูกค้า

รูปแบบการแจกแจงข้อมูล (วัน)	P-Value	ความน่าจะเป็นที่ลูกค้าสั่ง (%)	
		เสื้อยืดคอกลม	เสื้อโปโล
EXPO(4.25)	> 0.15	59%	41%

จากตารางที่ 4.1 แสดงรูปแบบการแจกแจงของเวลาระหว่างการมาถึงของคำสั่งซื้อของลูกค้า ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

- EXPO(4.25) หมายถึงข้อมูลเวลาระหว่างการมาถึงของคำสั่งซื้อของลูกค้ามีรูปแบบการแจกแจงเป็นแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่ค่าเฉลี่ย 4.25 ซึ่งหมายถึงมีคำสั่งซื้อของลูกค้ามาถึงทุกๆ 4.25 วันโดยเฉลี่ย

- ค่า P-Value มีค่ามากกว่า 0.15 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) ซึ่งกำหนดไว้ที่ 0.05 แสดงว่าข้อมูลเวลาระหว่างการมาถึงของคำสั่งซื้อของลูกค้ามีการแจกแจงเป็นแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่ค่าเฉลี่ย 4.25

- ความน่าจะเป็นของผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าสั่งซื้อเป็นเสื้อยืดคอกลม และเสื้อโปโลเป็น 59% และ 41% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเชิงสถิติของการแจกแจงของปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้า

หลังจากที่มีการแบ่งประเภทของผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เสื้อยืดคอกลม และเสื้อโปโล ทำการทดสอบการแจกแจงปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าในแต่ละผลิตภัณฑ์ซึงแสดงผลดังตารางที 4.2

ตารางที 4.2 รูปแบบการแจกแจงของปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้า

ประเภทผลิตภัณฑ์	รูปแบบการแจกแจงข้อมูล (ชิ้น)	P-Value
เสื้อคอกลม	300 + EXPO(3.41e+003)	> 0.15
เสื้อโปโล	100 + EXPO(202)	> 0.15

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเชิงสถิติของการแจกแจงของเวลาในการเย็บ

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เวลาในการเย็บในทุกขั้นตอน ซึ่งสามารถสรุปรูปแบบการแจกแจงเวลาในการเย็บเสื้อยืดคอกลม และเสื้อโปโลได้ดังตารางที่ 4.3 และตารางที 4.4 ตามลำดับ

ตารางที 4.3 รูปแบบการแจกแจงเวลาในการเย็บเสื้อยืดคอกลม

ขั้นตอนเย็บเสื้อยืดคอกลม	รูปแบบการแจกแจงข้อมูล (นาที/ชิ้น)	P-Value
โพ้งต่อไหล่	TRIA(0.43, 0.565, 0.82)	0.0941
ทำชิ้นแขน	TRIA(0.15, 0.215, 0.28)	0.0819
โพ้งเข้าตัว	TRIA(2, 2.41, 3.89)	0.0566
เย็บทับไหล่	TRIA(0.26, 0.372, 0.51)	0.712
ลาชายเสื้อ	TRIA(0.42, 0.555, 0.69)	0.0539
โพ้งผ้ารัดคอ	TRIA(0.04, 0.0695, 0.09)	0.348
เรียงผ้ารัดคอ	TRIA(0.13, 0.159, 0.26)	0.400
โพ้งคอ	TRIA(0.46, 0.56, 0.71)	> 0.75
เย็บทับคอ	TRIA(0.69, 0.794, 0.94)	0.451

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 รูปแบบการแจกแจงเวลาในการเย็บเสื้อโปโล

ขั้นตอนเย็บเสื้อโปโล	รูปแบบการแจกแจงข้อมูล (นาที/ชิ้น)	P-Value
ลาชายชิ้นหน้า	TRIA(0.46, 0.529, 0.69)	> 0.75
เจาะโปโล	TRIA(1.02, 1.11, 1.33)	> 0.75
เย็บสาบโปโล	TRIA(0.15, 0.22, 0.32)	0.179
เย็บสาบโปโลกับชิ้นหน้า	TRIA(1.61, 2.37, 3.44)	0.475
ลาชายชิ้นหลัง	TRIA(0.43, 0.542, 0.66)	0.421
ทำชิ้นแขน	TRIA(0.19, 0.216, 0.28)	0.193
โพ้งต่อไหล่	TRIA(0.42, 0.542, 0.91)	0.183
เย็บทับไหล่	TRIA(0.29, 0.418, 0.54)	0.414
โพ้งเข้าตัว	TRIA (2.44, 3.32, 4.89)	0.424
ย้ำปลายแขน และเก็บผ่าข้าง	TRIA(2.62, 3, 3.53)	> 0.75
เตรียมผ้ากุ๊นทำปก	TRIA(0.78, 0.948, 1.45)	0.449
ใส่ปก	TRIA(0.9, 1.22, 1.47)	0.476
กุ๊นเก็บขอบปกและใส่เบอร์	TRIA(1.61, 2.06, 2.46)	0.185
ปิดสาบบนล่าง	TRIA(0.44, 0.498, 0.67)	0.0752
เจาะรังดุม	TRIA(0.2, 0.416, 0.57)	0.162
แต้มเครื่องหมาย	TRIA(0.3, 0.366, 0.47)	0.552
ติดกระดุม	TRIA(0.47, 0.599, 0.83)	0.347

