



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

ปริญญา

วิศวกรรมอุตสาหการ

วิศวกรรมอุตสาหการ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การปรับปรุงผลการดำเนินงานโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการจำลอง
สถานการณ์

Performance Improvement of Garment Factory by Using Simulation Technique.

นามผู้วิจัย นางสาวเบญจพร เลิศพัฒนนนท์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์พิภพ สถิตาภรณ์, วศ.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์พิชิต สุขเจริญพงษ์, D.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนันต์ มุ่งวัฒนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การปรับปรุงผลการดำเนินงานโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์

Performance Improvement of Garment Factory by Using Simulation Technique

โดย

นางสาวเบญจพร เลิศพัฒน์นนท์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)

พ.ศ. 2552

เบญจพร เลิศพัฒน์ 2552: การปรับปรุงผลการดำเนินงานโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป
โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
(วิศวกรรมอุตสาหการ) สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ อาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์พิภพ ลิตาภรณ์, วศ.ม. 140 หน้า

งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิคการจำลองสถานการณ์มาวิเคราะห์พฤติกรรมการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป
โดยใช้โปรแกรมอาร์เน่า (Arena) เพื่อการสร้างระบบปัจจุบันและระบบปรับปรุงกระบวนการผลิต
จากการศึกษาระบบการทำงานจริงพบว่า กระบวนการผลิตระบบปัจจุบันมีการทำงานแบบผลัดไป
ข้างหน้าโดยไม่คำนึงว่ากระบวนการถัดไปมีความต้องการผลิตเท่าใด ดังนั้นแนวทางสำหรับการ
ปรับปรุงกระบวนการผลิตนั้นจึงนำระบบคั้งและระบบคัมบังมาควบคุมกระบวนการผลิตโดยกำหนด
ปริมาณงานสำรอง (Buffer Size) ให้มีขนาดที่เหมาะสมเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้ไหลอย่าง
ต่อเนื่อง งานวิจัยนี้จึงวิเคราะห์การปรับปรุง 3 แนวทาง คือ 1) นำระบบคั้งและระบบคัมบังมา
ประยุกต์ใช้ในกระบวนการทำงานเดิมโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทำงานใดๆ 2) เปลี่ยนเวลา
การทำงานแผนกปักจาก 2 กะเหลือ 1 กะ 3) จัดเซลล์การผลิตโดยการจัดวางเครื่องจักรตามประเภทของ
ชิ้นงานพร้อมกับใช้ระบบคั้งและระบบคัมบังเป็นตัวควบคุมการผลิต

จากการจำลองสถานการณ์พบว่า การปรับปรุงครั้งที่ 1 สามารถลดปริมาณงานรระหว่าง
แผนกจากระบบปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ 92.54 ลดเวลาไหลในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 37.40 ทำ
ให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.14 สำหรับการปรับปรุงครั้งที่ 2 สามารถลดปริมาณงานรระหว่าง
แผนกจากระบบปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ 92.55 ลดเวลาไหลในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 39.35 ทำ
ให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.80 และการจัดเซลล์สามารถลดปริมาณงานรระหว่างแผนกจาก
ระบบปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ 92.74 ลดเวลาไหลในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 37.48 ทำให้
ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.31 จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าระบบการจัดเซลล์มีกำไร
ส่วนเกินมากที่สุดเท่ากับ 12,568,500 บาท และมีค่าใช้จ่ายอันเกิดจากสินค้าคงคลังน้อยที่สุดเท่ากับ
1,009,960 บาท เมื่อเทียบกับระบบการจำลองทุกๆ แนวทาง

Benjaporn Lertsatthananont 2009: Performance Improvement of Garment Factory by Using Simulation Technique. Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field: Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Pippahop Lalhitaporn, M.E. 140 pages.

This research proposes the simulation technique for the clothes manufacturing behavior analysis. The default model of the case study factory and the improve models from this research are simulated by the Arena software. The real work case study shows that the push production system is used for the default model to push product through the next work station and do not consider about the demand rate. The improve models consist of the pull production and the kanban system. Production line flow work and buffer sizes (work in process) are controlled to be appropriate numbers by this system. There are three simulation approaches to improve the default model. First model uses the pull and kanban system to modify the current production line which not moves the position of any machine. The second model is same like the first but reduces the embroidery department work ship from 2 ships to be 1 ship. Last model is upgraded from the second by rearrange the shape of the production line to be the Cell manufacturing.

The simulation results show that the first improve model after compare to the default model, can reduces work in processes by 92.54%, work flow times are reduced by 37.40% and increases throughput by 6.14%. For the second improve model, work in processes are reduces by 92.55%, reduces work flow time by 39.35% and increases throughput by 4.80% And the Cell manufacturing can reduces work in processes by 92.74%, reduces work flow time by 37.48% and increases product output by 2.31% In the case of economics the Cell manufacturing make the maximum profits about 12,568,500 baht and make the minimum inventory investment about 1,009,960 baht after compare to another improve model.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายๆ ฝ่าย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์พิภพ สถิตาภรณ์ ผู้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ รวมถึงแนวทางในการแก้ไขปัญหาในการทำวิจัยมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ กรรมการที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์พิชิต สุขเจริญพงษ์ รวมทั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่เสียสละเวลามาเป็นกรรมการคุมสอบและให้คำแนะนำเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับคำปรึกษาด้านการเรียนและการทำวิจัยจากอาจารย์ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการหลายๆ ท่าน จึงขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปสำหรับกรณีศึกษา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และข้อมูลในการทำวิจัย ขอขอบคุณทีมงานวิศวกรฝ่ายพัฒนาการผลิตทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการทำวิจัย ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ศึกษาและทำวิจัยด้วยกันตลอดมาให้ความช่วยเหลือเสนอแนะ ข้อคิดเห็นรวมถึงขอขอบคุณภาควิชาอุตสาหกรรมและเจ้าหน้าที่ทุกคนที่อำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัยฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบุพการี ที่สนับสนุนทั้งกำลังทรัพย์และกำลังใจด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจจนสำเร็จการศึกษา

เบญจพร เลิศพัฒนนนท์

เมษายน 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	26
อุปกรณ์	26
วิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	63
ผล	63
วิจารณ์	71
สรุปและข้อเสนอแนะ	81
สรุป	81
ข้อเสนอแนะ	84
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	88
ภาคผนวก	93
ภาคผนวก ก ข้อมูลของระบบการผลิตจริงในการทดสอบความถูกต้อง	94
ภาคผนวก ข แบบจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบัน	104
ภาคผนวก ค แบบจำลองสถานการณ์การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูประบบปรับปรุง	114
ภาคผนวก ง แบบจำลองสถานการณ์การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูประบบจัดเซลล์	119
ภาคผนวก จ ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อทดสอบความถูกต้อง	123
ภาคผนวก ฉ ผลการจำลองสถานการณ์	130
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	140

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบผลผลิตจริงกับเป้าหมายการผลิต	36
2	รอบเวลาการผลิต และช่วงเวลานำในแต่ละแผนก	36
3	รูปแบบการแจกแจงตัวแปรนำเข้าในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป	44
4	ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน	49
5	เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยระหว่างระบบจำลองกับระบบงานจริง	51
6	ผลการทดสอบสมมุติฐานของปริมาณผลผลิตระหว่างระบบจำลองกับระบบจริง	52
7	เปรียบเทียบเวลาการทำงานเฉลี่ยในแต่ละแผนกระหว่างการจำลองกับระบบงานจริง	53
8	ผลการทดสอบสมมุติฐานของเวลาการทำงานเฉลี่ยระหว่างระบบจำลองกับระบบจริง	54
9	ปริมาณงานสำรองหน้าแผนกการทำงานต่างๆ	57
10	ผลการจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบัน	64
11	ปริมาณงานกองรอจากการจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบัน	64
12	ผลการจำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุงครั้งที่ 1	66
13	ผลการจำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุงครั้งที่ 2	67
14	ผลการจำลองสถานการณ์ด้วยการจัดเซลล์	68
15	เปรียบเทียบผลการจำลองสถานการณ์ทั้ง 4 ระบบ	70
16	ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการจำลองระบบต่างๆ ในแต่ละแผนก	78
17	วิเคราะห์ค่าไรสวนเกินที่ได้จากระบบการจำลองต่างๆ ในแต่ละแผนก	79
18	ปริมาณงานกองรอจากการจำลองสถานการณ์ระบบต่างๆ	80
19	วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายจากการมีสินค้าคงคลังในระบบต่างๆ	80
20	เปรียบเทียบผลจากการจำลองสถานการณ์ทั้งสามระบบ	83
21	ข้อดีข้อเสียการปรับปรุงกระบวนการผลิต	84
22	กรณีอัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 10%	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	กรณีอัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 20%	85
24	กรณีอัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 25%	86
25	กรณีอัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 30%	86
ตารางผนวกที่		
ก1	ข้อมูลปริมาณผลผลิตที่ได้กระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป	95
ก2	ข้อมูลเวลาการทำงานกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป	97
ก3	ข้อมูลงานกองรอในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป	98
ข1	การกำหนดระยะเวลาในการทำงานของแผนกตัด	110
ข2	การกำหนดระยะเวลาในการทำงานของแผนกเย็บ	113
ง1	การแบ่งเครื่องจักรสำหรับการจัดเซลล์การผลิต	121
จ1	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณผลผลิต (Throughput) ระหว่างระบบจริงกับระบบปัจจุบัน (จำลอง) ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	124
จ2	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องเวลาการทำงาน (Process Time) ระหว่างระบบจริงกับระบบปัจจุบัน (จำลอง) ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	124
จ3	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณผลผลิต (Throughput) ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	125
จ4	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณงานกองรอหน้าแผนกต่างๆ (WIP) ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	125

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
จ5	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องประสิทธิภาพการทำงาน (Utilization) ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์	126
จ6	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณผลผลิต (Throughput) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 กับระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์	126
จ7	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องประสิทธิภาพการทำงาน (Utilization) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 กับระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์	127
จ8	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณผลผลิต (Throughput) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบการจัดเซลล์ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์	127
จ9	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณงานกองรอห้าแผนกต่างๆ (WIP) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบการจัดเซลล์ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์	128
จ10	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องประสิทธิภาพการทำงาน (Utilization) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบการจัดเซลล์ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์	128
จ11	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องเวลาไหลในกระบวนการผลิต (Throughput Time) ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์	129
จ12	ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องเวลาไหลในกระบวนการผลิต (Throughput Time) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบการจัดเซลล์ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์	129

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพสายธารคุณค่า	6
2	ขั้นตอนการทำแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า	7
3	ตัวอย่างแผนภูมิภายนอก	9
4	ตัวอย่างแผนภูมิภายใน	9
5	การทำงานระบบการดึง (Pull System)	12
6	การเบิกจ่ายวัตถุดิบโดยใช้ระบบบัตร 2 ประเภท	16
7	การทำงานของคัมบัง	16
8	แผนภูมิองค์กรของโรงงาน	27
9	ลักษณะผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ	28
10	แผนผังการไหลของข้อมูล (Information Flow) ในกระบวนการผลิต	29
11	แผนผังการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป	35
12	เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตแผนกตัดและแผนกเย็บ	37
13	แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบัน	39
14	แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสถานะอนาคต	41
15	การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม Input Analyzer	43
16	โมดูลการกำหนดคุณสมบัติพื้นฐานของเอ็นทีดี	44
17	โมดูลการกำหนดการเข้ามาของเอ็นทีดี	45
18	โมดูลกระบวนการตัด	45
19	โมดูลกระบวนการเก็บสต็อกผ้าจากแผนกตัด และปัก	46
20	โมดูลกระบวนการปัก	46
21	โมดูลกระบวนการเย็บ	47
22	ช่วงเวลาอุ่นเครื่อง (Warm Up Period) ของระบบการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป	48
23	การพิจารณาช่วงเวลานำแต่ละกระบวนการของการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป	55
24	แบบจำลองสถานการณ์สถานะอนาคตโดยใช้ระบบดึง	61
25	แบบจำลองสถานการณ์สถานะอนาคตโดยการจัดเซลล์	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
26	กราฟเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยจากการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบัน ระบบปรับปรุง และระบบจัดเซลล์	71
27	กราฟเปรียบเทียบเวลาในกระบวนการเฉลี่ยจากการจำลองสถานการณ์ระบบ ปัจจุบัน ระบบปรับปรุง และระบบจัดเซลล์	72
28	กราฟเปรียบเทียบปริมาณงานกองรอหน้าแผนกจากการจำลองสถานการณ์ ระบบปัจจุบัน ระบบปรับปรุง และระบบจัดเซลล์	73
29	กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานจากการจำลองสถานการณ์ระบบ ปัจจุบัน ระบบปรับปรุง และระบบจัดเซลล์	74
30	กราฟเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบ จัดเซลล์	75
31	กราฟเปรียบเทียบเวลาในกระบวนการเฉลี่ยระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับ ระบบจัดเซลล์	76
32	กราฟเปรียบเทียบปริมาณงานกองรอเฉลี่ยระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับ ระบบจัดเซลล์	76
33	กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบจัดเซลล์	77
ภาพผนวกที่		
ก1	การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของลูกค้า	99
ก2	การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการปูผ้า	99
ก3	การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการตัดผ้าระดับสูง	100
ก4	การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการตัดผ้าระดับต่ำ	100
ก5	การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการตัดผ้าระดับกลาง	101
ก6	การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการปัก	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก7 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการเย็บผ้าที่มี 20 ชั้นตอน	102
ก8 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการเย็บผ้าที่มี 25 ชั้นตอน	102
ก9 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการเย็บผ้าที่มี 40 ชั้นตอน	103
ก10 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการเย็บผ้าที่มี 45 ชั้นตอน	103
ข1 แบบจำลองกระบวนการผลิตระบบปัจจุบัน	105
ข2 โมดูลรับคำสั่งซื้อสินค้า จัดซื้อและจัดเก็บวัตถุดิบ	106
ข3 ตารางกำหนดเวลาทำงานในระบบการผลิตแต่ละแผนกทำงาน	113
ค1 แบบจำลองกระบวนการผลิตระบบปรับปรุง	115
ค2 การแยกหมวดสินค้าในแวร์เฮาส์	116
ค3 กล้องส่งสัญญาณคัมบัง	118
ฌ1 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบัน	131
ฌ2 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุง	134
ฌ3 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบจัดเซลล์	137

การปรับปรุงผลการดำเนินงานโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยใช้เทคนิคการจำลอง สถานการณ์

Performance Improvement of Garment Factory by Using Simulation Technique

คำนำ

เนื่องจากสภาวะการแข่งขันในปัจจุบัน ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตจำเป็นต้องมีการปรับตัวและพัฒนาความสามารถในการแข่งขันอยู่เสมอ โดยเฉพาะปัจจัยทางด้านความรวดเร็วในการดำเนินงาน การบริหารสินค้าคงคลัง และการบริหารต้นทุนการผลิต สิ่งต่างๆ เหล่านี้ส่งผลต่อแนวคิดในปัจจุบัน ทำให้ปรับเปลี่ยนแนวคิดการผลิตแบบดั้งเดิมที่เน้นผลิตเพื่อเก็บเป็นสินค้าคงคลัง (Make to Stock) เพื่อรองรับการปรับเปลี่ยนความต้องการในช่วงเวลาต่างๆ มาเป็นการผลิตโดยจัดความสูญเสีย (Waste) หรือกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่า (Non-Value Added) วิธีการดังกล่าวทำให้ระบบการผลิตมีความยืดหยุ่น และเกิดความรวดเร็วในการดำเนินการผลิต

สำหรับอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูปมักจะมีปัญหาหลายด้าน เช่น ปัญหาด้านต้นทุน ปัญหาด้านการผลิต เป็นต้น ซึ่งปัญหาต่างๆ เหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อผลผลิต ดังนั้นเมื่อเกิดปัญหาผู้ผลิตจะใช้วิธีการเพิ่มผลผลิตแบบง่ายๆ โดยการเพิ่มจำนวนแรงงาน เพิ่มเวลาการทำงาน และแก้ไขปัญหาลเฉพาะหน้า มิได้มีการวางแผนวิเคราะห์สาเหตุการเกิดปัญหา

เมื่อก้าวถึงอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป กระบวนการที่สำคัญสำหรับการผลิต คือ กระบวนการตัด กระบวนการปัก และกระบวนการเย็บ จากการศึกษาพบว่าแต่ละกระบวนการมีกำลังการผลิตไม่เท่ากัน และมีการผลิตในลักษณะแบบผลัก (Push System) นั่นคือ ในแต่ละกระบวนการมุ่งผลิตให้เต็มประสิทธิภาพ โดยไม่คำนึงว่ากระบวนการถัดไปมีความต้องการงานที่ผลิตหรือไม่ ดังนั้นจึงเกิดปริมาณงานกองรอระหว่างกระบวนการ (Work in Process) มากเกินความจำเป็น และส่งผลให้เกิดช่วงเวลานำ (Lead Time)

จากการศึกษาเบื้องต้นปัญหาที่เกิดขึ้นในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา คือ ผลผลิตที่ผลิตได้จริงต่ำกว่าเป้าหมายของโรงงานที่กำหนดไว้ คิดเป็นร้อยละ 44.24 สำหรับรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) เท่ากับ 89.1 วินาที และช่วงเวลานำ (Lead Time) เท่ากับ 12.39 วัน ซึ่งช่วงเวลานำที่เกิดขึ้นแสดง

ให้เห็นว่ามีงานรอคอยระหว่างกระบวนการ (Work In Process) เกิดขึ้น จากข้อมูลเบื้องต้นทำให้ทราบว่าในกระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่างยังคงมีความสูญเปล่า (Waste) เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นปัญหาที่ควรทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต

งานวิจัยนี้ได้นำแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping) มาวิเคราะห์สาเหตุการเกิดปัญหา พร้อมกับแนวทางปรับปรุงกระบวนการผลิต และทำการออกแบบการจำลองสถานการณ์ (Simulation) การผลิตของโรงงานตัวอย่างทั้งระบบปัจจุบัน และระบบปรับปรุง โดยโปรแกรมสำเร็จรูปอารีน่า (Arena) ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับเมื่อทำการปรับปรุงคือ ลดระดับงานกองรอ เพิ่มความสามารถในการแข่งขัน มีความรวดเร็วในการส่งมอบ มีส่วนแบ่งทางการตลาดมากขึ้น และทำให้องค์กรมีกำไรเพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์

1. แสดงการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ในอุตสาหกรรมการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป
2. สามารถลดเวลาในกระบวนการ (Throughput Time) ของโรงงานกรณีศึกษา
3. สามารถลดระดับพัสดุคงคลัง (Inventory) ในส่วนของวัตถุดิบ งานระหว่างทำ (Work In Process) และสินค้าสำเร็จรูป (Finish Good)
4. เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงาน (Plant Efficiency) โดยลดความสูญเสียในกระบวนการผลิต

การตรวจเอกสาร

ทฤษฎีสินค้าคงคลัง

สินค้าคงคลัง (Inventory) เป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินงานของธุรกิจ โดยนับเป็นองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดของต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์หลายชนิด นอกจากนั้นการมีสินค้าคงคลังที่เพียงพอยังเป็นการตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าได้ทันเวลา จึงเห็นได้ว่าสินค้าคงคลังมีความสำคัญต่อกิจกรรมหลักของธุรกิจเป็นอย่างมาก การบริหารสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพจึงส่งผลกระทบต่อผลกำไรจากการประกอบการโดยตรงและในปัจจุบันนี้มีการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาจัดการข้อมูลสินค้าคงคลัง เพื่อให้เกิดความถูกต้อง แม่นยำ และทันเวลามากยิ่งขึ้น

การจัดซื้อสินค้าคงคลังมาในคุณสมบัติที่ตรงตามความต้องการ ปริมาณเพียงพอ ราคาเหมาะสม ทันเวลาที่ต้องการ โดยซื้อจากผู้ขายที่ไว้วางใจได้ และนำส่งยังสถานที่ที่ถูกต้องตามหลักการการจัดซื้อที่ดีที่สุด (Best Buy) เป็นจุดเริ่มต้นของการบริหารสินค้าคงคลัง

รูปแบบของสินค้าคงคลัง (Forms of Inventories)

1. วัตถุดิบ (Raw Material) คือสิ่งของหรือชิ้นส่วนที่ซื้อมาใช้ในการผลิต
2. งานระหว่างทำ (Work-in-Process) คือชิ้นงานที่อยู่ในขั้นตอนการผลิตหรือรอคอยที่จะผลิตหรือรอคอยที่จะผลิตในขั้นตอนต่อไป โดยที่ยังผ่านกระบวนการผลิตไม่ครบทุกขั้นตอน
3. วัสดุซ่อมบำรุง (Maintenance/Repair/Operating Supplies) คือชิ้นส่วนหรืออะไหล่เครื่องจักรที่สำรองไว้เพื่อเปลี่ยนเมื่อชิ้นส่วนเดิมเสียหรือหมดอายุการใช้งาน
4. สินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods) คือปัจจัยการผลิตที่ผ่านทุกกระบวนการผลิตครบถ้วนพร้อมที่จะนำไปขายให้ลูกค้าได้

พิภพ (2545) การควบคุมสินค้าคงคลังเป็นสิ่งสำคัญที่ควรให้ความสนใจและเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด ในธุรกิจอุตสาหกรรมถ้าวัตถุต่างๆ (Material) มีอยู่ไม่เพียงพอกับความต้องการของการผลิตก็อาจทำให้เกิดปัญหาถึงขั้นหยุดการผลิตได้ การที่ธุรกิจมีสินค้าไม่เพียงพอที่จะขายย่อมไม่ดีนัก เพราะนอกจากจะทำให้สูญเสียโอกาสของกำไรที่ควรได้รับแล้ว ยังอาจจะทำให้ลูกค้าขาดความเชื่อถือ แต่ถ้าพยายามมีของคงคลังไว้มากๆ เพื่อป้องกันการขาดแคลนวัตถุดิบ และสินค้าต่างๆ เราจำเป็นต้องใช้เงินมูลค่ามหาศาลเพื่อเก็บของคงคลังนั้นไว้ ดังนั้นการมีการจัดการทางด้านคงคลังที่ดีย่อมเป็นผลดีในด้านการเพิ่มกำไร และลดค่าใช้จ่ายต่างๆ

ข้อดีของการมีคงคลังที่กล่าวข้างต้นย่อมมีข้อเสียควบคู่กันในด้านค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่นค่าใช้จ่ายในการเก็บ ค่าคนดูแลรักษา และต้องทำบัญชีควบคุมปริมาณ ดังนั้นจึงมีเงินทุนที่จมอยู่กับของเหล่านี้ โดยไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันที ฉะนั้นการมีของคงคลังจำเป็นจะต้องวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างข้อดีและข้อเสียการมีของคงคลัง เพื่อใช้ในการตัดสินใจกำหนดปริมาณของคงคลังที่เหมาะสม

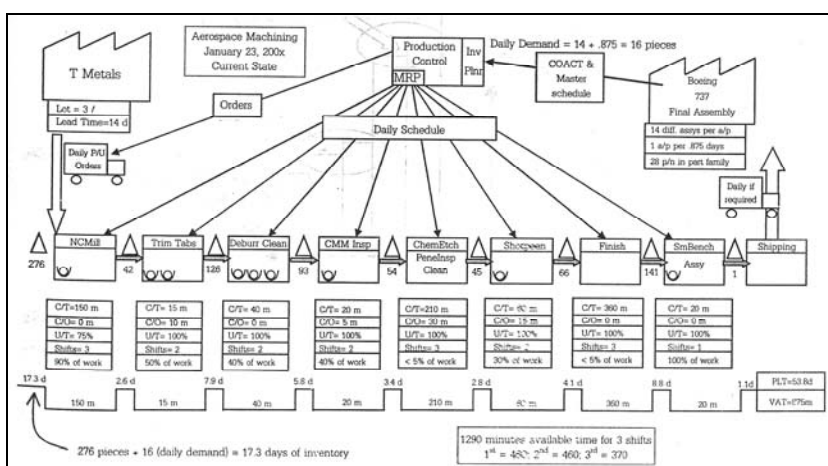
การจัดการของคงคลังมีวัตถุประสงค์เพื่อพยายามกำหนดขนาดของที่มีเพื่อไว้ที่ทำให้ต้นทุนของมันสมดุลกับต้นทุนที่เพื่อไว้สำหรับการขาดแคลน การจัดการของคงคลังจะต้องพิจารณาองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. ของที่มีเพื่อไว้ (Safety Stock) คือของที่มีสำรองเพื่อไว้ตลอดเวลาในระดับที่ต่ำสุด เพื่อป้องกันของขาดมือ
2. จุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point) คือจุดที่ต้องทำการสั่งซื้อ/ผลิต เพิ่มเติม เพื่อจะได้รับของในวันที่กำหนด ซึ่งต้องทราบปัจจัย 2 ประการ คือ
 - 2.1 ช่วงเวลานำ (Lead Time) พิจารณาวงเวลาดังแต่อกไปสั่งซื้อ จนกระทั่งถึงวันที่ได้รับของเรียบร้อย
 - 2.2 อัตราความต้องการ (Demand Rate) โดยปกติความต้องการของคงคลังจะไม่เท่ากันตลอด ดังนั้นอัตราความต้องการของคงคลังจึงเป็นค่าเฉลี่ยของความต้องการของคงคลังนั้น

แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า

การวิเคราะห์แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าจะเริ่มต้นด้วยการสร้างแผนภาพการไหลของคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) โดยจะแสดงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลสารสนเทศแต่ละขั้นตอนตามกระบวนการผลิต ดังภาพที่ 1 ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีคำถามว่า “มีคุณค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ตามธรรมชาติของลูกค้านหรือไม่” ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีผลต่อการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์ โดยทำการแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- ประเภทที่หนึ่ง ขั้นตอนการสร้างคุณค่าเพิ่ม (Value Added) เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เหมาะสมในหน้าที่การงานของวัตถุดิบ และนำไปสู่กระบวนการสุดท้ายที่ได้ผลิตภัณฑ์
- ประเภทที่สอง ขั้นตอนการสร้างซึ่งไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแต่จำเป็น (Necessary but Non Value Added) เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนปัจจุบันของระบบในกระบวนการผลิตที่อาจรวมถึงการตรวจสอบ การรอคอย และการขนส่ง
- ประเภทที่สาม ขั้นตอนการสร้างซึ่งไม่ก่อให้เกิดคุณค่าและต้องกำจัดออกทันที (Non Value Added)

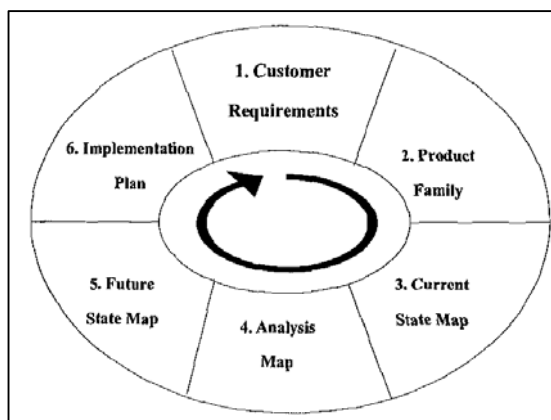


ภาพที่ 1 แผนภาพสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM)

ที่มา: Allen *et al.* (2001)

VSM เป็นเครื่องมือที่ใช้เขียนแผนภาพที่แสดงถึงเส้นทางการผลิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งแผนภาพจะแสดงทั้งการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลในการผลิต แผนภูมิมีประโยชน์ในการจำแนกหรือระบุถึงขั้นตอนที่เป็นการเพิ่มคุณค่าและที่ไม่เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์หรือที่เรียกว่าความสูญเปล่า แล้วจึงหาวิธีการเพื่อทำการกำจัดความสูญเปล่านั้นออกไป ลักษณะของ VSM จะเป็นเครื่องมือง่ายๆ คือใช้เพียงกระดาษกับดินสอเท่านั้นก็ทำให้มองเห็นภาพการไหลทั้งหมดในการเคลื่อนย้ายสินค้าตั้งแต่วัตถุดิบจนไปสู่ผู้บริโภค

การไหลของวัตถุดิบและข้อมูลที่ VSM คือ การไหลของวัตถุดิบจะเริ่มมาจากผู้จัดส่งวัตถุดิบ (Supplier) มาให้โรงงานผู้ผลิต เมื่อได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้วโรงงานผู้ผลิตจะส่งให้ผู้แทนจำหน่าย (Distributor) เป็นผู้จำหน่ายออกไปจนถึงมือผู้บริโภค ในขณะที่การไหลของข้อมูลจะมีทิศทางกลับกันกับการไหลของวัตถุดิบ คือ ผู้แทนจำหน่ายจะได้รับข้อมูลความต้องการของลูกค้าโดยตรง และข้อมูลความต้องการนั้นจะถูกใช้ร่วมกันทั้งผู้แทนจำหน่าย โรงงานที่ผลิต และผู้จัดส่งวัตถุดิบ ขั้นตอนการทำ VSM ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า

ที่มา: พงษ์พิพงค์ (2548)

1. การกำหนดความต้องการของลูกค้า (Customer Requirement)

เนื่องจาก VSM เป็นเครื่องมือแนวคิดการผลิตแบบลีนซึ่งมุ่งกำจัดความสูญเปล่าต่างๆ ในกระบวนการผลิต เพื่อให้สินค้าหรือบริการนั้นสามารถตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า ดังนั้นก่อนที่จะเข้าสู่ขั้นตอนในการทำ VSM สิ่งแรกที่จะต้องคำนึงถึงคือ การสามารถเข้าใจถึงความต้องการของลูกค้าได้อย่างแท้จริงจึงจะสามารถตอบสนองความต้องการนั้นได้อย่างถูกต้องจนทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจ โดยการสำรวจตลาด การออกแบบสอบถาม รวมถึงการได้มาซึ่งข้อมูลความต้องการของลูกค้าไปสู่กระบวนการผลิตต่อไป

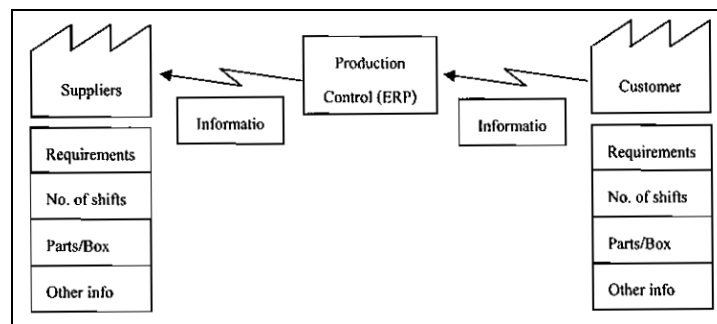
2. กลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Family)

เมื่อทราบว่าผลิตภัณฑ์ใดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการและมีขั้นตอนการผลิตเป็นอย่างไรแล้ว สำหรับกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ลูกค้าต้องการผ่านขั้นตอนการกำหนดคุณค่ามีหลายชนิด หลายรุ่น ที่มีขั้นตอนการผลิตแตกต่างกัน จะต้องทำการเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาทำการเขียนแผนภาพเสียก่อน ซึ่งจะเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีขั้นตอนการผลิตที่เหมือนกัน (Product Family)

3. การเขียนแผนภาพปัจจุบัน (Current State Drawing)

เมื่อเลือกกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ต้องการได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการวาดแผนภาพกระบวนการผลิตที่แสดงทั้งการไหลของวัตถุดิบ และการไหลของข้อมูลในกระบวนการผลิตที่กำลังดำเนินการอยู่ในปัจจุบันของผลิตภัณฑ์กลุ่มนั้น เพื่อทำให้มองเห็นถึงความสูญเปล่าต่างๆ ที่ซ่อนอยู่ และหาทางกำจัดความสูญเปล่าออกไป โดยขั้นตอนการวาดภาพจะแบ่งเป็นแผนภูมิภายนอก (External Mapping) และแผนภูมิภายใน (Internal Mapping)

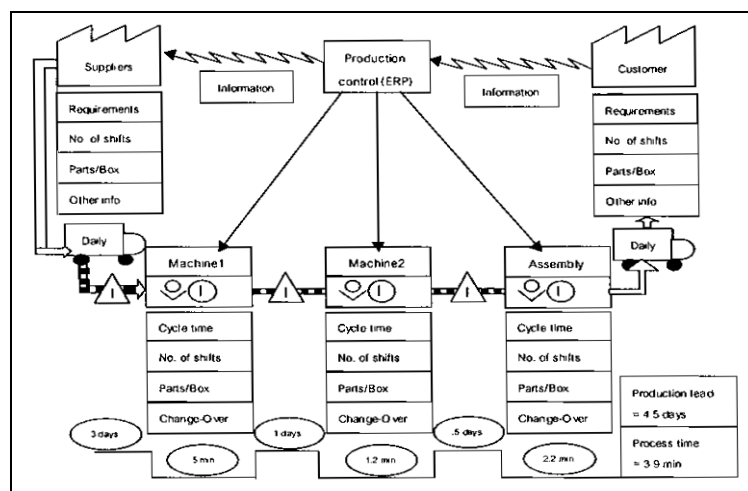
แผนภูมิภายนอก (External Mapping) คือการวาดแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์กร นั่นคือ ระหว่างโรงงานผลิตเองกับผู้ส่งวัตถุดิบ (Supplier) และกับลูกค้า (Customer) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างแผนภูมิภายนอก (External Mapping)

ที่มา: Jared (2001)

แผนภูมิภายใน (Internal Mapping) เป็นการวาดแผนภาพที่แสดงกิจกรรมในกระบวนการผลิตทั้งหมด ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเฉพาะภายในองค์กรของเรา โดยผู้วาดต้องสังเกตการณ์ในกระบวนการจริงๆ เพื่อเก็บรายละเอียดทั้งหมด และการวาดจะต้องเริ่มจากกระบวนการสุดท้ายย้อนกลับมาข้างหน้า เพื่อให้สามารถเข้าใจการไหลของการผลิตนั้นได้ง่าย ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแผนภูมิภายใน (Internal Mapping)

ที่มา: Jared (2001)

4. การวิเคราะห์คุณค่า (Analysis Mapping)

เมื่อได้แผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์ปัจจุบันแล้วจะนำแผนภาพที่ได้มาทำการวิเคราะห์และปรับปรุงโดยใช้หลักการกำจัดความสูญเปล่าซึ่งถือว่าเป็นการไม่เพิ่มคุณค่าเพื่อให้ได้กระบวนการผลิตใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้นจากเดิม ซึ่งความสูญเปล่าต่างๆ ที่อยู่ภายในกระบวนการผลิตและการไหลนั้นจะแสดงในแผนภาพ VSM ทั้ง 7 ประการ ได้แก่ การผลิตเกินความจำเป็น (Over Production) การเกิดสินค้าคงคลัง (Inventory) การเคลื่อนย้าย (Transportation) กระบวนการผลิตเกินความจำเป็น (Over Processing) การเกิดของเสีย (Defect) การรอคอย (Waiting) และการเคลื่อนที่ไม่จำเป็น (Motion)

นอกจากการพิจารณาแผนภาพ VSM เพื่อพิจารณาความสูญเปล่าแล้ว ยังสามารถปรับปรุงกระบวนการโดยใช้ Takt Time เป็นตัวกำหนดรอบเวลาการผลิตที่เหมาะสม ซึ่ง Takt Time หาได้จากจำนวนเวลาทำงานในแต่ละวันทั้งหมดหารด้วยจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ถูกค้าต้องการในแต่ละวัน จะได้เวลาที่ใช้ในการผลิตต่อชิ้น ซึ่งเราสามารถนำ Takt Time มากำหนดรอบเวลาการผลิตที่เหมาะสม นั่นคือรอบเวลาการผลิตไม่ควรมากกว่า Takt Time เพราะถ้ารอบเวลาการผลิตมากกว่า Takt Time จะทำให้เกิดงานระหว่างผลิต (Work In Process) หรือเกิดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นของพนักงาน หรือเกิดความสูญเปล่าอื่นๆ ในการปรับปรุงกระบวนการเพื่อให้รอบเวลาการผลิตไม่มากกว่า Takt Time และให้มีประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตดีขึ้น

5. การเขียนแผนภาพอนาคต (Future State Drawing)

ขั้นตอนนี้เป็นการวาดแผนภาพกระบวนการผลิตใหม่ที่ถูกปรับปรุงโดยการกำจัดความสูญเปล่าต่างๆ ออกไป และปรับปรุงกระบวนการหรือขั้นตอนการผลิตใหม่ โดยใช้วิธีการต่างๆ การปรับปรุงนี้จะทำให้ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เวลามาเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งต้องแสดงให้เห็นในแผนภาพ เนื่องจากการปรับปรุงแผนภาพกระบวนการผลิตยังไม่ได้นำมาใช้ในกระบวนการผลิตจริง ดังนั้นบางครั้งอาจใช้การจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยเพื่อทำให้เห็นภาพต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป

6. การนำไปใช้งาน (Implementation)

เมื่อสังเกตได้ว่าค่าที่แสดงถึงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต เช่น ค่าช่วงเวลานำ รอบเวลาการผลิต ที่ได้จากแผนภาพกระบวนการผลิตในสถานการณ์อนาคตมีค่าที่แสดงว่าประสิทธิภาพดีขึ้นจากกระบวนการผลิตแบบเดิม เราก็สามารถนำกระบวนการผลิตใหม่ที่ได้ไปใช้ในการผลิตจริงได้ แต่ถ้าพบว่ายังสามารถปรับปรุงหรือกำจัดความสูญเปล่าได้อีกก็สามารถทำให้แผนภาพอนาคตกลายเป็นแผนภาพปัจจุบัน แล้วดำเนินการซ้ำตามข้อ 2 ได้ต่อไป

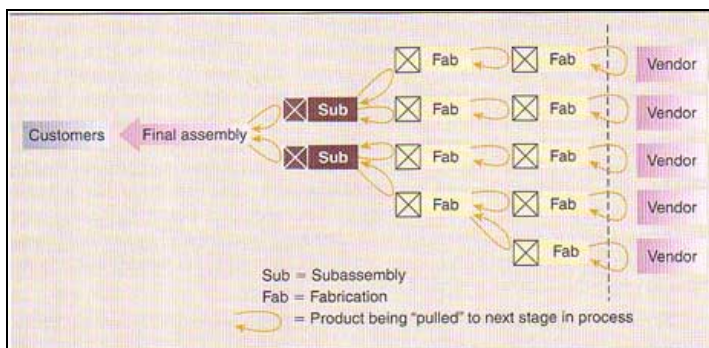
เครื่องมือและเทคนิคการปรับปรุงกระบวนการผลิต

การพัฒนาปรับปรุงผลิตภาพให้กับองค์กรต่างๆ จนประสบความสำเร็จมากมาย นั่นคือ การเพิ่มผลิตผล (Throughput) การลดปริมาณงานรอคอย (Work In Process) และการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า (Customer Satisfaction) ซึ่งเกิดจากแรงผลักดันจากสภาวะการแข่งขันระหว่างธุรกิจที่ส่งผลให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนแนวคิดเดิมด้วยการมุ่งผลิตแต่ละรุ่นด้วยปริมาณมาก และความประหยัด ดังนั้นผู้บริหารจึงค้นหาวิธีการต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงองค์กรให้เกิดความคล่องตัวด้วยการจัดความสูญเปล่าที่เป็นอุปสรรคต่อการไหลของงาน โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ดังนี้

1. ระบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time: JIT)

ระบบทันเวลาพอดี (Just-In-Time System) หรือ JIT หมายถึง ระบบการผลิตหรือการให้บริการที่ถูกพัฒนาและออกแบบให้ทำการผลิต ส่งมอบสินค้า หรือบริการในปริมาณที่ถูกต้อง และทันกับขบวนการผลิตอื่น หรือทันตามความต้องการของลูกค้า โดยยึดปรัชญาว่าวัตถุดิบจะไม่ถูกใช้ถ้าไม่ถูกผลิตหรือดำเนินงาน โดยที่ระบบ JIT มีคุณสมบัติ ดังนี้

1.1 การไหลของวัสดุแบบดึง (Pull Method of Material Flow) เป็นวิธีการที่ใช้ความต้องการของลูกค้าเป็นเครื่องกำหนดปริมาณการผลิตและการใช้วัตถุดิบ ซึ่งลูกค้าในที่นี้ไม่ได้หมายถึงเฉพาะลูกค้าผู้ซื้อสินค้าเท่านั้น แต่ยังหมายถึงบุคลากรในส่วนงานอื่นที่ต้องการงานระหว่างทำหรือวัตถุดิบ เพื่อทำการผลิตต่อเนื่อง โดยวิธีดึงเป็นวิธีการควบคุมวัสดุคงคลัง และการผลิต ณ สถานที่ทำงานที่ทำการผลิตนั้นๆ



ภาพที่ 5 การทำงานระบบการดึง (Pull System)

ที่มา: Davis *et al.* (2003)

1.2 การรักษาคุณภาพในระดับสูงอย่างคงที่ (Consistently High Quality) ระบบ JIT เป็นระบบการดำเนินงานที่ค้นหาและขจัดเศษซาก หรือชิ้นงานที่เสียออกจากกระบวนการ เพื่อให้ระบบการไหลของงานเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ JIT จะมีประสิทธิภาพได้ต้องอาศัยการควบคุมคุณภาพของสินค้าและบริการ โดยเทคนิคการจัดการคุณภาพ เช่น TQM เพื่อให้สินค้าและบริการมีคุณสมบัติตรงตามที่ต้องการ โดยระบบ JIT จะควบคุมคุณภาพที่แหล่งวัตถุดิบ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานจะเป็นผู้ควบคุมและตรวจสอบคุณภาพด้วยตนเอง หรือที่เรียกว่า “คุณภาพ ณ แหล่งกำเนิด (Quality at Source)”