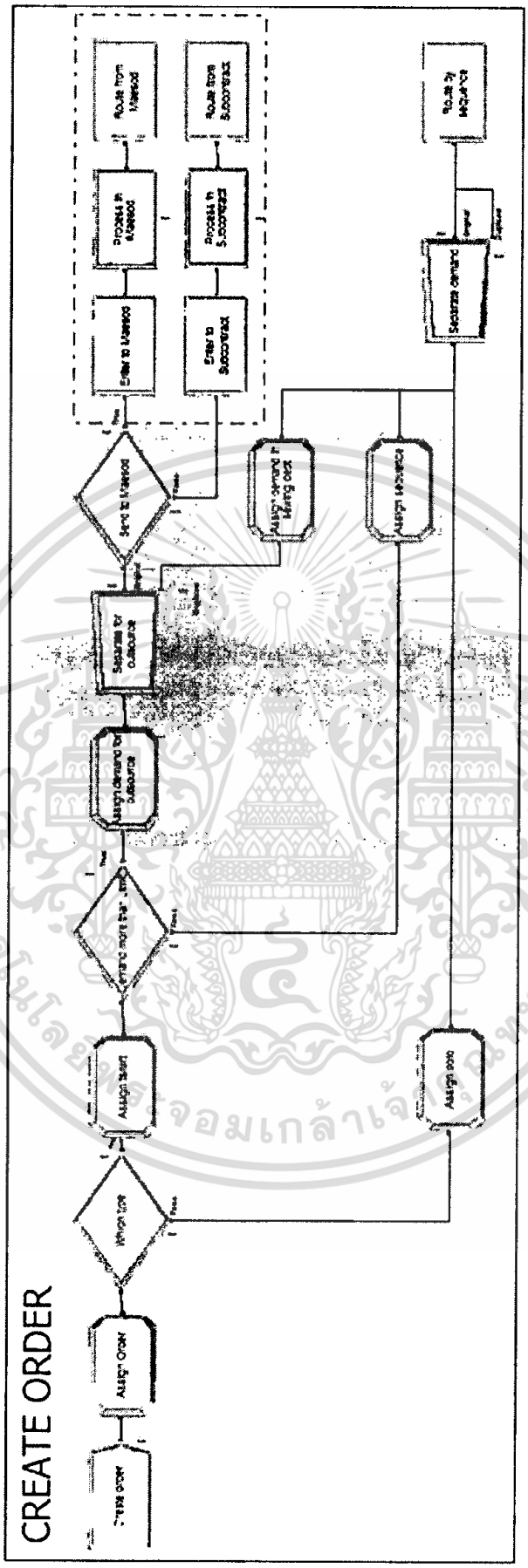
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

แบบจำลองที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1) แบบจำลองในส่วนของการสร้างและกำหนดคุณสมบัติประจำตัวของคำสั่งซื้อ เริ่มตั้งแต่คำสั่งซื้อของลูกค้าเข้ามาในระบบจนกระทั่งเตรียมขนย้ายคำสั่งซื้อไปยังสถานีงานต่างๆ ในแผนกเย็บ ใช้โมดูล Assign ชื่อ Assign Order เพื่อกำหนดคุณสมบัติประจำตัว (Attribute) ให้กับคำสั่งซื้อของลูกค้าที่เข้ามาในระบบ (Entity) ได้แก่ ประเภทของคำสั่งซื้อมี 2 ประเภทคือเสื้อยืดคอกลม และเสื้อโปโล กำหนดให้เสื้อยืดคอกลมมีค่า type เท่ากับ 1 และ เสื้อโปโลมีค่า type เท่ากับ 2, หมายเลขลำดับการสั่งซื้อ (Order Number), เวลาเริ่มดำเนินการของแต่ละคำสั่งซื้อ, ปริมาณคำสั่งซื้อของแต่ละคำสั่งซื้อ และวันกำหนดส่งงานของแต่ละคำสั่งซื้อ จากนั้นใช้โมดูล Decide ชื่อ Which type สำหรับแยกประเภทของคำสั่งซื้อโดย เนื่องจากผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ประเภทจะมีการผลิตที่แตกต่างกัน และใช้โมดูล Assign ชื่อ Assign tshirt และ Assign polo ในการกำหนดลำดับการผลิตของเสื้อยืดคอกลม และเสื้อโปโลตามลำดับ หากปริมาณคำสั่งซื้อของเสื้อยืดคอกลมมีค่ามากกว่าปริมาณที่ทางแผนกเย็บสามารถผลิตได้ ให้กำหนดคุณสมบัติประจำตัวชื่อ separation มีค่าเท่ากับ 1 และใช้โมดูล Separate ชื่อ Separate for outsource ในการแยกส่งชิ้นงานให้แก่ผู้รับจ้างภายนอก จากนั้นใช้โมดูล Decide ชื่อ Send to Maesod ในการตรวจสอบว่าต้องส่งชิ้นงานให้ผู้รับจ้างภายนอกที่แม่สอดหรือผู้รับจ้างภายนอกที่อยู่ในละแวกบริษัทกรณีศึกษา ส่วนคำสั่งซื้อที่เป็นเสื้อยืดคอกลมที่ไม่ได้ส่งให้ผู้รับจ้างภายนอก และเสื้อโปโล ให้กำหนดคุณสมบัติประจำตัวชื่อ separation เท่ากับ 0 ใช้โมดูล Route ชื่อ Route by sequence ทำหน้าที่ในการขนย้ายคำสั่งซื้อที่เข้ามาสู่โมดูลนี้ไปยังสถานีงานตามลำดับการผลิตที่กำหนด ซึ่งลักษณะแบบจำลองในส่วนขั้นตอนการสร้างและกำหนดคุณสมบัติประจำตัวของคำสั่งซื้อแสดงดังรูปที่ 4.1

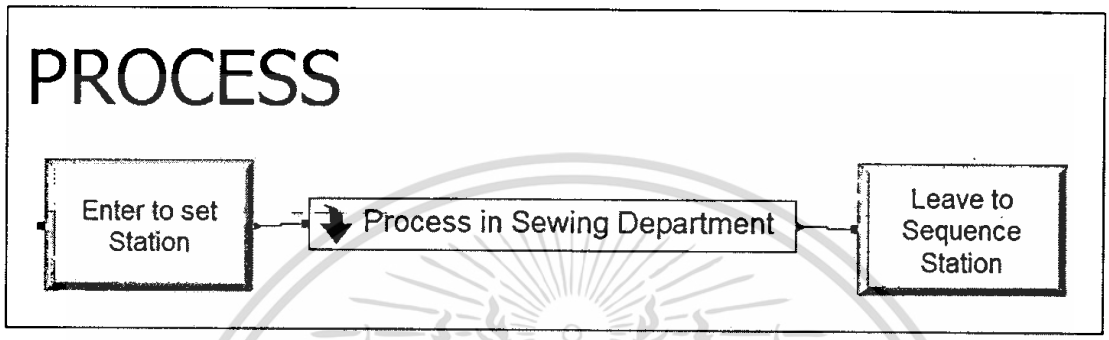
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



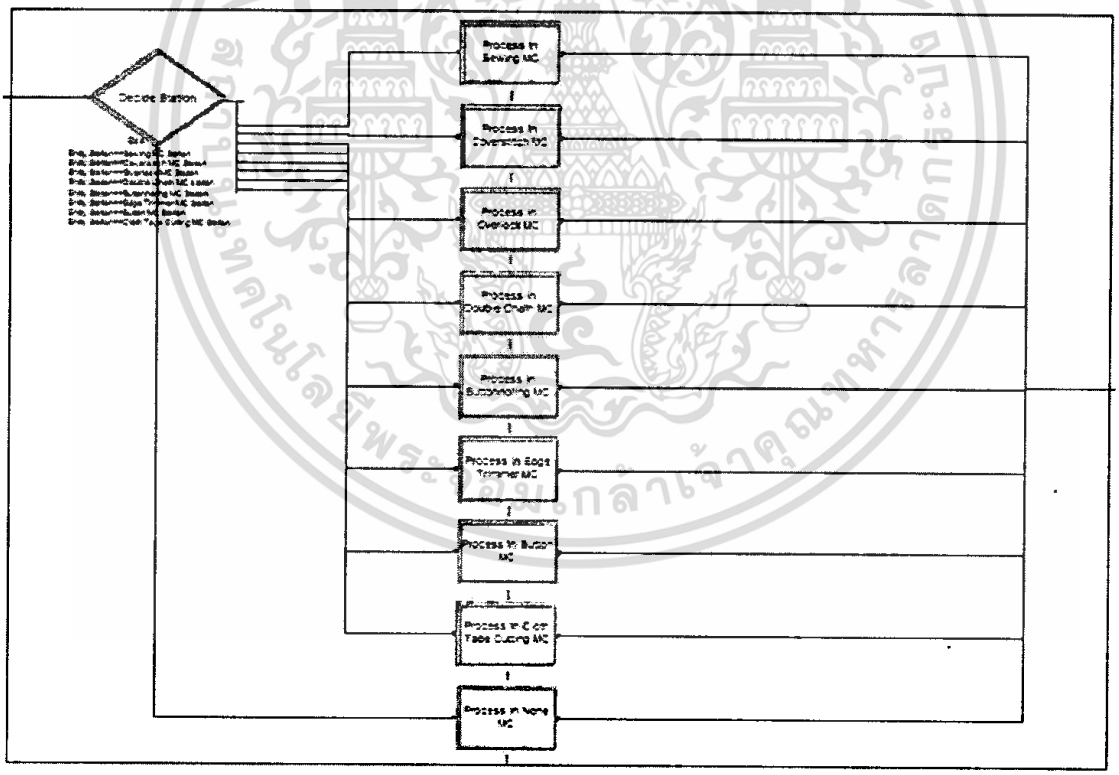
รูปที่ 4.1 แบบจำลองในส่วนของการสร้างและกำหนดคุณสมบัติประจำตัวของคำสั่งซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แบบจำลองในส่วนของขั้นตอนการผลิตในแผนกเย็บ โดยแบ่งออกเป็น 9 สถานีงานตามประเภทของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต ประกอบด้วยจักร 8 ประเภท และสถานีงานที่ไม่ใช้จักรแต่ใช้เพียงแรงงานเท่านั้นในขั้นตอนการเจาะโปโล และการแต้มเครื่องหมายของเสื้อโปโล โดยคำสั่งซื้อจะเข้ามาในแต่ละสถานีงาน และใช้เวลาการผลิตในแต่ละขั้นตอนตามที่กำหนดไว้แล้ว ซึ่งลักษณะแบบจำลองในส่วนของสถานีงาน และแบบจำลองย่อยในส่วนของการผลิตแสดงดังรูปที 4.2 และ รูปที 4.3 ตามลำดับ