1.3 ปริมาณการผลิตขนาดเล็ก (Small Lot Size) ระบบ JIT จะพยายามควบคุมวัสดุคงคลังให้อยู่ในระดับที่น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อไม่ก่อให้เกิดต้นทุนในการจัดเก็บและต้นทุนค่าเสียโอกาสจึงผลิตในปริมาณที่ต้องการ โดยที่ปริมาณการผลิตขนาดเล็กหรือในจำนวนที่น้อยมีประโยชน์ 3 ประการต่อไปนี้

- ช่วยลดวงจรของวัสดุคลัง และทำให้ระดับสินค้าคงคลังจะลดลง
- ช่วยลดเวลานำหรือช่วงเวลารอคอย รวมทั้งวัสดุคงคลังที่เป็นงานระหว่างทำ (Work-in-process) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงาน คือ ขจัดของเสียที่เกิดในขบวนการผลิต
- ขจัดปัญหาความล่าช้า การจัดส่งสินค้า หรือการให้บริการ

- ช่วยให้ระบบการทำงานเป็นแบบเดียวกัน ซึ่งเป็นผลทำให้มีความชำนาญมากขึ้นสามารถใช้กำลังการผลิตให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น และฝ่ายผลิตสามารถปรับตัวไปผลิตสินค้ารายการอื่นๆ อย่างรวดเร็ว

1.4 ระยะเวลาการติดตั้งและเริ่มดำเนินงานสั้น (Short Setup Time) ผลจากการลดขนาดการผลิตให้เล็กลง ทำให้ฝ่ายผลิตต้องเพิ่มความถี่ในการจัดการขึ้น ขณะที่ต้องทำให้เวลาของการจัดการลดลง ดังนั้นถ้าจัดเวลาให้มีช่วงเวลาของการผลิตที่ใช้เวลานาน จะทำให้เกิดการสูญเสียเวลา เกิดเวลาว่างเปล่าของพนักงานและอุปกรณ์ ดังนั้นผู้ควบคุมกระบวนการผลิตจึงต้องลดเวลาของการจัดการเวลาให้สั้นลง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพเต็มที่และสัมพันธ์กับปริมาณการผลิตจำนวนน้อย ในทางปฏิบัติการที่จะให้เวลาในการติดตั้งและเริ่มดำเนินงานสั้น ซึ่งต้องได้รับความร่วมมือ อย่างใกล้ชิดระหว่างฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายบริหาร และแรงงาน

1.5 ภาระงานของสถานีปฏิบัติงานอยู่ในระดับเดียวกัน (Uniform Workstation Load) ถ้าการทำงานของสถานีทำงานเป็นไปอย่างคงที่และสม่ำเสมอ การปฏิบัติงานที่เป็นแบบเดียวกันสามารถที่จะบรรลุผลสำเร็จได้โดยที่ชิ้นส่วนประกอบเป็นแบบเดียวกัน การผลิตในแต่ละวันเป็นสินค้าชนิดเดียวกันและมีปริมาณที่เท่าๆ กัน ซึ่งเป็นผลทำให้ความต้องการชิ้นงานในแต่ละสถานีเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ การวางแผนกำลังการผลิต การปรับปรุงวิธีการให้อยู่ในจุดที่วิกฤติ และการทำงานในระดับที่สมดุล (Line Balance) ถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนา ตารางการผลิตในแต่ละเดือน

1.6 ส่วนประกอบและวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐาน (Standardized Components and Work Method) การกำหนด “ชิ้นส่วนมาตรฐาน” ที่เรียกว่า “Part Commonality” หรือ “Modularity” จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตที่ดำเนินงานซ้ำ โดยที่ส่วนประกอบและวิธีการทำงานเป็นมาตรฐานจะช่วยให้ระบบการผลิตบรรลุเป้าหมายและผลผลิตที่สูง และมีระดับวัสดุคงคลังที่ต่ำ

1.7 ความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับผู้ขายวัตถุดิบ (Close Supplier Ties) เป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากระบบ JIT มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการให้วัสดุคงคลังอยู่ในระดับต่ำ ซึ่งทำให้การจัดส่งมีบ่อยครั้งมากขึ้น โดยใช้ระยะเวลารอคอยที่สั้นลง ประการสำคัญการส่งของต้องมาถึงตรงเวลาและวัตถุดิบต้องมีคุณภาพตามที่ต้องการ

1.8 แรงงานยืดหยุ่น (Flexible Work Force) หมายถึง พนักงานที่ถูกพัฒนาให้มีทักษะที่หลากหลายสามารถทำงานได้มากกว่าหนึ่งอย่าง โดยที่ประโยชน์ของแรงงานยืดหยุ่น คือ พนักงานสามารถที่จะไปทำงานในแผนกผลิตอื่นได้ เพื่อที่จะสามารถลดภาวะคอขวด (Bottle Neck) หรือ การที่มีปริมาณงานค้างอยู่ในหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง หรือคนงานสามารถทำงานแทนบุคคลอื่นที่ขาดงานได้ ถึงแม้ว่าการให้คนงานไปทำงานที่ไม่มี ความถนัดอาจทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลง แต่การหมุนเวียนงานอย่างเป็นระบบสามารถที่จะความเบื่อหน่าย และทำให้คนงานมีความตื่นตัวได้

1.9 ให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ (Product Focus) ถ้าหากปริมาณการผลิตของผลิตภัณฑ์บางประเภทมีจำนวนมากพอ เราสามารถที่จะจัดกลุ่มของคนงานและเครื่องจักรให้สอดคล้องกับผลิตภัณฑ์ เพื่อลดความถี่ในการปรับเปลี่ยนและเริ่มดำเนินงาน แต่ถ้าปริมาณของผลิตภัณฑ์มีไม่มากพอ เราสามารถใช้วิธีรวมกลุ่มเทคโนโลยี (Group Technology) เพื่อที่จะออกแบบสายการผลิตขนาดเล็ก ซึ่งกรรมวิธีการผลิตและใช้อุปกรณ์ร่วมกัน นอกจากนี้การที่คนงานหนึ่งคนสามารถคุมเครื่องจักรหลายเครื่อง (One Worker, Multiple Machines) หรือที่เรียกว่า เทคนิค OWMM โดยเครื่องจักรแต่ละตัวถูกออกแบบและจัดระบบให้ทำงานต่อเนื่องกัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์เดียวกัน จะถูกผลิตซ้ำๆ ซึ่งจะช่วยให้การปรับเปลี่ยนและเริ่มดำเนินงานจะหมดไป

1.10 การผลิตแบบอัตโนมัติ (Automatic Production) การนำเครื่องจักรมาใช้แทนแรงงานคนมีบทบาทที่สำคัญต่อความสำเร็จของระบบ JIT และเป็นกุญแจสำคัญในการผลิตแบบต้นทุนต่ำโดยผู้บริหารต้องวางแผนการใช้งานเครื่องจักรอัตโนมัติอย่างรอบคอบ โดยพิจารณาความเหมาะสม และความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นสำคัญ

1.11 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เนื่องจากระบบ JIT ให้ความสำคัญในเรื่องการไหลของวัตถุดิบและการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ รวมทั้งการจัดให้มีวัตถุดิบสำรองไว้ในระดับต่ำ ตลอดจนมีวัฏจักรการดำเนินงานที่สอดคล้องกัน ดังนั้นหากเกิดปัญหาเครื่องจักรขัดข้องขึ้นมากะทันหันก็อาจส่งผลกระทบต่อระบบการผลิต การบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะช่วยลดความถี่และการขัดข้องของเครื่องจักร โดยการบำรุงรักษาถูกจัดทำขึ้นตามตารางเวลาให้สอดคล้องกันระหว่างต้นทุนการบำรุงรักษา และความเสี่ยงของต้นทุนที่เกิดจากการเสียหายของเครื่องจักร

ระบบ JIT ให้ความสำคัญกับการลดความไม่มีประสิทธิภาพและเวลาที่สูญไปในกระบวนการผลิต เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตและคุณภาพของสินค้าและบริการอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้การมีส่วน

ร่วมของพนักงาน และการทำให้วัสดุคงคลังลดลงเป็นสิ่งที่จำเป็นของการดำเนินงานระบบ JIT โดยระบบ JIT อาจถูกเรียกในชื่อต่อไปนี้ เช่น ระบบการผลิตแบบ Lean (Lean Production) ระบบวัสดุคงคลังเป็นศูนย์ (Zero Inventory) ระบบการผลิต Synchronous (Synchronous Manufacturing) ระบบการผลิตแบบ Stockless (Stockless Production) ระบบวัสดุตามความต้องการ (Material as Needed) หรือระบบการผลิตแบบไหลต่อเนื่อง (Continuous Flow Manufacturing) ซึ่งอาจเรียกแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมขององค์กร อย่างไรก็ตามหนังสือเล่มนี้จะใช้คำว่า JIT เป็นสำคัญ

เป็นระบบการผลิตที่นำมาใช้เพื่อสนองปรัชญาในการผลิตที่มุ่งเน้นกำจัดความสูญเสียหรือกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าต่างๆ ออกจากกระบวนการ เพื่อให้การบริหารจัดการวัตถุดิบและชิ้นส่วนเข้าสู่กระบวนการผลิตในปริมาณและเวลาที่ต้องการ เพื่อให้ผลิตเป็นสินค้าได้พอดีกับความต้องการทั้งปริมาณและเวลา เพื่อลดความสูญเสียและต้นทุนที่มาจากคงคลัง และลดงานระหว่างกระบวนการอันเป็นข้อเสียของการผลิตแบบคราวละมากๆ

2. การออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบดึง (Pull System)

ในระบบดึงนั้น การวางแผนการผลิตเน้นให้กระบวนการผลิตแต่ละกระบวนการทำการผลิตให้พร้อมเสร็จให้ตรงตามเวลาที่ลูกค้ากำหนด ดังนั้นในกระบวนการย่อยจำเป็นต้องวางแผน ลำดับการผลิต ปริมาณการผลิต โดยต้องคำนึงถึงความสามารถในการผลิตที่มีของแต่ละกระบวนการว่าจะทำได้ตรงตามแผนที่ต้องการ ตัวอย่างวิธีของระบบดึง ได้แก่ การส่งแผ่นคัมบัง (Kanban) ไปยังแผนกที่ส่งส่วนประกอบมาให้ เพื่อบอกถึงความต้องการส่วนประกอบ และจำนวนที่ต้องการ ซึ่งเมื่อแผนกที่ได้รับเห็นแผ่นคัมบัง จะรู้ว่าส่วนประกอบถูกใช้จนถึงระดับที่ต้องมีการเติม หรือต้องมีการผลิตเพิ่ม ซึ่งแผ่นคัมบังจะเป็นตัวช่วยกำหนดให้แผนกที่ส่งส่วนประกอบมาให้เริ่มทำการผลิต

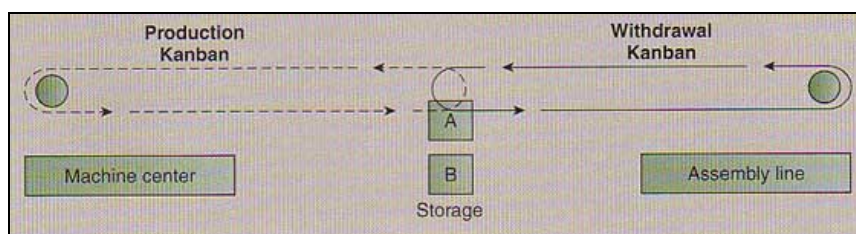
ระบบคัมบัง (Kanban)

ระบบ Kanban ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบ JIT ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการพัฒนาคุณภาพ และควบคุมการไหลของงาน ซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวาง โดยที่ “Kanban” หมายถึง บัตร แผ่นป้ายหรือสัญลักษณ์ ที่สามารถบอกถึงการไหลของงาน เพื่อควบคุมการปฏิบัติงานในโรงงาน ระบบ Kanban ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทโตโยต้า ใช้ระบบการควบคุมการไหลของงานและการเบิกจ่ายวัตถุดิบโดยใช้ระบบบัตร 2 ประเภท คือ บัตรสั่งทำ (Production Order Card) และบัตรเบิกใช้

(Withdrawal Card) ซึ่งบัตรนี้จะติดไปกับภาชนะ (Container) ที่ใส่วัตถุดิบหรือระบบบัตรสองใช้ (Two-card System) โดยมีเกณฑ์สำหรับการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

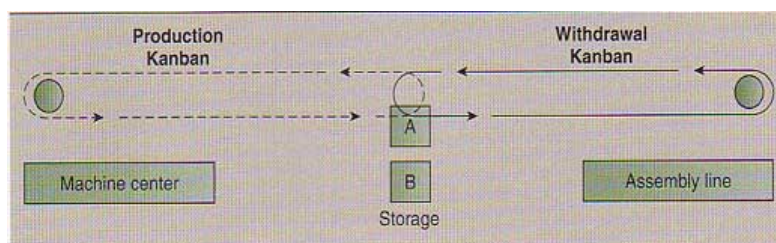
- ในแต่ละภาชนะจะต้องมีบัตรอยู่ด้วยเสมอ
- หน่วยงานประกอบจะเป็นผู้เบิกจ่าย ชิ้นส่วนจากหน่วยผลิต โดยระบบดัง
- ถ้าไม่มีใบเบิกที่มีคำสั่งอนุมัติ จะไม่มีการเคลื่อนภาชนะออกจากที่เก็บ
- ภาชนะจะต้องบรรจุชิ้นส่วนในปริมาณที่ถูกต้องและมีคุณภาพที่ดีเท่านั้น
- ชิ้นส่วนที่ดีเท่านั้น ที่จะถูกจัดส่งและใช้งานในสายการผลิต
- ผลผลิตรวมจะไม่มากเกินไปกว่าคำสั่งการผลิตที่ได้บันทึกลงใน Card สั่งผลิต และนั่นก็

หมายความว่า วัตถุดิบที่เบิกใช้จะต้องไม่มากกว่าจำนวนชิ้นส่วนที่บันทึกลงในบัตรเบิกชิ้นส่วน



ภาพที่ 6 การเบิกจ่ายวัตถุดิบโดยใช้ระบบบัตร 2 ประเภท (Flow of Two Kanbans)

ที่มา: Davis *et al.* (2003)



ภาพที่ 7 การทำงานของคัมบัง (Kanbans Pull)

ที่มา: Davis *et al.* (2003)

สัญลักษณ์ของ Kanban ไม่จำเป็นต้องเป็นไปในรูปลักษณะของบัตรเพียงอย่างเดียว ยังสามารถแทนได้ด้วยสื่อสัญลักษณ์อื่น ดังต่อไปนี้

1. ระบบภาชนะ (Container) ตัวภาชนะเองอาจจะใช้แทนบัตรได้ คือ เมื่อภาชนะว่างลง แสดงว่าต้องการชิ้นส่วนเพิ่มเติม ระบบนี้จะใช้งานได้ดี เมื่อภาชนะได้รับการออกแบบเป็นพิเศษให้สามารถบรรจุวัตถุดิบ หรือชิ้นส่วนได้อย่างพอดี และไม่ก่อให้เกิดความสับสน

2. ระบบไม่ใช่ภาชนะ (Container less) แต่อาจจะเป็นพื้นที่การทำงานในสายการผลิตสำหรับกำหนดพื้นที่สำหรับวางวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนก็ได้ เมื่อพื้นที่บริเวณดังกล่าวว่างลงก็เป็นสัญญาณที่บอกได้ว่าต้องการวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนมาเพิ่ม รวมทั้งยังเป็นสัญญาณบอกได้ถึงว่าหน่วยงานผลิตอื่นต้องทำการผลิตต่อได้ด้วย

ความจริงบัตร ภาชนะ หรือรูปภาพอื่นๆ เป็นเพียงสัญลักษณ์ที่แสดงความต้องการวัสดุหรือการดำเนินงาน ดังนั้นถ้าเราสามารถใช้รูปแบบอื่นในการแสดงความต้องการวัตถุดิบได้ก็จะทำให้ระบบ JIT สามารถดำเนินการได้ อย่างไรก็ตามผู้ใช้ระบบ JIT สมควรต้องมีพื้นฐานความเข้าใจว่าการผลิตจริงของความต้องการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้งานวัตถุดิบและทรัพยากรผลิตหรือการดำเนินงานเพื่อสนองความต้องการของลูกค้าเป็นสำคัญ

การกำหนดปริมาณงานสำรอง (Buffer Size)

สำหรับการจัดการวัสดุคงคลังที่มีอุปสงค์เป็นอิสระ (Independent Demand) ตัวแบบที่ใช้จะต้องมีความยืดหยุ่นเพียงพอต่อการนำไปใช้ในทางปฏิบัติ สำหรับระบบที่มีการควบคุมระบบการผลิตแบบดึงจะต้องมีการกำหนดขนาดคัมบัง หรือขนาดของบัฟเฟอร์ในระบบ โดยคำนวณจากสมการที่ 1

$$K = \frac{D \times LT \times (1 + SS)}{CS} \quad (1)$$

โดย

K: จำนวนคัมบัง (Number of Kanban)

D: อัตราความต้องการผลิต (Demand Rate) ต่อช่วงระยะเวลาที่พิจารณา

LT: ระยะเวลา (Lead Time) ตั้งแต่ออกแผนการผลิตจนถึงผลิตเสร็จพร้อมส่งมอบให้ลูกค้า

SS: ตัวแปรตามนโยบาย (Safety Stock) ค่าตัวแปรที่ต้องการเพื่อความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น
ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนโยบายของบริษัท เช่น ชิ้นงานสำรอง

CS: ขนาดบรรจุภาชนะ (Container Size) ปริมาณการบรรจุชิ้นงานต่อ 1 ภาชนะ

เมื่อไม่พิจารณาตัวแปร CS หรือ ขนาดบรรจุภาชนะ จะสามารถคำนวณออกมาเป็นค่าของปริมาณบัฟเฟอร์แทน ในการศึกษาครั้งนี้ใช้การพิจารณาปริมาณของบัฟเฟอร์เป็นหลัก ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$BufferSize = D \times LT \times (1 + SS) \quad (2)$$

ทฤษฎีการจำลองเหตุการณ์

1. คำจำกัดความการจำลองเหตุการณ์

การจำลองเหตุการณ์ เป็นกระบวนการออกแบบตัวแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการใช้ตัวแบบนั้นเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบ

ตัวแบบจำลอง เป็นวัตถุ โปรแกรม หรือระบบที่เราสร้างขึ้นเพื่อใช้ศึกษาระบบการทำงานจริงที่เราต้องการศึกษาและตัวแบบที่เราใช้ในการจำลองนี้เป็นตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ แต่สำหรับตัวแบบที่นิยมใช้ในการสร้างตัวแบบจำลองโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการหาผลลัพธ์จะเป็นตัวแบบจำลองที่เรียกว่า ตัวแบบจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation Model)

2. ข้อได้เปรียบสำหรับการใช้ตัวแบบจำลอง

2.1 ตัวแบบจำลองสามารถทำการทดลองซ้ำๆ กันหลายครั้งในแต่ละกรณี

2.2 ค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการทดลองกับระบบงานจริง

- 2.3 เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ประยุกต์ใช้ได้ง่าย เพราะคำตอบที่ได้รับสามารถใช้งานได้ทันที
- 2.4 สามารถหาคำตอบที่เป็นค่าจริงของระบบได้ดีกว่าการใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์
- 2.5 สามารถวิเคราะห์สภาวะการณ์ที่ไม่แน่นอนได้

3. การจำลองเหตุการณ์โดยโปรแกรมอารีนา (Arena Program)

การใช้โปรแกรมในการจำลองระบบ ซึ่งเป็นการจำลองระบบที่มีอยู่จริงอาจจะมีอยู่แล้วหรือมีการวางแผนไว้ว่าจะสร้างขึ้นมา ดังเช่น ระบบการผลิต ระบบสินค้าคงคลัง การให้บริการในธนาคาร โรงพยาบาล สนามบิน การจราจร เป็นต้น ระบบต่างๆ เหล่านี้ ถ้าหากสามารถจำลองลงมาสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้จะทำให้ผู้ออกแบบสามารถวางแผนและทำการออกแบบระบบให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานที่สุดได้ สามารถมองเห็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นและสามารถมองภาพรวมของระบบได้ เมื่อจำลองระบบผู้ออกแบบสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในระบบ และจัดทำรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติ ซึ่งการทดลองนี้ไม่กระทบต่อการปฏิบัติงานที่กำลังดำเนินการอยู่ หรือเกิดค่าใช้จ่าย Kelton *et al.* (2002)

3.1 ส่วนต่างๆ ในการจำลองเหตุการณ์

3.1.1 สิ่งที่น่าสนใจในระบบ (Entities) คือสิ่งที่ถูกป้อนหรือถูกสร้างเข้ามาในระบบ และเป็นตัวที่เคลื่อนที่ผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อรับการทำงานหรือบริการตามกิจกรรมที่เคลื่อนที่ผ่านไป เช่น ในกรณีที่เครื่องจักรชำรุดและยังซ่อมไม่เสร็จ ชิ้นงานที่กำลังทำงานอยู่ยังคงค้างอยู่ในระบบ เป็นต้น

3.1.2 แถวคอย (Queuing) คือสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อสิ่งที่น่าสนใจในระบบไม่สามารถเคลื่อนผ่านระบบไปได้ทั้งหมดพร้อมกัน จึงต้องมีบางชิ้นที่ต้องรอคอย

3.1.3 ค่าสะสมทางสถิติ เพื่อวัดผลงานหรือประสิทธิภาพงาน เช่น จำนวนชิ้นงานที่ผลิตรวมทั้งหมด เวลาสะสมที่ใช้ในการรอคอย หรือพื้นที่สะสมที่ถูกใช้ในการจัดแถวคอย เป็นต้น ค่าเหล่านี้จะเริ่มที่ศูนย์และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในระบบ

3.1.4 เหตุการณ์ (Event) คือสิ่งที่เกิดขึ้นในระบบและมีผลให้ค่าหรือพฤติกรรมในระบบเปลี่ยนไป

3.1.5 เวลาที่จำลองในระบบ (Simulation Clock) คือการบันทึกเวลาของพฤติกรรมที่เราให้ความสนใจ ไม่จำเป็นต้องตรงกับเวลาภายนอก และถ้าไม่มีเหตุการณ์ใดที่สนใจเกิดขึ้น เวลาจะไม่ถูกบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในระบบทั้งหมดจะถูกบันทึกตามลำดับเวลาไว้ในส่วนที่เรียกว่า Event Calendar

3.1.6 การเริ่มต้น และการสิ้นสุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดสถานะต่างๆ ในการเริ่มต้น และเงื่อนไข หรือสถานะในการสิ้นสุดการจำลองเหตุการณ์ด้วยตนเอง เช่น เริ่มต้นโดยยังไม่มีแถวคอยและชิ้นงานอยู่ในระบบเลย หรือการจำลองจะสิ้นสุดเมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที เป็นต้น

3.2 วิธีการวิเคราะห์ผลการจำลองเหตุการณ์ มีหลายวิธีดังนี้

3.2.1 คาดคะเนด้วยหลักการ เป็นหลักสันนิษฐานตามข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุมีผล เช่น ตัวอย่างการจัดคิวของเครื่องจักรดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ถ้ารู้ค่าเฉลี่ยของอัตราการเข้ามาของชิ้นงานเป็นชิ้นต่อนาที และค่าเฉลี่ยของความเร็วในการทำงานเป็นชิ้นต่อนาที ก็จะรู้ว่าสามารถทำงานได้ทันต่อชิ้นงานที่เข้ามาหรือไม่ หรือเครื่องจักรทำงานเต็มทีหรือไม่ เป็นต้น แต่ถ้าเข้ามาไม่สม่ำเสมอก็จะคาดเดาต่างกันไป

3.2.2 ทฤษฎีการจัดแถวคอย เป็นทฤษฎีที่ถูกคิดขึ้นมาใช้ในการจัดแถวคอย ใช้ได้ดีและนิยมกันมาก แต่ยังไม่ถูกต้องร้อยเปอร์เซ็นต์มีหลักการคือ อัตราการเข้ามาของชิ้นงานและอัตราการทำงานไม่คงที่ โดยแจกแจงแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential) เราจะนำค่าคาดหวังของทั้งสองมาเป็นตัวแทนในการคำนวณหาค่าต่างๆ เช่น เวลารอคอยเฉลี่ยในแถวคอย (นาทีต่อชิ้น) ซึ่งจะได้ค่าที่ใกล้เคียงความจริง แต่ยังไม่สามารถใช้กับระบบที่ซับซ้อนได้ แต่ใช้ได้เฉพาะกับการหาค่าตอบในระยะยาว

3.2.3 การจำลองเหตุการณ์ออกมาจริง เป็นการจำลองระบบหรือการทำงานออกมาเป็นต้นแบบจริง อาจเป็นแบบที่จับต้องได้หรือการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถดูการเคลื่อนไหว ปัญหา และสิ่งที่เราสนใจต่างๆ ได้ทุกเวลาที่สนใจ อาจเป็นช่วงสั้นๆ หรือระยะยาวก็ได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิรวดี และคณะ (2548) ได้ศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน โรงงานผลิตอุปกรณ์กล้องถ่ายรูป โดยเสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน 4 แนวทางดังนี้ (1) ทำการลดจำนวนพนักงานจาก 5 คน เหลือ 4 คน (2) ทำการจำนวนพนักงานจาก 5 คน เหลือ 3 คน (3) ทำการเปลี่ยนแปลงจำนวนวันสำหรับการประมวลผลการวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning; MRP) และ (4) ทำการเปลี่ยนแปลงจำนวนวันสำหรับการประมวลผลการวางแผนความต้องการวัสดุ พร้อมทั้งเปลี่ยนจำนวนพนักงานจาก 5 คนเป็น 6 คน จากการทำ การจำลองสถานการณ์พบว่า การเพิ่มความสามารถในการประมวลผลการวางแผนความต้องการวัสดุจะเพิ่ม ประสิทธิภาพในการทำงานโดยรวมได้ถึง 12.10% และแนวทางที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแนวทาง อื่นๆ ที่ได้ทำการศึกษาด้วยกัน

ชรินทร์ (2542) ได้ศึกษาแนวทางการลดเวลารวมของการผลิตขนบัตร์ด้วยวิธีการจำลอง สถานการณ์โปรแกรมอรินา เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเวลารวมในกระบวนการผลิตจริงเทียบ กับการจำลองเหตุการณ์ โดยการลดเวลาในการแห้งตัวของหมึกพิมพ์ขนบัตร์ด้วยกระแสลมร้อน ทำให้ สามารถลดเวลารวมของกระบวนการผลิตได้จาก 707 ชั่วโมง เหลือ 503 ชั่วโมงต่อหนึ่งรุ่นการผลิต โดยปริมาณการผลิตคงเดิม

ทิพยาภรณ์ (2544) มุ่งเน้นที่ความสูญเสียหรือของเสียในส่วนวัตถุดิบ และลดเวลาในการ ดำเนินการผลิต โดยการดำเนินการลดความสูญเสีย โดยใช้เทคนิคการฝึกอบรม การจัดลำดับงาน การ จัดทำเอกสารในการปฏิบัติงาน การเสนอให้มีการผลิตในปริมาณการผลิตขั้นต่ำสุด ตลอดจนจัดทำ โปรแกรมสารสนเทศสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียวัตถุดิบ และประสิทธิภาพของการผลิตใน แต่ละเครื่องจักร

นุชนันท์ (2546) นำเสนอแบบจำลองการวัดผลการดำเนินงานของการผลิตแบบลีนที่รวมเอา วิธีการสำคัญ 3 หลักการคือ การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) การวัดผลการดำเนินงานแบบ Balance Scorecard และระบบพลวัต (System Dynamic) ซึ่งรวมกันเรียกว่า Lean Dynamic Scorecard โดยสร้างแบบจำลองการวัดผลการดำเนินงานภายใต้แนวคิดและหลักการของการวัดผลแบบ Balance Scorecard เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นและความสามารถในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะ

แวดล้อมรอบด้าน รวมทั้งเชื่อมโยงระหว่างความคิดทางด้านยุทธศาสตร์และการนำไปปฏิบัติงานจริง ได้ดีมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งจัดทำแผนผังกลยุทธ์ของการผลิตแบบลีนด้วย

พัชรินทร์ (2548) ทำการประยุกต์แนวคิดแบบลีนซิกซ์ซิกมาเข้ากับมาตรฐานซีเอ็มไอ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินวัดระดับความสามารถขององค์กร ณ ปัจจุบันว่าอยู่ในระดับใดตามมาตรฐานซีเอ็มไอ และเป็นแนวทางสำหรับการวัดผลในการดำเนินงานการผลิตขององค์กร โดยทำการประยุกต์ลีนซิกซ์ซิกมาเข้ากับกลุ่มกระบวนการหลัก (PAs) ของมาตรฐานซีเอ็มไอ ซึ่งมี 25 กลุ่มกลุ่มละ 5 ระดับ จากนั้นทำแบบทดสอบสำหรับการประเมินวัดระดับความสามารถ เพื่อแก้ไขลักษณะที่หยุดนิ่ง (Static) ของระบบการผลิต

พฤทธิพงศ์ (2548) ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมผสม (แบบต่อเนื่อง-แบบช่วง) ในโรงงานผลิตเหล็กรูปพรรณ โดยนำแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (VSM) สถานะปัจจุบันมาช่วยจำแนกคุณค่าของกระบวนการผลิต และนำแบบจำลองสถานการณ์มาวิเคราะห์ทางเลือก จากนั้นนำมาสร้างแผนภูมิสายธารคุณค่าแห่งอนาคต และพัฒนาในโรงงาน

หฤทัย (2546) ทำการจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ การจัดสมดุลสายการประกอบจากการประยุกต์ใช้การจัดสายการประกอบแบบผลิตภัณฑ์เดียวด้วยวิธีคอมโซล (Comsoal) ผลจากการจำลองสถานการณ์พบว่า การจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีคอมโซล พร้อมทำการปรับตั้งค่าความเร็วสายพานให้เหมาะสมทำให้ได้สายการประกอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ได้จำนวนผลผลิตมากที่สุด และมีเวลาที่ขึ้นงานอยู่บนระบบน้อยที่สุด

อำนาจ (2547) ศึกษาแนวทางการลดเวลาการผลิตรวมของกระบวนการผลิตแท่งก๊อปปรรทุก ให้สามารถตอบสนองต่อปริมาณการสั่งซื้อของลูกค้าที่เพิ่มขึ้น โดยนำแนวคิดแบบลีนมาประยุกต์ใช้ปรับปรุงกระบวนการผลิต และนำซอฟต์แวร์การจำลองสถานการณ์มาใช้ประเมินผล โดยการปรับเปลี่ยนการไหลของกระบวนการในระบบปัจจุบันจากการไหลที่ละแบบทั้งเป็นการไหลที่ละชิ้น และกำหนดทรัพยากรประจำตำแหน่งงานเพื่อจัดสมดุลในการผลิต

อธิป และคณะ (2548) นำเทคนิคการจำลองสถานการณ์มาใช้เพื่อสร้างสายการผลิตแบบลีน โดยศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จากการศึกษาและวิเคราะห์สายการผลิตพบว่า

แนวทางแก้ไขปัญหามี 2 แนวทางหลักคือ เพิ่มกำลังคน และนำอุปกรณ์การตรวจสอบแบบอัตโนมัติมาใช้งาน ผลจากการจำลองสถานการณ์พบว่า การมีพนักงานในฝ่าย Visual Inspection จำนวน 5 คน มีเครื่องจักรในฝ่าย Production Sorting จำนวน 10 เครื่องและมีพนักงานในฝ่าย Out Going จำนวน 4 คน จะสามารถลดปริมาณงานรอทำการตรวจสอบจาก 84 ชิ้น เหลือ 1 ชิ้น และลดระยะเวลานานในการผลิตสินค้าจาก 9,660 วินาที เหลือเพียง 65.67 วินาที และจากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายยังพบว่า การแก้ปัญหาโดยวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายรวมต่ำกว่าทางเลือกอื่นอยู่ 689,680 บาท

อรรคพรณ (2545) พบว่าในการนำแนวคิดแบบลีนไปประยุกต์ใช้ยังมีปัญหาที่สำคัญในเรื่อง การขาดทิศทาง ขาดการวางแผน และขาดการประยุกต์ใช้ที่เหมาะสม ดังนั้นจึงได้ทำการพัฒนาแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการสำหรับการผลิตแบบลีน (Process Reference Model for Lean Manufacturing) ขึ้นในส่วนของการผลิตแบบตามสั่ง (Make to Order) โดยมุ่งเน้นการแปลงแนวคิดแบบลีนให้เป็นแบบจำลองอ้างอิงเชิงลำดับขั้น แบบจำลองนี้ประกอบด้วยความสัมพันธ์ของ 3 กระบวนการหลัก คือการจัดตารางการผลิต การผลิต และการตรวจสอบ รวมทั้งพัฒนาและระบุตัวชี้วัดสมรรถนะ (Key Performance Indicators: KPIs) ที่เหมาะสมในแต่ละกระบวนการหลักซึ่งมีการวัดผลการดำเนินงานทั้งหมด 4 ด้านคือ ด้านต้นทุน ด้านความยืดหยุ่น ด้านความน่าเชื่อถือ และด้านสินทรัพย์

Fawaz (2003) ศึกษาการนำหลักการของลีนไปใช้กับกระบวนการผลิตที่มีลักษณะการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Process) โดยจะเน้นศึกษาในอุตสาหกรรมเหล็กเป็นหลัก จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือ การนำเทคนิคลีนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในอุตสาหกรรมที่มีการผลิตแบบต่อเนื่อง ซึ่งตามปกตินิยมใช้เทคนิคลีนในอุตสาหกรรมที่มีการผลิตแบบช่วง (Discrete Process) เท่านั้น และสามารถทราบว่าประโยชน์จากการนำเทคนิคลีนไปใช้ในงานแต่ละงานเป็นอย่างไร ถึงแม้ว่าอุตสาหกรรมที่มีความแตกต่างกันอย่างมากเช่นกัน ดังนั้นการปรับแต่งกระบวนการทั้งแบบเป็นช่วงและแบบต่อเนื่อง ซึ่งจะมีบางอย่างที่คาบเกี่ยวกัน (Overlap) งานวิจัยนี้จึงพยายามแสดงให้เห็นว่าลีนสามารถนำมาใช้งานได้ในกระบวนการ และเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ การสร้างแผนที่คุณค่า โดยเริ่มต้นด้วยการสร้างสายธารคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบัน โดยมีการระบุแหล่งที่มาของเสีย (Waste) และนำเทคนิคลีนเข้าไปช่วยแก้ไขเพื่อเพิ่มมูลค่าในกระบวนการจนพัฒนาเป็นแผนที่คุณค่าในอนาคต (Future State Map) เพื่อให้การใช้เทคนิคลีนเกิดประโยชน์อย่างมากในการสร้างแผนที่คุณค่าจึงได้นำแบบจำลองสถานการณ์มาพัฒนาบริษัท

Gujarathi *et al.* (2007) ได้ประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตตัวดูดซับแรงกระแทก (Shock Absorber) โรงงานกรณีศึกษาประสบปัญหาด้านเวลาในการปรับตั้งเครื่องที่ใช้เวลานาน อีกทั้งบางขั้นตอนของสายการผลิตใช้เวลาประกอบชิ้นส่วนที่ยาวนานเกินไป ดังนั้นนักวิจัยจึงทำการปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต โดยเพิ่มสถานีงาน เพิ่มเครื่องจักร และจัดสรรจำนวนพนักงานให้เหมาะสมกับสถานีงาน ผลที่ได้จากการปรับปรุงพบว่า สามารถทำการผลิตตัวดูดซับแรงกระแทกได้เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 435 ชิ้นต่อวัน และเพิ่มอัตราการทำงานเฉลี่ยของพนักงานจาก 24.8% มาเป็น 55.8% นอกจากนี้เมื่อทำการวิเคราะห์ทางการเงินพบว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพโดยวิธีดังกล่าวสามารถช่วยเพิ่มกำไรให้โรงงานได้ 32.0% ต่อปี

Lian and Landeghem (2002) ได้ทำการจำลองสถานการณ์ (Simulation) แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า เพื่อให้เห็นผลกระทบต่างๆ ก่อนที่จะดำเนินการจริง และได้เปรียบเทียบให้เห็นถึงข้อแตกต่างระหว่างระบบการผลิตแบบใหม่ที่เป็นแบบดึง (Pull System) ด้วยการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมอารีนา (Arena)

McIvor (2003) สร้างแบบจำลองของ Lean Supply สำหรับ OEM และผู้จัดส่งวัตถุดิบหลักของพวกเขาในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ งานวิจัยนี้เน้นไปที่สองมิติหลักของ Lean Supply คือ ผู้จัดส่งวัตถุดิบที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการออกแบบให้กับลูกค้าและการร่วมมือกันในการลดค่าใช้จ่ายระหว่างผู้ซื้อและผู้จัดส่งวัตถุดิบ สิ่งที่ยกมาพบซึ่งถึงหลักการพื้นฐานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ Lean Supply เช่น การร่วมมือกันระหว่างผู้ซื้อและผู้จัดส่งวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันในโซ่อุปทาน

Owens and Levary (2007) ได้ประเมินทางเลือกของการออกแบบสายการผลิตอาหารแบบเอ็กซ์ทรูด (Extruded Food) โดยการใช้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ผลจากการจำลองสถานการณ์พบว่า สายการผลิตอาหารที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างไปจากสายการผลิตแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน แต่สายการผลิตแบบใหม่สามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้ 2.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี

Sharpe *et al.* (2006) ใช้การจำลองสถานการณ์วิเคราะห์กระบวนการตรวจสอบผู้สินค้าที่ทำการขนส่งทางเรือเข้าสู่ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยกระบวนการตรวจสอบพิจารณาปัจจัยทางด้านเวลาด้านค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบ และด้านความน่าจะเป็นในการตรวจสอบเป็นหลัก ใช้ข้อมูลทั้ง 3 ปัจจัย

เป็นข้อมูลป้อนเข้าในแบบจำลอง พบว่า สามารถลดเวลาการรอคอยการตรวจสอบลงได้ และช่วยลดปริมาณผู้ขนส่งสินค้าที่ค้างอยู่ในท่าเรือลง 0.5% ของผู้ขนส่งสินค้าทั้งหมดที่เข้ามายังท่าเรือในแต่ละปี

Sullivan *et al.* (2002) สาธิตให้เห็นถึงปัญหาในการตัดสินใจเลือกเครื่องจักรมาทดแทนตามแนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน และได้สาธิตวิธีการใช้แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) เป็นเครื่องมือในการวาดภาพสถานะปัจจุบันและอนาคตที่ต้องการ และได้จัดทำ Roadmap แสดงวิธีที่ VSM สามารถจัดหาข้อมูลที่ใช้เป็นในการวิเคราะห์ปัญหาในการตัดสินใจเลือกเครื่องจักรมาทดแทน นอกจากนั้นยังได้คำนวณต้นทุนที่ประหยัดได้ตามหลักเศรษฐศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทำ Future State Mapping

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว
2. โปรแกรมจำลองสถานการณ์อาร์เอน่า (Arena version 10.0)
3. อุปกรณ์ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ในการทำวิจัย
4. เครื่องพิมพ์

วิธีการ

สำหรับวิธีดำเนินการทำวิจัยในอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูปนั้นทำการศึกษากระบวนการผลิตในปัจจุบัน เพื่อทำการสร้างแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบันพร้อมกับการสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ และทำการวิเคราะห์สาเหตุการเกิดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จากนั้นทำการปรับปรุงแบบจำลองสถานการณ์โดยนำการผลิตแบบดึง (Pull System) ร่วมกับการใช้คัมบัง (Kanban) เป็นตัวควบคุมการผลิต และนำเสนอวิธีการจัดเซลล์ในสายการผลิตเพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียที่ได้จากการปรับปรุง วิธีการดำเนินงานมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

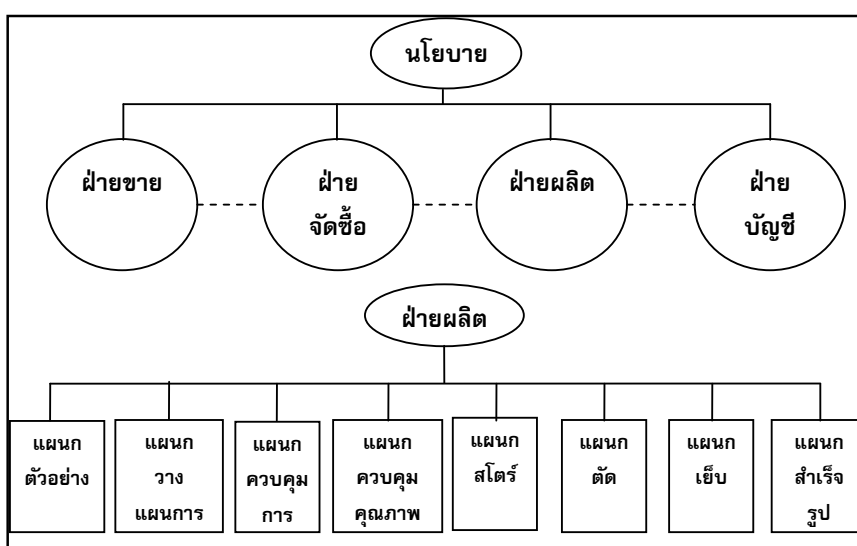
1. ศึกษาข้อมูลและกระบวนการผลิตโดยรวมของโรงงานกรณีศึกษา

กระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่างจะเริ่มตั้งแต่ลูกค้าเป็นผู้สั่งผลิต จนกระทั่งได้สินค้าสำเร็จรูปเพื่อจัดส่งมอบให้กับลูกค้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 สภาพปัจจุบันของโรงงาน

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานอุตสาหกรรมประเภทการเย็บผ้า (Garment Factory) ทำการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปประเภทชุดกีฬา โดยจะผลิตเพื่อส่งออกต่างประเทศ 100% ในกระบวนการผลิตนั้นจะใช้แรงงานทั้งคนและเครื่องจักรควบคู่กัน และทำการผลิตตามคำสั่งผลิต (Make-to-Order) ของลูกค้า นั่นคือ ลูกค้าจะส่งความต้องการมายังโรงงาน 6 เดือนก่อนที่จะเริ่มทำการผลิต โดยความต้องการของลูกค้าจะรวมถึงข้อกำหนดในตัวผลิตภัณฑ์ ปริมาณรวมทั้งหมด สี ขนาด และวันกำหนดส่งสินค้า โดยมี

ผู้จัดการโรงงานเป็นผู้ควบคุมการทำงานภายในโรงงานทั้งหมด ภายในโรงงานแบ่งออกเป็น 4 ฝ่ายคือ ฝ่ายขาย ฝ่ายจัดซื้อ ฝ่ายผลิต และฝ่ายบัญชี ซึ่งการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์และการปรับปรุงในกระบวนการผลิตเป็นหลัก ซึ่งฝ่ายผลิตสามารถแบ่งออกเป็น 8 แผนกคือ แผนกตัวอย่าง แผนกวางแผน และควบคุมการผลิต แผนกควบคุมคุณภาพ แผนกสไตร์หรือแวร์เฮาส์ แผนกตัด แผนกปักและสกรีน แผนกเย็บ และแผนกสำเร็จรูป โดยแผนกที่เป็นสายการผลิตหลักคือ แผนกเย็บ เนื่องจากเป็นแผนกที่ใช้เวลาในการทำงานมาก ดังภาพที่ 8 ปัจจุบันโรงงานมีเครื่องจักร 1,500 เครื่อง และมีกำลังการผลิต 400,000 ชิ้นต่อเดือน



ภาพที่ 8 แผนภูมิองค์กรของโรงงาน

1.2 ลักษณะผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตเป็นเสื้อผ้าสำเร็จรูป ประเภทชุดกีฬา เช่น เสื้อแขนสั้น เสื้อแขนยาว เสื้อแจ็คเก็ต กางเกงขาสั้น-ยาว และชุดสกีแบบหนา ซึ่งทำการผลิตเพื่อส่งออก 100% ดังตัวอย่างภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ลักษณะผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ

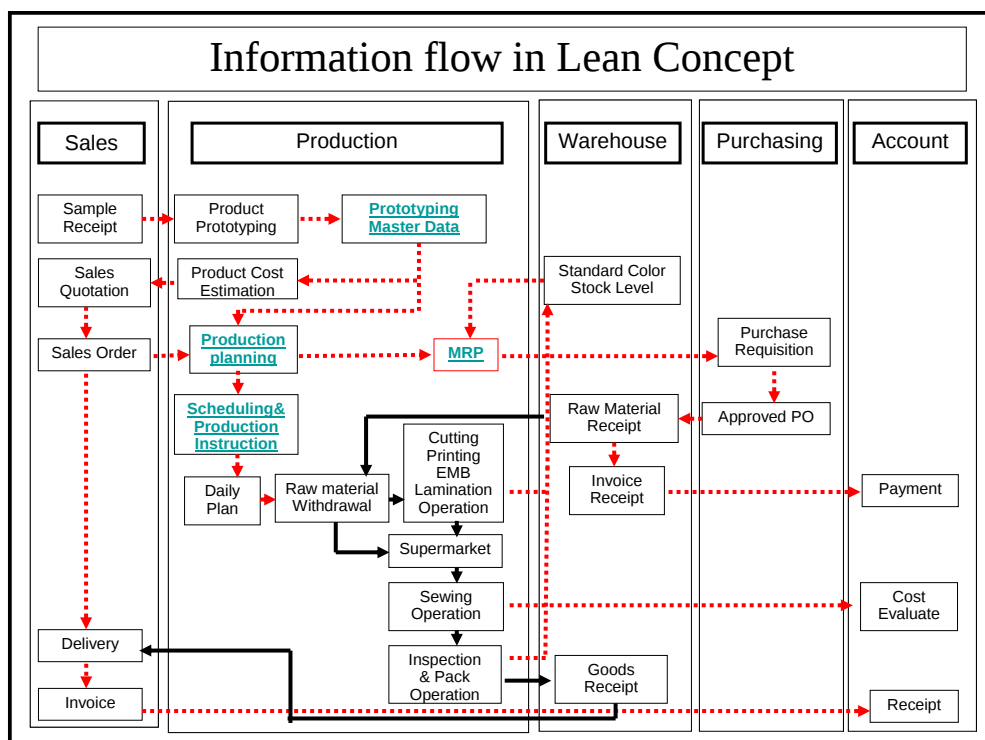
วัตถุดิบที่ใช้ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.2.1 วัตถุดิบหลัก คือ ผ้า ในการผลิตทางโรงงานจะใช้ผ้า 2 ชนิด โดยชนิดแรก เรียกว่า ผ้าถัก เป็นผ้าที่ได้จากการใช้ด้ายเส้นเดียวหรือมากกว่า นำมาทำให้เป็นห่วงสอดและคล้องกันต่อเนื่อง ผืนผ้าสามารถเลาะออกได้จากปลายสุดเท่านั้น ชนิดที่สอง เรียกว่า ผ้าทอ เป็นผ้าที่ได้จากเส้นด้าย 2 ชุดคือ เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งจะทำการทอขัดสานกันตามลวดลายที่ต้องการ อาจเพิ่มเส้นด้ายพุ่งพิเศษเข้าไปก็ได้ เช่น ผ้าทอลายขัดพื้นฐาน ผ้าจิด ผ้าจก เป็นต้น

1.2.2 วัตถุดิบรอง ได้แก่ ด้าย ป้าย ซิบ เป็นต้น ซึ่งจะเป็นวัตถุดิบต่างๆ ที่นอกเหนือจากผ้า จัดเป็นวัตถุดิบรองทั้งสิ้น

1.3 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของโรงงานจะเริ่มตั้งแต่ลูกค้าเป็นผู้สั่งผลิต โดยจะส่งใบสั่งซื้อสินค้า (Purchase Order) เมื่อทางโรงงานรับทราบจึงทำการวางแผนกระบวนการผลิต และดำเนินการผลิต จนกระทั่งได้สินค้าสำเร็จรูปเพื่อรอที่จะส่งมอบให้กับลูกค้า ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แผนผังการไหลของข้อมูล (Information Flow) ในกระบวนการผลิต

ที่มา: บริษัทผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปแห่งหนึ่ง (2549)

จากภาพที่ 10 เป็นแผนผังแสดงการไหลของข้อมูล (Information Flow) ในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่าเส้นทางการไหลมี 2 ประเภท คือ เส้นประ จะแสดงการไหลของข้อมูลหรือเอกสารที่แต่ละหน่วยงานทำการดำเนินการ ในส่วนของเส้นทึบ เป็นเส้นทางการไหลของวัตถุดิบหรือเส้นทางการดำเนินการผลิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ฝ่ายการขาย

ฝ่ายขายจะเป็นฝ่ายที่ได้รับคำสั่งจากลูกค้า ซึ่งลูกค้าจะให้ข้อมูลของสินค้าที่ต้องการ โดยจะระบุปริมาณ และเวลาที่ได้รับสินค้าชนิดนั้นๆ เมื่อฝ่ายขายได้รับข้อมูลดังกล่าวแล้ว ก็จะนำคำสั่งซื้อมาวิเคราะห์ออกแบบใบสั่งผลิตส่งไปยังฝ่ายจัดซื้อ และฝ่ายวางแผนการผลิต

2. ฝ่ายจัดซื้อ

เมื่อฝ่ายจัดซื้อได้รับข้อมูลแล้วจะดำเนินการตรวจสอบวัตถุดิบที่มีอยู่ และทำการจัดซื้อวัตถุดิบที่ไม่มี สำหรับการจัดซื้อวัตถุดิบที่เป็นสินค้าแบบใหม่ ฝ่ายจัดซื้อจะมีการปรึกษากับฝ่ายพัฒนา และฝ่ายวางแผนการผลิตในการเลือกวัตถุดิบที่เหมาะสมกับสินค้าที่ออกแบบใหม่จากนั้นจึงส่งข้อมูลความพร้อมของวัตถุดิบไปยังฝ่ายวางแผนการผลิต

3. ฝ่ายการผลิต

สำหรับฝ่ายการผลิตจะดำเนินการวางแผน และควบคุมการผลิตหลังจากได้รับใบสั่งผลิต โดยมีแผนกย่อย 8 แผนก ดังนี้

3.1 แผนกตัวอย่าง

เป็นแผนกที่ทำตัวอย่างต้นแบบให้กับลูกค้า สำหรับกรณีที่มีการผลิตสินค้าแบบใหม่ๆ โดยสินค้าแบบใหม่เป็นความต้องการของลูกค้า ซึ่งลูกค้าจะบอกรายละเอียดของตัวสินค้าใหม่ที่ต้องการ จากนั้นโรงงานจะทำการออกแบบตัวอย่าง และส่งไปให้กับลูกค้าดูว่าจะแก้ไขส่วนใดถ้ามีส่วนที่ต้องแก้ไขก็จะทำการปรับปรุงแก้ไขจนกว่าลูกค้าจะพอใจ กิจกรรมของแผนกนี้คือ ทำการพัฒนา (Develop) ทำรูปแบบ (Pattern) ทำคำสั่งการผลิต และแจ้งข้อเสนอแนะในการผลิต

3.2 แผนกวางแผนการผลิต และแผนกควบคุมการผลิต

จะทำการพิจารณาในส่วนของการผลิตที่มีอยู่ทั้งคน และเครื่องจักร เมื่อได้รับข้อมูลต่างๆ ครบถ้วนแล้วจึงทำการจัดตารางการผลิตให้กับคน และเครื่องจักร วางแผน เตรียมความพร้อมก่อนการผลิตและจะต้องมีเอกสารสำหรับสื่อสารกับแผนกต่างๆ เช่น ใบสั่งผลิต แผนการจัดส่งวัตถุดิบ แผนการตัด แผนการเย็บ เป็นต้น

3.3 แผนกสไตร์

- เก็บวัตถุดิบ (Law Material) มีหน้าที่เก็บวัตถุดิบหลักคือ ผ้า และวัตถุดิบรองคือ ด้าย ป้าย ชิบ เป็นต้น โดยวัตถุดิบที่ทำการตรวจสอบและประกันคุณภาพแล้ว โรงงานจะเก็บวัตถุดิบ ประมาณ 30 วัน จึงจะส่งไปยังแผนกตัด

- เก็บสินค้าสำเร็จรูป (Finish Good) เก็บผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วเพื่อรอส่งมอบให้แก่ลูกค้า โดยเก็บสินค้าสำเร็จรูปเป็นเวลาประมาณ 7 วัน ก่อนทำการส่งมอบ

แผนกสไตร์จะต้องทำการตรวจสอบคุณภาพของผ้าเมื่อได้รับจากพ่อค้า (Vender) โดยลูกค้าของผลิตภัณฑ์แต่ละยี่ห้อ จะกำหนดมาตรฐานการยอมรับความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นกับชิ้นผ้าเอง สินค้าที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ เรียกว่าสินค้าเกรดเอ

3.4 แผนกตัด

เป็นแผนกที่ทำการตัดผ้าให้เป็นชิ้นส่วนต่างๆ ก่อนที่จะถูกส่งไปยังสายการผลิตอื่นๆ การทำงานของแผนกตัดคือ จะทำการเบิกผ้าจากแผนกสไตร์ และทำการตรวจสอบแบบ (Pattern) พร้อมกับการคานวามาร์ค (Making Paper) ว่าตรงตามขนาดที่ลูกค้าต้องการหรือไม่ เมื่อได้วัตถุดิบพร้อมแล้วก็เริ่มการผลิตโดยนำม้วนผ้ามาสอดแกนเหล็กและวางบนขาหยั่งเพื่อร่อนผ้า และทำการปูผ้าซ้อนกันหลายๆ ชั้น เมื่อได้ปริมาณตามที่คำนวณแล้วจะนำกระดาษมาร์คมาวางไว้ชั้นบนสุดเพื่อทำการตัดตามแบบ สำหรับชิ้นส่วนใหญ่ๆ ใช้เครื่องมือที่ใช้ตัดโดยเฉพาะ เรียกว่า มีดตัดแบบมือถือ (Hand Knife) แต่ถ้าเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ จะทำการแบ่งโดยมีดแบบมือถือก่อน แล้วนำมาตัดเป็นรูปทรงอื่นๆ โดยเครื่องตัดแบบสายพาน (Band Knife) โดยเสีย 1 ตัวประกอบด้วยชิ้นส่วนประมาณ 10-15 ชิ้น เมื่อตัดเสร็จจะทำการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงาน ชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบก็จะถูกส่งไปตามสายการผลิตต่างๆ

3.5 แผนกปัก

ในการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปนั้นจะต้องมีลวดลายและแบรนด์ของสินค้าตามที่ลูกค้าต้องการ โดยแผนกนี้จะนำชิ้นส่วนที่ถูกตัดแล้วและเป็นชิ้นส่วนที่ต้องทำการปักมาทำลวดลายให้เรียบร้อยก่อนที่จะส่งไปทำการเย็บ

3.6 แผนกเย็บ

เป็นแผนกที่มีกระบวนการทำงานมากที่สุด และใช้เวลามากที่สุด ดังนั้นจึงมีรายละเอียดขั้นตอนทำงานมากกว่าแผนกอื่น ดังนี้

3.6.1 เบิกเอกสารการผลิตจากฝ่ายวางแผนการผลิต ทำการศึกษารายละเอียดเอกสารต่างๆ ให้เข้าใจ ได้แก่ ชุดตัวอย่าง, ใบสั่งตัด+ใบสั่งผลิต, คู่มือการผลิต+คู่มือฝ่ายผลิต, คู่มือมาตรฐานจากผู้จัดการแผนก

3.6.2 การจัดทำแผนการทำงาน

- หัวหน้าหมวดเขียนแผนการทำงาน จัดทำฟอร์มการตั้งยอด ส่งให้ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงาน ฝ่ายผลิตเซ็นตรวจสอบ
- หัวหน้าหมวดวิเคราะห์ขั้นตอนการเย็บ จัดกลุ่มงาน จัดพนักงานให้เหมาะสมกับขั้นตอนงาน จัดผังการตั้งเครื่องจักร ร่วมกับพนักงานเพิ่มและพัฒนาผลผลิต

3.6.3 การจัดเตรียมเครื่องจักร และอุปกรณ์ช่วยเย็บ

- เขียนใบขอยืมเครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วยเย็บส่งให้ช่างประจำหมวดเย็บ ดำเนินการประสานงานกับหมวด STOCK เครื่องจักรที่แผนกช่างซ่อมบำรุง โดยมีกำหนดรับก่อนวันเริ่มเย็บประมาณ 5 วัน

3.6.4 การประชุมขึ้นงานเย็บ

- เข้าร่วมประชุมขึ้นงานเย็บ เพื่อตรวจเช็คความถูกต้องของชุดตัวอย่าง วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต และข้อควรระวังในการผลิต
- ประชุมพนักงานในหมวดก่อนขึ้นงานเย็บ บอกรายละเอียดของงานต่างๆ พร้อมเป้าหมาย มอบหมายหน้าที่รับผิดชอบให้แต่ละคนทราบ จะได้ศึกษาชุดตัวอย่างก่อนเพื่อหาวิธีการเย็บล่วงหน้าที่สามารถทำให้ได้เป้าหมาย และคุณภาพดี

3.6.5 การจัดลำดับขบวนการเย็บ

- เบิกวัตถุดิบหลัก-รอง จากพนักงานเบิก-จ่ายวัตถุดิบ จ่ายให้พนักงานในกลุ่มนั้นๆ โดยใช้ใบลำดับงานประกอบการเบิก
- หัวหน้าหมวดกับผู้ช่วยเริ่มสอนงานเย็บตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย โดยใช้หลัก 123 เย็บอย่าหยุด, 5 สะดวก $8X=Y5$ ตามวิธีการทำงานที่กำหนดไว้ในเอกสารหน้างาน
- ก่อนเย็บ-หลังเย็บ ให้ผู้คุมตรวจชิ้นงานว่าคุณภาพถูกต้องหรือไม่ ถ้าพบปัญหาให้รีบแจ้งหัวหน้าหมวด หรือผู้ช่วยทันที
- เมื่อเย็บงานเสร็จแล้วให้จัดวางเรียงตามระบบของตัวงาน
- งานซ่อมที่รับจาก QC ทุกตัว ต้องมีการชี้บ่งของเสีย และต้องซ่อมให้เสร็จภายใน 1 วัน งานตัดเปลี่ยนกำหนดติดตามให้ได้ก่อน 3 วันที่จะตัดยอดคัส และส่งคืนให้ QC โดยไม่ต้องแกะป้ายออก
- ทุกเช้าหัวหน้าหมวดเย็บต้องทำการผู้คุมตรวจวัดงานที่เย็บเสร็จทุกขบวนการ มาเปรียบเทียบกับชุดตัวอย่างและเอกสารประกอบการผลิตเพื่อเช็คความถูกต้อง

- เมื่อพบปัญหาและอุปสรรคระหว่างการผลิตที่มีผลกระทบต่อการดำเนินงาน ให้หัวหน้าหมวดเขียนใบแจ้งปัญหาและอุปสรรคให้กับผู้จัดการแผนกทราบ และส่งใบปัญหาให้ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงานรับทราบและหาทางแก้ไข

3.6.6 การจัดสมดุลการผลิตและรายงานผลผลิต

- เช็กผลผลิตทุกกลุ่มงานทุกวันลงในฟอร์มการตั้งยอดเพื่อเปรียบเทียบยอดสะสม, คงเหลือ และเป้าหมายต่อวัน
- กำหนดเป้าหมายให้พนักงานเขียนทุกวัน และแจกจ่ายงานให้พนักงานอย่างสม่ำเสมอ เมื่องานทำได้เป้าหมายแล้วควรไปช่วยงานที่ขั้นตอนที่ไม่ได้เป้าหมายทุกวัน

3.6.7 การประเมินผลการทำงาน

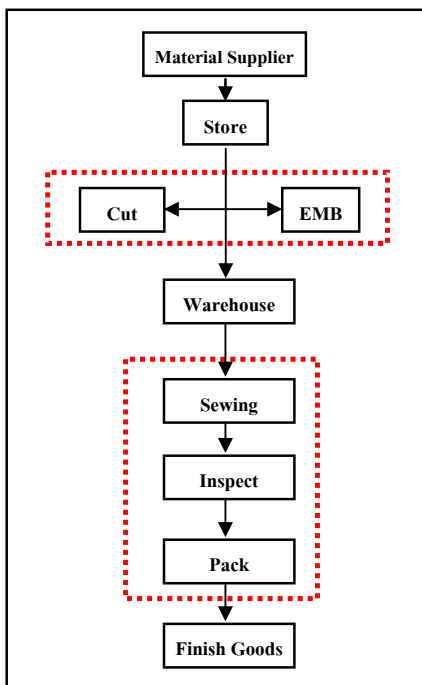
- หัวหน้าหมวดเขียนทำการสรุปประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละสัปดาห์ ส่งรายงานให้ผู้ช่วยผู้จัดการโรงงานฝ่ายผลิตรับทราบ และเก็บไว้เป็นข้อมูลในการทำงานครั้งต่อไป

3.7 แผนกสำเร็จรูป

เป็นแผนกที่นำสินค้าสำเร็จรูปมาทำการแปรรูปพลาสติกแต่ละตัว และทำการแปรรูปใส่กล่องตามขนาดของกล่องบรรจุ จากนั้นจึงจะส่งไปยังแผนกสไตร์เก็บสินค้า เพื่อรอเวลาการส่งมอบผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้าตามสถานที่และในเวลาที่ถูกลูกค้ากำหนด

สรุปได้ว่ากระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาเริ่มจากเมื่อได้รับวัตถุดิบจากเวนเดอร์ (Vendor) วัตถุดิบจะถูกเก็บไว้ในแวร์เฮาส์ (Warehouse) พร้อมทั้งทำการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบ เมื่อทำการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว แผนกตัดจะทำการเปิดวัตถุดิบหรือม้วนผ้า เพื่อนำไปตัดเป็นชิ้นส่วน เมื่อตัดเสร็จก็จะทำการแยกชิ้นส่วนที่มีการปัก เพื่อส่งไปยังแผนกปัก และชิ้นส่วนที่ไม่มีการปัก สำหรับชิ้นส่วนที่ไม่มีการปักทางแผนกตัดจะเก็บชิ้นงานไว้เพื่อรอชิ้นงานที่ส่งไปทำการปักเสร็จ จากนั้นก็ทำการรวบรวมชิ้นงานเป็นสไลด์ๆ เพื่อรอให้แผนกเย็บทำการเย็บชิ้นงานไปเย็บ

ประกอบเป็นตัวผลิตภัณฑ์ เมื่อเย็บเสร็จก็จะทำการบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเตรียมส่งให้กับลูกค้า ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แผนผังการผลิตเสื้อสำเร็จรูป

หมายเหตุ EMB = EMBROIDERY

2. ศึกษาสภาพปัญหาในกระบวนการผลิต

เนื่องจากทางโรงงานต้องการเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน และสร้างความพึงพอใจแก่ลูกค้า แต่ยังคงมีกระบวนการผลิตที่มีปัญหาในสายการผลิตของกลุ่มผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 1 ซึ่งการผลิตที่ต่ำกว่าเป้าหมายจะส่งผลให้ความสามารถในการแข่งขันลดลง

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบผลผลิตจริงกับเป้าหมายการผลิต

กลุ่มผลิตภัณฑ์	ผลผลิต (ตัว/จักร/ชม.)		ความแตกต่าง (ตัว/จักร/ชม.)	ความแตกต่าง (เปอร์เซ็นต์)
	เป้าหมาย	ผลิตได้จริง		
เสื้อแจ็คเก็ต	1.13	0.63	0.50	44.24
เสื้อคอกลม	5.50	5.04	0.46	8.36
กางเกง	3.60	3.40	0.20	5.56

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่ากลุ่มผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทมีผลผลิตที่ต่ำกว่าเป้าหมายทั้งสิ้น และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ต่ำกว่าเป้าหมายมากที่สุดคือ เสื้อแจ็คเก็ต มีความแตกต่างจากเป้าหมาย 0.5 ตัว/จักร/ชม. โดยมีความแตกต่างคิดเป็นร้อยละ 44.24 รองลงมาคือเสื้อคอกลมซึ่งมีความแตกต่าง 0.46 ตัว/จักร/ชม. และกลุ่มกางเกง มีความแตกต่าง 0.20 ตัว/จักร/ชม.

จากผลผลิตที่ผลิตได้จริงมีความแตกต่างจากเป้าหมายมาก แสดงว่าในกระบวนการผลิตของโรงงานยังคงมีความสูญเปล่า (Waste) และการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า (Non Value-Added) เกิดขึ้น จึงทำการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นโดยพิจารณารอบเวลาการผลิต (Cycle Time) และช่วงเวลานำส่ง (Lead Time) ในแต่ละแผนก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รอบเวลาการผลิต และช่วงเวลานำในแต่ละแผนก

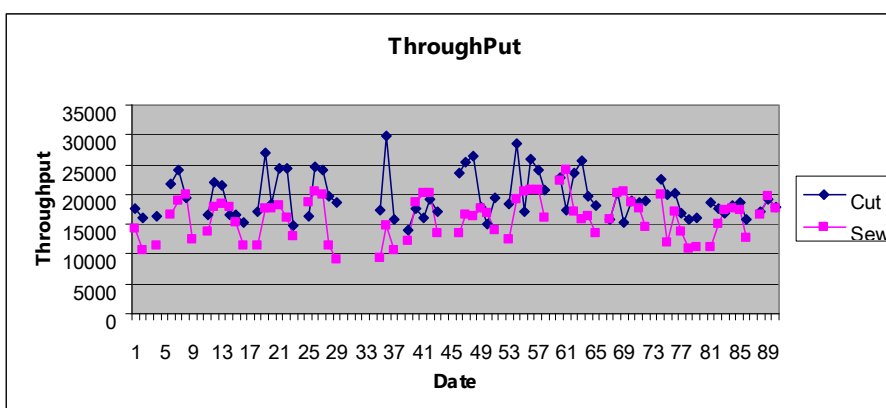
ขั้นตอน	รอบเวลาผลิต (วินาที)	ช่วงเวลานำ	
		นาที	วัน
การตัดผ้า	13.1	11,861	8.24
การปัก/สกรีน	31.0	215	0.15
การเย็บ	45.0	5,770	4.00
รวม	89.1	17,846	12.39

จากตารางที่ 2 แสดงรอบเวลาในการผลิต อาจกล่าวได้ว่าเป็นเวลาในการเพิ่มคุณค่าแก่สินค้า (Value Added Time) ซึ่งรอบเวลาในการผลิตรวม เท่ากับ 89.1 วินาที สำหรับช่วงเวลานำ เปรียบเสมือนเวลาที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non Value Added Time) โดยช่วงเวลานำรวมเท่ากับ 12.39 วัน จากช่วงเวลา

นำที่เกิดขึ้นแต่ละแผนกแสดงให้เห็นว่ามีงานรอกอระหว่างแผนกเป็นเวลานาน จากแนวคิดของกระบวนการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time) หากมีช่วงเวลานานมากเกินไป จะส่งผลให้งานกองรอในกระบวนการ และจะทำให้งานส่งไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า

จากการสอบถามวิศวกรแต่ละแผนก พร้อมกับการสำรวจเบื้องต้น สำหรับสินค้าคงคลัง และงานรอกอระหว่างกระบวนการนั้น ทำให้ทราบว่ามีการสั่งวัตถุดิบจากพ่อค้า (Vendor) ล่วงหน้าก่อนจะผลิต 30 วัน โดยแผนกตัดจะทำการเบิกงานตามกำลังการผลิตต่อวัน ปริมาณการเบิกประมาณ 18,000-20,000 ตัวต่อวัน งานส่วนที่เหลือจะกองรอที่แผนกแวร์เฮาส์ เมื่อทำการตัดเสร็จจึงส่งชิ้นส่วนที่มีการปักไปยังแผนกปัก จากนั้นเมื่อแผนกตัดและแผนกปักทำงานเรียบร้อยแล้วงานจะถูกส่งไปยังโรงเก็บชิ้นส่วนต่างๆหรือที่เรียกว่าซูเปอร์มาร์เก็ต ก่อนที่แผนกเย็บจะทำการเบิก เมื่อแผนกเย็บทำการเบิกงาน ปริมาณการเบิกจะเท่ากับกำลังการผลิตของเย็บ โดยเย็บจะเบิกงานประมาณ 15,000 ตัวต่อวัน โดยงานที่ทำการเบิกจะทำได้เสร็จภายใน 1 วัน เช่นกัน จากนั้นงานที่เย็บเสร็จจะกลายเป็นสินค้าสำเร็จรูป (Finish Good) โดยจะใช้เวลารอนำส่งเป็นเวลา 1 สัปดาห์

การทำงานจริงพบว่า กำลังการผลิตในแผนกเย็บค่อนข้างเต็มประสิทธิภาพ โดยชั่วโมงการทำงานหนึ่งสัปดาห์เท่ากับ 60 ชั่วโมง นั้นหมายถึงการทำงานล่วงเวลาด้วย แต่ในส่วนแผนกตัดนั้นทำงานล่วงเวลาเป็นบางวัน ซึ่งถ้าทำเต็มกำลังการผลิตจะสูงกว่าแผนกเย็บ พิจารณาข้อมูลการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตที่ได้ ดังภาพที่ 12



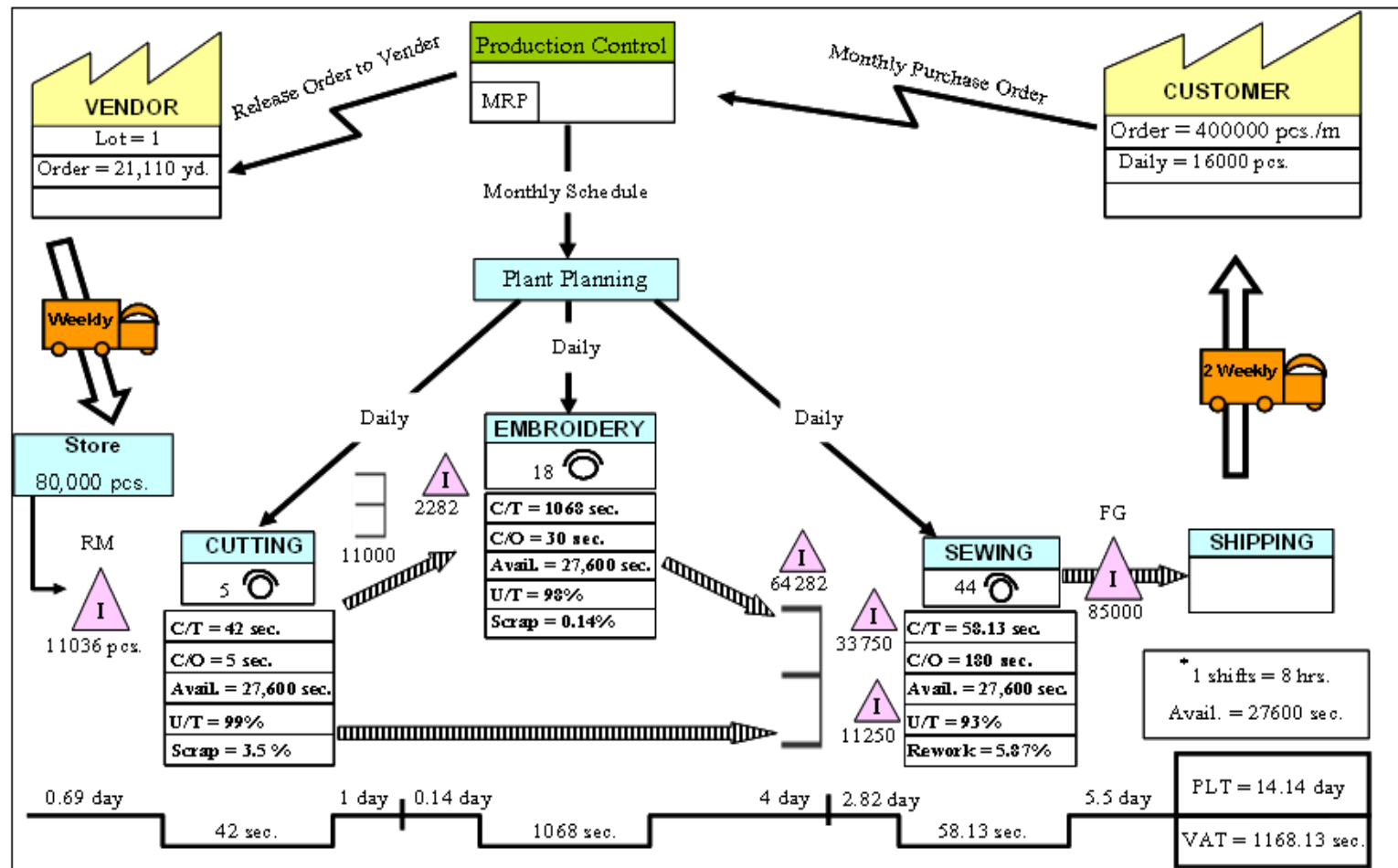
ภาพที่ 12 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตแผนกตัดและแผนกเย็บ

จากการศึกษากระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา สรุปได้ว่ากระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปเกิดปัญหาต่างๆ ดังนี้

1. การวางแผนตารางการผลิตหลัก (Master Production Scheduling) ไม่ได้มีการคำนึงถึงศักยภาพในการผลิตที่มีอยู่ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแผนการผลิตบ่อย ส่งผลให้การผลิตสินค้าบางรุ่นไม่ทันตามกำหนด
2. วัตถุดิบมาไม่ทันตามกำหนด โดยเฉพาะผ้าซึ่งเป็นวัตถุดิบหลัก จึงทำให้เกิดการรอคอย ส่งผลต่อกำหนดการส่งสินค้า
3. ปัญหาการขยายกำลังการผลิต โดยเฉพาะแผนกเย็บซึ่งเป็นหน่วยงานที่ต้องอาศัยแรงงานฝีมือเป็นจำนวนมาก การลงทุนจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ทำให้ไม่สามารถขยายกำลังการผลิตได้อย่างรวดเร็ว
4. ไม่มีระบบวัดสมรรถนะที่ชัดเจน (Performance) โดยเฉพาะขบวนการตัด ซึ่งทำเพียงการผลิตให้เต็มความสามารถเท่านั้น ทำให้เกิดการสะสมของงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process) มาก

3. สร้างแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบัน (Value Stream Mapping: Current State)

แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า (VSM) เป็นเครื่องมือที่ใช้เขียนแผนภาพที่แสดงถึงเส้นทางการผลิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งแผนภาพจะแสดงทั้งการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลในการผลิต VSM มีประโยชน์ในการจำแนกหรือระบุถึงขั้นตอนที่เป็นการเพิ่มคุณค่าและที่ไม่เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์หรือที่เรียกว่าความสูญเปล่า แล้วจึงหาวิธีการเพื่อทำการกำจัดความสูญเปล่านั้นออกไป ลักษณะของ VSM จะเป็นเครื่องมือง่ายๆ คือใช้เพียงกระดาษกับดินสอเท่านั้นก็ทำให้มองเห็นภาพการไหลทั้งหมดในการเคลื่อนย้ายสินค้าตั้งแต่วัตถุดิบจนไปสู่ผู้บริโภคขั้นสุดท้าย ซึ่งถือเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการผลักดันองค์กรให้เข้าสู่การผลิตโดยกำจัดความสูญเสีย (Waste) สำหรับการเขียนแผนภูมิจะมีสัญลักษณ์ต่างๆ ใช้ในการสื่อสารและทำการวิเคราะห์ ดังภาพที่ 13



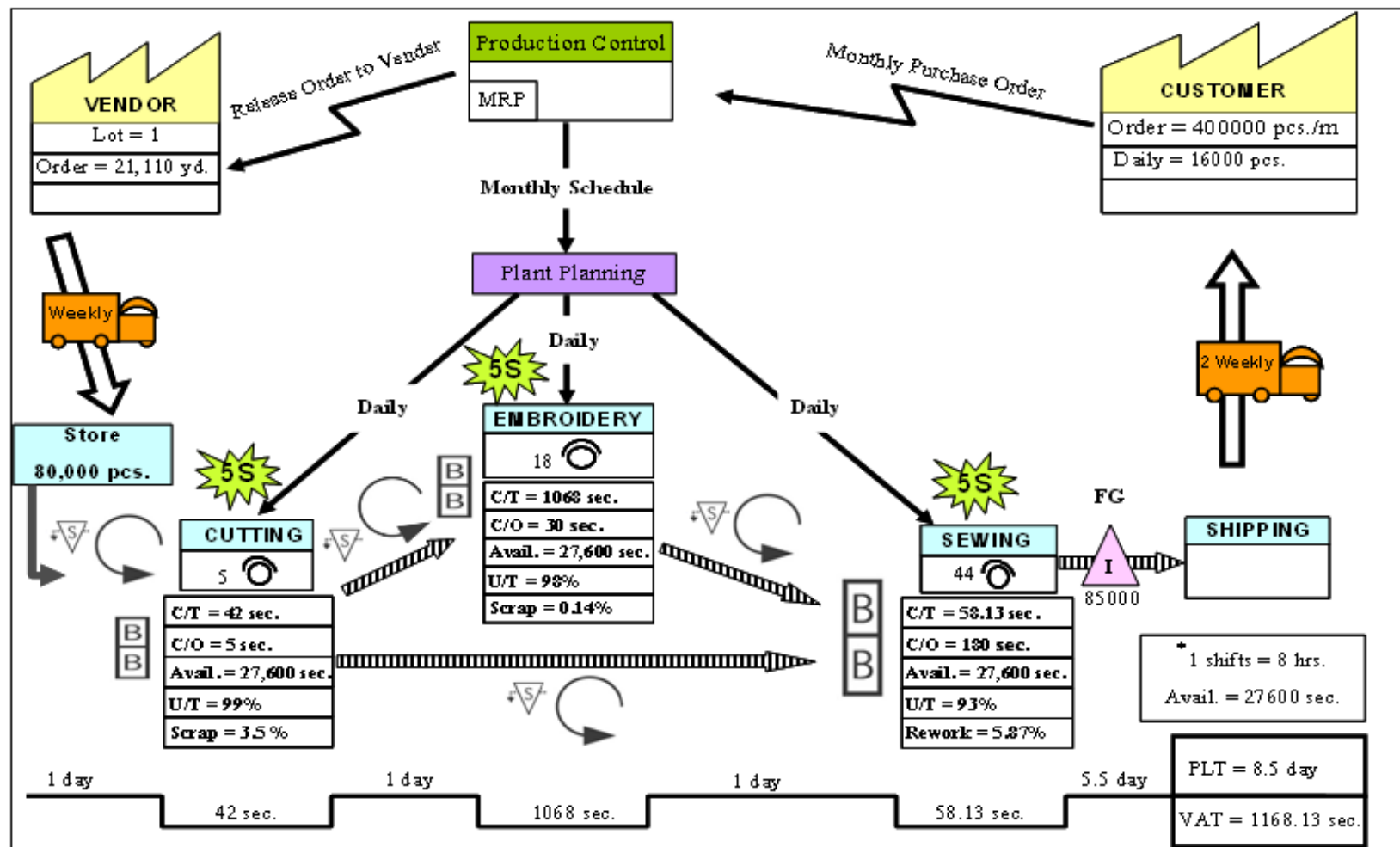
ภาพที่ 13 แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบัน

จากภาพที่ 13 กระบวนการผลิตเริ่มจากลูกค้าเป็นผู้สั่งผลิตล่วงหน้า โดยจะระบุปริมาณ และ เวลาที่จะได้รับสินค้าชนิดนั้นๆ เมื่อมีการตกลงกันเรียบร้อยแล้วลูกค้าจะส่งใบสั่งซื้อ (Purchase Order) ให้ โรงงานรับทราบพร้อมกับแจ้งกำลังการผลิตที่ผลิตได้ จากนั้นจึงทำการวางแผนการผลิตภายใน กระบวนการพร้อมกับจัดซื้อวัตถุดิบ สำหรับสายการผลิตเริ่มจากแผนกตัดทำการเบิกชิ้นงานจากแวร์ เฮาส์เข้าสู่กระบวนการตัดตามกำลังการผลิต แล้วจึงทำการส่งชิ้นงานไปยังแผนกถัดไปโดยพิจารณาว่า ชิ้นงานมีการปักหรือไม่ ถ้ามีจึงส่งไปทำการปัก ถ้าไม่มีจะต้องส่งไปรอก่อนส่งไปยังแผนกเย็บ ชิ้นงาน ที่ส่งไปทำการปัก เมื่อทำการปักเสร็จจะต้องส่งไปรอที่จุดพักงาน เพื่อรอให้แผนกเย็บเบิกชิ้นงานไปทำ การผลิตจนกระทั่งได้สินค้าสำเร็จรูปเพื่อรอที่จะส่งมอบให้กับลูกค้า การทำงานในแต่ละแผนกจะทำการเบิกชิ้นงานตามกำลังการผลิต โดยไม่สนใจการทำงานของแผนกอื่นๆ

จากการวิเคราะห์แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าของโรงงานตัวอย่าง จากภาพที่ 13 จะเห็นว่า มี ปริมาณสินค้าคงคลังระหว่างกระบวนการกองรอปริมาณมากเกินความจำเป็น เนื่องจากกระบวนการ ก่อนหน้าผลิตเกินความต้องการจริง จากการศึกษากระบวนการผลิตในแต่ละกระบวนการแสดงให้เห็นว่า กระบวนการก่อนหน้าได้ผลิตสินค้าเกินความสามารถของกระบวนการถัดไป ส่งผลให้เกิดเวลาการรอ คอยหน้ากระบวนการ โดยเฉพาะกระบวนการเย็บ (Sewing) จากแผนภูมิหน้าแผนกเย็บมีงานกองรอ เฉลี่ย 7 วัน ซึ่งเวลานำในกระบวนการผลิตทั้งหมด 14 วัน เป็นเวลาของงานกองรอหน้าแผนกเย็บคิด เป็นร้อยละ 50 ของเวลานำทั้งหมดถือได้ว่าเกิดความสูญเปล่าจากการรอกองในกระบวนการผลิต เนื่องจากมีปริมาณสินค้าคงคลังกองรอมากเกินความจำเป็น ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการผลิต สำหรับ เวลาในการเพิ่มคุณค่าหรือรอบเวลาการผลิตรวมเท่ากับ 1168.13 วินาที หรือ 0.014 วัน

4. สร้างแผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสถานะอนาคต (Value Stream Mapping: Future State)

การสร้างแผนภูมิสายธารคุณค่าสถานะอนาคต โดยทำการปรับปรุงจากแผนภูมิสายธารคุณค่า สถานะปัจจุบัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตเกิดความสูญเสียดังกล่าวจากแผนภูมิ สถานะปัจจุบันสังเกตเห็นว่าจุดที่ควรทำการปรับปรุง คือ ปริมาณสินค้ากองรอระหว่างแผนก เกิดการ รอคอย ซึ่งเกิดจากการผลิตเกินความสามารถของแผนกถัดไป ไม่คำนึงถึงกำลังการผลิตแต่ละแผนก โดยกระบวนการผลิตแต่ละแผนกทำการวางแผนการผลิตเอง



ภาพที่ 14 แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่าสถานอนาคต

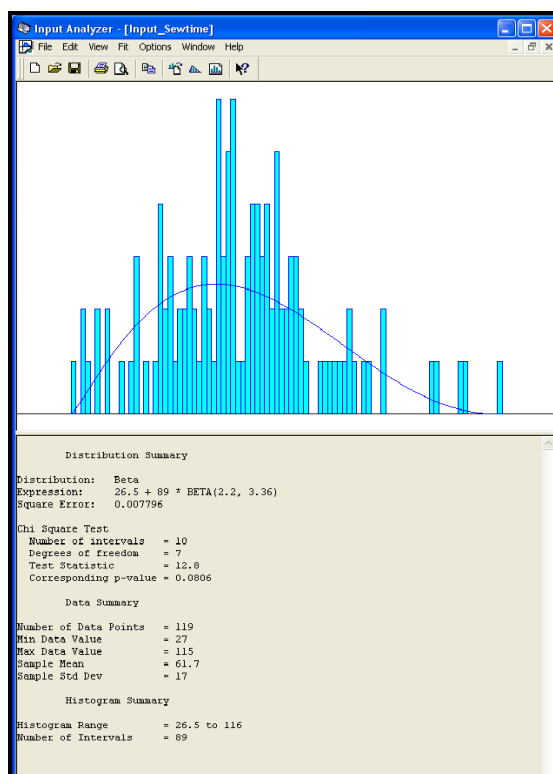
แผนภูมิสายธารคุณค่าสถานะอนาคตเป็นแผนภูมิแสดงแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการผลิตระบบเดิม จากการวิเคราะห์แผนภูมิสถานะปัจจุบันจึงมีแนวทางแก้ไขกระบวนการผลิตโดยการนำระบบคิงพร้อมกับนำคัมบังการ์ดมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต เนื่องจากระบบคิงเป็นระบบการผลิตที่คำนึงถึงกำลังการผลิตของแผนกถัดไป นั่นคือเมื่อมีการดึงชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการ จะมีการส่งคัมบังไปยังกระบวนการก่อนหน้าแล้วจึงจะผลิตชิ้นงานในปริมาณที่ถูกดึงไปใช้ สำหรับการผลิตดังกล่าวควรมีการเก็บปริมาณงานที่เพียงพอสำหรับความต้องการของกระบวนการถัดไป เรียกว่า ปริมาณงานสำรอง (Buffer Size) ดังภาพที่ 14

แนวทางปรับปรุงแก้ไขกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป จากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานพบว่าแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นนั้น การใช้ระบบคิงร่วมกับการกำหนดคัมบัง เพื่อควบคุมการผลิตในแต่ละแผนกการทำงาน และเป็นตัวกำหนดปริมาณการผลิต นั่นคือเมื่อระดับชิ้นงานลดลงต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ก็จะถูกส่งสัญญาณให้กระบวนการก่อนหน้าทำการผลิตมาเพิ่มเติม

5. การออกแบบและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตปัจจุบัน

การออกแบบและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ต้องศึกษาระบบการทำงานของโรงงานตัวอย่างว่ามีขั้นตอนการทำงานอย่างไร โดยรายละเอียดกระบวนการทำงานนั้นได้ระบุไว้ข้างต้นแล้ว หลังจากที่ได้ศึกษาระบบต่างๆ เช่น ระบบการผลิต กระบวนการทำงานต่างๆ รอบเวลาในการผลิต เวลาในการขนส่ง เวลาการรอคอย เป็นต้น เพื่อนำมากำหนดขอบเขตการจำลองสถานการณ์

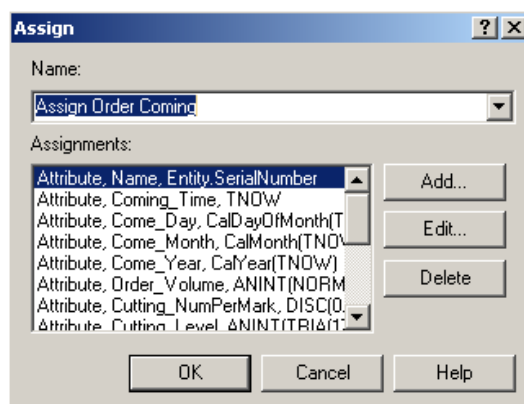
หลังจากศึกษากระบวนการทำงานแล้วจึงเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมส่วนใหญ่จะเป็นสิ่งไม่แน่นอน ไม่คงที่ มีหลายค่า ข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปการทดลอง ดังนั้นถ้าสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ว่าการแจกแจงแบบใดจะทำให้ข้อมูลมีค่ามากยิ่งขึ้น สำหรับการวิเคราะห์การแจกแจงของข้อมูลในโปรแกรมอารีน่า จะมีโปรแกรมเสริม Input Analyzer เป็นเครื่องมือช่วยในการทดสอบข้อมูลดิบดังกล่าวว่าการแจกแจงแบบใด ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม Input Analyzer

การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าโดยโปรแกรม Input Analyzer จะพิจารณาการแจกแจงที่เหมาะสมกับข้อมูลดิบโดยการทดสอบไคร้สแควร์ (Chi-Square Test) และการทดสอบโคโมโกรอฟ-สไมนอฟ (Kolmogorov-Sminov Test) จะพิจารณาค่า p-value และค่า Square Error ที่ต่ำสุด ดังตารางที่ 3 ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าโดยใช้ Input Analyzer

ข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์เรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะนำข้อมูลดังกล่าวไปกำหนดเป็นคุณสมบัติพื้นฐานต่างๆ เพื่อใช้ในการทำงานของโปรแกรม เช่น ชื่อหรือรหัสสินค้า ปริมาณสินค้า ขนาดของผลิตภัณฑ์ สินค้าต้องมีการปกคลุมด้วยหรือไม่ ปริมาณลวดลาย เป็นต้น ดังภาพที่ 16

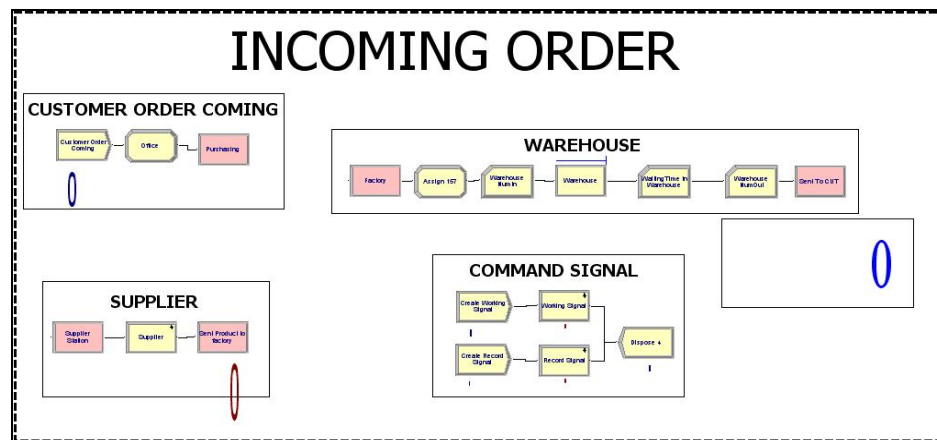


ภาพที่ 16 โมดูลการกำหนดคุณสมบัติพื้นฐานของเอ็นทิตี

ตารางที่ 3 รูปแบบการแจกแจงตัวแปรนำเข้าในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

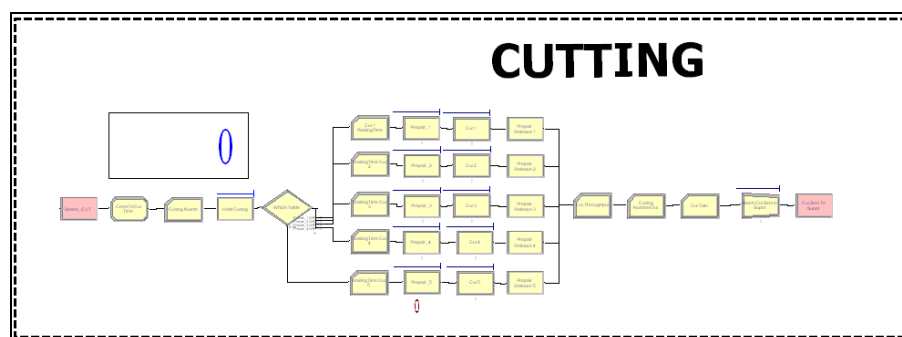
คุณสมบัติประจำตัว	ตัวแปรในการจำลอง	การแจกแจง / คำสั่ง	หน่วย
1. ชื่อ รหัสสินค้า	Name	Entity.SerialNumber	-
2. วันเวลาที่ลูกค้าสั่งซื้อ	Coming_Time	TNOW	-
3. ปริมาณที่สั่ง	Order_Volume	NORM(14872,51)	ตัว
4. ขนาดของผลิตภัณฑ์	Cutting_NumPerMark	DISC(0.01, 10, 0.09, 8, 0.65, 6, 0.98, 4, 1.00, 2)	ตัว
5. ชนิดของผ้า	Cutting_Level	TRIA(17,81,158)	ชั้น
6. ต้องมีการปักลวดลายหรือไม่	EMBs or NOT	DISC(0.68, 1, 1.0, 2)	-
7. ปริมาณลวดลาย	EMBs_Stich Number	$319 + (35000 * \text{BETA}(0.213, 1.99))$	ฟิเจอร์
8. ลักษณะความซับซ้อน	Sewing_Step	CONT(0.03, 20, 0.15, 25, 0.91, 40, 1.0, 45)	ขั้นตอน

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรมสำเร็จรูป Arena Academic version 10 ของกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป โดยแบ่งโมดูลเป็น 5 โมดูล คือ (1) ครีเอท โมดูล (Create Module) เป็นโมดูลที่กำหนดการเข้ามาและชนิดของเอ็นทิตีในระบบ (2) แพนกัตต์ (Cutting) เป็นโมดูลในกระบวนการตัดผ้าเป็นชิ้นๆ เพื่อนำไปประกอบเป็นตัว (3) แพนกปัก (EMB) เป็นโมดูลกระบวนการปักชิ้นงาน สำหรับชิ้นงานที่มีการปัก (4) โมดูลกระบวนการเก็บสต็อกผ้าจากแพนกัตต์ และปัก และ (5) แพนกเย็บ (Sewing) เป็นโมดูลกระบวนการเย็บ ซึ่งเป็นกระบวนการสุดท้ายโดยนำชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบเป็นตัว พร้อมกับจัดบรรจุกล่อง เพื่อรอส่งให้กับลูกค้า ในแต่ละโมดูลจะมีการสร้างแบบจำลองตามกระบวนการไหลของผลิตภัณฑ์



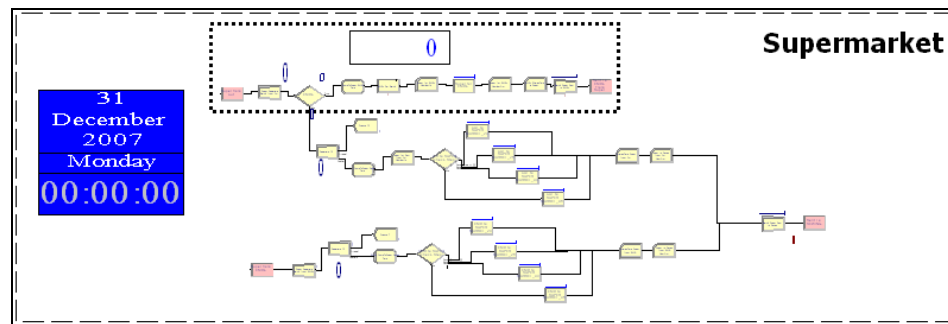
ภาพที่ 17 โมดูลการกำหนดการเข้ามาของเอ็นทิตี

ในระบบการผลิตจะต้องสร้างโมดูล ครีเอท (Create Module) เพื่อกำหนดวัตถุที่เราสนใจ (Entity) เข้ามาในแบบจำลองโดยวัตถุที่เราสนใจจะถูกสร้างขึ้นโดยกำหนดการมาถึงของวัตถุหรือช่วงเวลาการมาถึง รวมถึงการกำหนดคุณสมบัติต่างของเอ็นทิตี (Entity) สำหรับการสร้างเอ็นทิตี เข้ามาในระบบ จากโมเดลการเข้ามาในระบบของวัตถุแบบนอร์มอล มีค่าเฉลี่ย 1.5 วัน ความแปรปรวน 0.2 วัน และวัตถุเข้ามาแบบสามเหลี่ยม อย่างน้อย 3 เอ็นทิตี มากสุด 10 เอ็นทิตี และมีปริมาณการเข้าบ่อยที่สุด 7 เอ็นทิตี



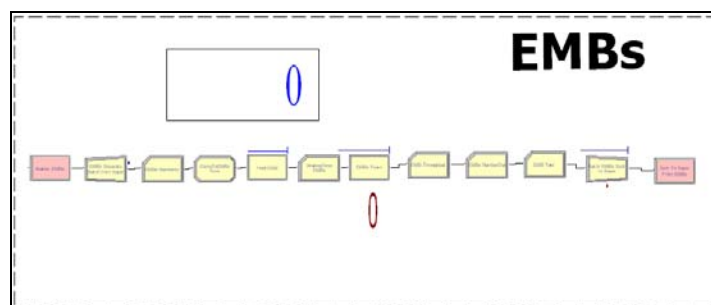
ภาพที่ 18 โมดูลกระบวนการตัด

ในกระบวนการตัดมีโมดูลการกำหนดปริมาณเบท/ออร์เดอร์ การจัดปริมาณงานเข้ากระบวนการ และเวลาการตัดแบ่งเป็น 3 ระดับ สำหรับกระบวนการปฏิตมี 5 สายการผลิต ดังนั้นเอ็นทิตีที่จะเข้ากระบวนการปฏิต จะต้องผ่านโมดูลการตัดสินใจ (Decide) ซึ่งกำหนดเงื่อนไขทางเลือกสำหรับเอ็นทิตีที่จะเข้าสู่กระบวนการโดยมาก่อนเข้าทำงานก่อน



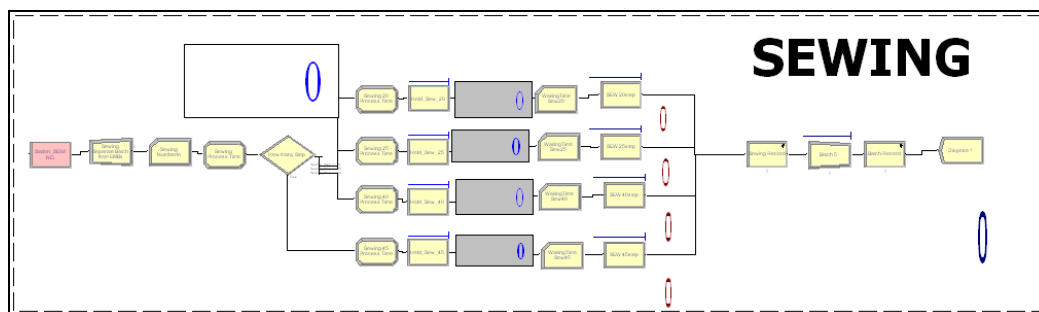
ภาพที่ 19 โมดูลกระบวนการเก็บสต็อกผ้าจากแผนกตัด และปัก

สำหรับแผนกชุปเปอร์เป็นแผนกจัดเก็บชิ้นงานจากแผนกตัด/ปัก และส่งชิ้นงานไปยังแผนกปัก/เย็บ โดยเมื่องานตัดเสร็จจะถูกส่งไปชุปเปอร์มาร์เก็ต งานที่มีการปักจะถูกส่งไปยังแผนกปักและจะส่งกลับมาเก็บที่ชุปเปอร์มาร์เก็ต จากนั้นงานจะถูกส่งไปยังแผนกเย็บเป็นแผนกสุดท้าย ดังนั้นการส่งงานไปยังแผนกปัก และแผนกเย็บ ชิ้นงานแต่ละออร์เดอร์มีกระบวนการทำงานไม่เหมือนกัน โดยบางออร์เดอร์จะถูกส่งไปยังแผนกปักก่อนทำการเย็บ บางออร์เดอร์จะถูกส่งไปยังแผนกเย็บโดยไม่ผ่านแผนกปัก ดังนั้นโอกาสที่ชิ้นงานจะถูกส่งไปยังแผนกปัก 0.75% และจะถูกส่งไปยังแผนกเย็บ 0.25% (DISC(0.75, 1, 1.0, 2))



ภาพที่ 20 โมดูลกระบวนการปัก

แผนกปักจะได้รับชิ้นงานจากแผนกชุปเปอร์มาร์เก็ต เมื่อทำการปักเสร็จเรียบร้อยแล้วจะถูกส่งไปยังชุปเปอร์มาร์เก็ตเพื่อจัดส่งไปยังแผนกเย็บต่อไป เวลาการขนส่งไปกลับ รอบละ 30 นาที ในแผนกปักมี 3 สายการผลิต การกำหนดชิ้นงานเข้ากระบวนการทำงานในแผนก มีการกำหนดให้ 1 เอ็นทีดี เท่ากับ 56 ตัว เนื่องจากจำนวนเครื่องจักรแต่ละไลน์มีจำนวน 56 เครื่อง ดังนั้นการเข้าทำงานจะต้องเข้าทีละ 56 ตัว เศษที่เหลือจะคิดเป็นรอบการทำงานใหม่ การกำหนดคิดจากปริมาณออร์เดอร์ทั้งหมดหาร 56 จะได้จำนวนเอ็นทีดี



ภาพที่ 21 โมดูลกระบวนการเย็บ

การทำงานแผนกเย็บเมื่อได้รับชิ้นงานจากแผนกชุปเปอร์มาร์เก็ต ขั้นตอนแรกจะต้องพิจารณาขั้นตอนการเย็บต่องาน 1 ตัว และพิจารณาการเข้าสายการผลิตโดยพิจารณาจากคุณสมบัติในเอ็นทีดีแต่ละเอ็นทีดีมีขั้นตอนการทำงานเท่าใด เอ็นทีดีจะเข้ากระบวนการทำงานตามคุณสมบัตินั้นๆ และลำดับการเข้าคือ การมาก่อนเข้าทำงานก่อน

6. การจำลองสถานการณ์กระบวนการผลิต

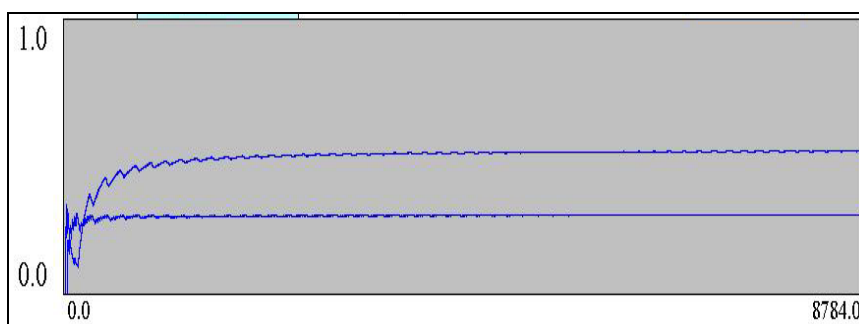
เมื่อดำเนินการออกแบบและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยการกำหนดเงื่อนไขทางด้านการไหลของผลิตภัณฑ์ ช่วงเวลา และปริมาณของคำสั่งผลิตในแต่ละครั้ง เวลาการผลิตของแต่ละกระบวนการ และข้อจำกัดอื่นๆ เพื่อให้ระบบการจำลองเหมือนระบบงานจริงมากที่สุด โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานดังต่อไปนี้

6.1 สมมติฐานการจำลองสถานการณ์

- (1) ระยะเวลาในการจำลองสถานการณ์การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปใช้เวลา 100 วัน
- (2) เวลาทำงานของพนักงานเฉลี่ยเมื่อรวมเวลาทำงานล่วงเวลาแล้ว แผนกตัดและแผนกเย็บเท่ากับ 10 ชั่วโมงต่อวัน 6 วันต่อสัปดาห์ แผนกปัก 20 ชั่วโมงต่อวัน
- (3) กำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- (4) หน่วยการจำลองสถานการณ์กำหนดเป็นนาฬิกา
- (5) ลำดับเอ็นทิตี ใช้กฎการมาถึงก่อนให้บริการก่อน (First In – First Out)
- (6) จำนวนรอบในการรัน (Replication) เท่ากับ 10 รอบ
- (7) ช่วงเวลาอุ่นเครื่อง (Warm-Up Period) เท่ากับ 100 วัน

6.2 การกำหนดช่วงเวลาอุ่นเครื่องของระบบ (Warm Up Period)

การหาช่วงเวลาอุ่นเครื่อง เป็นการหาช่วงเวลาเริ่มต้นของระบบก่อนที่ระบบการผลิตจะเข้าสู่ภาวะคงที่ (Steady State) โดยดำเนินการจำลองสถานการณ์ครั้งแรกด้วยระยะเวลา 366 วัน (8,784 ชั่วโมง) กำหนดให้มีจำนวนรัน เท่ากับ 10 ครั้ง โดยนำเวลาเฉลี่ยของเอ็นทิตีที่อยู่ในระบบมาพล็อตตั้งแต่เวลา 0 ถึง 366 วัน พบว่าช่วงเวลาที่ระบบการผลิตจะเข้าสู่ภาวะปกติมีค่า 100 วัน ซึ่งเป็นเวลาที่ยาวนานพอที่จะทำให้ได้ผลลัพธ์และความเบี่ยงเบนอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้



ภาพที่ 22 ช่วงเวลาอุ่นเครื่อง (Warm Up Period) ของระบบการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

6.3 การกำหนดจำนวนการทดลองการทำซ้ำ (Replicate) ของระบบ

การจำลองสถานการณ์ทดลอง (Pilot Run) ด้วยระยะเวลา 366 วัน ช่วงเวลาอุ่นเครื่อง เท่ากับ 100 วัน และกำหนดจำนวนการทดลองซ้ำจำนวน 10 ครั้ง พิจารณาปริมาณผลผลิต (Throughput) โดยนำผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ในแต่ละครั้งมาเทียบกับระบบงานจริง และ กำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (Error: ε) เท่ากับ 2% ของปริมาณผลผลิต พร้อมทั้งทำการบันทึกผลลัพธ์ ได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ปัจจุบัน

ครั้งที่	ปริมาณผลผลิตทั้งหมด (ตัว/เดือน)
1	381,516
2	373,054
3	364,502
4	393,267
5	383,933
6	390,439
7	391,221
8	365,424
9	371,147
10	365,968
ค่าเฉลี่ย	378,047
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	11,386

จากตารางปริมาณผลผลิตของระบบงานจำลองมีค่าเฉลี่ย 378,047 ตัวต่อเดือน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 11,386 ตัว กำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (Error: ε) เท่ากับ 2% ของปริมาณผลผลิตเฉลี่ย เท่ากับ 7,560.94 ตัวต่อเดือน

จากค่าต่างๆ ที่ระบุข้างต้น นำไปคำนวณหาจำนวนการทดลองซ้ำที่คาดว่าจะสามารถควบคุมความแปรปรวนได้ในทุกกรณี ดังสมการที่ 3

$$n' = \left[\frac{Z_{\alpha/2}}{\varepsilon} * S \right]^2 \quad (3)$$

เมื่อ	n'	คือ จำนวนการทดลองซ้ำ
	α	คือ ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05
	ε	คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของระบบ
	S	คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากสมการ (3) เมื่อดำเนินการแทนค่าในสมการด้วย $Z_{0.025} = 1.96$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11,386 ตัว และค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 7,560.94 ตัว จะได้จำนวนการทดลองซ้ำของการจำลองสถานการณ์ที่ต้องการอย่างน้อย เท่ากับ 8.71 ครั้ง ดังนั้นจึงกำหนดให้มีจำนวนการทดลองซ้ำของการจำลองสถานการณ์นี้เท่ากับ 10 ครั้ง ซึ่งเพียงพอที่จะควบคุมความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้

6.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation)

ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์จะใช้วิธีเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างระบบจำลองกับระบบงานจริง สำหรับข้อมูลที่น่ามาเปรียบเทียบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของปริมาณผลผลิตแต่ละแผนการทำงานในระบบจำลองเทียบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณผลผลิตจากระบบจริง โดยผลผลิตที่ได้เป็นผลผลิตเฉลี่ยแต่ละเดือน ดังตารางที่ 5 และค่าเฉลี่ยของเวลาการทำงานแต่ละแผนก พิจารณาเวลาการทำงานจำนวน 10 ขึ้น ดังตารางที่ 7

จากข้อมูลเฉลี่ยของปริมาณผลผลิตที่ได้จากระบบจำลองแต่ละเดือน นำมาคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (ε) เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณช่วงความเชื่อมั่นของปริมาณผลผลิตของระบบจำลองว่าอยู่ในช่วงเดียวกับผลผลิตของระบบงานจริงหรือไม่ จากสมการที่ 4

$$\bar{X} - Z_{\alpha/2} * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + Z_{\alpha/2} * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยระหว่างระบบจำลองกับระบบงานจริง

เดือนที่	ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย (ตัวต่อเดือน)					
	แผนกตัด		แผนกปัก		แผนกเย็บ	
	ระบบ จริง	ระบบ จำลอง	ระบบ จริง	ระบบ จำลอง	ระบบ จริง	ระบบ จำลอง
1	449,989	454,300	375,344	362,096	384,071	381,516
2	-	469,350	-	391,104	-	373,054
3	-	445,550	-	380,296	-	364,502
4	-	445,900	-	371,448	-	393,267
5	-	463,050	-	365,792	-	383,933
6	-	431,900	-	353,192	-	390,439
7	-	437,850	-	359,184	-	391,221
8	-	447,475	-	369,796	-	365,424
9	-	447,125	-	380,128	-	371,147
10	-	435,225	-	367,612	-	365,968
ค่าเฉลี่ย	449,989	447,773	375,344	370,065	384,071	378,047
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	-	11,825	-	11,262	-	11,386
ค่าความคลาดเคลื่อน	-	8,955.45	-	7,401.30	-	7,560.94
ช่วงความเชื่อมั่นระบบ จำลอง	440,443.55 -		363,084.71 -		370,990.20 -	
	455,101.45		377,044.89		385,103.90	

จากตารางที่ 5 สรุปได้ว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยระบบจริงอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นของปริมาณผลผลิตเฉลี่ยระบบจำลองทุกๆ แผนกการทำงาน

ทดสอบสมมุติฐาน โดยใช้ Two Sample T Test ทดสอบค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตระบบจริงกับระบบจำลองมีความแตกต่างกันหรือไม่ กำหนดให้มีระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรม MS-Excel วิเคราะห์การทดสอบสมมุติฐานได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 6 โดยกำหนดสมมุติฐานดังนี้

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตระบบจริงกับระบบจำลองไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตระบบจริงกับระบบจำลองมีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบสมมติฐานของปริมาณผลผลิตระหว่างระบบจำลองกับระบบจริง

การทดสอบแบบที่	แผนกตัด		แผนกปัก		แผนกเย็บ	
	ระบบจริง	ระบบจำลอง	ระบบจริง	ระบบจำลอง	ระบบจริง	ระบบจำลอง
ค่าเฉลี่ย	17,670.67	17,264.80	13,666.67	12,369.28	15,805.00	15,459.35
ค่าความแปรปรวน	438,792.33	423,351.29	1,569,404.30	3,401,988.60	696,427	1,542,070.90
องศาอิสระ	3		5		5	
สถิติทดสอบที	0.9345		1.3963		0.5561	
ค่าความน่าจะเป็น	0.4189		0.2214		0.60	
ค่าขอบเขตวิกฤต	3.1824		2.5705		2.5705	

จากการทดสอบสมมติฐานปริมาณผลผลิตของระบบจำลองกับระบบจริง สรุปได้ว่าปริมาณผลผลิตของระบบจำลองกับระบบจริงไม่มีความแตกต่างกัน พิจารณาผลได้จากค่า P-Value มีค่ามากกว่า $\alpha = 0.05$ ทุกๆ แผนกการทำงาน ดังตารางที่ 6 หรือพิจารณาค่า t-Stat กับค่า t-Critical จากผลลัพธ์ตัวอย่างแผนกตัดค่า t-Stat เท่ากับ 0.9345 ซึ่งอยู่ภายในช่วง -3.1824 ถึง 3.1824 จึงสรุปได้ว่าการทดสอบนี้ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือปริมาณผลผลิตทั้งสองระบบในแผนกตัด (CUT) ไม่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาแผนกปัก (EMB) และแผนกเย็บ (SEW) ผลการทดสอบสมมติฐานยอมรับสมมติฐานหลักเช่นเดียวกัน นั่นคือระบบจำลองและระบบจริงไม่มีความแตกต่างกัน

ในทำนองเดียวกันเปรียบเทียบเวลาการทำงานเฉลี่ยระหว่างระบบจำลองกับระบบงานจริงในแต่ละครั้งของการจำลองสถานการณ์ ดังตารางที่ 7 และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (ε) เพื่อหาช่วงความเชื่อมั่นจากสมการ 4 ของเวลาการทำงานระบบจำลองว่าอยู่ในช่วงเดียวกับระบบจริงหรือไม่

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบเวลาการทำงานเฉลี่ยในแต่ละแผนกระหว่างการจำลองกับระบบงานจริง

ชั้นงานที่	เวลาการทำงาน (นาทิตัว)					
	แผนกตัด		แผนกปัก		แผนกเย็บ	
	(นาทิต่อตัว)		(นาทิต่อรอบ)		(วินาทีต่อตัว)	
	ระบบจริง	ระบบจำลอง	ระบบจริง	ระบบจำลอง	ระบบจริง	ระบบจำลอง
1	0.18	0.41	21.88	15.03	46.75	49.19
2	0.67	0.45	23.32	15.26	36.00	55.58
3	1.08	0.30	26.51	19.79	30.50	72.61
4	0.75	0.28	24.90	20.10	42.86	80.39
5	0.28	0.29	12.51	13.23	36.00	39.60
6	0.59	0.28	11.82	13.88	66.67	54.60
7	0.48	0.36	07.40	13.50	42.75	39.00
8	0.31	0.40	15.43	18.96	56.73	43.80
9	0.53	0.54	16.55	14.59	70.43	30.60
10	0.53	0.36	17.77	11.18	59.78	28.20
ค่าเฉลี่ย	0.54	0.37	17.81	15.55	49.00	49.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.26	0.09	6.26	3.04	13.78	17.02
ค่าความคลาดเคลื่อน	0.19	0.06	4.48	2.17	9.86	12.17
ช่วงความเชื่อมั่น	0.35-0.75	0.31-0.43	13.33-22.29	13.38-17.73	38.99-58.70	37.21-61.55

จากตารางที่ 7 ค่าช่วงความเชื่อมั่นเวลาการทำงานเฉลี่ยระบบจำลองกับระบบจริงสามารถสรุปได้ว่าเวลาการทำงานเฉลี่ยระบบจำลองอยู่ในช่วงเดียวกับระบบจริง เพื่อยืนยันข้อสรุปข้างต้นจึงทำการทดสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยของเวลาการทำงานระหว่างระบบจำลองกับระบบจริงว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ กำหนดให้มีระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้โปรแกรม MS-Excel ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 8 โดยกำหนดสมมติฐานดังนี้

สมมติฐานการทดสอบ

H_0 : ค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานระบบจริงกับระบบจำลองไม่มีความแตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานระบบจริงกับระบบจำลองมีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบสมมติฐานของเวลาการทำงานเฉลี่ยระหว่างระบบจำลองกับระบบจริง

การทดสอบแบบที่	แผนกตัด		แผนกปัก		แผนกเย็บ	
	ระบบจริง	ระบบจำลอง	ระบบจริง	ระบบจำลอง	ระบบจริง	ระบบจำลอง
ค่าเฉลี่ย	0.54	0.36	17.8094	15.5521	48.847	49.3794
ค่าความแปรปรวน	0.0677	0.0074	39.1632	09.2333	189.9195	289.5138
องศาอิสระ	18		18		18	
สถิติทดสอบที	0.9345		1.0261		-0.0768	
ค่าความน่าจะเป็น	0.4189		0.3184		0.9395	
ค่าขอบเขตวิกฤต	3.1824		2.1009		2.1009	

จากตารางที่ 8 สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยเวลาการทำงานในระบบจำลองไม่มีความแตกต่างจากระบบจริง ซึ่งพิจารณาได้จากค่า P-Value มีค่ามากกว่าค่า $\alpha = 0.05$ ทุกๆ แผนกการทำงานหรือพิจารณาค่า t-Stat กับค่า t-Critical จากผลลัพธ์แผนกตัดค่า t-Stat เท่ากับ 0.9345 ซึ่งอยู่ภายในช่วง -3.1824 ถึง 3.1824 สรุปได้ว่าการทดสอบนี้ยอมรับสมมติฐานหลัก นั่นคือเวลาการทำงานทั้งสองระบบในแผนกตัดไม่มีความแตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาแผนกปัก และแผนกเย็บผลการทดสอบเป็นไปในทำนองเดียว ดังนั้นสรุปได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบการผลิตจริงได้

7. การออกแบบการจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุงกระบวนการผลิต

7.1 การออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบดึง (Pull System)

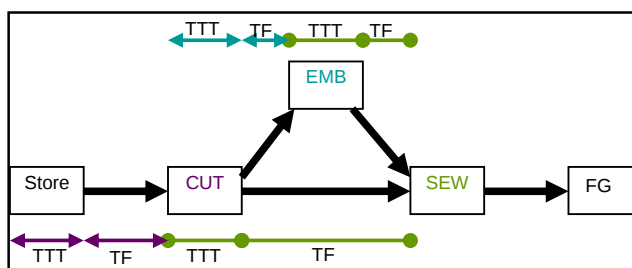
การปรับปรุงการผลิตนั้น ทำโดยการสังเกตกระบวนการที่เป็นคอขวดเป็นหลัก นั่นคือกระบวนการเย็บซึ่งเป็นกระบวนการกำหนดปริมาณผลผลิตที่ได้โดยรวมทั้งหมด ดังนั้นจึงต้องมีการจัดสรรงานโดยการกำหนดปริมาณบัฟเฟอร์หน้ากระบวนการผลิตแต่ละแผนกให้มีค่าที่เหมาะสม โดยกระบวนการทำงานที่ควบคุมการผลิตนั้นคือ แผนกเย็บ ดังนั้นกระบวนการผลิตก่อนหน้าแผนกเย็บจะส่งงานให้กับแผนกเย็บได้นั้นจะต้องมีความต้องการงานจากกระบวนการเย็บก่อน ซึ่งหลักการทำงานดังกล่าว เรียกว่า ระบบดึง

สมมติฐานการจำลองสถานการณ์

- (1) ระยะเวลาในการจำลองสถานการณ์การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปใช้เวลา 100 วัน
- (2) เวลาทำงานของพนักงานเฉลี่ยเมื่อรวมเวลาทำงานล่วงเวลาแล้ว แผนกตัดและแผนกเย็บเท่ากับ 10 ชั่วโมงต่อวัน 6 วันต่อสัปดาห์ แผนกปัก 20 ชั่วโมงต่อวัน
- (3) กำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- (4) หน่วยการจำลองสถานการณ์กำหนดเป็นนาที
- (5) ลำดับเอ็นทิตี ใช้กฎการมาถึงก่อนให้บริการก่อน (First In – First Out)
- (6) จำนวนรอบในการรัน (Replication) เท่ากับ 10 รอบ
- (7) ช่วงเวลาอุ่นเครื่อง (Warm-Up Period) เท่ากับ 100 วัน

การกำหนดปริมาณบัฟเฟอร์สำรอง

จากสมการที่ 2 ทำการคำนวณปริมาณบัฟเฟอร์หน้ากระบวนการทำงานทุกกระบวนการ ได้แก่ การตัด (CUT) การปัก (EMB) และการเย็บ (SEW) การคำนวณจะพิจารณากระบวนการเย็บเป็นหลัก เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ควบคุมการผลิต หรือเป็นจุดคอขวด (Bottleneck) จากนั้นจึงพิจารณากระบวนการก่อนหน้าตามลำดับ ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 การพิจารณาช่วงเวลานำแต่ละกระบวนการของการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

ลักษณะการทำงานเมื่อมีการกำหนดปริมาณบัฟเฟอร์ที่เหมาะสม โดยใช้หลักการที่ว่า จะเริ่มทำการผลิตก็ต่อเมื่อมีการเบิกบัฟเฟอร์หน้าแผนกเย็บเข้ากระบวนการ ฉะนั้นแผนกก่อนหน้าจะต้องทำการผลิตชิ้นงานเพื่อส่งไปยังบัฟเฟอร์หน้าแผนกเย็บ

ปริมาณบัฟเฟอร์ที่เหมาะสมคำนวณได้จากสมการที่ 2 โดยตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ ประกอบด้วยอัตราความต้องการ (Demand Rate) ของแต่ละแผนก เวลานำ (Lead Time) ของแต่ละแผนก และตัวแปรตามนโยบายในที่นี้คือ ชี้นงานสำรอง (Safety Stock) สรุปได้ว่าแผนกตัดมีอัตราความต้องการเฉลี่ย 1,200 แบบต่อเดือน หรือ 50 แบบต่อวัน แผนกปักมีอัตราความต้องการ 5,273 แบบต่อเดือน หรือ 38 แบบต่อวัน และแผนกเย็บมีอัตราความต้องการ 873 แบบต่อเดือน หรือ 50 แบบต่อวัน

แผนกเย็บมีอัตราความต้องการ 50 แบบต่อวัน โดยกระบวนการทำงานแผนกเย็บจะได้รับงานจากแผนกตัด และแผนกปัก เป็นอัตราส่วน 25:75 ตามลำดับ ดังนั้นจึงมีบัฟเฟอร์กองรอหน้าแผนกเย็บ 2 จุดตามที่ได้รับ ดังนั้นอัตราความต้องการของแผนกเย็บจึงมีอัตราส่วนจากแผนกตัด 25 % เท่ากับ 13 แบบต่อวัน และแผนกปัก 75% เท่ากับ 38 แบบต่อวัน

เวลานำคิดจากเวลาในการขนส่งรวมกับเวลาการทำงานแต่ละแผนก ตัวอย่างการคำนวณเวลานำจากแผนกตัดไปแผนกเย็บประกอบด้วยเวลาการทำงานแผนกตัดเท่ากับ 399 นาที หรือ 0.8314 วัน (1 วันใช้เวลา 8 ชั่วโมง) และเวลาขนส่งเท่ากับ 25 นาที หรือ 0.0526 วัน ดังนั้นเวลานำจากแผนกตัดส่งไปแผนกเย็บใช้เวลา 424.095 นาที หรือ 0.884 วัน สำหรับแผนกปักไปแผนกเย็บประกอบด้วยเวลาการทำงานแผนกตัดเท่ากับ 233.57 นาที หรือ 0.4866 วัน และเวลาขนส่งเท่ากับ 30 นาที หรือ 0.0625 วัน ดังนั้นเวลานำจากแผนกตัดส่งไปแผนกเย็บใช้เวลา ใช้เวลา 263.560 นาที หรือ 0.549 วัน เมื่อทราบค่าตัวแปรต่างๆ แล้วคำนวณได้ดังนี้

พิจารณางานที่ส่งมาจากแผนกตัด

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณบัฟเฟอร์} &= \text{อัตราความต้องการ} \times \text{เวลานำ} \times (1 + \text{ระยะปลอดภัย}) \\ &= 13 \text{ แบบ/วัน} \times 0.884 \text{ วัน} \times (1 + 0.1) \\ &= 12.64 \text{ แบบ หรือ 13 แบบ}\end{aligned}$$

พิจารณางานที่ส่งมาจากแผนกปัก

$$\begin{aligned}\text{ปริมาณบัฟเฟอร์} &= \text{อัตราความต้องการ} \times \text{เวลานำ} \times (1 + \text{ระยะปลอดภัย}) \\ &= 38 \text{ แบบ/วัน} \times 0.5491 \text{ วัน} \times (1 + 0.1) \\ &= 22.95 \text{ แบบ หรือ 23 แบบ}\end{aligned}$$

จากการคำนวณเมื่อได้ปริมาณบัพเฟอร์แต่ละแผนกแล้ว จากนั้นนำค่าที่ได้ไปใส่ในแบบจำลองสถานการณ์ ทำการทดลอง 10 รอบทำซ้ำ และทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

ตารางที่ 9 ปริมาณงานสำรองหน้าแผนกการทำงานต่างๆ

แผนก	อัตราความต้องการเฉลี่ย (แบบท่อนวัน)	เวลานำ (วัน)	ระยะปลอดภัย	ปริมาณงานสำรอง (แบบท)
เย็บ	50	ปัก 0.5491 ตัด 0.8840	10%	42
ปัก	38	0.8620	10%	39
ตัด	50	0.0313	10%	8

7.2 การออกแบบกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบจัดเซลล์ (Cell System)

สมมติฐานการจำลองสถานการณ์ดังนี้

- (1) ระยะเวลาในการจำลองสถานการณ์การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปใช้เวลา 100 วัน
- (2) เวลาทำงานของพนักงานเฉลี่ยเมื่อรวมเวลาทำงานล่วงเวลาแล้ว แผนกตัดและแผนกเย็บเท่ากับ 10 ชั่วโมงต่อวัน 6 วันต่อสัปดาห์ แผนกปัก 10 ชั่วโมงต่อวัน
- (3) กำหนดระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
- (4) หน่วยการจำลองสถานการณ์กำหนดเป็นนาฬิกา
- (5) ลำดับเอ็นทิตี ใช้กฎการมาถึงก่อนให้บริการก่อน (First In – First Out)
- (6) จำนวนรอบในการรัน (Replication) เท่ากับ 10 รอบ
- (7) ช่วงเวลาอุ่นเครื่อง (Warm-Up Period) เท่ากับ 100 วัน

การปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการจัดเซลล์นั้น เป็นการปรับปรุงโดยจัดกลุ่มของสายการผลิตที่มีความคล้ายคลึงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน จากกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปนั้น กระบวนการผลิตแบ่งการผลิตตามแผนกเย็บโดยพิจารณาขั้นตอนการเย็บ ซึ่งแบ่งขั้นตอนการเย็บเป็น 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย 20 25 40 และ 45 ขั้นตอน

จากการศึกษากระบวนการผลิต พบว่าสินค้าที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอนนั้น มีอัตราความต้องการมากที่สุดร้อยละ 76 ของอัตราความต้องการรวม ดังนั้นจึงแบ่งกลุ่มเซลล์การผลิตเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน และกลุ่มที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 25 และ 45 ขั้นตอนจะเน้นการจัดกลุ่มการผลิตแบบเซลล์จะต้องพิจารณาจำนวนทรัพยากรให้เพียงพอต่อความต้องการในแต่ละเซลล์ โดยแผนกตัด มีกำลังการผลิตสูงสุด 50 แบบต่อวัน โดยเป็นงานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน จำนวน 39 แบบต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 76 ของกำลังการผลิตสูงสุด ซึ่งมีทรัพยากรในการผลิต 5 สายการผลิต แต่ละสายการผลิตมีกำลังการผลิตสูงสุด 10 แบบต่อวัน ดังนั้นสามารถจัดทรัพยากรการตัดชิ้นงานสำหรับงานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน จำนวน 4 สายการผลิต

สำหรับแผนกปัก มีกำลังการผลิตสูงสุด 38 แบบต่อวัน โดยเป็นงานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน จำนวน 28 แบบต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 76 ของกำลังการผลิตสูงสุด แผนกปักมีทรัพยากรในการผลิต 4 สายการผลิต แต่ละสายการผลิตมีกำลังการผลิตสูงสุด 10 แบบต่อวัน ดังนั้นสามารถจัดทรัพยากรการปักสำหรับงานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน จำนวน 3 สายการผลิต

ดังนั้นการจัดเซลล์สำหรับกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม นั่นคือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยแผนกตัดมีโต๊ะปู/ตัดงาน 4 โต๊ะ แผนกปักมีเครื่องปักงาน 3 เครื่อง และแผนกเย็บมีสายการผลิตที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยแผนกตัดมีโต๊ะปู/ตัดงาน 1 โต๊ะ แผนกปักมีเครื่องปักงาน 1 เครื่อง และแผนกเย็บมีสายการผลิตที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 25 และ 45 ขั้นตอน

8. การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุง

8.1 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบดั้งเดิม

เมื่อสรุปได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบันสามารถใช้แทนระบบการทำงานจริงได้ และจากการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตทำให้เกิดความสูญเสียโดยมีงานกองหน้าแผนกแต่ละแผนกมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น ดังนั้นจึงทำการออกแบบและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุง ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยทำการผลิตแบบดึงและจัดให้มีปริมาณงานกองหน้าแผนกเท่ากับความต้องการในแต่ละแผนก จากการคำนวณหาปริมาณ

บัพเฟอร์จึงนำค่าที่ได้ไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุง ดังภาพที่ 24 และทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากภาพที่ 24 แสดงแบบจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุง โดยกระบวนการทำงานยังคงมีกระบวนการทำงานเหมือนระบบปัจจุบันในแต่ละแผนก เช่น การเข้ามาในระบบของเอ็นทีดี เวลาการทำงานแต่ละแผนก คุณสมบัติของเอ็นทีดี เป็นต้น แต่การปรับปรุงจะใช้ระบบการดำเนินงานโดยการส่งสัญญาณไปยังแผนกก่อนหน้าโดยใช้คัมบังเป็นตัวแสดงความต้องการในแผนกนั้นๆ

สำหรับระบบการปรับปรุง จะพิจารณาแผนกการทำงานที่เป็นคอขวดของกระบวนการผลิต สำหรับกระบวนการนี้เป็นแผนกเย็บ ดังนั้นกระบวนการทำงานทั้งระบบจะใช้ลักษณะการทำงานแผนกเย็บเป็นตัวควบคุม ซึ่งการทำงานในแผนกเย็บจะมีงานเข้ามา 2 สายการผลิต นั่นคือ งานที่มาจากแผนกตัด และงานที่มาจากแผนกปัก จากระบบปัจจุบันงานที่ผ่านกระบวนการทั้งสองจะกองรอในแผนกที่เรียกว่า ซุปเปอร์มาร์เก็ต แต่สำหรับระบบปรับปรุงจะไม่มีแผนกซุปเปอร์มาร์เก็ต เนื่องจากการทำงานจะมีเพียงงานกองรอหน้าแผนกที่เรียกว่า “บัพเฟอร์” ซึ่งปริมาณที่กองรอจะต้องเพียงพอต่อความต้องการในแผนกนั้นๆ ดังนั้นการแยกสายการผลิตของระบบการทำงานจะต้องมีงานที่ผ่านการปัก และไม่ผ่านการปัก (มาจากแผนกตัด) โดยจะแยกตั้งแต่แผนกแวร์เฮาส์ แผนกตัด และแผนกเย็บ

การทำงานจะมีการส่งสัญญาณ โดยแผนกเย็บจะเป็นตัวควบคุมการผลิต ดังนั้นเมื่อแผนกเย็บทำการผลิตโดยดึงงานที่กองรอหน้าแผนกเข้าสู่สายการผลิตจึงทำให้ปริมาณบัพเฟอร์ลดลงก็จะส่งสัญญาณมาที่แผนกตัดหรือปักขึ้นอยู่กับงานที่ถูกดึงเป็นงานที่มีการปักหรือไม่ ถ้ามีการปักก็จะส่งสัญญาณไปยังแผนกปัก แต่ถ้าไม่ต้องการทำการปักก็จะส่งสัญญาณไปยังแผนกตัด ทั้งแผนกตัดและปักเมื่อมีการส่งสัญญาณจากแผนกเย็บก็จะทำการผลิตงานเพื่อส่งไปยังบัพเฟอร์หน้าแผนกเย็บ ดังนั้นเมื่อแผนกตัดและปักมีสัญญาณให้ผลิตก็จะดึงงานในบัพเฟอร์เข้าสู่สายการผลิต และจะส่งสัญญาณต่อไปยังแผนกก่อนหน้าเพื่อให้ส่งงานมากองรอในบัพเฟอร์ตามจำนวนที่ลดลง

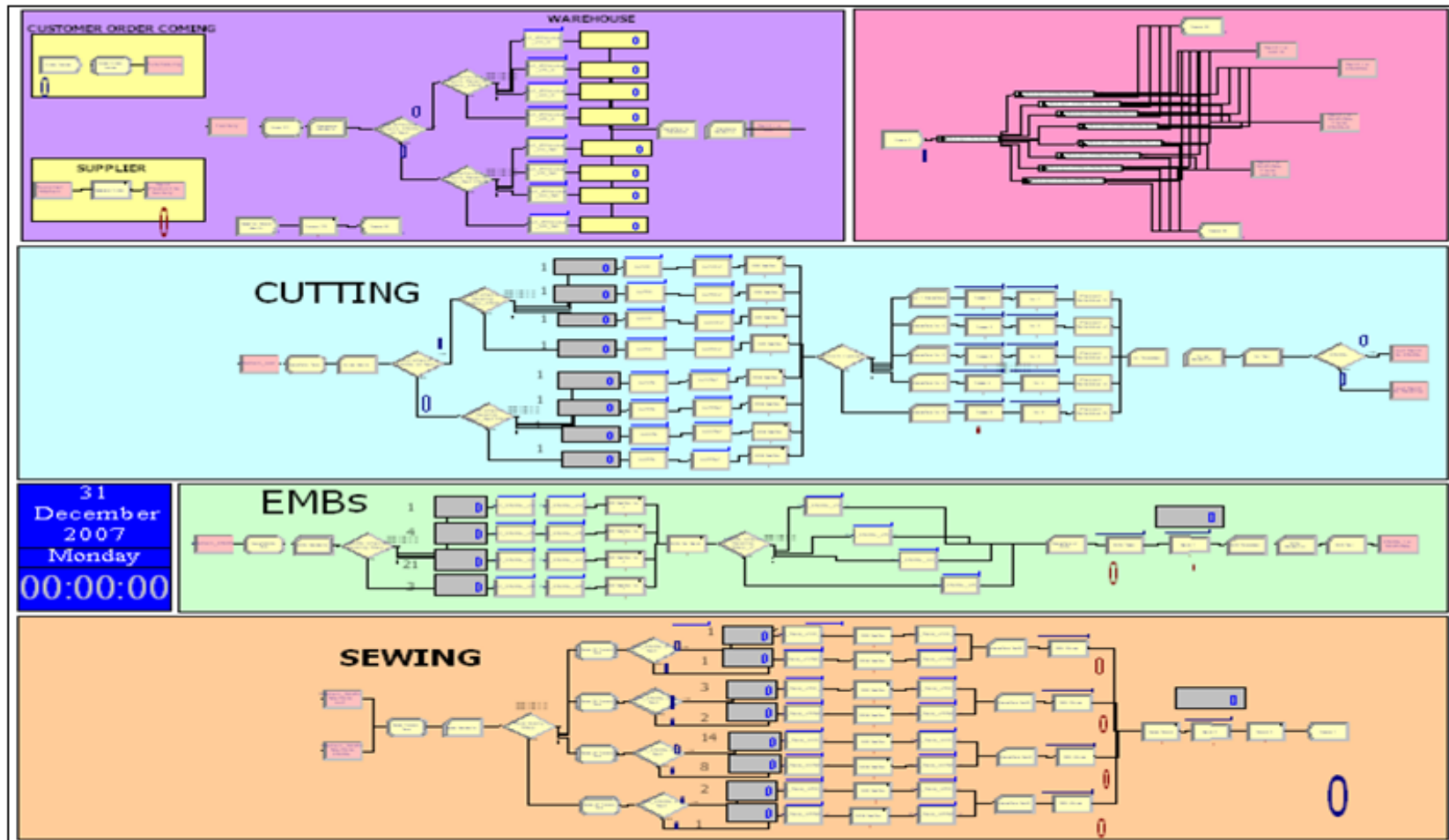
8.1 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ระบบการจัดเซลล์

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้ระบบการจัดเซลล์นั้น กระบวนการผลิตจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน และกลุ่มที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 25 และ 45 ขั้นตอน สำหรับกระบวนการทำงานยังคงใช้หลักการเหมือนกับแบบจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุง

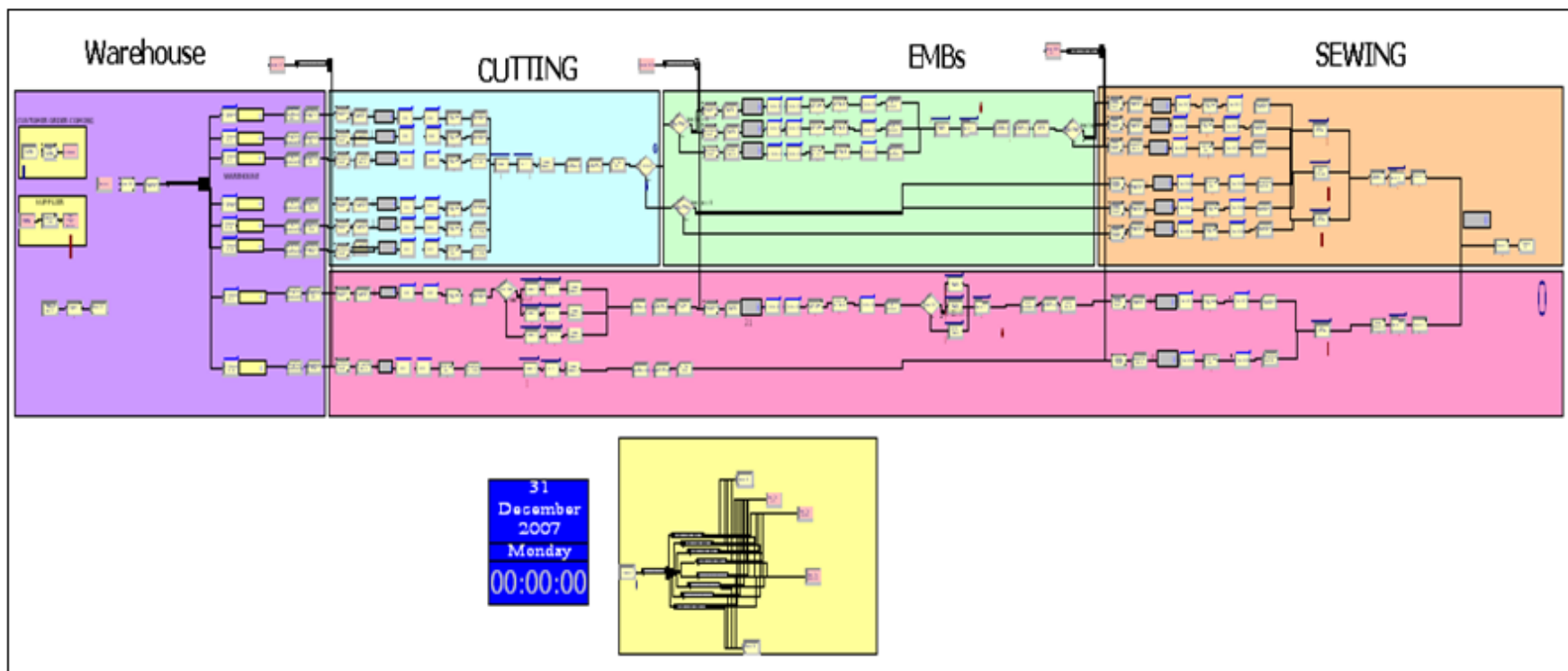
คือ มีคุณสมบัติเอ็นทีดี กระบวนการทำงาน เวลาการทำงาน จำนวนทรัพยากร และมีการใช้ระบบการ
 ดึงร่วมกับการกำหนดให้มีปริมาณบัพเฟอร์ในแต่ละแผนการทำงาน แต่จะต่างกันที่มีการแบ่งเป็นกลุ่ม
 นั้นคือจัดให้แต่ละกลุ่มมีกระบวนการทำงานในแต่ละแผนอยู่ในพื้นที่เดียวกัน โดยแบ่งตามประเภท
 ของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเวลาการขนส่งระหว่างแผนการทำงานจะลดลง ทำให้ปริมาณบัพเฟอร์ที่คำนวณ
 ได้มีปริมาณลดลงเช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 25

การจัดเซลล์ในงานวิจัยนี้ดำเนินการจัดแบ่งตามจำนวนขั้นตอนการเย็บ จากการศึกษา
 กระบวนการผลิตพบว่า งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน มีอัตราความต้องการร้อยละ 76 และ
 ขั้นตอนอื่นๆ มีอัตราความต้องการรวมร้อยละ 24 ดังนั้นจึงทำการแยกกระบวนการที่มีจำนวนขั้นตอน
 การเย็บ 40 ขั้นตอนเป็นกลุ่มที่ 1 โดยจัดให้ภายในกลุ่มมีกระบวนการตัด การปัก และการเย็บ อยู่ใน
 กระบวนการเดียวกัน

ทรัพยากรสำหรับการผลิตกลุ่มที่ 1 เริ่มจากแผนกตัดมีกำลังการผลิต 50 แบบต่อวัน เป็น
 งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน จำนวน 39 แบบ แผนกตัดมีสายการผลิต 5 สายการผลิต แต่ละ
 สายการผลิตมีกำลังการผลิตได้ 10 แบบต่อวัน ดังนั้นสามารถจัดสายการผลิตให้กลุ่มที่ 1 เท่ากับ 4
 สายการผลิต สำหรับแผนกปักมีกำลังการผลิตได้ 38 แบบต่อวัน โดยเป็นงานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40
 ขั้นตอน จำนวน 29 แบบ จากสายการผลิตทั้งหมด 4 สายแต่ละสายมีกำลังการผลิต 9.5 แบบต่อวัน
 ดังนั้นจัดสายการผลิตให้กลุ่มที่ 1 จำนวน 3 สาย สำหรับสายการผลิตที่เหลือของแผนกตัดและแผนกปัก
 จัดอยู่ในกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยงานที่มีจำนวนขั้นตอนการเย็บ 20 25 และ 45



ภาพที่ 24 แบบจำลองสถานการณ์สถานะอนาคตโดยการใช้ระบบตึง



ภาพที่ 25 แบบจำลองสถานการณ์สถานะอนาคตโดยการจัดเซลล์

ผลและวิจารณ์

ผล

จากการจำลองสถานการณ์ในบทที่ 3 สรุปได้ว่าระบบจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบันใช้แทนระบบงานจริงได้ ผลการจำลองสถานการณ์ทำให้ทราบเวลาการผลิตรวม (Throughput Time) ปริมาณผลผลิต (Throughput) ปริมาณงานกองรอหน้าแผนก (Work In Process) และประสิทธิภาพเวลาการทำงาน (Efficiency) ซึ่งผลที่ได้ดังกล่าวนำไปพิจารณาและทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้ระบบดังกล่าวกับการกำหนดปริมาณงานกองรอหน้าแผนก

งานวิจัยนี้ศึกษาการจำลองสถานการณ์ 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนแรก จำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิตโรงงานกรณีศึกษา ส่วนที่สอง จำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุง โดยทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตซึ่งใช้ระบบดังกล่าวและการกำหนดปริมาณบัฟเฟอร์แต่ละแผนกที่เพียงพอต่อความต้องการ และการจัดเซลล์การผลิต ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ทั้งระบบปัจจุบันและระบบปรับปรุงดังนี้

1. ผลการจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบัน

จากการศึกษากระบวนการผลิต รวบรวมข้อมูล ออกแบบและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ จนกระทั่งตรวจสอบความถูกต้องของการจำลองสถานการณ์ สรุปได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้จำลองระบบการทำงานในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปได้ จากการจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบัน โดยทำการทดลอง 10 รอบทำซ้ำ ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 10

จากการทดลอง 10 รอบทำซ้ำผลการทดลองดังตารางที่ 10 สรุปได้ว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกตัด เท่ากับ $21,800.00 \pm 321.28$ ตัวต่อวัน หรือ 432,985 ตัวต่อเดือน ใช้เวลาในกระบวนการเฉลี่ย เท่ากับ $1,442.31 \pm 86.33$ นาที แผนกปักมีผลผลิตเฉลี่ย เท่ากับ $13,161.00 \pm 675.18$ ตัวต่อวัน หรือ 316,360 ตัวต่อเดือน ใช้เวลาในกระบวนการเฉลี่ย เท่ากับ $7,430.17 \pm 2,721.90$ นาที และแผนกเย็บมีผลผลิตเฉลี่ย เท่ากับ $16,365.00 \pm 364.33$ ตัวต่อวัน หรือ 403,896.30 $\pm$ 9,108.32 ตัวต่อเดือน ใช้เวลาในกระบวนการเฉลี่ย เท่ากับ $3,650.00 \pm 1,267.11$ นาทีต่อแบบ

ตารางที่ 10 ผลการจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบัน

ตัวชี้วัด	แผนกตัด		แผนกปัก		แผนกเย็บ	
	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน
งานกองร่อนน้ำแผนก (ตัว/เดือน)	11,997.00	532.00	64,355.00	24,569.00	45,735.00	15,116.39
เวลารอคอย (นาทีก)	992.25	58.25	7,405.13	2,800.29	3,647.23	1,267.02
ปริมาณผลผลิต (ตัว/วัน)	21,800.00	321.28	13,161.00	675.18	16,365.00	364.33
เวลาในกระบวนการ (นาทีก)	1,442.31	86.33	7,430.17	2,721.90	3,650.00	1,267.11
ประสิทธิภาพเวลาการทำงาน (เปอร์เซ็นต์)	0.95	0.08	0.97	0.02	0.98	0.03

ประสิทธิภาพเวลาการทำงานในแต่ละแผนก สามารถสรุปได้ว่าแผนกตัดมีประสิทธิภาพเวลาการทำงานเฉลี่ยร้อยละ 95 แผนกปักมีประสิทธิภาพเวลาการทำงานเฉลี่ยร้อยละ 97 และแผนกเย็บมีประสิทธิภาพเวลาการทำงานเฉลี่ยร้อยละ 98

ตารางที่ 11 ปริมาณงานกองร่อนจากการจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบัน

แผนก	ปริมาณงานกองร่อน (ตัว/เดือน)	
	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน
แวร์เฮาส์	2,014,224.00	80,000.00
แผนกตัด	11,997.00	532.00
แผนกปัก	64,355.00	24,569.00
ซูเปอร์มาร์เก็ต	รอส่งแผนกปัก	11,240.88
	รอส่งแผนกเย็บ	62,548.29
แผนกเย็บ	45,735.00	15,116.39

เนื่องจากการจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบันเป็นการจำลองการทำงานระบบจริง ซึ่งการทำงานระบบจริงเป็นการทำงานแบบผลึก นั่นคือ การทำงานแต่ละแผนกจะทำตามกำลังการผลิตของตัวเอง ดังนั้นจึงเกิดงานกองรอหน้าแผนก โดยโปรแกรมการจำลองสถานการณ์ทำการบันทึกข้อมูล ณ เวลาใดๆ ดังตารางที่ 11 จึงสรุปได้ว่าปริมาณงานกองรอเฉลี่ยหน้าแผนกตัดมี $11,997.00 \pm 532.00$ ตัวต่อเดือน แผนกปักมี $64,355.00 \pm 24,569.00$ ตัวต่อเดือน แผนกเย็บมี $45,735.00 \pm 15,116.39$ ตัวต่อเดือน สำหรับแวร์เฮาส์มีงานกองรอเฉลี่ย $2,014,224.00 \pm 80,000.00$ ตัวต่อเดือน และจุดที่เรียกว่า ชูปเปอร์มาร์เก็ต ประกอบด้วยจุดที่จัดให้มีงานกองรอก่อนจะส่งไปยังแผนกปักมีงานกองรอเฉลี่ย $11,240.88 \pm 3,893.22$ ตัวต่อเดือน และจุดที่มีงานกองรอเฉลี่ยเพื่อส่งไปเย็บ $62,548.29 \pm 21,136.69$ ตัวต่อเดือน

2. ผลการจำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุงครั้งที่ 1

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตในแบบจำลองสถานการณ์สถานะปัจจุบัน พบว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตนั้นคือ ปริมาณงานกองรอหน้าแผนกซึ่งส่งผลให้เกิดเวลาการรอคอยเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตในแบบจำลองครั้งที่ 1 โดยทำการปรับเปลี่ยนการผลิตแบบผลึกเป็นการผลิตแบบดิ่ง และคำนวณหาปริมาณบัฟเฟอร์ให้มีปริมาณที่เพียงพอตามความต้องการในแต่ละแผนก จากการจำลองระบบปรับปรุงดังกล่าวจึงได้ผลดังตารางที่ 12

จากการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยมีการจัดสรรปริมาณบัฟเฟอร์หน้าแผนกการทำงานต่างๆ ให้เพียงพอต่อความต้องการในแผนกนั้นๆ ทำให้ไม่มีจุดเก็บงาน เพื่อรอส่งชิ้นงานไปยังแผนกปักและแผนกเย็บ แต่มีเพียงปริมาณบัฟเฟอร์ที่กองรออยู่หน้าแผนก ซึ่งแผนกตัดมีงานกองรอเฉลี่ย 7.84 ± 0.19 แบบท (3,200 ตัว) แผนกปักมีงานกองรอเฉลี่ย 17.21 ± 2.24 แบบท (6,800 ตัว) และแผนกเย็บมีงานกองรอเฉลี่ย 18.79 ± 1.70 แบบท (7,600 ตัว) และสรุปได้ว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกตัด เท่ากับ $19,738.33 \pm 1,182.40$ ตัวต่อวัน ใช้เวลาในกระบวนการเฉลี่ย เท่ากับ 808.88 ± 50.41 นาที ผลผลิตแผนกปักเฉลี่ย เท่ากับ $9,419.20 \pm 817.76$ ตัวต่อวัน ใช้เวลาในกระบวนการเฉลี่ย $1,496.05 \pm 248.12$ นาที และแผนกเย็บได้ผลผลิตเฉลี่ย $18,899.20 \pm 1,139.84$ ตัวต่อวัน ใช้เวลาในกระบวนการเฉลี่ย 892.67 ± 93.49 นาที แสดงให้เห็นว่าหลังจากทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยการคำนวณหาปริมาณบัฟเฟอร์ให้เพียงพอต่อความต้องการแต่ละแผนก ทำให้ปริมาณงานกองรอหน้าแผนกลดลง

ตารางที่ 12 ผลการจำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุงครั้งที่ 1

ตัวชี้วัด	แผนกตัด		แผนกปัก		แผนกเย็บ	
	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน
งานกองร่อนน้ำแผนก (ตัว/เดือน)	3,148.00	80.00	6,884.00	896.00	7,516.00	680.00
เวลารอคอย (นาทีก)	288.50	16.62	1,505.30	196.56	889.20	93.48
ปริมาณผลผลิต (ตัว/วัน)	19,738.33	1,182.40	9,419.20	817.76	18,899.20	1,139.84
เวลาในกระบวนการ (นาทีก)	808.88	50.41	1,496.05	248.12	892.67	93.49
ประสิทธิภาพเวลาการทำงาน (เปอร์เซ็นต์)	0.95	0.06	0.72	0.05	0.98	0.03

เมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการดังกล่าวประสิทธิภาพเวลาการทำงานในแผนกตัดมีประสิทธิภาพร้อยละ 95 แผนกปักมีประสิทธิภาพเวลาการทำงานเฉลี่ยร้อยละ 72 และแผนกเย็บมีประสิทธิภาพเวลาการทำงานเฉลี่ยร้อยละ 98

3. ผลการจำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุงครั้งที่ 2

จากการจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 โดยใช้ระบบดึงและการกำหนดปริมาณบัพเฟอร์หน้าแผนกการทำงานต่างๆ จากผลการจำลองสถานการณ์พบว่าแผนกปักมีการทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งมีการทำงานเพียงร้อยละ 72 ของกำลังการผลิตรวม จากการวิเคราะห์กระบวนการทำงานแผนกปักมีเวลาการทำงาน 2 กะทำงาน (20 ชั่วโมง) เนื่องจากแผนกดังกล่าวใช้เครื่องจักรในการผลิตร้อยละ 90 ดังนั้นจึงจัดการทำงานให้เต็มกำลังการผลิต เมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยทำการผลิตตามความต้องการของแผนกถัดไปจึงทำให้แผนกปักที่มีกำลังการผลิตเดิม 2 กะทำงาน ทำให้มีกำลังการผลิตมากเกินความต้องการของแผนกเย็บทำให้การทำงานของเครื่องจักรที่จัดไว้มีการทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ จากการวิเคราะห์ดังกล่าวจึงทำการปรับปรุงระบบการผลิตครั้งที่ 2 โดยลดเวลาการทำงานแผนกปักให้เหลือ 1 กะทำงาน และทำการทดลองจำนวน 10 รอบทำซ้ำ ผลจากการ

จำลองสถานการณ์โดยลดเวลาแผนกปักเหลือเพียง 1 กะทำงาน ยังคงสามารถส่งงานให้แผนกเย็บได้ตามความต้องการ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการจำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุงครั้งที่ 2

ตัวชี้วัด	แผนกตัด		แผนกปัก		แผนกเย็บ	
	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน
งานกองรอหน้าแผนก (ตัว/เดือน)	3,109.68	96.00	8,976.76	288.00	4,430.96	624.00
เวลารอคอย (นาท)	299.90	17.90	2,267.30	271.41	707.18	79.77
ปริมาณผลผลิต (ตัว/วัน)	18,753.33	979.36	7,972.80	822.88	18,036.80	970.40
เวลาในกระบวนการ (นาท)	754.58	36.04	2,275.16	282.42	710.54	79.80
ประสิทธิภาพเวลาการทำงาน (เปอร์เซ็นต์)	0.95	0.05	0.96	0.03	0.98	0.03

จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตครั้งที่ 2 แผนกตัดมีงานกองรอเฉลี่ย $3,109.68 \pm 96.00$ ตัวต่อเดือน แผนกปักมีงานกองรอเฉลี่ย $8,976.76 \pm 288.00$ ตัวต่อเดือน และแผนกเย็บมีงานกองรอเฉลี่ย $4,430.96 \pm 624.00$ ตัวต่อเดือน และสรุปได้ว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกตัด เท่ากับ $18,753.33 \pm 979.36$ ตัวต่อวัน ใช้เวลาในกระบวนการเฉลี่ย เท่ากับ 754.58 ± 36.04 นาที่ ผลผลิตแผนกปักเฉลี่ย เท่ากับ $7,972.80 \pm 822.88$ ตัวต่อวัน ใช้เวลาในกระบวนการเฉลี่ย $2,275.16 \pm 282.42$ นาที่ และแผนกเย็บได้ผลผลิตเฉลี่ย $18,036.80 \pm 970.40$ ตัวต่อวัน ใช้เวลาในกระบวนการเฉลี่ย 710.54 ± 79.80 นาที่ ผลที่ได้ดังกล่าวนำไปเปรียบเทียบกับผลการจำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุงครั้งที่ 1 ซึ่งสรุปได้ว่าผลที่ได้ทั้งสองระบบไม่มีความแตกต่างกัน สำหรับประสิทธิภาพเวลาการทำงานแผนกปักมีเวลาการทำงาน 1 กะทำงาน ผลที่ได้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 96 ซึ่งประสิทธิภาพเวลาการทำงานเดิมเพียงร้อยละ 72 สรุปได้ว่าผลการจำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุงครั้งที่ 2 ทำให้กระบวนการผลิตแผนกปักมีประสิทธิภาพเวลาการทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 33 ของการจำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุงครั้งที่ 1

4. ผลการจำลองสถานการณ์สถานะปรับปรุงด้วยระบบการจัดเซลล์

จากการจัดเซลล์ตามกระบวนการผลิต และใช้ระบบคิงเป็นตัวควบคุมการผลิต เพื่อเพิ่มการผลิตของสินค้าให้ดีขึ้น จากหลักการดังกล่าวเมื่อทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยทำการจำลอง 10 รอบทำซ้ำ ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการจำลองสถานการณ์ด้วยการจัดเซลล์

ตัวชี้วัด	ค่าเฉลี่ยกลุ่มที่ 1			ค่าเฉลี่ยกลุ่มที่ 2		
	แผนกตัด	แผนกปัก	แผนกเย็บ	แผนกตัด	แผนกปัก	แผนกเย็บ
งานกองรอหน้าแผนก (ตัว/เดือน)	3,076.00	8,344.00	3,008.00	-	-	-
เวลารอคอย (นาท)	906.72	4,051.28	1,115.61	109.27	2070.13	573.22
ปริมาณผลผลิต (ตัว/วัน)	4,371.20	1,579.20	4,169.60	12,814.40	5,643.20	13,318.40
เวลาในกระบวนการ (นาท)	1,466.19	4,245.42	1,118.97	537.65	2,070.13	576.71
ประสิทธิภาพเวลาการทำงาน (เปอร์เซ็นต์)	0.99	0.92	0.90	0.95	0.95	0.95

จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการจัดเซลล์เป็น 2 กลุ่ม กระบวนการผลิตจะมีบัฟเฟอร์กองรอแผนกละจุด ดังนั้นปริมาณงานกองรอเฉลี่ยหน้าแผนกตัด เท่ากับ 3,076 ตัว แผนกปัก เท่ากับ 8,344 ตัว และแผนกเย็บ เท่ากับ 3,008 ตัว ปริมาณงานกองรอจะถูกส่งให้แต่ละกลุ่มเมื่อมีการส่งคัมบังเบิกงาน

สำหรับตัวชี้วัดอื่นๆ จะพิจารณาแยกแต่ละกลุ่ม สรุปได้ว่ากลุ่มที่ 1 ขึ้นงานหรือเอ็นทีดีใช้เวลาในกระบวนการตัดเฉลี่ย 1,466.19 นาท กระบวนการปักเฉลี่ย 4,245.42 นาท และกระบวนการเย็บเฉลี่ย 1,118.97 นาท ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกตัด 4,371.20 ตัว แผนกปัก 1,579.20 ตัว แผนกเย็บ 4,169.60 ตัว และประสิทธิภาพเวลาการทำงานเฉลี่ยแผนกตัดร้อยละ 99 แผนกปักร้อยละ 90 และแผนกเย็บร้อยละ 95

สำหรับผลการจำลองสถานการณ์กลุ่มที่ 2 สรุปได้ว่าชิ้นงานหรือเอ็นทีดีใช้เวลาในกระบวนการตัดเฉลี่ย 537.65 นาที กระบวนการปักเฉลี่ย 2,070.13 นาที และกระบวนการเย็บเฉลี่ย 576.71 นาที ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกตัด 12,814.40 ตัว แผนกปัก 5,643.20 ตัว แผนกเย็บ 13,318.40 ตัว และประสิทธิภาพเวลาการทำงานเฉลี่ยแผนกตัดร้อยละ 95 แผนกปักร้อยละ 95 และแผนกเย็บร้อยละ 95

จากตารางที่ 15 พบว่าการปรับปรุงครั้งที่ 1 สามารถลดปริมาณงานรระหว่างแผนกจากระบบปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ 92.54 ลดเวลาไหลในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 37.40 ทำให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.14 สำหรับการปรับปรุงครั้งที่ 2 สามารถลดปริมาณงานรระหว่างแผนกจากระบบปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ 92.55 ลดเวลาไหลในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 39.35 ทำให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.80 และการจัดเซลล์สามารถลดปริมาณงานรระหว่างแผนกจากระบบปัจจุบันคิดเป็นร้อยละ 92.74 ลดเวลาไหลในกระบวนการผลิตคิดเป็นร้อยละ 37.48 ทำให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.31

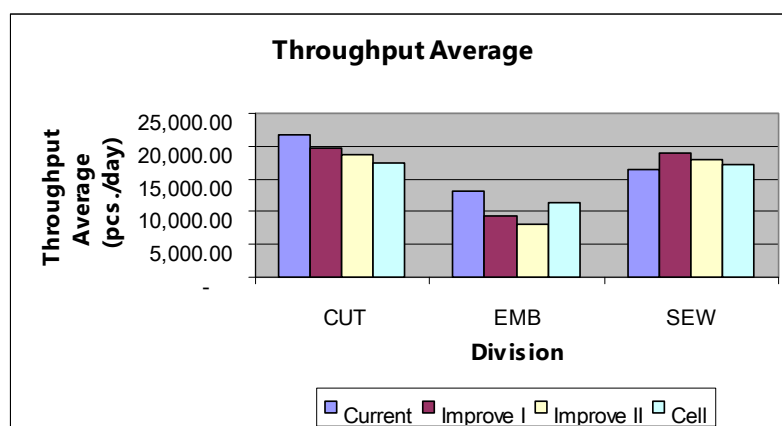
ตารางที่ 15 เปรียบเทียบผลการจำลองสถานการณ์ทั้ง 4 ระบบ

ตัวชี้วัด	ระบบปัจจุบัน		ระบบปรับปรุงครั้งที่ 1		ระบบปรับปรุงครั้งที่ 2		ระบบการจัดเซลล์	
	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน
งานรระหว่างแผนก (ตัว/เดือน)	125,008.16	19,183.28	9,330.91	361.66	9,308.99	493.53	9,069.76	392.52
เวลารอคอย (นาที)	12,044.61	1,375.19	2,683	102.22	3,274.38	123.03	1,856.47	123.23
ปริมาณผลผลิต (ตัว/เดือน)	409,936.75	8,853.49	435,105.70	5,888.17	429,614.90	3,700.27	419,415.00	4,721.43
เวลาไหลในกระบวนการ (นาที)	48,577.81	981.59	30,408.78	502.88	29,460.53	850.57	30,369.93	1,322.42
ประสิทธิภาพผลผลิตเพิ่ม (เปอร์เซ็นต์)		1.00		0.0614		0.0480		0.0231

วิจารณ์

1. การเปรียบเทียบผลการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุง

ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลในงานวิจัยนี้ใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันและระบบปรับปรุง ตามที่ได้สรุปผลการจำลองสถานการณ์ข้างต้น เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างกันจึงทำการเปรียบเทียบ ดังนี้

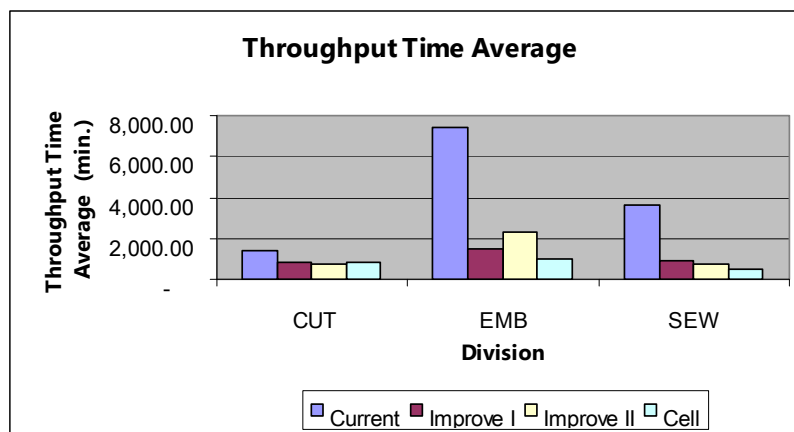


ภาพที่ 26 กราฟเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยจากการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบัน ระบบปรับปรุง และระบบจัดเซลล์

จากภาพที่ 26 เมื่อทำการเปรียบเทียบแบบจำลองระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกตัดและแผนกปักมีความแตกต่างกัน โดยระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยลดลงร้อยละ 8.85 และปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกเย็บระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกัน สรุปได้ว่าระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 สามารถทำการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ผลการทดสอบสมมติฐานแสดงในภาคผนวก จ

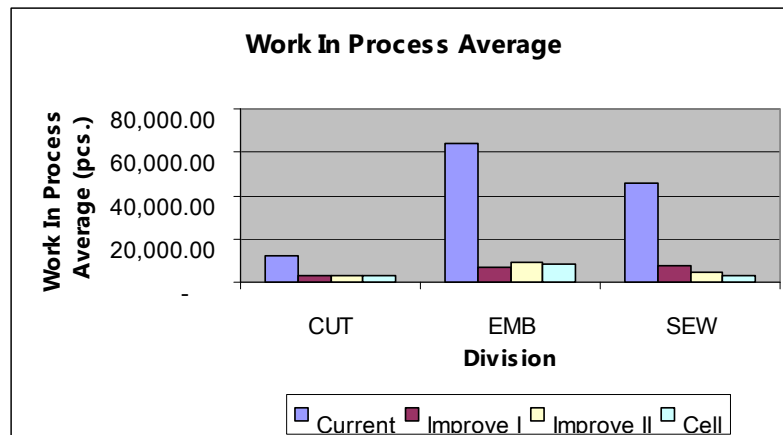
ผลจากการทดสอบสมมติฐานระหว่างแบบจำลองระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 กับระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 สรุปได้ว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกปักมีความแตกต่างกัน นั่นคือ ระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 มีปริมาณผลผลิตลดลงร้อยละ 13.35 สำหรับปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกตัดและแผนกเย็บไม่มีความ

แตกต่างกัน ดังนั้นสรุปได้ว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากกระบวนการผลิตของระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ยังคงมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า



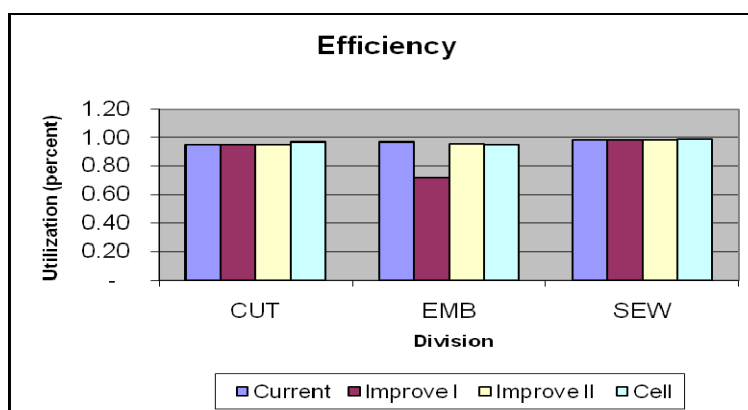
ภาพที่ 27 กราฟเปรียบเทียบเวลาในกระบวนการเฉลี่ยจากการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบัน ระบบปรับปรุง และระบบจัดเซลล์

เวลาในกระบวนการเฉลี่ยเป็นเวลาที่ชิ้นงานใช้เวลาในแผนการทำงานต่างๆ โดยเริ่มตั้งแต่เวลาเข้ามารอคอยจนกระทั่งออกจากกระบวนการนั้นๆ ซึ่งผลการเปรียบเทียบเวลาในกระบวนการเฉลี่ยระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 มีความแตกต่างกันทุกๆ แผนการทำงาน นั่นคือ เวลาในกระบวนการเฉลี่ยของระบบปรับปรุงลดลงโดยแผนกตัดมีเวลาในกระบวนการเฉลี่ยลดลงร้อยละ 52 แผนกปักมีเวลาในกระบวนการเฉลี่ยลดลงร้อยละ 90 และแผนกเย็บมีเวลาในกระบวนการเฉลี่ยลดลงร้อยละ 95 ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เวลาในกระบวนการลดลงเนื่องจากกระบวนการผลิตแต่ละแผนกมีเวลาการรอคอยชิ้นงานลดลง เพราะจำนวนชิ้นงานที่กำหนดให้กองรอหน้าแผนกการทำงานต่างๆ มีปริมาณลดลงจึงส่งผลให้เวลาการรอคอยลดลง สำหรับเวลาในกระบวนการเฉลี่ยระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 กับระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกัน