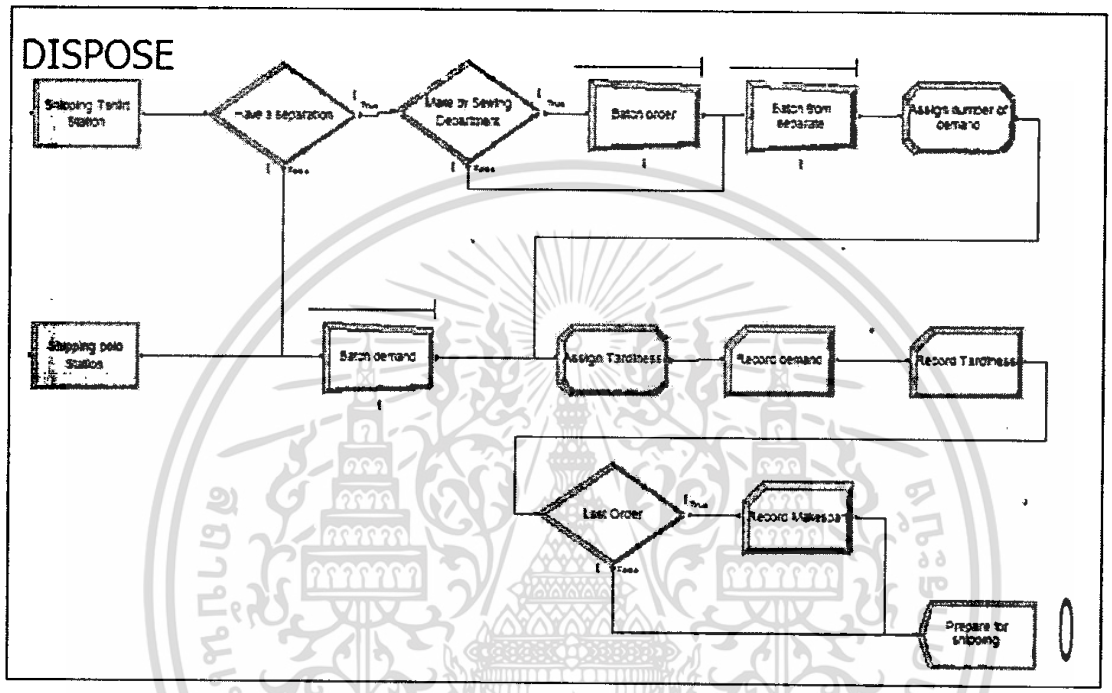
รูปที 4.2 แบบจำลองในส่วนของสถานีงาน



รูปที 4.3 แบบจำลองย่อยในส่วนของการผลิต (Process in Sewing Department)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แบบจำลองในส่วนของการบันทึกผล สำหรับเสื้อยืดคอกลมที่มีการแบ่งให้ผู้รับจ้างภายนอกทำต้องรอให้ครบจำนวนปริมาณคำสั่งซื้อก่อนถึงจะให้วัตถุออกจากระบบได้ โดยใช้โมดูล Batch ในการรวมจำนวนเสื้อที่ถูกผลิตจากผู้รับจ้างภายนอกและจากแผนกเย็บของโรงงานกรณีศึกษา ส่วนเสื้อยืดคอกลมที่ไม่ได้แบ่งให้ผู้รับจ้างภายนอกทำ และเสื้อโปโลก็จะถูกบันทึกผลตามปกติโดยมีการบันทึกเวลาปิดงาน เวลาส่งงานล่าช้า และหากงานใดเสร็จเป็นลำดับสุดท้ายจะมีการบันทึกค่าเวลาปิดงานของระบบ (Makespan) ด้วย



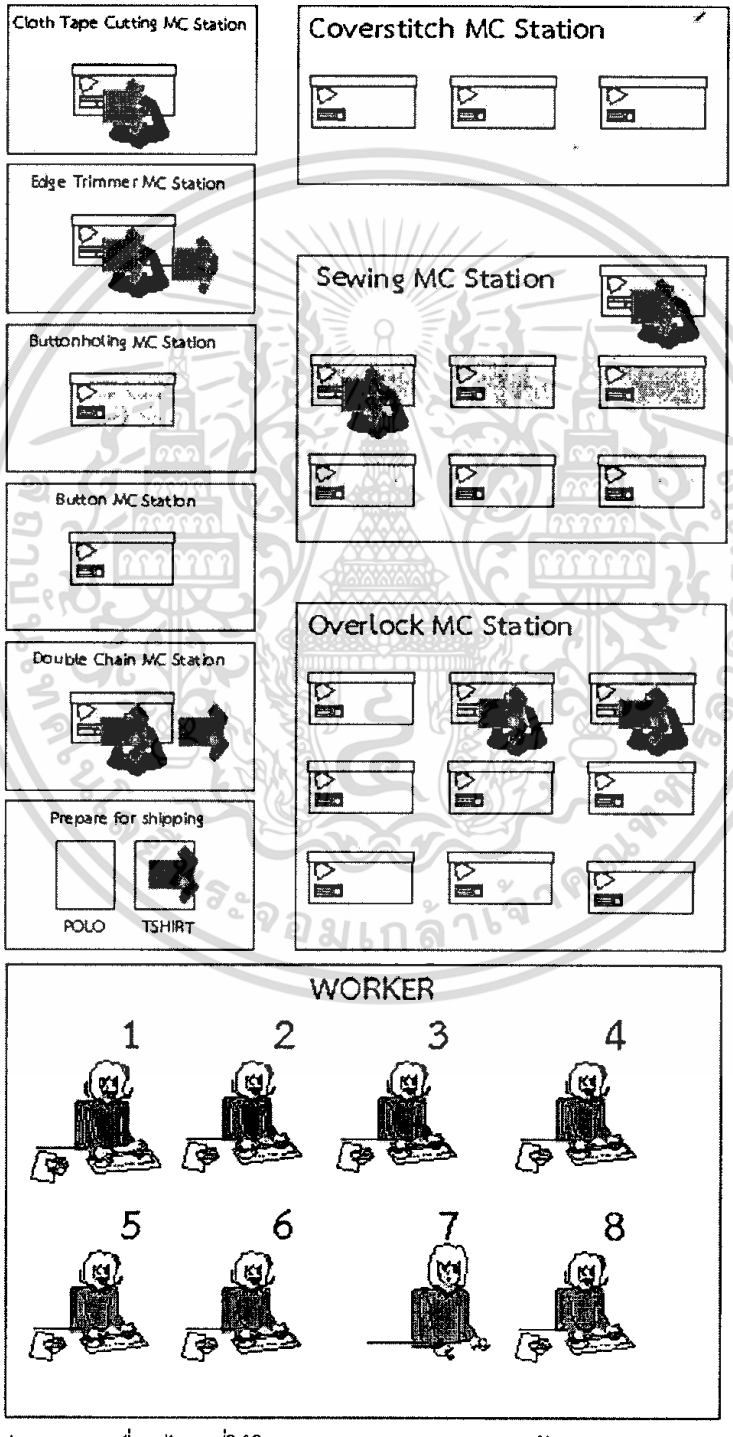
รูปที่ 4.4 แบบจำลองในส่วนของการบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

4.3.1 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ความถูกต้องของสถานะของเครื่องจักรและพนักงาน จะทำการตรวจสอบได้จากการเคลื่อนไหวของภาพเคลื่อนไหวของแบบจำลองสถานการณ์ โดยแทนเสื้อยืดคอกลมเป็นเสื้อสีเขียว เสื้อโปโลเป็นเสื้อสีส้ม จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าจำนวนเครื่องจักรที่มีการทำงานมีจำนวนเท่ากับจำนวนพนักงานที่มีการทำงาน แสดงว่ามีความถูกต้องของสถานะของเครื่องจักร



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง

การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองสถานการณ์จะทำการทดสอบทั้งหมด 2 ส่วน ได้แก่ การตรวจสอบสอบความสมเหตุสมผลของค่าเวลาปิดงานของระบบ และการตรวจสอบสอบความสมเหตุสมผลของค่าเวลาปิดงานของระบบ โดยใช้การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของค่าตัวแปรนำเข้าและผลลัพธ์ด้วยข้อมูลในอดีต

ตารางที่ 4.5 เวลาปิดงานของระบบและเวลาส่งงานล่าช้าของระบบจริงและแบบจำลองสถานการณ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

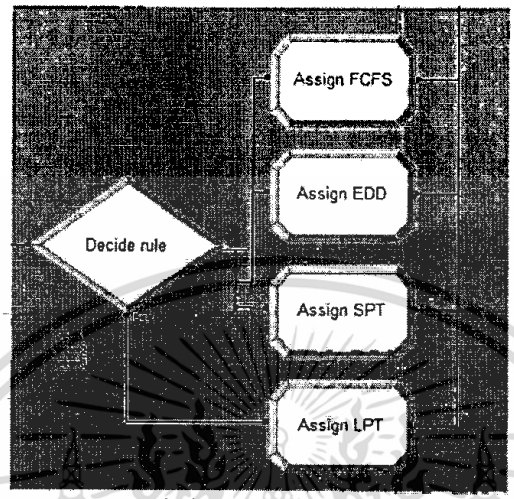
ข้อมูล	ค่าจากระบบจริง	ผลการจำลองสถานการณ์ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%	หน่วย
เวลาปิดงานของระบบ	328	(314.53, 346.45)	ชั่วโมง
เวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ย	15.5	(12.1924, 18.1124)	ชั่วโมง

จากตารางที่ 4.5 จะเห็นว่าเวลาปิดงานของระบบและเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ยจากระบบจริงอยู่ภายใต้ช่วงความเชื่อมั่น 95% ของระบบที่จำลองขึ้น จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์สามารถนำมาใช้อธิบายการทำงานของระบบจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

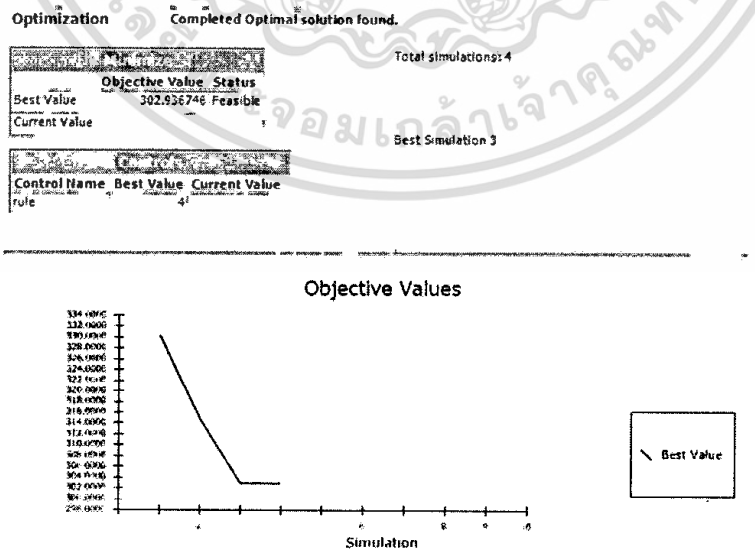
4.4 ผลการหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมด้วย OptQuest