ภาพที่ 28 กราฟเปรียบเทียบปริมาณงานกองรอหน้าแผนจากการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบัน ระบบปรับปรุง และระบบจัดเซลล์

ปริมาณงานกองรอหน้าแผนระหว่างระบบปัจจุบันเทียบกับระบบปรับปรุง เห็นได้ว่าปริมาณงานกองรอระบบปรับปรุงมีปริมาณลดลง โดยการคำนวณหาปริมาณบัฟเฟอร์หรืองานกองรอที่เพียงพอต่อความต้องการในแต่ละแผนจากบทที่ 3 ทำให้งานที่กองรอในระบบปัจจุบันที่เรียกว่า ซุปเปอร์มาร์เก็ต นั้นหายไปจากระบบปรับปรุงโดยแผนกตัดกำหนดให้มีงานกองรอมากที่สุด 8 แบบ แผนกปักกำหนดให้มีงานกองรอมากที่สุด 15 แบบ และแผนกเย็บกำหนดให้มีงานกองรอมากที่สุด 59 แบบ การกำหนดปริมาณงานกองรอดังกล่าวยังคงทำให้ปริมาณผลผลิตรวมที่ได้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า สำหรับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 เทียบกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากในระบบจำลองทั้งสองระบบมีการกำหนดปริมาณบัฟเฟอร์เท่ากันจึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



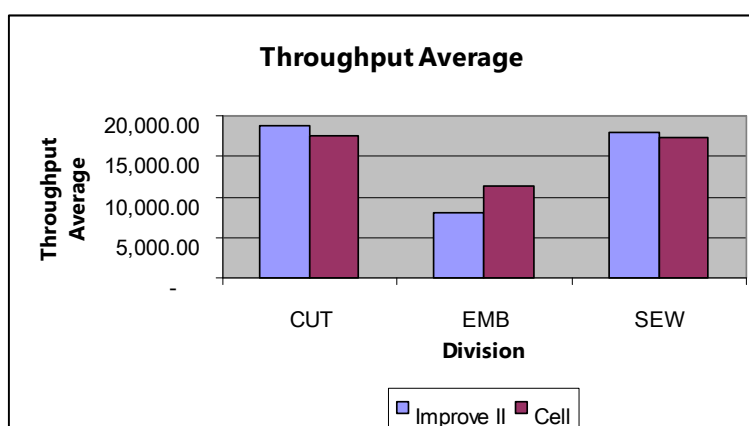
ภาพที่ 29 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเวลาการทำงานจากการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบัน ระบบปรับปรุง และระบบจัดเซลล์

ประสิทธิภาพเวลาการทำงานเฉลี่ยจากภาพที่ 29 โดยเปรียบเทียบระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 จากการทดสอบสรุปได้ว่าแผนกตัดและแผนกเย็บไม่มีความแตกต่างกัน แต่ประสิทธิภาพเวลาการทำงานแผนกปักระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 มีความแตกต่างกัน นั่นคือ แผนกปักในระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 มีการทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพเวลาการทำงาน หลังจากทำการปรับปรุงครั้งที่ 2 เมื่อศึกษาและวิเคราะห์พบว่าระบบจริงมีเวลาการทำงาน 2 กะ (20 ชั่วโมง) ซึ่งทำให้กระบวนการทำงานแผนกปักมีกำลังการผลิตมากเกินไปความต้องการของสายการผลิต ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงครั้งที่ 2 โดยลดเวลาการทำงานเดิม 2 กะ เป็น 1 กะทำงาน (10 ชั่วโมง) ผลที่ได้ แผนกปักสามารถทำการผลิตให้แผนกเย็บได้ตามความต้องการและมีประสิทธิภาพเวลาการทำงานเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 96 โดยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานแผนกอื่นๆ

จากการเปรียบเทียบผลจากการจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 สามารถทำการผลิตสินค้าได้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า แต่เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพเวลาการทำงานแต่ละแผนกพบว่าแผนกปักมีการทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากการทำงานในระบบปัจจุบันแต่ละแผนกจะต้องทำการผลิตให้เต็มกำลังการผลิต ดังนั้นแผนกจึงจัดเวลาการทำงานให้เต็มกำลังการผลิต นั่นคือ 20 ชั่วโมง เมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตแต่ละแผนกจะต้องทำการผลิตตามความต้องการของแผนกถัดไป ดังนั้นเวลาการทำงานของแผนกปัก 10 ชั่วโมงสามารถทำการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของแผนกเย็บ ระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 จึงลดเวลาการทำงานแผนกปักจาก 20 ชั่วโมง เป็น 10 ชั่วโมง ทำให้ประสิทธิภาพเวลาการทำงานแผนกปักเพิ่มขึ้น และกระบวนการผลิตยังคงผลิตสินค้าตรงตามความต้องการของลูกค้า

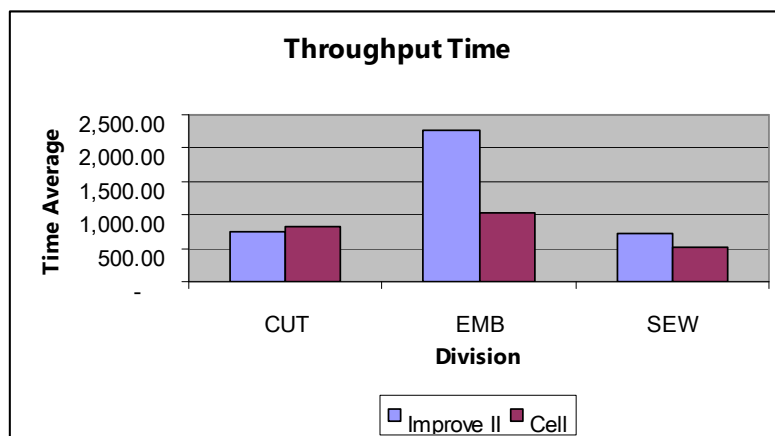
2. การเปรียบเทียบผลการจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบการจัดเซลล์

การจัดเซลล์ในสายการผลิตเป็นอีกวิธีที่ช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้ เช่น ลดเวลาการขนส่ง เพิ่มการไหลของชิ้นงานอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น การจัดเซลล์จะแบ่งตามกระบวนการผลิตตามประเภทของชิ้นงาน ภายในเซลล์การผลิตยังคงใช้ระบบดึงร่วมกับระบบคัมบังมาควบคุมการผลิตจากการศึกษากระบวนการผลิตจึงทำการแบ่งเซลล์การทำงานเป็น 2 กลุ่ม ได้ผลการจำลองสถานการณ์ดังนี้



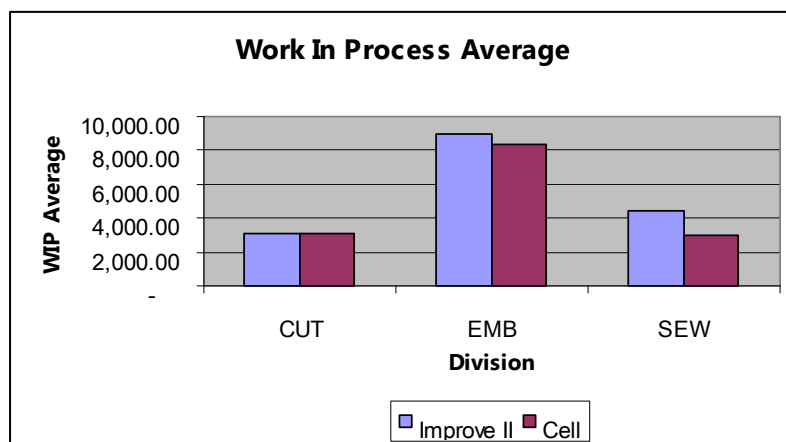
ภาพที่ 30 กราฟเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบจัดเซลล์

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตเฉลี่ยจากการจำลองสถานการณ์ทั้งสองระบบ แสดงให้เห็นว่าปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกปักในระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 มีความแตกต่างกับระบบจัดเซลล์อย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือปริมาณผลผลิตเฉลี่ยระบบจัดเซลล์มีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 42.52 แต่ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกตัดและแผนกเย็บระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกับระบบจัดเซลล์อย่างมีนัยสำคัญ



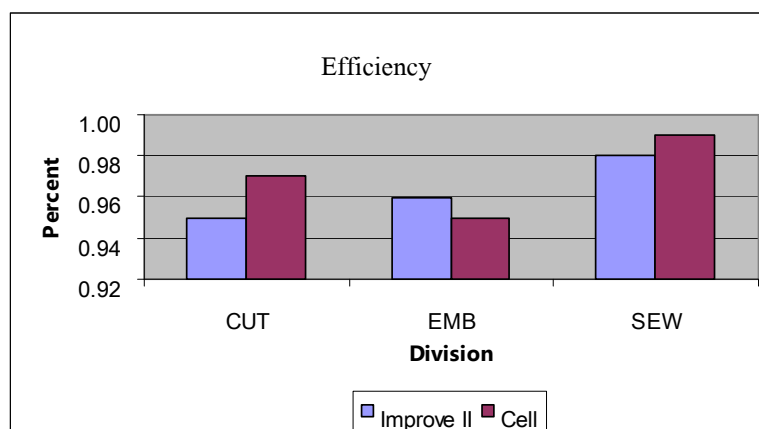
ภาพที่ 31 กราฟเปรียบเทียบเวลาในกระบวนการเฉลี่ยระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบจัดเซลล์

จากกราฟเปรียบเทียบเวลาในกระบวนการเฉลี่ยระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบจัดเซลล์ เวลาในกระบวนการเฉลี่ยแผนกปักของระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 มีความแตกต่างกับระบบการจัดเซลล์อย่างมีนัยสำคัญ สรุปได้ว่าระบบจัดเซลล์ทำให้เวลาในกระบวนการแผนกปักลดลงร้อยละ 44.97 สำหรับเวลาในกระบวนการเฉลี่ยแผนกตัดและแผนกเย็บในระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกับระบบจัดเซลล์อย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 32 กราฟเปรียบเทียบปริมาณงานกองรอเฉลี่ยระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบจัดเซลล์

ปริมาณงานกองรถเฉลี่ยระบบการปรับปรุงครั้งที่ 2 และระบบการจัดเซลล์ผลจากการจำลองสถานการณ์ สรุปได้ว่าทั้งสองระบบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญใดๆ แผนการทำงาน



ภาพที่ 33 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเวลาการทำงานเฉลี่ยระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบจัดเซลล์

สำหรับกราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพเวลาการทำงานระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบจัดเซลล์ในแผนกตัด แผนกปัก และแผนกเย็บไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

3. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ จะวิเคราะห์กำไรส่วนเกิน (Contribution Margin) โดยคำนวณจากรายได้จากการขาย (Sale) หักลบกับต้นทุนแปรผัน (Variable Cost) ของสินค้า และวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการมีวัสดุคงคลัง

สำหรับการวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์แบบจำลองทั้ง 3 ระบบ และเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาว่าระบบใดให้ประโยชน์ในรูปตัวเงินดีกว่ากัน ดังนี้

การวิเคราะห์กำไรส่วนเกิน

กำไรส่วนเกิน (Contribution Margin) เป็นจำนวนเงินคงเหลือจากรายได้หักค่าใช้จ่ายผันแปร ถ้ากำไรส่วนเกินมากกว่าค่าใช้จ่ายคงที่ ส่วนต่างก็จะเป็นกำไรของกิจการ

$$\text{กำไรส่วนเกิน} = \text{ราคาขาย} - \text{ต้นทุนผันแปร}$$

ต้นทุนผันแปร เกิดขึ้นโดยมีค่าแปรผันตามยอดขายสินค้า เช่น วัสดุคิบ (Materials) แรงงานการผลิต (Labor) ค่าโซหุ้ย ค่าใช้จ่ายในการผลิต เป็นต้น สำหรับต้นทุนผันแปรในส่วนการขายและบริการ ได้แก่ ค่านายหน้า (Commission) ค่าโฆษณา ค่าประชาสัมพันธ์ เป็นต้น

จากการเก็บข้อมูล สินค้ามีราคาขายเฉลี่ย 580 บาท และต้นทุนผันแปรเฉลี่ยแต่ละระบบการปรับปรุงแตกต่างกันดังนี้

ต้นทุนผันแปรระบบปัจจุบัน มีค่า 410 บาท

ต้นทุนผันแปรระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 มีค่า 410 บาท

ต้นทุนผันแปรระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 มีค่า 330 บาท (ค่าแรงแผนกปีกลดลง)

ต้นทุนผันแปรระบบจัดเซลล์ มีค่า 280 บาท (ไม่มีค่าขนส่ง)

พิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณสินค้าที่ผลิตได้ต่อเดือน แต่ละแผนกการทำงานดังตารางที่ 15

ตารางที่ 16 ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยที่ได้จากการจำลองระบบต่างๆ ในแต่ละแผนก

ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย (ตัว/วัน)	ระบบปัจจุบัน	ระบบปรับปรุง ครั้งที่ 1	ระบบปรับปรุง ครั้งที่ 2	ระบบจัดเซลล์
แผนกตัด	21,800	19,738	18,753	17,185
แผนกปัก	13,161	9,419	7,972	7,222
แผนกเย็บ	16,365	18,899	18,036	17,488

ตารางที่ 17 วิเคราะห์กำไรส่วนเกินที่ได้จากระบบการจำลองต่างๆ ในแต่ละแผนก

กำไรส่วนเกิน (บาท)	ระบบปัจจุบัน	ระบบปรับปรุง ครั้งที่ 1	ระบบปรับปรุง ครั้งที่ 2	ระบบจัดเซลล์
แผนกตัด	3,706,000	3,355,460	4,688,250	5,155,500
แผนกปัก	2,237,370	1,601,230	1,993,000	2,166,600
แผนกเย็บ	2,782,050	3,212,830	4,509,000	5,246,400

เมื่อพิจารณากำไรส่วนเกิน พบว่าระบบการจัดเซลล์มีกำไรส่วนเกินมากกว่าระบบอื่นๆ โดยเฉลี่ยแผนกตัดเท่ากับ 5,155,500 บาท แผนกปักเท่ากับ 2,166,600 บาท และแผนกเย็บเท่ากับ 5,246,400 บาท แต่ระบบการจัดเซลล์มีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงผังโรงงานเฉพาะช่วงแรก หลังจากนั้นไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายจากสินค้าคงคลัง

สินค้าคงคลังในที่นี้จะพิจารณาเฉพาะส่วนที่อยู่ฝ่ายผลิตเท่านั้น ไม่นับรวมถึงสินค้าคงคลังที่อยู่ในสต็อกวัตถุดิบและสต็อกสำเร็จรูป โดยทั่วไปแล้วค่าใช้จ่ายอันเกิดจากการมีสินค้าคงคลังมีตัวแปรที่ต้องพิจารณาหลักๆ 5 ประเภท คือ

1. ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา
2. ค่าใช้จ่ายทางด้านภาษี
3. ค่าใช้จ่ายด้านการประกันภัย
4. ค่าใช้จ่ายจากความล้าสมัย และความชำรุดของสินค้า
5. ค่าใช้จ่ายด้านการระดมเบี้ย

ค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวกับการมีสินค้าคงคลังที่กล่าวข้างต้น ส่วนที่สำคัญที่สุดและคิดเป็นจำนวนเงินมากที่สุดก็คือ ค่าใช้จ่ายด้านการระดมเบี้ย ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 50 ของค่าใช้จ่ายทางด้านสินค้าคงคลังทั้งหมด สำหรับค่าใช้จ่ายทางด้านสินค้าคงคลังโดยรวมทั้งหมดสำหรับโรงงานที่ทำการวิจัย จะมีค่าใช้จ่ายประมาณร้อยละ 25 ต่อปี จากราคาต้นทุน และมีต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 410 บาท

ตารางที่ 18 ปริมาณงานกองรอจากการจำลองสถานการณ์ระบบต่างๆ

ปริมาณงานกองรอเฉลี่ย (ตัว/เดือน)	ระบบปัจจุบัน	ระบบปรับปรุง ครั้งที่ 1	ระบบปรับปรุง ครั้งที่ 2	ระบบจัดเซลล์
แผนกตัด	11,997	3,148	3,109	3,076
แผนกปัก	64,355	6,884	8,976	8,344
แผนกเย็บ	45,735	7,516	4,430	3,008

ตารางที่ 19 วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายจากการมีสินค้าคงคลังในระบบต่างๆ

ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง (บาท)	ระบบปัจจุบัน	ระบบปรับปรุง ครั้งที่ 1	ระบบปรับปรุง ครั้งที่ 2	ระบบจัดเซลล์
แผนกตัด	1,229,693	322,670	256,493	215,320
แผนกปัก	6,596,388	705,610	740,520	584,080
แผนกเย็บ	4,687,838	770,390	365,475	210,560

เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการมีสินค้าคงคลัง พบว่าค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในระบบจำลองแบบจัดเซลล์มีค่าใช้จ่ายต่ำสุดเมื่อเทียบกับระบบการจำลองแบบอื่นๆ ดังนั้นเปรียบเทียบระบบการจำลองต่างๆ โดยนำกำไรส่วนเกินลบกับค่าใช้จ่ายที่เกิดจากสินค้าคงคลัง

จากผลการจำลองสถานการณ์ดังกล่าวมาเป็นแนวทางให้เห็นว่า ระบบการปรับปรุงโดยการจัดเซลล์ร่วมกับการใช้คัมบังมาควบคุมการผลิต มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ควบคุมการผลิตสำหรับโรงงานที่ทำการวิจัยซึ่งเป็นโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป สรุปได้ว่าระบบการจัดเซลล์สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายโดยรวมเมื่อเทียบกับระบบปัจจุบันได้เท่ากับ 1,408,925 บาท

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การนำระบบการจำลองสถานการณ์มาจำลองกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปนั้น เพื่อช่วยประหยัดเวลาในการวิเคราะห์และสามารถประเมินผลจากการปรับปรุงกระบวนการ การจำลองสถานการณ์ทำได้โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากระบบการผลิตจริง และนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ เช่น การเข้ามาของเอ็นทีดี คุณสมบัติต่างๆ ของเอ็นทีดี เวลาการทำงานในแต่ละแผนก เมื่อสร้างแบบจำลองระบบปัจจุบันจากข้อมูลดังกล่าวและวิเคราะห์กระบวนการผลิตเพื่อทำการปรับปรุง จากการวิเคราะห์จึงดำเนินการปรับปรุงระบบการผลิตโดยใช้ระบบการผลิตแบบดึง และการจัดสรรปริมาณบัฟเฟอร์ให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ และจัดการผลิตแบบเซลล์มาเป็นทางเลือกให้กับกระบวนการผลิต เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุง ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. จากการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันจำนวน 10 รอบการทำงานซ้ำ รอบละ 86,000 ชั่วโมง ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันเทียบกับระบบงานจริง พบว่าปริมาณผลผลิตรวมและเวลาการทำงานในแต่ละแผนกของระบบจำลองปัจจุบันอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นเดียวกับระบบจริง ซึ่งสรุปได้ว่าการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันสามารถใช้แทนระบบงานจริงได้

2. การจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบันในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปนั้นมีลักษณะการผลิตแบบผลักไปข้างหน้า ดังนั้นจึงเกิดปริมาณงานกองรอในกระบวนการมากเกินไป และทำให้เกิดเวลาการรอคอย สิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนเป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

3. จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตระบบปัจจุบัน จึงทำการจำลองสถานการณ์ปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยนำระบบการดึงและการจัดสรรบัฟเฟอร์ให้มีความเพียงพอต่อความต้องการในสายการผลิต ซึ่งแผนกตัดจัดให้มีปริมาณบัฟเฟอร์ จำนวน 8 บัฟเฟอร์ แผนกปักจัดให้มีปริมาณบัฟเฟอร์ จำนวน 38 บัฟเฟอร์ และแผนกเย็บจัดให้มีปริมาณบัฟเฟอร์ จำนวน 42 บัฟเฟอร์ ปริมาณบัฟเฟอร์ที่จัดสรรให้ในแต่ละแผนกมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการในแผนกนั้นๆ ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ทำให้กระบวนการผลิตมีปริมาณงานกองรอลดลง รวมทั้งเวลาในกระบวนการผลิตรวมลดลงเช่นกัน

4. การจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 เห็นได้ว่าประสิทธิภาพเวลาการทำงานในแผนกปักมีการทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ จากการวิเคราะห์พบว่าเวลาการทำงานแผนกปักมีเวลาการทำงานมากเกินไปเกินความต้องการผลิต จึงส่งผลให้การทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงทำการลดเวลาการทำงานจาก 2 กะทำงาน เป็น 1 กะทำงาน จากนั้นจึงทำการจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 โดยการทดลองซ้ำ 10 รอบทำซ้ำ ผลที่ได้จากการจำลองแสดงให้เห็นว่าแผนกปักมีประสิทธิภาพเวลาการทำงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 96 และยังคงมีปริมาณผลผลิตเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

5. การจำลองสถานการณ์โดยการจัดเซลล์ ผลที่ได้จากการจำลอง นั่นคือ ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยแผนกปักมีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 42.52 แผนกอื่นๆ อยู่ในช่วงความเชื่อมั่นเดียวกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 เวลาในกระบวนการเฉลี่ยแผนกปักลดลงร้อยละ 44.97 ปริมาณงานกองรอเฉลี่ย และประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกับระบบการปรับปรุงครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ

6. สรุปผลการจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบจัดเซลล์

- ปริมาณงานกองรอหน้าแผนกมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยรวมของกระบวนการที่ได้ทั้งสองระบบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
- เวลาในกระบวนการเฉลี่ยแผนกปักจากระบบจัดเซลล์ลดลงร้อยละ 44.97
- ประสิทธิภาพการทำงานทั้งสองระบบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 สามารถนำมาใช้แทนระบบปัจจุบันได้ เนื่องจากเป็นระบบที่มีการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยมีการควบคุมการผลิตด้วยระบบการดึงและระบบคัมบังยังคงทำให้ปริมาณผลผลิต และประสิทธิภาพการทำงานเหมือนเดิม แต่เวลาในกระบวนการ ปริมาณงานรอน้ำแผนกลดลง

สำหรับระบบการจัดเซลล์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งทำให้ลดเวลาการขนส่งระหว่างกระบวนการ อีกทั้งยังเพิ่มปริมาณผลผลิตในกระบวนการปัก แต่ปริมาณผลผลิตที่ได้จากกระบวนการยังคงเท่าเดิม แต่การจัดวางแผนผังเครื่องจักรใหม่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบผลการจำลองสถานการณ์ทั้ง 4 ระบบ

ตัวชี้วัด	ระบบปัจจุบัน		ระบบปรับปรุงครั้งที่ 1		ระบบปรับปรุงครั้งที่ 2		ระบบการจัดเซลล์	
	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน	ค่าเฉลี่ย	ความคลาดเคลื่อน
งานรระหว่างแผนก (ตัว/เดือน)	125,008.16	19,183.28	9,330.91	361.66	9,308.99	493.53	9,069.76	392.52
เวลารอคอย (นาที)	12,044.61	1,375.19	2,683	102.22	3,274.38	123.03	1,856.47	123.23
ปริมาณผลผลิต (ตัว/เดือน)	409,936.75	8,853.49	435,105.70	5,888.17	429,614.90	3,700.27	419,415.00	4,721.43
เวลาไหลในกระบวนการ (นาที)	48,577.81	981.59	30,408.78	502.88	29,460.53	850.57	30,369.93	1,322.42
ประสิทธิภาพผลผลิตเพิ่ม (เปอร์เซ็นต์)		1.00		0.0614		0.0480		0.0231

ข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จะเกิดประโยชน์ต่อโรงงานกรณีศึกษาได้นั้น จะต้องได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารแต่ละหน่วยของการทำงาน และมีการจัดตั้งทีมเพื่อปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

การศึกษาเพิ่มเติมสำหรับการปรับปรุงงานวิจัยนี้ โดยทำการศึกษาข้อมูลตั้งแต่การวางแผนการตั้งชื่อวัตถุดิบ จนกระทั่งได้รับผ้าเข้ามา ดังนั้นการพัฒนาขั้นตอนต่อไปควรทำการวิเคราะห์ในส่วนของการปรับปรุงการวางแผนการสั่งผ้า และระบบการจัดการสินค้าคงคลังเพิ่มเติม เพื่อให้ระบบการปรับปรุงมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อดีข้อเสียจากการปรับปรุงกระบวนการทั้งสองสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 20 ดังนั้นการปรับปรุงกระบวนการผลิตผู้บริหารสามารถพิจารณาได้ว่าเงื่อนไขใดตรงตามวัตถุประสงค์ของโรงงาน

ตารางที่ 21 ข้อดีข้อเสียการปรับปรุงกระบวนการผลิต

การจำลองระบบปรับปรุง	การจำลองระบบจัดเซลล์
- มีค่าใช้จ่ายการขนส่งงานระหว่างกระบวนการ	- ไม่มีค่าใช้จ่ายการขนส่งเนื่องจากจัดกระบวนการทำงานให้อยู่ในบริเวณเดียวกัน
- ไม่มีค่าใช้จ่ายการวางแผนผังการทำงานใหม่	- มีค่าใช้จ่ายการวางแผนผังใหม่
- ลดค่าใช้จ่ายการทำงานล่วงเวลาแผนกปัก	- ลดค่าใช้จ่ายการทำงานล่วงเวลาแผนกปัก
- ลดปริมาณงานกองรอระหว่างกระบวนการ	- ลดปริมาณงานกองรอระหว่างกระบวนการ

พิจารณากระบวนการผลิตในแบบจำลองสถานการณ์ระบบการปรับปรุงการผลิตแต่ละแผนก การทำงานจะมีอัตราความต้องการแตกต่างกัน จากการจำลองสถานการณ์สรุปได้ว่าแผนกตัดมีอัตราความต้องการสูงสุด 50 แบท มีชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมง แผนกปักมีอัตราความต้องการสูงสุด 38 แบท มีชั่วโมงการทำงาน 8 ชั่วโมง และแผนกเย็บมีอัตราความต้องการสูงสุด 50 แบท มีชั่วโมงการทำงาน 10 ชั่วโมง สำหรับกรณีที่อัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 10% 20% และ 30% ส่งผลให้ปริมาณงานสำรองแต่ละแผนกมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น และต้องเพิ่มเวลาการทำงานเพื่อให้ปริมาณผลผลิตที่ได้ตรงตามอัตราความต้องการที่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 21-24

ตารางที่ 22 กรณีอัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 10%

อัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 10%			
แผนก ทำงาน	อัตราความต้องการ (แบทต่อวัน)	ปริมาณบัฟเฟอร์ (แบท)	เวลาทำงาน (ชั่วโมง)
แผนกตัด	55	9	9
แผนกปัก	42	43	9
แผนกเย็บ	55	45	10

เมื่ออัตราความต้องการเพิ่มขึ้น ปริมาณบัฟเฟอร์ที่กองรอก็จะเพิ่มขึ้น โดยแผนกตัดมีปริมาณบัฟเฟอร์ 9 แบท แผนกปักมีปริมาณบัฟเฟอร์ 43 แบท และแผนกเย็บมีปริมาณบัฟเฟอร์ 45 แบท เพื่อให้ปริมาณผลผลิตได้ตามความต้องการดังนั้นจะต้องเพิ่มเวลาการทำงานโดยแผนกตัด/ปักจะต้องทำงาน 9 ชั่วโมง และแผนกเย็บจะต้องทำงาน 10 ชั่วโมง

ตารางที่ 23 กรณีอัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 20%

อัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 20%			
แผนก ทำงาน	อัตราความต้องการ (แบทต่อวัน)	ปริมาณบัฟเฟอร์ (แบท)	เวลาทำงาน (ชั่วโมง)
แผนกตัด	60	9	9
แผนกปัก	46	47	10
แผนกเย็บ	60	49	11

เมื่ออัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 20% ปริมาณบัพเฟอร์ที่กองรอกี้จะเพิ่มขึ้น โดยแผนกตัดมีปริมาณบัพเฟอร์ 9 แบบ แผนกปักมีปริมาณบัพเฟอร์ 47 แบบ และแผนกเย็บมีปริมาณบัพเฟอร์ 49 แบบ เพื่อให้ปริมาณผลผลิตได้ตามความต้องการดังนั้นจะต้องเพิ่มเวลาการทำงาน โดยแผนกตัดจะต้องทำงาน 9 ชั่วโมง แผนกปักจะต้องทำงาน 10 ชั่วโมง และแผนกเย็บจะต้องทำงาน 11 ชั่วโมง

ตารางที่ 24 กรณีอัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 25%

อัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 25%			
แผนกทำงาน	อัตราความต้องการ (แบบต่อวัน)	ปริมาณบัพเฟอร์ (แบบ)	เวลาทำงาน (ชั่วโมง)
แผนกตัด	63	9	9
แผนกปัก	48	49	10
แผนกเย็บ	63	50	12

เมื่ออัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 25% ปริมาณบัพเฟอร์ที่กองรอกี้จะเพิ่มขึ้น โดยแผนกตัดมีปริมาณบัพเฟอร์ 9 แบบ แผนกปักมีปริมาณบัพเฟอร์ 49 แบบ และแผนกเย็บมีปริมาณบัพเฟอร์ 50 แบบ เพื่อให้ปริมาณผลผลิตได้ตามความต้องการดังนั้นจะต้องเพิ่มเวลาการทำงาน โดยแผนกตัดจะต้องทำงาน 9 ชั่วโมง แผนกปักจะต้องทำงาน 10 ชั่วโมง และแผนกเย็บจะต้องทำงาน 12 ชั่วโมง

ตารางที่ 25 กรณีอัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 30%

อัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 30%			
แผนกทำงาน	อัตราความต้องการ (แบบต่อวัน)	ปริมาณบัพเฟอร์ (แบบ)	เวลาทำงาน (ชั่วโมง)
แผนกตัด	65	9	9
แผนกปัก	50	50	10
แผนกเย็บ	65	52	12

เมื่ออัตราความต้องการเพิ่มขึ้น 30% ปริมาณบัพเฟอร์ที่กองรอกี้จะเพิ่มขึ้น โดยแผนกตัดมีปริมาณบัพเฟอร์ 9 แบบ แผนกปักมีปริมาณบัพเฟอร์ 50 แบบ และแผนกเย็บมีปริมาณบัพเฟอร์ 52 แบบ เพื่อให้ปริมาณผลผลิตได้ตามความต้องการดังนั้นจะต้องเพิ่มเวลาการทำงาน โดยแผนกตัดจะต้องทำงาน 9 ชั่วโมง แผนกปักจะต้องทำงาน 10 ชั่วโมง และแผนกเย็บจะต้องทำงาน 12 ชั่วโมง

อย่างไรก็ตามหากเกิดกรณีอัตราความต้องการเพิ่มขึ้น ปริมาณบัฟเฟอร์และชั่วโมงการทำงานก็จะต้องเพิ่มขึ้น เพื่อให้ปริมาณผลผลิตที่ได้ตรงตามอัตราความต้องการที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายการทำงานล่วงเวลาเกิดขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- โกศล ดีศีลธรรม. 2547. เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดแบบลีน. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.
- _____. 2546. การเพิ่มผลิตภาพในงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ชัน แอด แอนด์ พรีน, กรุงเทพฯ.
- _____. 2549. บทบาทสายธารแห่งคุณค่ากับการสนับสนุนองค์กรแห่งลีน. **For Quality 12** (91): 70-74.
- _____. 2549. บทบาทแนวคิดลีนกับการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน. **For Quality 12** (94): 76-80.
- _____. 2548. ปัจจัยจำแนกความสูญเปล่าตามแนวคิดลีน. **Industrial Technology Review** 140: 135-140.
- เกียรติจักร โนมานะสิน. 2548. ระบบการผลิตแบบลีนการจัดกระบวนการที่เป็นเลิศ. **Productivity World** 10 (55): 78-80.
- จิรวดี วัฒนภักดี, ปัญหาน์ จรัสจิรวัดน์ และ ดนุพันธ์ วิสุววรรณ. 2548. การประยุกต์ใช้การจำลองแบบเชิงพลวัตในการวัดผลการดำเนินงานเชิงคุณภาพเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน, น. 218-227. ใน รายงานการประชุมวิชาการ การวิจัยดำเนินงาน ประจำปี 2548 ครั้งที่ 2. เครือข่ายร่วมด้านการวิจัยดำเนินงานในประเทศไทย, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชรินทร์ สิงห์นิล. 2542. การปรับปรุงกระบวนการเพิ่มผลผลิตขั้นขั้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

จิตพร สังข์สัมฤทธิ์. 2544. การลดความสูญเสียในกระบวนการพิมพ์หนังสือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิพยาภรณ์ หันกิตติกุล. 2544. การลดความสูญเสียในอุตสาหกรรมผลิตสายไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นภค อิ่มอม. 2549. Value Stream Mapping. **For Quality** 12 (93): 48-52.

นิพนธ์ บัวแก้ว. 2547. รู้จักระบบการผลิตแบบลีน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ.

นุชนันท์ บรรทะจิตต์. 2546. การพัฒนาแผนผังกลยุทธ์โดยใช้ Dynamic Lean Scorecard. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

นราศรี ถาวรกุล. 2545. การประยุกต์ใช้เทคนิคการวาดแผนภาพสายธารคุณค่ากับแบบจำลอง SCOR สำหรับปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตในอุตสาหกรรมการแปรรูปไก่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พัชรินทร์ อุ่นเอมใจ. 2548. การบูรณาการลินซิกซ์ซิกมาและซีเอ็มไอเข้าสู่วิสาหกิจโดยใช้แบบจำลอง พลวัต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พฤทธิพงศ์ โพธิ์วราพรณ. 2548. การประยุกต์ใช้การผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมแบบผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มุนินทร์ ฤพบุรี. 2548. กลยุทธ์การผลิตแบบ Lean Manufacturing System. **สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี** 32 (181): 142-145.

ยุพา กลอนกลาง. 2548. การผลิตแบบลีนในระดับกลยุทธ์และการจำลองสถานการณ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิชัย สุรเชิดเกียรติ. 2540. การจำลองเชิงคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัทสกายบุ๊กส์, ปทุมธานี.

ลัดดาวัลย์ มิ่งกมลรัตน์. 2534. การลดของเสียในกระบวนการการผลิตให้เป็นศูนย์. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ. แปลจาก นากาโยชิ นากาชิม่า. **Zero Defect**. Japan Management Association, Japan.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. 2544. การจำลองแบบปัญหา. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

หฤทัย สุกพฤษย์พงศ์. 2546. การจัดสมดุลสายการประกอบแบบหลายผลิตภัณฑ์โดยการจำลองแบบปัญหาคด้วยคอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อธิป เอื้อทรงธรรม, สุพัตรา พิทยาโรจนกุล และ ศิวิกา คุษฎีโหนด. 2548. การนำเทคนิคการจำลองมาใช้เพื่อสร้างสายการผลิตแบบลีน: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์, น. 110-120. ใน รายงานการประชุมวิชาการ การวิจัยดำเนินงาน ประจำปี 2548 ครั้งที่ 2. เครือข่ายร่วมด้านการวิจัยดำเนินงานในประเทศไทย, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนุวัตร หอมรสสุคนธ์. 2549. เพิ่มศักยภาพให้องค์กรโดยการทำ Waste Reduction. **For Quality** 12 (93): 53-56.

อรรคพรรณ วนะชกิจ. 2545. การพัฒนาแบบจำลองอ้างอิงกระบวนการสำหรับการผลิตแบบลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อำนาจ อมฤกษ์. 2547. การลดเวลาการผลิตรวมโดยการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Allen, J., C. Robinson and D. Stewart. 2001. **Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide**. 2nd ed. SME, Michigan.

- Banks, J., J.S. Carson II, B.L. Nelson and D.M. Nicol. 2005. **Discrete-Event System Simulation**. 4th ed. Pearson Education Inc., New Jersey, USA.
- Fawaz Abdullah. 2003. Lean Manufacturing Tools and Techniques in The Process Industry with a Focus on Steel. **University of Pittsburgh**. Available Source:
<http://etd.library.pitt.edu/ETD/available/etd-05282003-14851/unrestricted/Abdullah.pdf>.
- Feld, W. M. 2001. **Lean Manufacturing: Tools, Teachniques and How to Use them**. St. Lucie Press, Florida.
- Gujarathi, N.S., R.M. Ogale and T. Gupta. 2007. Production capacity analysis of a shock absorber assembly line using simulation, pp. 1213-1217. *In* R.G. Ingalls, M.D. Rossetti, J.S. Smith and B.A. Peters, eds. **Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference**. Washington D.C., USA.
- Jared, L. 2001. Lean Manufacturing. **International Journal of Production Economics**. 56: 241-245.
- Lian, Yang-Hua. And Landeghem, Hendrik Van. 2002. **An Application of Simulation and Value Strem Mapping in Lean Manufacturing**. 14th ed. European Simulation Symposium.
- Mclvor, Ronan. 2001. Lean Supply: The Design and Cost Reduction Dimensions. **European Journal of Purchasing & Supply Management**. 7: 227-242.
- Owens, S.F. and R.R. Levary. 2007. Evaluating design alternatives of an extruded food production line using simulation. **SIMULATION** 78 (10): 626-632.
- Sharpe, J., B. Tawney, K.P. and Jr. White. 2006. Simulation and analysis of the inspection process of cargo containers, pp . 141-150. *In* E.J. Bass, ed. **Proceedings of the 2006 Systems and Information Engineering Design Symposium**.