หลังจากได้แบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถใช้แทนระบบจริงได้แล้ว จึงนำแบบจำลองสถานการณ์นี้มาเพิ่มส่วนของการจัดตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกส์แบบอื่นๆ เพื่อให้สามารถเลือกกฎการจ่ายงานแล้วนำมาเปรียบเทียบกับการจัดตารางการผลิตแบบเดิมที่ใช้กฎ FCFS ได้ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แบบจำลองที่เพิ่มเติมในส่วนการเลือกกฎการจ่ายงาน

จากนั้นผู้วิจัยใช้ OptQuest for Arena ซึ่งเครื่องมือนี้เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมภายใต้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) และข้อจำกัด (Constraints) งานวิจัยนี้ต้องการหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมจากกฎการจ่ายงานทั้ง 4 วิธี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เวลาปิดงานของระบบที่น้อยที่สุด และเวลาล่าช้าเฉลี่ยของงานน้อยที่สุด ซึ่งแสดงผลได้ดังรูปที่ 4.7

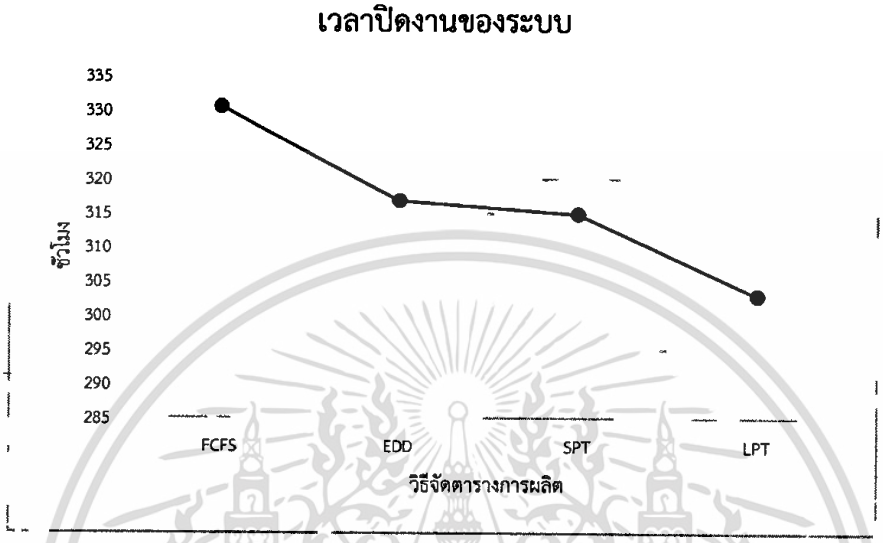


รูปที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์หากฎการจ่ายงานที่เหมาะสมผ่านแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้จากโปรแกรม OptQuest

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ผลด้านเวลาปิดงานของระบบ (Makespan)

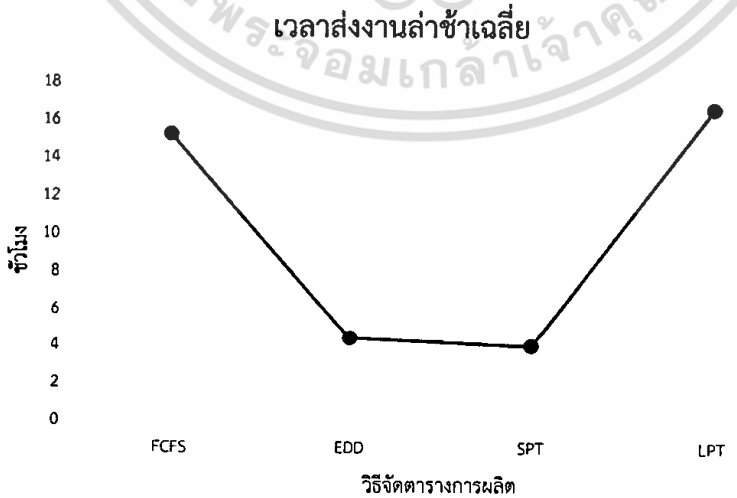
จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตในแบบต่างๆ พบว่าการจัดตารางการผลิตด้วยกฎ LPT ให้ผลลัพธ์ทางด้านเวลาปิดงานของระบบที่ดีที่สุดคือ มีเวลาปิดงานของระบบที่น้อยที่สุด รองลงมาคือ กฎ SPT กฎ EDD และ กฎ FCFS ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 เวลาปิดงานของระบบ

4.4.2 ผลด้านเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ย (Tardiness)

จากการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีการจัดตารางการผลิตในแบบต่างๆ พบว่าการจัดตารางการผลิตด้วยกฎ SPT ให้ผลลัพธ์ทางด้านเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ยที่ดีที่สุดคือ มีเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด รองลงมาคือ กฎ EDD กฎ FCFS และ กฎ LPT ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 เวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการหาวิธีการจัดตารางการผลิตที่เหมาะสมกับกระบวนการเย็บเสื้อผ้าสำเร็จรูปของบริษัท ทีทีเอช เทรดดิ้ง จำกัด ซึ่งในปัจจุบันยังขาดการจัดตารางการผลิตที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นแบบงานชิ้นไหนเข้ามาก่อนให้ทำก่อน ทำให้ประสบปัญหาในช่วงที่มีคำสั่งซื้อเข้ามามากทำให้เกิดปัญหาการผลิตไม่ทันตามวันที่กำหนดและการส่งมอบส่งงานล่าช้า หรืออาจต้องมีการเพิ่มกำลังการผลิตโดยให้คนงานทำงานล่วงเวลา รวมถึงต้องมีการทำสัญญาช่วงจากภายนอกเพื่อให้ส่งงานทันเวลา

เริ่มจากทำการจัดเก็บข้อมูลการผลิตของแผนกเย็บเพื่อนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ ซึ่งประกอบด้วย ลำดับขั้นตอนการผลิตในแต่ละผลิตภัณฑ์ การใช้งานเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอนการผลิต เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละขั้นตอน อัตราการเข้ามาของคำสั่งซื้อของลูกค้า สร้างแบบจำลองสถานการณ์สามารถอธิบายระบบจริงได้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากนั้นทำการทดสอบการจัดตารางการผลิตด้วย กฎ EDD กฎ SPT และ กฎ LPT เปรียบเทียบกับการจัดตารางการผลิตแบบเดิมของโรงงานกรณีศึกษาด้วยกฎ FCFS ในช่วงเดือนที่ทำการศึกษาโดยใช้ OptQuest ของโปรแกรม Arena ในการเปรียบเทียบหาคำตอบที่เหมาะสม เพื่อให้ได้เวลาปิดงานของระบบและเวลางานล่าช้าเฉลี่ยน้อยที่สุด

จากการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของระบบการผลิตในปัจจุบันซึ่งใช้วิธีการจัดตารางการผลิตแบบ FCFS และวิธีการจัดตารางการผลิตที่เสนอขึ้นอีก 3 วิธีคือ EDD SPT และ LPT พบว่า กฎการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ค่าเวลาปิดงานของระบบที่มีค่าน้อยที่สุดคือ LPT สามารถลดเวลาปิดงานของระบบจากเดิมเท่ากับ 8.34% และการวัดประสิทธิภาพด้านเวลางานล่าช้าเฉลี่ย กฎการจัดตารางการผลิตที่ทำให้ได้ค่าเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ยที่น้อยที่สุดคือ SPT สามารถลดเวลาส่งงานล่าช้าเฉลี่ยจากเดิมเท่ากับ 73.99%

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ไม่ได้ศึกษาถึงเรื่องของการขาดวัตถุดิบในการผลิต การแทรกงานหลังจากที่จัดตารางการผลิตแล้ว การหยุดงานระหว่างทำงาน การเสียหายของเครื่องจักร การขาดงานของพนักงาน และอื่นๆ ซึ่งหากนำสิ่งเหล่านี้มาประกอบการพิจารณาในการจัดตารางการผลิตด้วยแล้ว จะทำให้ได้ผลการจัดตารางการผลิตที่มีความใกล้เคียงกับสภาพการณ์ของระบบจริงมากยิ่งขึ้น

การจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง เป็นการเลียนแบบกระบวนการทำงานที่สร้างการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต แต่ไม่ได้สนใจพฤติกรรมการตัดสินใจของตัวกระทำ เช่น อายุการทำงานของคนงาน การตัดสินใจของลูกค้า และการแทรกงานในกรณีลูกค้าต้องการงานด่วน เป็นต้น จะทำให้การจำลองสถานการณ์นั้นเหมือนการทำงานจริงมากขึ้น อาจใช้วิธีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีการตัวกระทำสำหรับแผนกเย็บของโรงงานกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] วนิดา อุตรา, "การศึกษาภาวะอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูปในปัจจุบันภายในประเทศและต่างประเทศ", วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต, 2539.

[2] ยอดดวงใจ นาคปฐม, "การจัดตารางการผลิตแบบตามสั่ง สำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ", วิทยานิพนธปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2555.

[3] Shannon, R.E., "System Simulation the Art and Science", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1975.

[4] Maria A. "Introduction to model and simulation." Proceeding of the 1997 winter simulation Conference ed. S. Andradottir, K.J. Healy, D.H. Withers, and B.L.Nelson. 1997.

[5] เบ็ญจพร เลิศสัฒนนนท์, "การปรับปรุงผลการดำเนินงานโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.

[6] กาญจนา กาญจนสุนทร, "เทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อการหาคำตอบที่เหมาะสม", วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, ปีที่ 27, ฉบับที 1, มกราคม-เมษายน, 2550.

[7] Fu M. C., "Simulation Optimization", Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference, 2001, pp. 53-61.

[8] Azadivar F. and Shu J. V., "Use of Simulation in Optimization of Maintenance Policies", Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, 1999, pp. 1061-1067.

[9] Charnes, A. & Cooper, W.W. (1959). Chance-constrained programming. Management science, 6(1), 73-79.

[10] ศิวรักษ์ อินต๊ะวงค์ และ สันติชัย ชีวสุทธิศิลป์, "การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดตารางการผลิตโดยวิธีฮิวริสติกส์และเทคนิคการจำลองแบบปัญหาในอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์", วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2550.