Sullivan, William G., McDonald, Thomas N., Van Aken and Eileen M. 2002. Equipment Replacement Decisions and Lean Manufacturing. **Robotic and Computer Integrated Manufacturing**. 18: 255-265.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลของระบบการผลิตจริงในการทดสอบความถูกต้อง

ตารางผนวกที่ ก1 ข้อมูลปริมาณผลผลิตที่ได้กระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

ลำดับ	ปริมาณผลผลิต		
	แผนกตัด	แผนกปัก	แผนกเย็บ
1	17,554	17,597	14,384
2	15,983	14,509	10,671
3	16,450	10,788	11,505
4	21,783	12,926	16,468
5	24,017	15,486	18,809
6	19,517	17,226	20,020
7	17,883	20,899	12,371
8	16,537	15,004	13,853
9	22,084	17,299	17,950
10	21,518	21,750	18,297
11	16,670	17,586	17,763
12	16,495	23,685	15,408
13	15,408	19,362	11,437
14	17,122	19,143	11,362
15	26,992	19,519	17,699
16	18,333	18,561	17,531
17	24,399	15,250	18,220
18	24,403	12,583	16,040
19	14,665	12,599	13,088
20	16,228	11,404	18,690
21	24,693	12,819	20,490
22	24,034	12,499	19,862
23	19,736	13,829	11,434
24	18,789	14,597	9,033
25	17,487	10,858	9,454
26	29,696	14,537	14,791

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

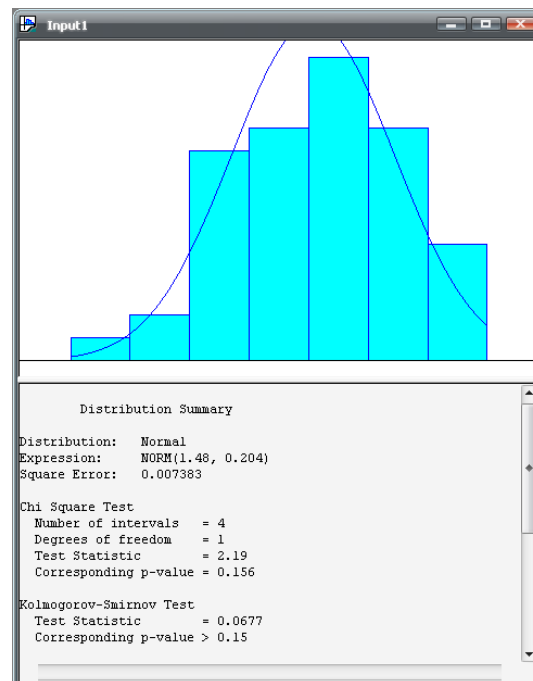
ลำดับ	ปริมาณผลผลิต		
	แผนกตัด	แผนกปัก	แผนกเย็บ
27	15,798	14,643	10,697
28	14,078	17,042	12,219
29	17,520	18,739	18,787
30	16,178	16,798	20,150
31	19,294	14,878	20,234
32	17,129	12,991	13,360
33	23,507	16,372	13,532
34	25,482	16,680	16,599
35	26,373	17,807	16,416
36	18,012	19,205	17,503
37	15,074	19,496	16,767
38	19,541	19,733	14,066
39	18,438	17,710	12,406
40	28,447	18,635	19,214
41	17,191	19,039	20,560
42	25,826	19,417	20,671
43	24,039	16,531	20,644
44	20,765	15,053	16,078
45	22,791	15,738	22,223
46	17,440	17,194	24,187
47	23,675	19,021	17,226
48	25,572	17,285	15,700
49	19,767	18,051	16,400
50	18,123	15,705	13,391

ตารางผนวกที่ ๓2 ข้อมูลเวลาการทำงานกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

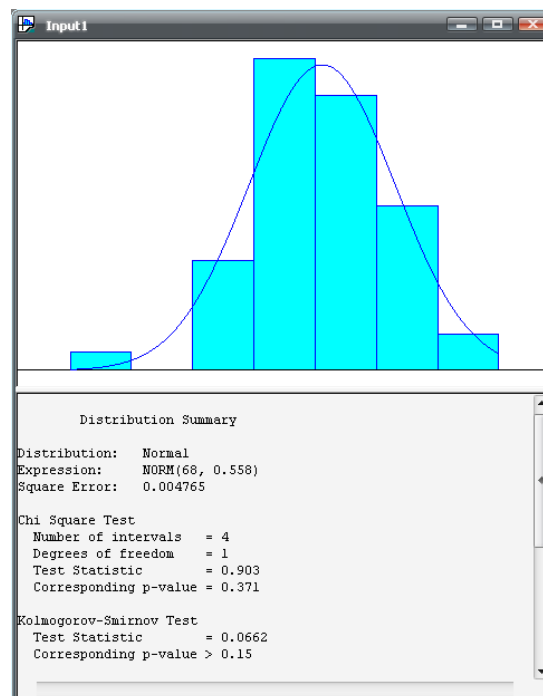
ชั้นที่	เวลาการทำงาน		
	แผนกตัด (นาทีต่อตัว)	แผนกปัก (นาทีต่อรอบ)	แผนกเย็บ (นาทีต่อตัว)
1	0.49	21.88	46.75
2	0.58	23.32	36.00
3	0.44	26.51	30.50
4	0.51	24.90	42.86
5	0.52	12.51	36.00
6	0.50	11.82	66.67
7	0.66	07.40	42.75
8	0.85	15.43	56.73
9	0.69	16.55	70.43
10	0.73	17.77	59.78
11	0.98	11.82	40.00
12	0.95	15.09	27.00
13	0.38	16.55	44.25
14	0.59	19.17	34.50
15	0.33	21.43	27.75
16	0.68	23.32	36.00
17	0.41	12.51	33.00
18	0.53	14.11	36.00
19	0.46	14.43	40.00

ตารางผนวกที่ 3 ข้อมูลงานกองรอกในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป

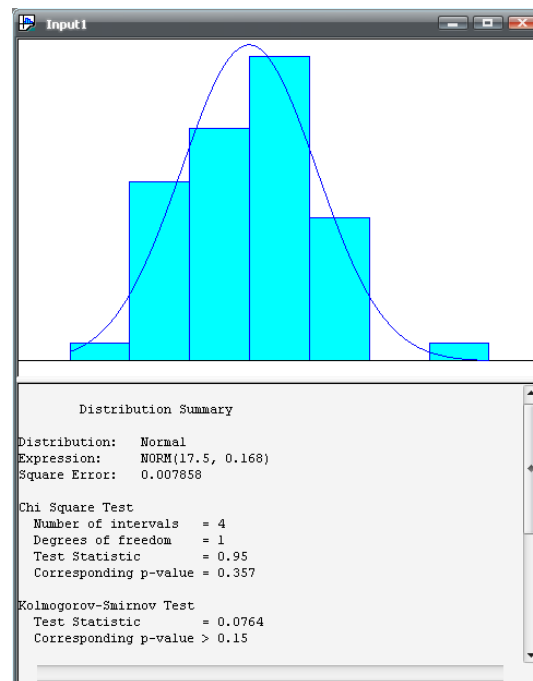
วันที่	งานกองรอกหน้าแผนก (ตัว)		
	แผนกตัด	แผนกปัก	แผนกเย็บ
1	4,927	7,547	3,576
2	5,967	2,917	3,020
3	3,170	11,258	3,636
4	10,835	2,428	4,439
5	8,834	7,920	3,530
6	11,691	11,060	2,966
7	12,982	13,684	2,791
8	17,614	3,362	3,839
9	12,628	8,971	2,768
10	5,146	13,537	2,870
11	7,709	1,218	3,143
12	45,399	8,904	2,485
13	30,411	2,705	2,545
14	31,206	3,356	3,016
15	3,209	5,734	2,524
16	15,279	3,977	2,672
17	15,140	8,145	2,623
18	8,734	4,754	3,815
19	7,878	4,338	1,779
20	8,138	2,201	2,537
21	2,512	2,600	4,371
22	34,063	3,474	3,342
23	49,578	6,451	2,268
24	29,176	10,710	4,187
25	21,326	1,629	3,464



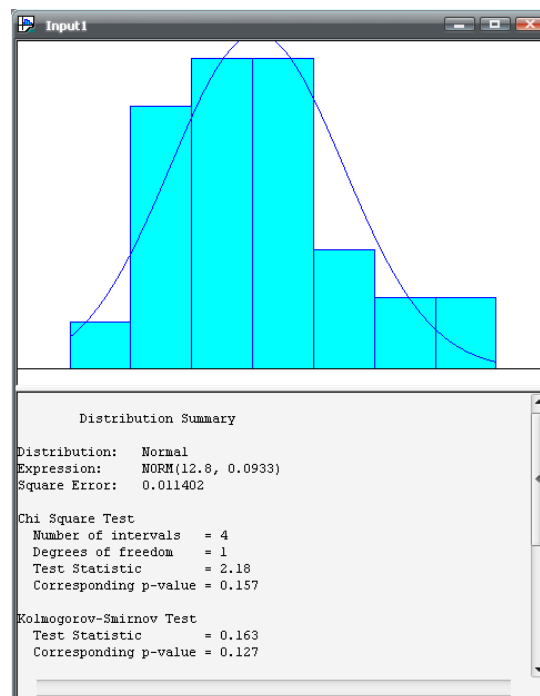
ภาพผนวกที่ ก1 การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของลูกค้า



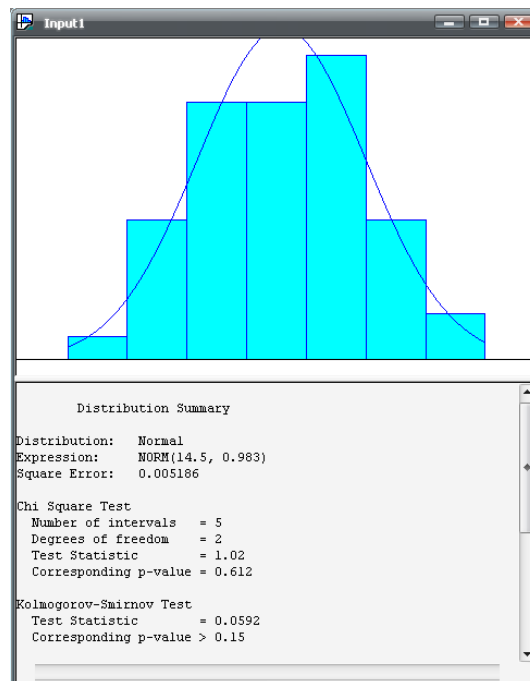
ภาพผนวกที่ ก2 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการป้อน



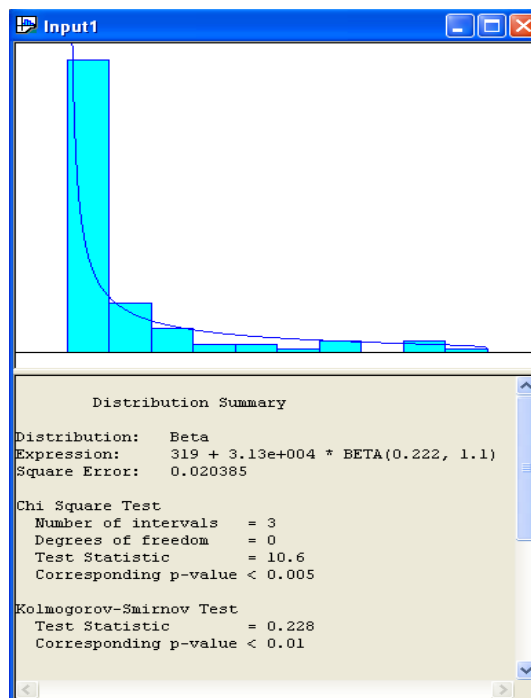
ภาพผนวกที่ ก3 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการตัดฝ้ายระดับสูง



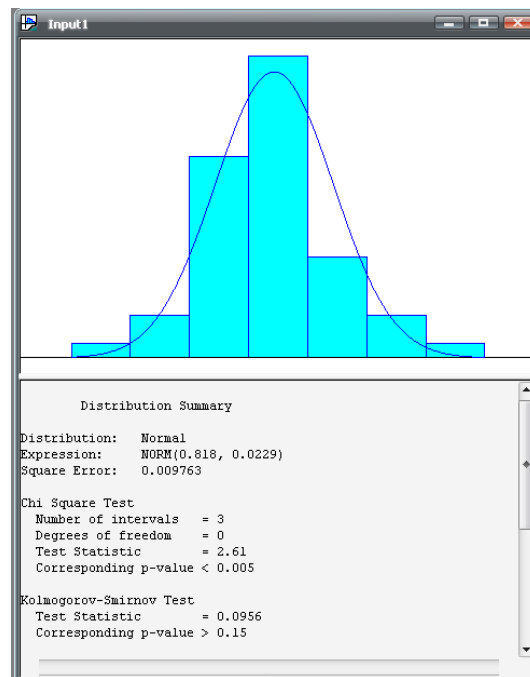
ภาพผนวกที่ ก4 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการตัดฝ้ายระดับต่ำ



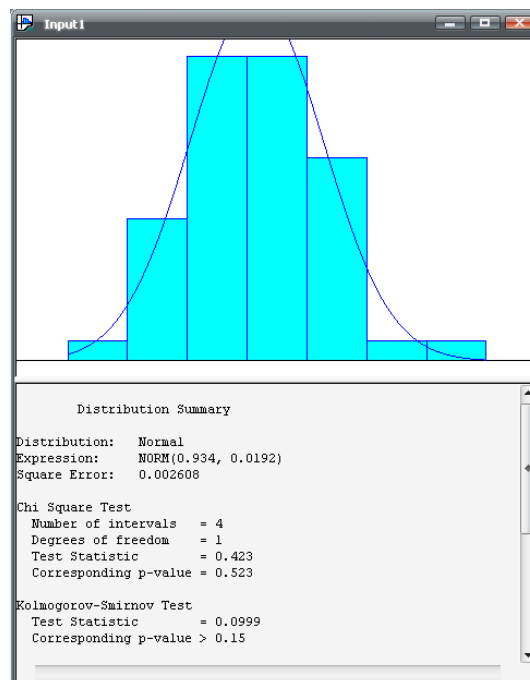
ภาพผนวกที่ ก5 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการตัดผ้าระดับกลาง



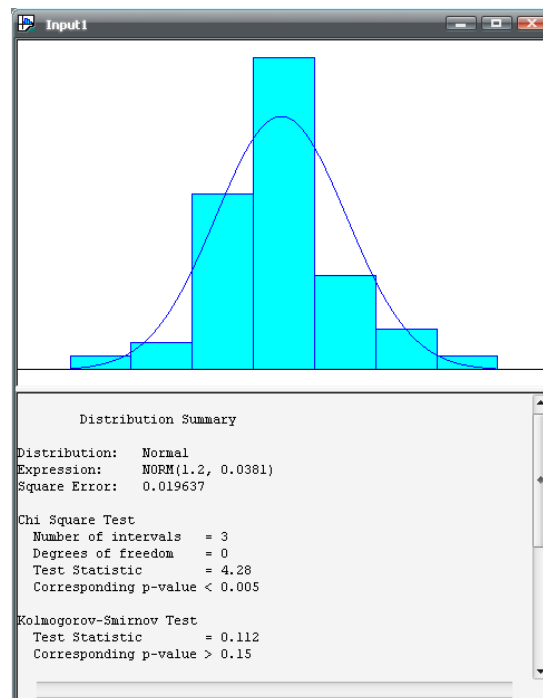
ภาพผนวกที่ ก6 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการปักผ้า



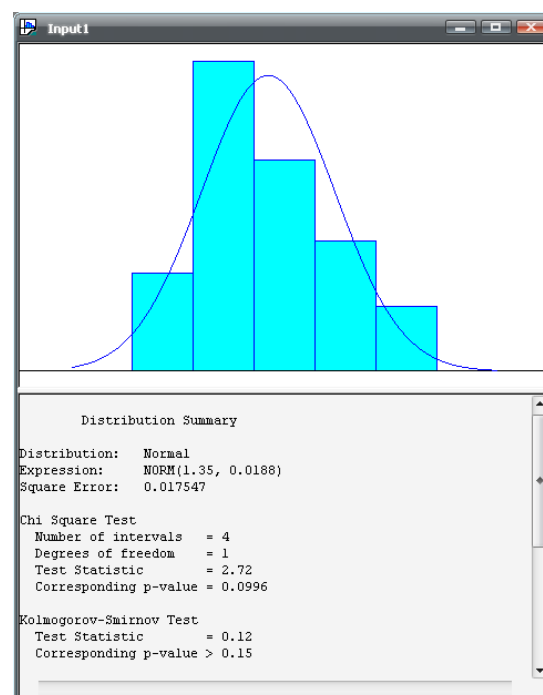
ภาพผนวกที่ ก7 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการเย็บผ้าที่มี 20 ขั้นตอน



ภาพผนวกที่ ก8 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการเย็บผ้าที่มี 25 ขั้นตอน



ภาพผนวกที่ ก9 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการเย็บผ้าที่มี 40 ขั้นตอน



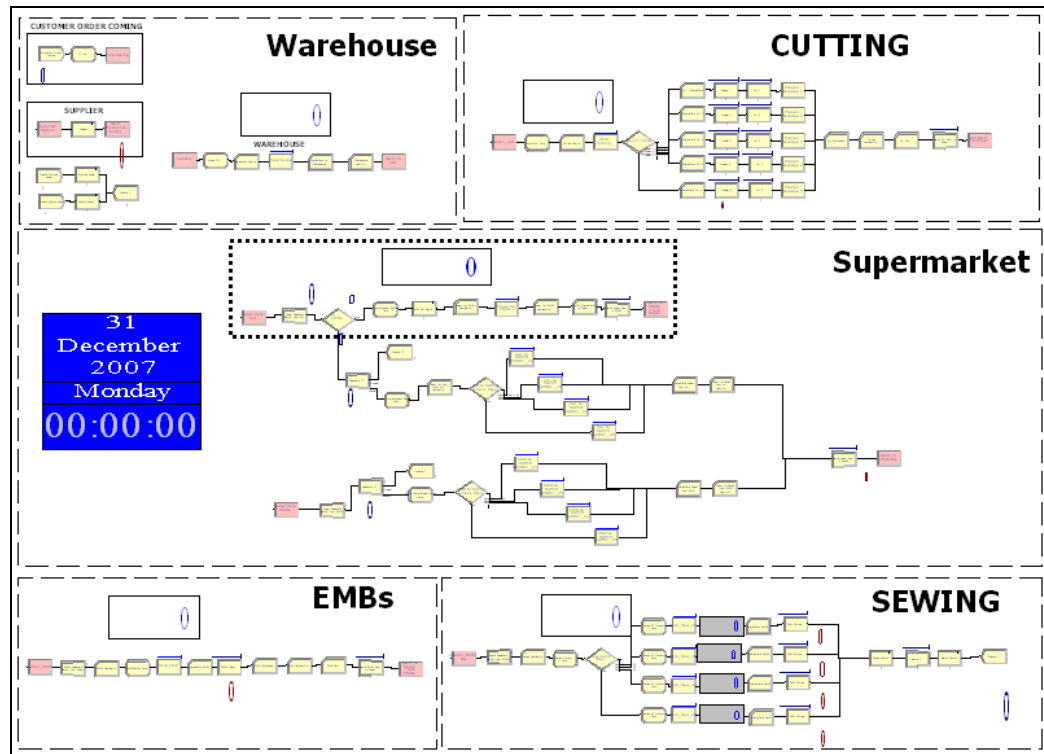
ภาพผนวกที่ ก10 การวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการเย็บผ้าที่มี 45 ขั้นตอน

ภาคผนวก ข

แบบจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบัน

แผนการผลิตระบบปัจจุบัน

แบบจำลองสถานการณ์กระบวนการผลิตระบบปัจจุบันเป็นแบบจำลองที่ใช้แทนกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาในปัจจุบัน

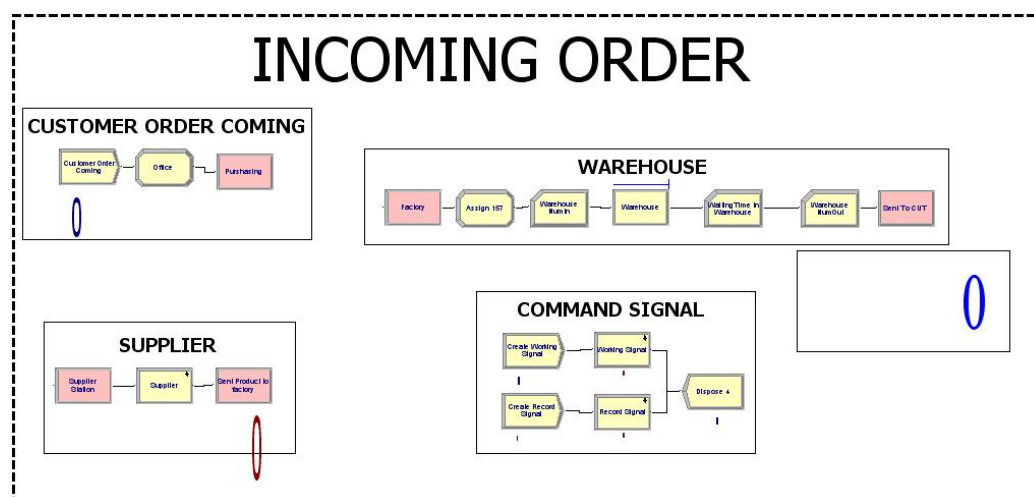


ภาพผนวกที่ ข1 แบบจำลองกระบวนการผลิตระบบปัจจุบัน

ขั้นตอนวิธีการผลิต และข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์นั้นแบ่งเป็น 5 แผนกทำงาน คือ โมดูลรับคำสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้า พร้อมจัดซื้อและจัดเก็บวัตถุดิบ โมดูลแผนกตัด โมดูลซูเปอร์มาร์เก็ต (Super Market) เป็นคลังสินค้าใช้สำหรับเก็บผ้าที่อยู่ระหว่างกระบวนการผลิต โมดูลแผนกปัก และ โมดูลแผนกเย็บ

โมดูลรับคำสั่งซื้อสินค้า จัดซื้อและจัดเก็บวัตถุดิบ

เป็น โมดูลทำหน้าที่ขายและจัดซื้อ กล่าวคือทำหน้าที่รับคำสั่งซื้อสินค้ามาจากลูกค้า แล้วดำเนินการสั่งซื้อวัตถุดิบสำหรับการผลิตสินค้าอื่นๆ



ภาพผนวกที่ ข2 โมดูลรับคำสั่งซื้อสินค้า จัดซื้อและจัดเก็บวัตถุดิบ

จากภาพผนวกที่ ข2 กระบวนการเริ่มต้นด้วยโมดูลครีเอท (Create) ใช้ชื่อว่า “Customer Order Coming” ซึ่งแทนเหตุการณ์ที่มีคำสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้าเข้ามา (แสดงในกรอบ “Customer Order Coming”) เหตุการณ์ดังกล่าวจะถูกระบุให้ความถี่ในการสั่งซื้อมีการแจกแจงแบบปกติ (NORM (1.5, 0.2)) ที่ค่าเฉลี่ยการสั่งซื้อเข้ามาทุกๆ 1.5 วัน โดยมีความแปรปรวนเท่ากับ 0.2 คำสั่งซื้อที่เข้ามาแต่ละครั้ง ถูกกำหนดให้ความหลากหลายของประเภทผลิตภัณฑ์ที่สั่งมีการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม (TRIA (3, 7, 10)) โดยชนิดสินค้าที่สั่งน้อยที่สุดคือ 3 ผลิตภัณฑ์ สูงสุด 10 ผลิตภัณฑ์ และที่บ่อยที่สุดคือ 7 ผลิตภัณฑ์

จากนั้นสินค้าแต่ละตัวจะถูกระบุคุณสมบัติประจำตัวด้วยโมดูลแอสไซน์ (Assign) ที่ใช้ชื่อว่า “Office” ซึ่งแทนกระบวนการทำงานของสำนักงานในการลงรายละเอียดของสินค้า โดยมีการกำหนดคุณสมบัติดังนี้

1. ชื่อหรือรหัสสินค้าจะถูกกำหนดตามลำดับที่คำสั่งซื้อสินค้าที่เข้ามา
2. วันที่เวลาที่สั่งซื้อสินค้าจะกำหนดด้วยการระบุเวลา ณ ขณะนั้นที่มีคำสั่งซื้อสินค้าเข้ามา
3. ปริมาณสินค้าถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ ที่ค่าเฉลี่ย 14,872 ตัว และความแปรปรวนเท่ากับ 51
4. ขนาดของผลิตภัณฑ์ (เสื้อขนาดใหญ่ จำนวนตัวที่สามารถตัดได้ต่อครั้งจะน้อยลง) ถูกกำหนดให้มีความน่าจะเป็นที่สินค้าจะมีจำนวนตัวที่สามารถตัดได้ต่อมาร์ค คือ 10 ตัว เท่ากับ 1%, 8 ตัว เท่ากับ 8%, 6 ตัว เท่ากับ 56%, 4 ตัว เท่ากับ 33% และ 2 ตัว เท่ากับ 2%
5. ชนิดของผ้า (ผ้าหนา จำนวนชั้นที่สามารถปูได้เพื่อตัดหนึ่งครั้งจะน้อยลง) ถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบสามเหลี่ยม โดยจำนวนชั้นที่น้อยที่สุดที่มีโอกาสเกิดขึ้นคือ 17 ชั้น จำนวนชั้นที่มากที่สุดที่มีโอกาสเกิดขึ้นคือ 158 ชั้น จำนวนชั้นที่มีโอกาสเกิดขึ้นบ่อยที่สุดคือ 81 ชั้น
6. สินค้าต้องมีการปกคลุมลายหรือไม่ ถูกกำหนดให้มีโอกาสความน่าจะเป็นที่สินค้าจะต้องมีการปกคลุมลายเท่ากับ 68% และไม่ต้องปก 32%
7. ปริมาณลวดลาย (ลวดลายมาก ต้องใช้ฝีเพิ่มในการปักมาก ทำให้ระยะเวลาในการปักเพิ่มขึ้น) ถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบเบต้า ที่ค่าแอลฟา 1 เท่ากับ 0.213 และค่า แอลฟา 2 เท่ากับ 1.99 โดยนำค่าที่ได้จากการแจกแจงนี้คูณกับค่า 35,000 แล้วจึงนำไปบวกกับ 319 จึงจะได้เป็นค่าการแจกแจงของจำนวนฝีเพิ่มในการปัก
8. ลักษณะความซับซ้อนของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะส่งผลต่อจำนวนขั้นตอนในการเย็บ ถูกกำหนดให้มีโอกาสความน่าจะเป็นที่สินค้าจะต้องมีการเย็บไม่เกิน 20 ขั้นตอน เท่ากับ 3% อยู่ระหว่าง 20 – 25 ขั้นตอน 12% อยู่ระหว่าง 25 – 40 ขั้นตอน 76% และอยู่ระหว่าง 40 – 45 ขั้นตอน 9%

หลังจากได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าแล้วโรงงานจะสั่งซื้อผ้าเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์นั้นๆ จากซัพพลายเออร์ (Supplier) ด้วยโมดูลเร้าท์ (Route) ที่ใช้ชื่อว่า “Purchasing” เมื่อซัพ

พลาซเออร์ได้รับคำสั่งซื้อจากโรงงานจะจัดเตรียมผ้าและจัดส่งมาให้ทุกๆ 7 วัน จากนั้นจะนำผ้าวัตถุดิบที่ได้ไปเก็บไว้ในแวร์เฮาส์ (Warehouse) เพื่อรอคำสั่งให้เริ่มผลิต ด้วยโมดูลโฮลด์ (Hold) ที่ใช้ชื่อว่า “Warehouse” โมดูลโฮลด์นี้จะทำหน้าที่ดิงเอนทิตี (Entity) ไว้จนกว่าจะมีสัญญาณเป็นคำสั่งให้ปล่อย ซึ่งคำสั่งดังกล่าวถูกกำหนดให้เกิดขึ้นวันละครั้ง เพื่อแทนเหตุการณ์การเริ่มกะทำงานในตอนเช้าด้วย โมดูลครีเอทที่ใช้ชื่อว่า “Create Working Signal” และ โมดูลซิกแนล (Signal) ที่ใช้ชื่อว่า “Working Signal”

ผ้าทั้งหมดที่รอกอยู่ที่แวร์เฮาส์จะถูกจัดแบ่งเป็นแบทช์ (Batch) ตามความสามารถที่ประเมินจากแผนกตัดในการตัดผ้าล็อตนั้นๆ หนึ่งรอบ (สามารถคำนวณได้จากนำเอาจำนวนชั้นที่สามารถปูผ้าทับกันได้ ในหนึ่งรอบการตัด ซึ่งขึ้นอยู่กับความหนาผ้า คูณกับ จำนวนตัวที่สามารถตัดได้ต่อมาร์คซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของเสื้อผ้าในผลิตภัณฑ์นั้นๆ ถ้าเสื้อตัวใหญ่ จะทำให้ต่อหนึ่งมาร์คสามารถตัดผ้าได้จำนวนตัวน้อยลง)

คำสั่งผลิตจะเกิดขึ้นวันละ 1 ครั้งในตอนเช้าก่อนเริ่มกะทำงาน และเมื่อได้รับคำสั่งผลิต ผ้าที่แวร์เฮาส์จะถูกส่งไปยังแผนกตัด โดยถูกกำหนดให้ปริมาณผ้าที่ส่งไปกองรอกอยู่หน้าแผนกตัดต่อหนึ่งวันต้องไม่เกิน 50 แบทช์ ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่วันก่อนหน้า แผนกตัดตัดงานได้ไม่หมด 50 แบทช์ ดังนั้นจะทำให้มีงานกองเหลืออยู่หน้าแผนก เพราะฉะนั้นผ้าที่จะถูกส่งไปจากแวร์เฮาส์ในวันนี้จะส่งไปเป็นจำนวนเท่ากับ 50 แบทช์ลบด้วยจำนวนผ้าที่กองเหลืออยู่หน้าแผนก ณ ขณะนี้ เป็นต้น

กระบวนการผลิตแผนกตัด

เป็นกระบวนการผลิตทำหน้าที่ตัดผ้าที่มีลักษณะเป็นผืนยาวม้วนไว้ ให้ออกมามีรูปร่างลักษณะเป็นตัวๆ โดยการทำงานจะนำผ้าที่เป็นผืนๆ มาปูทับกันหลายๆ ชั้น เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการตัดจำนวนชั้นที่ปูจะขึ้นอยู่กับความหนาของผ้าและจะถูกจำกัดด้วยความยาวใบมีดที่จะสามารถตัดได้ จากนั้นจะนำมาร์ค ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปแบบของลักษณะสินค้านั้นๆ มาวางทับข้างบน แล้วทำการตัดตามมาร์คนั้น ขนาดของมาร์คจะคงที่ แต่รูปแบบที่อยู่ข้างในจะขึ้นอยู่กับสินค้า ดังนั้นจำนวนตัวที่ตัดได้ต่อมาร์คจะขึ้นอยู่กับลักษณะสินค้าด้วยว่า มีขนาดใหญ่เพียงใด

แผนกตัด มีโต๊ะทำงานทั้งหมด 5 โต๊ะ โดยมีขั้นตอนการทำงานเริ่มจาก เมื่อได้รับผ้าจากแวร์เฮาส์ ผ้าจะถูกกองรอกอยู่หน้าแผนกในโมดูลโฮลด์ (Hold) ที่ใช้ชื่อว่า “Hold Cutting” จนกว่าจะมีโต๊ะ

ทำงานได้โตะใดโตะหนึ่งว่าง ผ้าเบรสนั้นจึงจะถูกส่งเข้าทำงาน โดยเริ่มจากการปูผ้าเป็นชั้นๆ แล้วจึงส่งเข้าตัดตามมาร์คที่จัดไว้ ในขณะที่ทำการตัดผ้าเบรชดังกล่าว ผ้าที่กองอยู่บนแผ่นสามารถถูกส่งเข้ามาปูได้อีกหนึ่งเบรชเพื่อเตรียมไว้รอสำหรับเมื่อทำการตัดผ้าเบรชก่อนหน้าเสร็จ ผ้าที่ปูรอไว้ก็สามารถส่งเข้าตัดได้เลย

ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตของแผนกตัดจะแบ่งเป็น

1. ระยะเวลาที่ใช้ในการปูผ้า 1 ชั้น ถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ ($NORM(1.13, 0.01)$) ที่ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานเท่ากับ 1.13 นาที และความแปรปรวน 0.01 เพราะฉะนั้นเวลาที่ใช้ในการปูทั้งหมด จะเท่ากับระยะเวลาในการปูผ้า 1 ชั้น คูณกับจำนวนชั้นที่ผ้าเบรสนี้สามารถปูได้ (ขึ้นกับชนิดความหนาของผ้า)

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการตัด จะขึ้นอยู่กับขนาดของสินค้า ว่าสามารถตัดได้กี่ตัวต่อการปูผ้า 1 มาร์ค

ในกรณีที่การปู 1 มาร์ค สามารถตัดเสื้อได้ต่ำกว่า 6 ตัว (2 และ 4 ตัว) ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดจะถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ ($NORM(12.8, 0.1)$) ที่ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานเท่ากับ 12.8 นาที และความแปรปรวน 0.1

ในกรณีที่การปู 1 มาร์ค สามารถตัดเสื้อได้เท่ากับ 6 ตัว ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดจะถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ ($NORM(14.6, 0.8)$) ที่ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานเท่ากับ 14.6 นาที และความแปรปรวน 0.8

ในกรณีที่การปู 1 มาร์ค สามารถตัดเสื้อได้ตั้งแต่ 8 ตัว ขึ้นไป (8 และ 10 ตัว) ระยะเวลาที่ใช้ในการตัดจะถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ ($NORM(17.5, 0.2)$) ที่ค่าเฉลี่ยเวลาในการทำงานเท่ากับ 17.5 นาที และความแปรปรวน 0.2

ตารางผนวกที่ ข1 การกำหนดระยะเวลาในการทำงานของแผนกตัด

กระบวนการ	ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน (นาทีต่อแบทช์)
การปูผ้า 1 ชั้น	NORM(1.13,0.01)
การปูผ้าทั้งหมด	NORM(1.13,0.01) * Cutting_Level
การตัดผ้า 2 - 4 ตัวต่อมาร์ค	NORM(12.8,0.1)
การตัดผ้า 6 ตัวต่อมาร์ค	NORM(14.6,0.8)
การตัดผ้า 8 - 10 ตัวต่อมาร์ค	NORM(17.5,0.2)

หลังจากทำการตัดเสร็จเรียบร้อยแล้วผ้าแต่ละแบทช์จะถูกนำไปกองรวมที่หลังแผนก จนครบ 10 แบทช์ จึงจะส่งผ้าล็อตนั้นไปยังซูบเปอร์มาร์เก็ต เพื่อเตรียมจัดส่งสำหรับแผนกอื่นๆ

บริเวณงานกองรอหรือซูบเปอร์มาร์เก็ต

ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางคลั่งสินค้า ผ้าที่ผ่านกระบวนการตัดกำลังจะถูกส่งไปยังแผนกปักและเย็บ รวมถึงผ้าที่ผ่านกระบวนการปักเสร็จเรียบร้อยแล้วกำลังจะถูกส่งไปยังแผนกเย็บ จะถูกนำมาจัดเก็บไว้ที่นี้ก่อน เพื่อรอคำสั่งผลิตต่อไป

ผ้าที่ถูกส่งมาจากแผนกตัดจะถูกแยกออก แบ่งเป็นงานที่ต้องผ่านกระบวนการปัก และงานที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปัก (ค่า “EMBs or NOT” ถูกกำหนดความน่าจะเป็นไว้แล้วหลังจากมีคำสั่งซื้อสินค้า)

งานที่ต้องผ่านกระบวนการปักจะถูกแยกกระจายออก ซึ่งจากเดิมที่เป็นแบทช์เท่ากับจำนวนตัวที่แผนกตัดสามารถตัดได้ในหนึ่งรอบการทำงาน จะถูกแยกออกเป็นแบทช์ละ 56 ตัว เนื่องจากเครื่องปักลวดลายสามารถทำการปักเสื้อได้ครั้งละ 56 ตัว ต่อหนึ่งรอบการทำงาน

เมื่อแยกเสร็จแล้วผ้าแต่ละแบทช์ (สำหรับกระบวนการปัก) จะถูกกองรอคำสั่งผลิตซึ่งจะเกิดขึ้นวันละ 1 ครั้งเมื่อเริ่มกะทำงาน เพื่อส่งไปยังแผนกปักในปริมาณที่ทำให้หน้าแผนกปักมีงานกอง

ร่อยไม่เกิน 400 เมตรต่อวัน (การคำนวณคิดเช่นเดียวกันกับกรณีที่ส่งผ้าจากแวร์เฮาส์ไปยังหน้าแผนกตัด) โดยส่งไปรอบละ 10 เมตร

งานที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปักและงานที่ได้ผ่านกระบวนการปักมาเรียบร้อยแล้ว จะถูกนำไปกองรอคำสั่งผลิตเพื่อส่งไปยังแผนกเย็บ โดยแยกออกกองตามจำนวนขั้นตอนที่ต้องทำการเย็บ (20, 25, 40, 45) เมื่อมีคำสั่งผลิตผ้าจะถูกส่งไปยังแผนกเย็บรอบละ 1,000 ตัว โดยปริมาณที่ทำการส่งจะคำนวณให้ต่อวันหน้าแผนกเย็บสำหรับงานที่มีกระบวนการเย็บ 20 ขั้นตอน มีผ้ากองรออยู่หน้าแผนกไม่เกิน 1,500 ตัว กระบวนการเย็บ 25 ขั้นตอน มีผ้ากองรออยู่หน้าแผนกไม่เกิน 4,000 ตัว กระบวนการเย็บ 40 ขั้นตอน มีผ้ากองรออยู่หน้าแผนกไม่เกิน 17,500 ตัว และกระบวนการเย็บ 45 ขั้นตอน มีผ้ากองรออยู่หน้าแผนกไม่เกิน 3,000 ตัว

ผ้าที่กองรอทั้งหมดจะถูกดึงงานไว้ในโมดูลโฮลด์ ซึ่งจะรอสัญญาณจากโมดูลซิกแนลเช่นเดียวกันกับในกรณีของผ้าที่ถูกกองรอไว้ในแวร์เฮาส์

กระบวนการผลิตแผนกปัก

ทำหน้าที่ในการปักลดลายสินค้า มีเครื่องจักรสำหรับการปักลดลายทั้งหมด 4 เครื่อง แต่ละเครื่องสามารถทำการปักเสื้อในล็อตเดียวกันได้ครั้งละ 56 ตัว

ผ้าที่ถูกส่งมาจากซูปเปอร์มาร์เก็ตจะถูกนำมากองรออยู่หน้าแผนกด้วยโมดูลโฮลด์ (Hold) ที่ใช้ชื่อว่า “Hold EMBs” เพื่อรอเครื่องจักรว่าง ระยะเวลาที่ใช้ในการทำการปักต่อเบทซ์จะขึ้นอยู่กับจำนวนผีเสื้อที่ต้องใช้ โดยขึ้นอยู่กับลดลายของเสื้อว่ามีมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะถูกกำหนดตั้งแต่ได้รับคำสั่งซื้อสินค้าเรียบร้อยแล้ว สามารถคำนวณได้ด้วยให้นำเอาจำนวนผีเสื้อที่ต้องใช้หารด้วยอัตราการทำงาน of เครื่องจักร (1 นาทีปักได้ 500 ผีเสื้อ) รวมกับระยะเวลาที่ใช้ในการจัดเตรียมผ้าซึ่งถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ NORM (7.4, 0.12) ที่ค่าเฉลี่ย 7.4 นาที และความแปรปรวน 0.12 คำสั่งวิธีการคำนวณเวลาทำงานของแผนกปัก คือ $EMBs_ProcessTime = (EMBs_Stich\ Number / 500) + NORM(7.4, 0.12)$

เมื่อทำการปักเสร็จเรียบร้อยแล้วผ้าจะถูกกองรออยู่หลังแผนกจนครบ 10 เบทซ์ จึงจะถูกส่งกลับไปยังซูปเปอร์มาร์เก็ต เพื่อเตรียมส่งไปยังแผนกเย็บต่อไป

กระบวนการผลิตแผนกเย็บ

ผ้าที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปกรวมทั้งผ้าที่ผ่านกระบวนการปักเรียบร้อยแล้ว จะถูกส่งจาก ชูปเปอร์มาร์เก็ตมายังแผนกเย็บครั้งละ 1,000 ตัว จากนั้นจะถูกแยกออกโดยแบ่งตามจำนวนขั้นตอนที่ต้องทำการเย็บ แล้วส่งไปรออยู่น้ำสายการผลิตนั้นๆ จนกว่าจะมีสายการผลิตว่าง โดยการกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานของแต่ละสายการผลิต มีความแตกต่างกันตามจำนวนขั้นตอนที่ต้องทำการเย็บ ดังนี้

1. สายการเย็บผ้าที่มีขั้นตอนไม่เกิน 20 ขั้นตอน มีเพียงสายการผลิตเดียว ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการเย็บจะถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ NORM (0.82,0.02) ที่ค่าเฉลี่ยในกระบวนการเท่ากับ 0.82 นาที และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.02
2. สายการเย็บผ้าที่มีขั้นตอนการเย็บเกิน 20 ขั้นตอน แต่ไม่เกิน 25 ขั้นตอน มี 4 สายการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการเย็บจะถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ NORM(0.93,0.02) ที่ค่าเฉลี่ยในกระบวนการเท่ากับ 0.93 นาที และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.02
3. สายการเย็บผ้าที่มีขั้นตอนการเย็บเกิน 25 ขั้นตอน แต่ไม่เกิน 40 ขั้นตอน มี 25 สายการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการเย็บจะถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ NORM(1.21,0.03) ที่ค่าเฉลี่ยในกระบวนการเท่ากับ 1.21 นาที และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.03
4. สายการเย็บผ้าที่มีขั้นตอนการเย็บเกิน 40 ขั้นตอน แต่ไม่เกิน 45 ขั้นตอน มี 3 สายการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการเย็บจะถูกกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ NORM(1.34,0.02) ที่ค่าเฉลี่ยในกระบวนการเท่ากับ 1.34 นาที และค่าความแปรปรวนเท่ากับ 0.02

ผ้าที่ทำการเย็บเสร็จเรียบร้อยแล้วจะถูกกองรออยู่หลังแผนก เพื่อให้ครบจำนวนตามที่ได้รับ การสั่งซื้อสินค้า โดยจะแพ็คเป็นสินค้าเดียวกันเพื่อเตรียมจัดส่งลูกค้าต่อไป

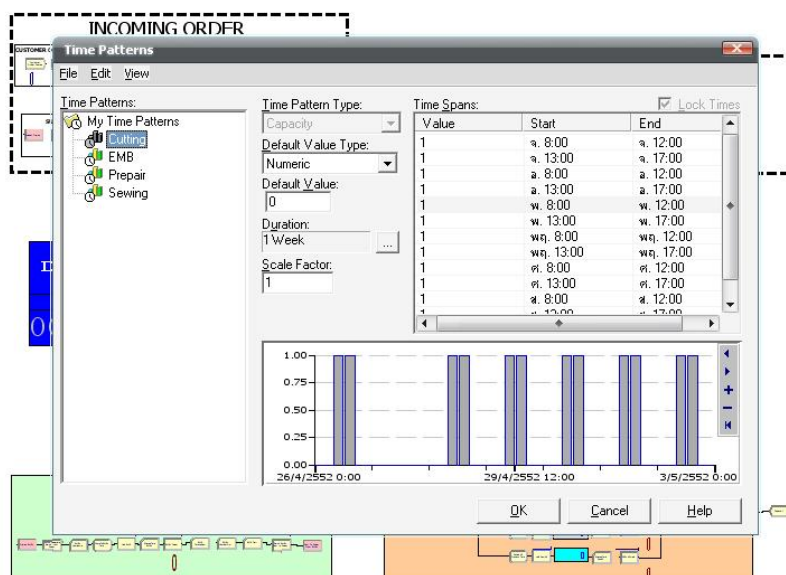
ตารางผนวกที่ ข2 การกำหนดระยะเวลาในการทำงานของแผนกเย็บ

กระบวนการ	ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน (นาทีต่อตัว)
การเย็บผ้าที่มีขั้นตอนไม่เกิน 20 ขั้นตอน	NORM (0.82,0.02)
การเย็บผ้าที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 - 25 ขั้นตอน	NORM(0.93,0.02)
การเย็บผ้าที่มีขั้นตอนการเย็บ 25 - 40 ขั้นตอน	NORM(1.21,0.03)
การเย็บผ้าที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 - 45 ขั้นตอน	NORM(1.34,0.02)

ช่วงเวลาการทำงานของแต่ละแผนก

ทรัพยากรที่ใช้ในการทำงานในแต่ละแผนก จะถูกกำหนดตารางเวลาในการทำงานดังภาพผนวกที่

- แผนกตัดจะทำงานตั้งแต่วันจันทร์ถึงเสาร์ 08.00 – 17.00 น.
- แผนกปักทำงานตั้งแต่วันจันทร์ถึงเสาร์ตลอด 24 ชั่วโมง
- แผนกเย็บทำงานตั้งแต่วันจันทร์ถึงเสาร์ 08.00 – 20.00 น.