[11] อรรถสิทธิ์ เครือคำ, "วิธีการจัดตารางการผลิตในระบบการผลิตแบบต่อเนื่องภายใต้ความไม่แน่นอน ของคำสั่งซื้อของลูกค้า", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

[12] Holthaus, O., "Design of effective job shop scheduling rule", Computers industrial engineering, Vol. 33, 1997, pp.249-252.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] Horng, H.C., & Chou, S.H., "Comparing Dispatching Rules in an Open Shop-A Simulation Study", 2002.

[14] Kaban, A.K., Othman, Z., & Rohmah, D.S., "Comparison of dispatching rules in job-shop scheduling problem using simulation: A case study", International Journal Simulation Model 11, 2012, pp.129-140.

[15] Mittler, M., & Schoemig, A.K., "Comparison of dispatching rules for semiconductor manufacturing using large facility models", New York, USA. Proceeding of 1999 Winter Simulation Conference, Volume: 1, 1999, pp.709-713.

[16] Banks, J., Carson, J.S., Nelson, B.L., & Nicol, D.M. "Discrete-event system simulation", 5th ed. Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2010, 622 p.

[17] จุฑา พิชิตลำเค็ญ, "พื้นฐานการจำลองสถานการณ์เชิงสุ่ม เพื่อการประยุกต์ใช้กับปัญหาจริง", สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[18] Mann, H. B. and Wald A., "On the Choice of the Number of Intervals in the Application of the Chi-squared Test", Annals of Mathematical Statistics, Vol. 18, 1942, pp. 50ff.

[19] Gumbel, E. J., "On the Reliability of the Classical Chi-squared Test", Annals of Mathematical Statistics, Vol. 14, 1943, pp. 253ff.

[20] Law, A. M., "Simulation Modeling and Analysis", 3th Ed. New York, McGraw-Hill, 2000.

[21] Stuart, A., Ord J. K. and Arnold E., "Kendall's Advanced Theory of Statistics", 6th Ed., Vol. 2, Oxford University Press, 1998.

[22] Law, A. M. and Kelton, W. D., "Simulation Modeling and Analysis", New York, McGraw-Hill, 1982.

[23] Petty M., "Verification and validation. In Principles of Modeling and Simulation: A Multidisciplinary Approach", Sokolowski JA, Banks CM, Eds. Hoboken, NJ: Wiley, 2009.

[24] Law, A. M., "Simulation Modeling and Analysis", 4th Ed. New York, McGraw-Hill, 2007.

[25] Altiok, T. and Melamed, B., "Simulation Modeling and Analysis with Arena", Elsevier, 2007.

[26] Naylor, T.H. and Finge,r J.M. "Verification of Computer simulation Models", Management Science, 1967.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[27] รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ, "คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม ARENA (ฉบับปรับปรุง)", กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชัน, 2553, 612 หน้า.

[28] Pinedo, M., "Operation Scheduling with Applications in Manufacturing and Services", Singapore, Irwin McGraw-Hill, 1999.

[29] ปิยะ ชัชชวลิตสกุล, "การจัดตารางการผลิตของเครื่องจักรที่มีลักษณะเหมือนกันและมีการจัดเรียงกันแบบขนาน", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

[30] กัญชลา สุดตาชาติ, "ฮิวริสติกการจัดตารางการผลิตเครื่องจักรขนาน กรณีมีเวลาติดตั้งเครื่องจักรและมีข้อจำกัดของเครื่องจักร", วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม, 2551, หน้า 77-88.

[31] ปารเมศ ชุติมา, "เทคนิคการจัดตารางการดำเนินงาน", สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

[32] พิภพ ลลิตาภรณ์, "การกำหนดตารางการผลิตและการควบคุม", กรุงเทพฯ, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2553, 328 หน้า.

[34] พัชราวลัย แสงอรุณ, "การจัดตารางการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานผลิต คอมเพรสเซอร์", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

[33] ปารเมศ ชุติมา, "การประยุกต์เทคนิคการจัดตารางในอุตสาหกรรม", สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551

[35] ปารเมศ ชุติมา และ วิชิต ศรีอ่อน, "การจัดตารางการผลิตในงานรูปชิ้นส่วนโครงตัวถังเครื่องปรับอากาศ", วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 2549.

[36] ปิยมาภรณ์ ชมสุวรรณ, "การจัดตาราง/การเปลี่ยนตารางการผลิตสำหรับระบบการผลิตแบบยืดหยุ่นในกรณีเครื่องจักรเสีย", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

[37] นิธิมา ศรีพานิช, "การวางแผนและจัดตารางการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า กรณีศึกษา: โรงงานเครื่องประดับ", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[38] ปัญจพร แพใหญ่, "วิธีการจัดตารางการผลิตแบบฮิวริสติกแบบผสมเพื่อประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด", การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี 2550.

[39] ยศธนา เสน่หา, "การจัดตารางการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมทอผ้า: ผ้าขนหนู", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[40] เกศณา ลาดปะละ, "การจัดตารางการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตเสื้อผ้า", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.

[41] สุธาทิพย์ บุษบา, "การจัดตารางการผลิตโดยการจัดลำดับงานด้วยวิธีการฮิวริสติกส์: กรณีศึกษาบริษัท หมวก วี ไอ พี จำกัด", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2554.

[42] จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, "บทที 8 การวิเคราะห์กระบวนการ [ออนไลน์]", เข้าถึงได้จาก: URL: http://pirun.ku.ac.th/~fengcsr/courses/2008_01/206341/ch8.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้