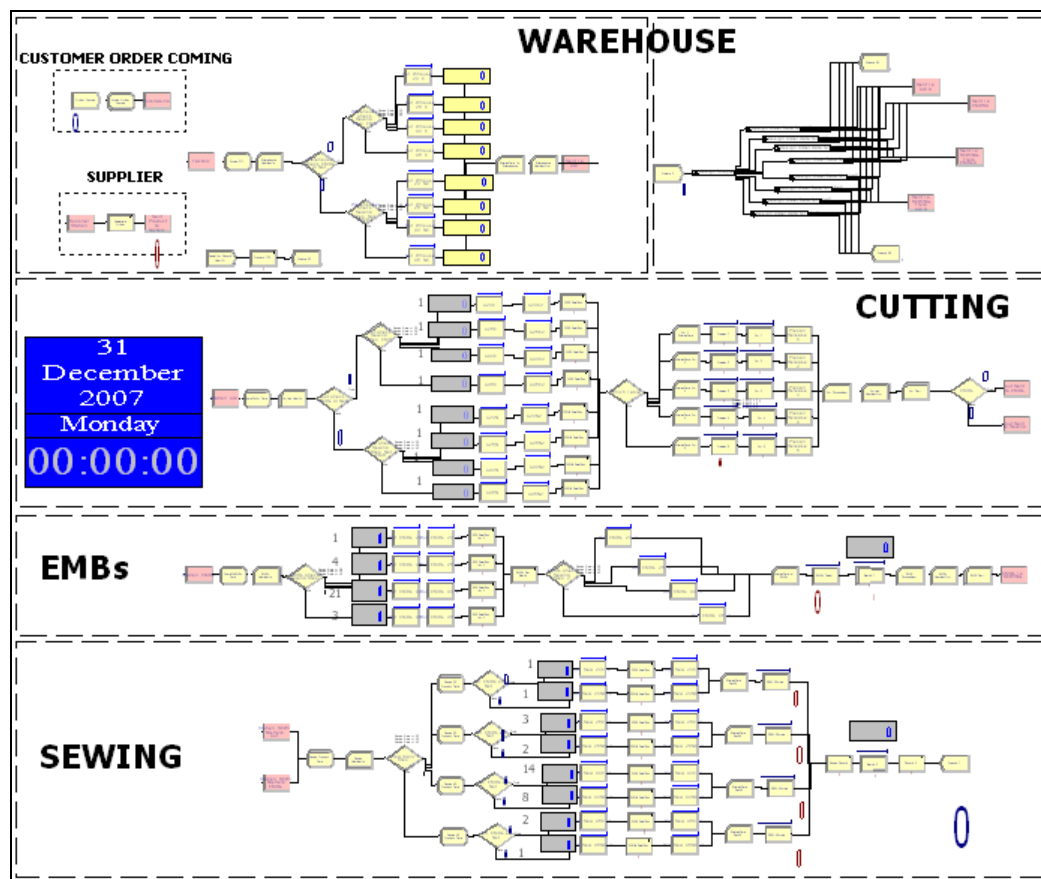
ภาพผนวกที่ ข3 ตารางกำหนดเวลาทำงานในระบบการผลิตแต่ละแผนกทำงาน

ภาคผนวก ค

แบบจำลองสถานการณ์การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูประบบปรับปรุง

กระบวนการผลิตระบบปรับปรุง (Improve Model)

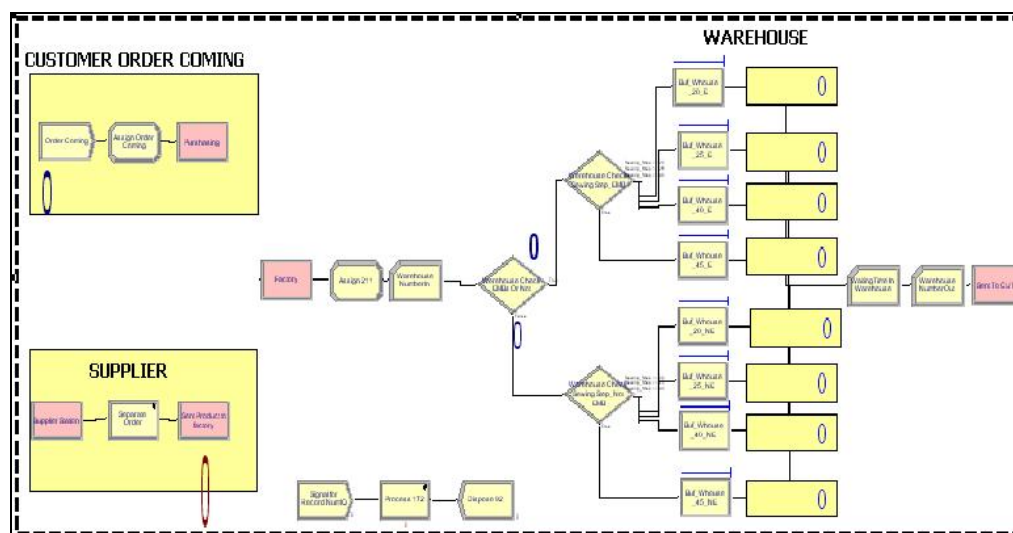
แบบจำลองสถานการณ์แผนการผลิตแนวทางปรับปรุง เป็นแบบจำลองที่ใช้สำหรับแทนกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาในแนวทางที่ได้รับการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้กัมบัง (Kanban) และระบบการผลิตแบบดึงเข้ามาช่วย



ภาพผนวกที่ ค1 แบบจำลองกระบวนการผลิตระบบปรับปรุง

ขั้นตอนวิธีการผลิต และข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์นั้นถูกปรับปรุงจากแบบจำลองระบบปัจจุบันมีการทำงาน 4 แผนก โดยระบบปรับปรุงเมื่อทำการปรับปรุงแล้วแผนกซูเปอร์มาร์เก็ตจะถูกตัดออกจากกระบวนการ ดังนั้นการทำงานที่มีประกอบด้วยโมดูลรับคำสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้า พร้อมจัดซื้อและจัดเก็บวัตถุดิบ โมดูลการทำงานแผนกตัด โมดูลการทำงานแผนกปัก และ โมดูลการทำงานแผนกเย็บ

แบบจำลองสถานการณ์การผลิตระบบปรับปรุง ยังใช้ข้อมูลในการผลิต ขั้นตอนวิธีการ
 ระยะเวลาในการผลิต รวมถึงตัวแปร พารามิเตอร์ต่างๆ เหมือนกับแบบจำลองสถานการณ์ระบบ
 ปัจจุบันทุกประการ สิ่งที่เปลี่ยนแปลงคือ การส่งงานเข้าออกจากแผนกหนึ่งไปยังอีกแผนกหนึ่งไม่ได้รอ
 คำสั่งผลิตตอนเริ่มกะทำงานเกิดขึ้นวันละ 1 ครั้ง แต่จะเปลี่ยนเป็นรอสัญญาณผลิตจากแผนกถัดไปแทน
 รวมถึงงานที่กองรออยู่หน้าแผนกจะถูกกองรอจำนวนจำกัด โดยการคำนวณจากทฤษฎีคัมบัง อีกทั้งการ
 กองรียังต้องกองแบบแยกประเภทชัดเจน ไม่ได้กองรวมกันเหมือนกับแบบจำลองแบบปัจจุบัน



ภาพผนวกที่ ค2 การแยกหมวดสินค้าในแวร์เฮาส์

ภาพผนวกที่ ค2 แสดงการแบ่งงานที่กองรอในแวร์เฮาส์โดยการแยกประเภทเป็น
 งานที่ต้องผ่านกระบวนการปัก

- งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน
- งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 25 ขั้นตอน
- งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน
- งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 45 ขั้นตอน

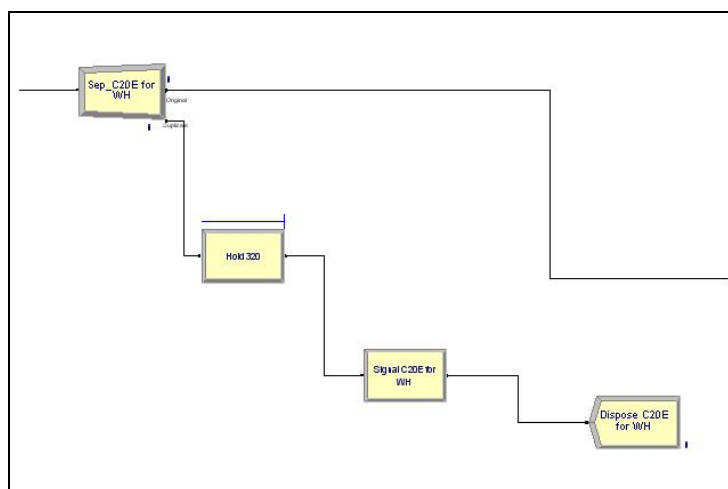
งานที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปัก

- งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน
- งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 25 ขั้นตอน
- งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน
- งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 45 ขั้นตอน

ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่แผนกเย็บเริ่มทำการเย็บสินค้า ที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน โดยทำงานดังกล่าวเป็นงานที่ต้องมีการปักกลดลาย แผนกเย็บสายการผลิตดังกล่าวจะส่งสัญญาณไปยังแผนกปักให้เริ่มทำงานปักสินค้าที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน เพื่อนำมาชดเชยงานที่แผนกเย็บได้ลงมือทำไปก่อนหน้านี้ จากนั้นเมื่อแผนกปักเริ่มทำงานดังกล่าว แผนกปักก็จะส่งสัญญาณไปยังแผนกตัดให้เริ่มทำการตัดสินค้าที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน เพื่อนำมาชดเชยงานที่แผนกปักได้ลงมือทำไปเช่นเดียวกัน และจากนั้นแผนกตัดเมื่อเริ่มกระบวนการตัดงานดังกล่าว ก็จะส่งสัญญาณไปที่แวร์เฮาส์เพื่อให้ส่งงานที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน เพื่อนำมาชดเชยงานที่ได้ลงมือทำไปเช่นเดียวกัน

ในกรณีเป็นงานที่ไม่มีการปักกลดลาย แผนกเย็บก็จะส่งสัญญาณไปยังแผนกตัดให้เริ่มทำการตัดสินค้าที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน โดยตรงและแผนกตัดก็จะส่งสัญญาณต่อไปยังแวร์เฮาส์อีกทอดหนึ่ง เป็นต้น

ด้วยเหตุนี้แบบจำลองแนวทางปรับปรุงจึงสามารถตัดส่วนงานซูปเปอร์มาร์เก็ตออกไปได้ เพราะไม่ต้องการใช้พื้นที่ในการคงคลังสินค้าอีกต่อไป แต่ละแผนกจะเริ่มกระบวนการก็ต่อเมื่อแผนกถัดไปร้องของานเพิ่ม เพียงแต่ต้องมีทำการสำรองงานไว้หน้าแผนกให้เพียงพอเท่านั้น ซึ่งขั้นตอนและวิธีการในการคำนวณจำนวนงานที่ต้องใช้สำรองไว้หน้าแผนกได้กล่าวไว้แล้วในหมวดวิธีการ



ภาพผนวกที่ ค3 กล้องส่งสัญญาณคัมบัง

ภาพผนวกที่ ค3 แสดงรายละเอียดการส่งสัญญาณคัมบังให้เริ่มทำการผลิต โดยเมื่อสินค้าที่กองรออยู่หน้าแผนกตรวจสอบแล้วพบว่าเครื่องจักรหรือสายการผลิตว่าง สินค้านั้นจะถูกส่งเข้าทำการผลิต แต่ก่อนที่จะเริ่มทำการผลิตสินค้านั้นจะต้องผ่านกล้องส่งสัญญาณคัมบัง ซึ่งเมื่อผ่านเข้าไปแล้วสินค้าจะผ่านโมดูลเซพาราท (Separate) ในที่นี้ใช้ชื่อว่า “Sep_C20E for WH” โดยตัวสินค้าจะผ่านและเข้าไปทำการผลิตต่อไป แต่ตัวโมดูลเซพาราทจะทำหน้าที่สำเนาสินค้าขึ้นอีกหนึ่งตัว สินค้าที่ถูกสำเนานี้จะถูกส่งไปยังโมดูลซิกแนลเพื่อส่งสัญญาณไปยังแผนกก่อนหน้าให้เริ่มทำการผลิตสินค้านั้นๆ ได้ จากนั้นสำเนาสินค้าดังกล่าวจะถูกลบไป แต่โมดูลซิกแนลทำการส่งสัญญาณได้เพียงครั้งเดียวเมื่อมีเอนทิตีผ่านโมดูล ดังนั้นจึงต้องมีโมดูลโฮลด์เป็นตัวตรวจสอบแผนกก่อนหน้าเสียก่อนว่า มีงานกองรอพร้อมที่จะเข้าทำงานเลขหรือไม่ ถ้าไม่มีโมดูลโฮลด์นี้จะทำการดึงงานดังกล่าวไว้ก่อน เพื่อไม่ให้มีการส่งสัญญาณโดยที่แผนกก่อนหน้าไม่มีงานให้เริ่มทำ แต่ถ้าแผนกก่อนหน้ามีงานกองรออยู่แล้ว โมดูลโฮลด์จะปล่อยงานเข้าสู่โมดูลซิกแนลเพื่อส่งสัญญาณต่อไป

ภาคผนวก ง

แบบจำลองสถานการณ์การผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูประบบจัดเซลล์

กระบวนการผลิตระบบการจัดเซลล์ (Cell Model)

แบบจำลองสถานการณ์ระบบการจัดเซลล์ คือ การจัดรูปแบบของพื้นที่การผลิตใหม่ ด้วยการจัดวางผังในรูปแบบเป็นกลุ่มหรือเป็นเซลล์การผลิต โดยจัดวางเครื่องจักรตามลำดับกระบวนการและจัดวางชิ้นงาน/เครื่องมืออุปกรณ์การทำงานในบริเวณที่สามารถหยิบใช้ได้อย่างสะดวกเมื่อต้องการใช้งาน เพื่อสนับสนุนให้เกิดการไหลของงานอย่างต่อเนื่องและสร้างความยืดหยุ่นต่อการผลิตสินค้าที่มุ่งตอบสนองความเปลี่ยนแปลงของลูกค้า นอกจากนี้ยังลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในสายการผลิต เช่น การใช้พื้นที่อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด และโดยเฉพาะที่สำคัญที่สุดลดช่วงเวลานำการผลิตให้สั้นลง ลดระยะทางการขนถ่ายที่ส่งผลต่อการลดรอบเวลาการผลิต มุ่งให้เกิดการลดเวลาในแถวคอย นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการเพิ่มผลิตภาพ ลดระดับปริมาณงานระหว่างผลิต เป็นต้น

แนวทางการปรับปรุงด้วยระบบการผลิตแบบเซลล์นั้น จะทำการปรับปรุงด้วยการจัดแบ่งเครื่องจักรเป็นกลุ่มๆ ไว้สำหรับผลิตภัณฑ์ในแต่ละหมวด ในขณะที่การกระบวนการและขั้นตอนการทำงาน ยังคงเหมือนกันกับแนวทางปรับปรุงก่อนหน้านี้ เพียงแต่เครื่องจักรจะถูกนำมาจัดเรียงไว้ติดต่อกัน ไม่ได้แบ่งตามแผนก ทำให้สามารถตัดระยะเวลาของกระบวนการขนส่งออกไปได้ การจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์แบบเดิมสามารถจัดแบ่งได้ดังนี้คือ

1. งานที่ต้องผ่านกระบวนการปัก
 - 1.1. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน
 - 1.2. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 25 ขั้นตอน
 - 1.3. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน
 - 1.4. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 45 ขั้นตอน
2. งานที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปัก
 - 2.1. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน
 - 2.2. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 25 ขั้นตอน
 - 2.3. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน
 - 2.4. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 45 ขั้นตอน

การจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์ใหม่พิจารณาจากความต้องการสินค้า ความรู้กับความสามารถหรือกำลังการผลิตของเครื่องจักรในแต่ละส่วนการทำงาน ได้กลุ่มผลิตภัณฑ์ใหม่ดังนี้

1. กลุ่มผลิตภัณฑ์ A

1.1. งานที่ต้องผ่านกระบวนการปัก

1.1.1. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน

1.1.2. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 25 ขั้นตอน

1.1.3. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 45 ขั้นตอน

1.2. งานที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปัก

1.2.1. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 20 ขั้นตอน

1.2.2. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 25 ขั้นตอน

1.2.3. งานที่มีขั้นตอนการเย็บ 45 ขั้นตอน

2. กลุ่มผลิตภัณฑ์ B

2.1. งานที่ต้องผ่านกระบวนการปัก ที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน

2.2. งานที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปัก ที่มีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน

กลุ่มเครื่องจักรที่ทำการจัดกลุ่มใหม่ เพื่อสำรองใช้สำหรับงานผลิตภัณฑ์แต่ละกลุ่มสามารถจัดได้ดังนี้

ตารางผนวกที่ 1 การแบ่งเครื่องจักรสำหรับการจัดเซลล์การผลิต

กลุ่มผลิตภัณฑ์	จำนวนเครื่องจักร/สายการผลิต		
	แผนกตัด (โต๊ะ)	แผนกปัก (เครื่อง)	แผนกเย็บ
A	1	1	แบ่งตามขั้นตอนการเย็บนั้นๆ
B	4	3	แบ่งตามขั้นตอนการเย็บนั้นๆ

แผนกตัดจะจัดโต๊ะทำงานไว้ 1 โต๊ะ สำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์ A ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นงานที่ต้องผ่านการปักหรือไม่ก็ต้องผ่านก็ตาม รวมทั้งที่มีขั้นตอนการเย็บแตกต่างกันด้วย การเข้าทำการผลิตก่อนหลังจะขึ้นอยู่กับว่าสินค้าแต่ละชิ้น ขึ้นไฉนมาก่อนจะได้เข้าทำการผลิตก่อน สำหรับกลุ่มผลิต B จะทำการจัดโต๊ะทำงานไว้ให้ 4 โต๊ะ โดยแบ่งเป็นงานที่ต้องผ่านกระบวนการปัก 3 โต๊ะ และงานที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปัก 1 โต๊ะ

แผนกปักจัดเครื่องจักรสำหรับปักสวดลายไว้ 1 เครื่องสำหรับงานที่ต้องผ่านกระบวนการปักของผลิตภัณฑ์กลุ่ม A และ 3 เครื่องสำหรับงานที่เป็นผลิตภัณฑ์กลุ่ม B

ส่วนแผนกเย็บนั้น งานในกลุ่มผลิตภัณฑ์แต่ละตัวจะมีขั้นตอนการเย็บเฉพาะตัวอยู่แล้ว จึงไม่ได้ทำการจัดกลุ่มสายการผลิตสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์แต่ประการใด

กระบวนการเริ่มต้นจากกระบวนการตัด ตัวอย่างเช่น งานที่ต้องผ่านกระบวนการปักและมีขั้นตอนการเย็บ 25 ขั้นตอน เริ่มต้นจะเข้าทำการตัด ณ โต๊ะงานที่จัดเตรียมไว้สำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์ A ซึ่งมีอยู่ 1 ตัว จากนั้นจะส่งเข้าเครื่องปักซึ่งมีให้เลือกทั้งหมด 3 เครื่อง ขึ้นอยู่กับว่าเครื่องจักรเครื่องใดว่างจากการผลิต และจากนั้นจะส่งเข้าไปเย็บในสายการผลิต 25 ขั้นตอน ซึ่งมีสายการผลิตอยู่ทั้งหมด 4 สายการผลิต และเช่นเดียวกันคือขึ้นอยู่กับว่าสายการผลิตใดว่างจากการผลิตอยู่ หรือในกรณีที่เป็นงานที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปักและมีขั้นตอนการเย็บ 40 ขั้นตอน กระบวนการเริ่มต้นจากการที่สินค้าถูกส่งเข้าตัดบนโต๊ะงานที่จัดเตรียมไว้สำหรับงานในกลุ่มผลิตภัณฑ์ B และสำหรับงานที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปัก ซึ่งมีอยู่ 1 ตัว จากนั้นสินค้าจะถูกส่งเข้าไปเย็บในสายการผลิตสำหรับงานเย็บ 40 ขั้นตอนทันที เป็นต้น การจัดกลุ่มเครื่องจักรแบบเซลล์แสดงดังภาพตัวอย่างในภาพที่ 25

ภาคผนวก จ

ผลการทดสอบสมมติฐานเพื่อทดสอบความถูกต้อง

ตารางผนวกที่ ๑1 ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณผลผลิต (Throughput) ระหว่างระบบจริงกับระบบปัจจุบัน (จำลอง) ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Division	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Actual	Current	Actual	Current	Actual	Current	Actual	Current			
CUT	17670.667	17264.800	10	10	1725.897	650.654	545.776	205.755	18	0.655	0.520
EMB	13666.660	12369.280	10	10	927.607	1844.448	293.335	583.265	18	1.909	0.072
SEW	15805.000	15459.350	10	10	1281.319	1241.801	405.188	392.692	18	0.543	0.593

ตารางผนวกที่ ๑2 ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องเวลาการทำงาน (Process Time) ระหว่างระบบจริงกับระบบปัจจุบัน (จำลอง) ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Division	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Actual	Current	Actual	Current	Actual	Current	Actual	Current			
CUT	0.540	0.367	10	10	0.260	0.086	0.082	0.027	18	1.994	0.061
EMB	17.809	15.552	10	10	6.258	3.038	1.978	0.961	18	1.026	0.318
SEW	48.847	49.379	10	10	13.781	17.015	4.357	5.380	18	-0.076	0.939

ตารางผนวกที่ ๓ ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณผลผลิต (Throughput) ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Division	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Current	Improve I	Current	Improve I	Current	Improve I	Current	Improve I			
CUT	20788.800	18948.800	10	10	678.153	1652.938	214.451	522.705	18	3.256	0.004
EMB	13108.480	9419.200	10	10	1799.600	1103.086	569.083	348.826	18	5.527	3.010E-05
SEW	18750.400	18899.200	10	10	1672.498	1593.565	528.890	503.929	18	-0.203	0.840

ตารางผนวกที่ ๔ ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณงานกองร่อนน้ำฝนกต่างๆ (WIP) ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Division	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Current	Improve I	Current	Improve I	Current	Improve I	Current	Improve I			
CUT	12178.148	3109.648	10	10	1233.605	136.705	390.100	43.230	18	23.105	7.86E-15
EMB	97973.456	8976.772	10	10	57119.826	401.682	18062.875	127..023	18	4.926	0.0001
SEW	48823.344	4430.928	10	10	23098.796	870.249	7304.480	275.197	18	6.073	9.70E-06

ตารางผนวกที่ ๐5 ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องประสิทธิภาพการทำงาน (Utilization) ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Division	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Current	Improve I	Current	Improve I	Current	Improve I	Current	Improve I			
CUT	0.830	0.865	10	10	0.096	0.101	0.030	0.032	18	-0.794	0.437
EMB	0.974	0.677	10	10	0.045	0.047	0.014	0.014	18	14.407	2.527E-11
SEW	0.897	0.943	10	10	0.204	0.073	0.032	0.012	18	-1.328	0.188

ตารางผนวกที่ ๐6 ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณผลผลิต (Throughput) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 กับระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Division	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Improve I	Improve II	Improve I	Improve II	Improve I	Improve II	Improve I	Improve II			
CUT	18948.8	18003.2	10	10	1652.938	1369.053	522.705	432.932	18	1.393	0.180
EMB	9419.2	7972.8	10	10	1103.086	1150.370	348.826	363.779	18	2.869	0.010
SEW	18899.2	18036.8	10	10	1593.565	1356.556	503.929	428.980	18	1.303	0.208

ตารางผนวกที่ ๗ ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องประสิทธิภาพเวลาการทำงาน (Efficiency) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 1 กับระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Division	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Improve I	Improve II	Improve I	Improve II	Improve I	Improve II	Improve I	Improve II			
CUT	0.865	0.923	10	10	0.101	0.052	0.031	0.016	18	-1.598	0.127
EMB	0.677	0.934	10	10	0.047	0.045	0.015	0.014	18	-12.337	3.222E-10
SEW	0.943	0.921	10	10	0.073	0.102	0.011	0.016	18	1.061	0.291

ตารางผนวกที่ ๘ ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณผลผลิต (Throughput) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบการจัดเซลล์ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Division	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Improve II	Cell	Improve II	Cell	Improve II	Cell	Improve II	Cell			
CUT	18003.200	17507.200	10	10	1369.053	1085.744	432.932	343.3424	18	0.897	0.381
EMB	7972.800	11363.200	10	10	1150.370	987.683	363.779	312.333	18	- 7.071	1.36E-06
SEW	18036.800	17488.000	10	10	1356.556	1123.626	428.980	355.321	18	0.985	0.337

ตารางผนวกที่ ๑9 ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณงานกองรอห้าแผนกต่างๆ (WIP) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบการจัดเซลล์ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Division	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Improve II	Cell	Improve II	Cell	Improve II	Cell	Improve II	Cell			
CUT	3109.648	3047.332	10	10	136.705	247.819	43.230	78.367	18	0.696	0.495
EMB	8976.772	8345.804	10	10	401.682	1000.759	127.023	316.467	18	1.850	0.081
SEW	4430.928	3011.608	10	10	870.249	1419.905	275.197	449.013	18	2.695	0.014

ตารางผนวกที่ ๑10 ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องประสิทธิภาพเวลาการทำงาน (Efficiency) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบการจัดเซลล์ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Division	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Improve II	Cell	Improve II	Cell	Improve II	Cell	Improve II	Cell			
CUT	0.923	0.993	10	10	0.052	0.014	0.016	0.004	18	-4.084	0.0006
EMB	0.934	0.971	10	10	0.045	0.047	0.014	0.014	18	-1.779	0.092
SEW	0.921	0.872	10	10	0.102	0.115	0.016	0.018	18	2.017	0.051

ตารางผนวกที่ ๑11 ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องเวลาไหลในกระบวนการผลิต (Throughput Time) ระหว่างระบบปัจจุบันกับระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Throughput Time	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Current	Improve II	Current	Improve II	Current	Improve II	Current	Improve II			
	49028.87	42428.375	10	10	2318.699	2384.337	733.2369	753.993			

ตารางผนวกที่ ๑12 ผลการทดสอบสมมติฐานการตรวจสอบความถูกต้องเวลาไหลในกระบวนการผลิต (Throughput Time) ระหว่างระบบปรับปรุงครั้งที่ 2 กับระบบการจัดเซลล์ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

Throughput Time	Mean		N		Standard Deviation		Standard Error		DF	T-Value	P-Value
	Improve II	Cell	Improve II	Cell	Improve II	Cell	Improve II	Cell			
	42428.375	42670.480	10	10	2384.337	2497.925	753.993	789.9133			

ภาคผนวก จ
ผลการจำลองสถานการณ์

Process						
Time per Entity						
VA Time Per Entity						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cut 1	13.9842	.10	13.5862	14.3843	12.4315	17.8990
Cut 2	13.9649	.11	13.4365	14.4698	12.4315	17.8990
Cut 3	13.9630	.11	13.5736	14.4955	12.4315	17.8990
Cut 4	13.9782	.08	13.5822	14.2671	12.5126	17.8990
Cut 5	13.9584	.09	13.4558	14.2764	12.5126	17.8990
EMBs Team	15.7083	1.03	11.2525	20.6141	8.0380	72.4440
Prepair_1	84.3159	3.34	72.3826	99.46	19.3642	176.85
Prepair_2	83.6512	3.03	70.4379	93.7592	19.3642	176.85
Prepair_3	84.0273	3.14	70.6229	94.9052	19.3642	176.85
Prepair_4	84.3147	3.33	69.4091	95.6976	19.3642	176.85
Prepair_5	84.0036	3.12	73.1183	96.2077	19.3642	176.85
Record Signal	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SEW 20step	0.6560	.16	0.00	0.8203	0.00	0.9045
SEW 25step	0.9300	.00	0.9299	0.9302	0.8245	1.0289
SEW 40step	1.2100	.00	1.2099	1.2101	1.0621	1.3606
SEW 45step	1.3400	.00	1.3398	1.3402	1.2537	1.4299
Working Signal	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NVA Time Per Entity						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Record Signal	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Working Signal	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Transfer Time Per Entity						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Record Signal	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Working Signal	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wait Time Per Entity						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cut 1	95.3937	16.86	21.3744	132.59	0.00	2351.94
Cut 2	95.3140	14.81	24.4360	127.30	0.00	2351.49
Cut 3	94.3933	17.77	32.2930	130.70	0.00	2354.54
Cut 4	93.5367	15.54	37.5896	128.28	0.00	2349.45
Cut 5	92.2247	14.75	31.5616	126.34	0.00	2352.00
EMBs Team	13.8110	.86	10.5195	18.0403	0.00	2340.00
Prepair_1	224.06	12.02	186.39	270.36	12.5126	2367.11
Prepair_2	225.49	11.37	186.27	263.02	12.4315	2365.88
Prepair_3	225.50	11.82	186.76	266.31	12.4315	2366.58
Prepair_4	225.16	11.67	181.62	264.09	12.5126	2368.71
Prepair_5	225.47	11.55	185.67	264.71	12.5126	2369.74
Record Signal	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SEW 20step	1.2708	.31	0.00	2.0155	0.00	2340.00
SEW 25step	1.7884	.05	1.7204	2.1585	0.00	2340.00
SEW 40step	2.2410	.02	2.1703	2.3251	0.00	2340.00
SEW 45step	2.5772	.11	2.4883	3.5174	0.00	2340.00
Working Signal	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Time Per Entity						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cut 1	109.38	16.89	35.0654	146.65	12.5126	2364.92
Cut 2	109.28	14.85	38.0650	141.29	12.4315	2364.13
Cut 3	108.36	17.80	46.2043	144.76	12.4315	2369.67
Cut 4	107.51	15.56	51.3936	142.15	12.5126	2362.33
Cut 5	106.18	14.78	45.3399	140.43	12.5126	2364.84
EMBs Team	29.5193	1.89	21.7721	38.6544	8.0380	2404.65
Prepair_1	308.38	15.28	260.36	369.82	32.0484	2513.23
Prepair_2	309.14	14.30	256.71	355.52	32.0940	2526.76
Prepair_3	310.53	14.89	257.38	361.21	32.1904	2510.34
Prepair_4	309.47	14.90	251.03	359.79	32.0484	2515.90
Prepair_5	309.48	14.57	258.79	360.92	31.9967	2532.36
Record Signal	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SEW 20step	1.9268	.47	0.00	2.8350	0.00	2340.86
SEW 25step	2.7184	.05	2.6504	3.0886	0.8245	2340.98
SEW 40step	3.4510	.02	3.3804	3.5351	1.0621	2341.32
SEW 45step	3.9172	.11	3.8281	4.8573	1.2537	2341.40
Working Signal	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ภาพผนวกที่ ๑1 ผลการจำลองสถานการณ์ระบบปัจจุบัน

Resource				
Usage				
Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
1A_25_1	0.9170	.05	0.6599	1.0000
1A_25_2	0.9170	.05	0.6600	1.0000
1A_40_1	0.9703	.03	0.7958	1.0000
1A_40_2	0.9703	.03	0.7955	1.0000
1B_40_1	0.9703	.03	0.7955	1.0000
1B_40_2	0.9703	.03	0.7956	1.0000
1B_40_3	0.9703	.03	0.7957	1.0000
1B_40_4	0.9703	.03	0.7956	1.0000
2A_25_1	0.9171	.05	0.6599	1.0000
2A_40_1	0.9703	.03	0.7956	1.0000
2A_40_2	0.9703	.03	0.7956	1.0000
2A_40_3	0.9703	.03	0.7957	1.0000
2A_40_4	0.9703	.03	0.7954	1.0000
2B_40_1	0.9703	.03	0.7956	1.0000
2B_40_2	0.9703	.03	0.7957	1.0000
2B_40_3	0.9703	.03	0.7955	1.0000
2B_40_4	0.9703	.03	0.7957	1.0000
3_25_1	0.9170	.05	0.6599	1.0000
3_40_1	0.9703	.03	0.7955	1.0000
3_40_2	0.9703	.03	0.7955	1.0000
3_40_3	0.9703	.03	0.7955	1.0000
3_40_4	0.9703	.03	0.7955	1.0000
5_40_1	0.9703	.03	0.7957	1.0000
5_40_2	0.9703	.03	0.7954	1.0000
5_40_3	0.9703	.03	0.7954	1.0000
5_40_4	0.9703	.03	0.7956	1.0000
Cutter 1	0.4000	.05	0.2634	0.6274
Cutter 2	0.3606	.05	0.2723	0.5972
Cutter 3	0.3394	.02	0.2739	0.4773
Cutter 4	0.3773	.06	0.2723	0.8070
Cutter 5	0.3609	.03	0.2707	0.4795
EMBs Team_1	0.9791	.02	0.7879	1.0000
EMBs Team_2	0.9789	.02	0.7869	1.0000
EMBs Team_3	0.9790	.02	0.7869	1.0000
EMBs Team_4	0.9791	.02	0.7875	1.0000
Prepair 1	1.9273	.19	1.1434	2.3245
Prepair 2	1.9373	.16	1.1236	2.2563
Prepair 3	1.9433	.19	1.2673	2.3384
Prepair 4	1.9278	.18	1.2506	2.2692
Prepair 5	1.9135	.17	1.2066	2.2692
TA_40_1	0.9703	.03	0.7956	1.0000
TA_40_2	0.9703	.03	0.7956	1.0000

ภาพผนวกที่ ๑1 (ต่อ)

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Cutting NumberIn	1342.85	19.68	1251.00	1387.00
Cutting NumberOut	1294.85	20.08	1206.00	1352.00
EMBs NumberIn	6775.50	412.91	5390.00	9090.00
EMBs NumberOut	5824.15	301.42	4470.00	6826.00
Order by Batch NumberOut	1080.65	43.64	931.00	1260.00
Sewing NumberIn	431400.00	20,646.29	358000.00	532000.00
Sewing NumberOut	403896.30	9,108.32	347408.00	429715.00
Super to EMBs NumberIn	6612.80	329.13	5198.00	7672.00
Super to EMBs NumberOut	6995.50	419.56	5535.00	9263.00
Super to Sew from EMBs NumberIn	325914.70	16,889.43	250320.00	381920.00
Super to Sewing from Cut NumberIn	148435.65	16,687.29	71338.00	217330.00
Super to Sewing from Cut NumberOut	109212.25	15,754.10	41409.00	159717.00
Super to Sewing from EMB NumberOut	339685.10	17,311.27	263592.00	399995.00
Warehouse NumberIn	4714.90	170.51	4260.00	5468.00
Warehouse NumberOut	1342.85	19.68	1251.00	1387.00

Usage

None	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cutting NumberInQ	30.6110	1.33	26.0638	34.6449	0.00	50.0000
Cutting TaktTime	33.3990	.53	31.9540	35.8115	0.00	2436.75
Cutting ThroughputTime	1446.47	86.33	1160.33	1738.02	618.17	3781.65
Cutting WaitingTime	1025.97	58.25	844.30	1239.23	0.00	3583.06
EMB TaktTime	7.5175	.42	6.3281	9.6628	0.00	2793.00
EMB ThroughputTime	9454.68	2,821.99	1443.52	20027.32	8.0400	28781.80
EMBs NumberInQ	1496.09	438.74	206.09	3109.60	0.00	4132.00
EMBs WaitingTime	9430.48	2,822.29	1421.75	20004.12	0.00	28781.80
Order by Batch TaktTime	40.2775	1.58	34.2692	46.4580	0.00	2444.50
Order by Batch ThroughputTime	48577.81	981.59	45869.47	53628.92	23446.17	75912.96
Order ThroughputTime	48530.94	971.90	45607.30	53360.12	23420.15	75950.08
Sewing NumberInQ	46436.86	15,116.39	14555.85	150240.16	2748.00	179415.00
Sewing TaktTime	0.1072	.00	0.1005	0.1243	0.00000000	2340.42
Sewing ThroughputTime	3903.75	1,267.02	1888.40	12994.96	569.80	56008.62
Sewing WaitingTime	3900.52	1,267.11	1885.03	12992.53	0.00	56008.62
Super to EMBs NumberInQ	200.73	69.52	71.0541	558.26	0.00	2659.00
Super to EMBs WaitingTime	1363.20	470.96	555.85	3861.39	301.40	15169.51
Super to Sewing from Cut NumberInQ	48256.84	16,340.72	11649.84	150616.62	0.00	203367.00
Super to Sewing from Cut WaitingTime	10676.45	4,053.91	549.71	30467.97	299.92	68477.08
Super to Sewing from EMB NumberInQ	14291.45	4,795.97	4653.67	42994.14	0.00	62332.00
Super to Sewing from EMB WaitingTime	1761.68	488.90	808.96	4153.54	0.1866	39292.53
Warehouse NumberInQ	5053.00	200.30	3989.13	5644.77	2158.00	7801.00
Warehouse WaitingTime	43358.68	1,189.81	37740.41	47971.24	22808.21	65985.12

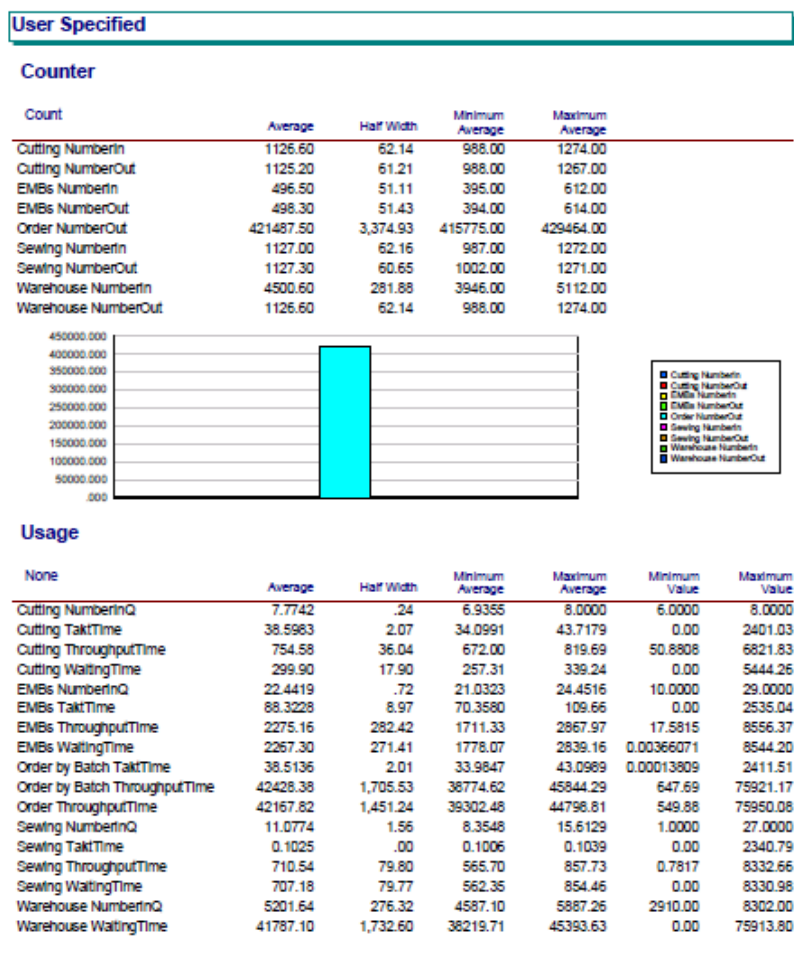
ภาพผนวกที่ ๑1 (ต่อ)

Process						
Time per Entity						
VA Time Per Entity						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cut 1	13.8009	.14	13.4934	14.2065	12.4702	17.9634
Cut 2	13.7944	.14	13.4350	14.1788	12.4702	17.9634
Cut 3	13.8156	.16	13.4981	14.1602	12.4702	17.9634
Cut 4	13.8253	.11	13.5931	14.0600	12.4702	17.9634
Cut 5	13.7907	.15	13.4816	14.1251	12.4702	17.8928
EMBs Team	13.8721	1.05	11.0068	16.5824	8.0380	65.8620
Prepair_1	84.3187	3.91	76.0109	89.8080	22.4748	173.89
Prepair_2	84.9791	4.40	73.7446	92.9506	22.4748	173.89
Prepair_3	84.1603	3.91	74.4454	91.8197	22.4748	173.89
Prepair_4	85.8334	3.98	77.3023	91.5184	22.4748	173.89
Prepair_5	85.6440	4.40	75.2746	93.2628	22.4748	169.56
Process 172	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SEW 20step	0.8208	.00	0.8163	0.8247	0.7272	0.8742
SEW 25step	0.9301	.00	0.9275	0.9319	0.8687	0.9925
SEW 40step	1.2097	.00	1.2084	1.2109	1.1036	1.3126
SEW 45step	1.3392	.00	1.3351	1.3415	1.2805	1.4052
NVA Time Per Entity						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Process 172	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Transfer Time Per Entity						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Process 172	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wait Time Per Entity						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cut 1	117.65	5.97	105.29	132.43	0.00	2350.48
Cut 2	109.12	6.87	94.0281	125.24	0.00	2340.00
Cut 3	110.46	13.29	94.0354	153.53	0.00	2352.22
Cut 4	89.7902	8.91	63.9383	105.25	0.00	2347.23
Cut 5	63.7145	8.19	40.7880	79.7393	0.00	2340.00
EMBs Team	39.7877	3.30	29.5203	45.9968	0.00	2378.57
Prepair_1	219.93	9.26	199.41	236.82	0.00	2355.61
Prepair_2	224.57	10.88	197.73	246.96	0.00	2353.08
Prepair_3	233.35	11.16	205.57	252.93	0.00	2351.84
Prepair_4	248.02	14.89	216.22	276.58	0.00	2353.05
Prepair_5	379.66	65.46	277.01	569.37	0.00	2340.00
Process 172	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SEW 20step	2.3093	.24	1.7220	2.7237	0.00	2340.85
SEW 25step	1.9678	.05	1.8572	2.0439	0.00	2340.47
SEW 40step	2.1453	.09	1.9916	2.3099	0.00	2340.00
SEW 45step	3.0881	.08	2.9691	3.3600	0.00	2341.25
Total Time Per Entity						
	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cut 1	131.46	6.00	118.96	146.31	12.4702	2363.28
Cut 2	122.92	6.88	107.67	139.25	12.4702	2355.69
Cut 3	124.27	13.29	107.90	167.54	12.4702	2364.81
Cut 4	103.62	8.89	77.7575	118.93	12.4702	2359.83
Cut 5	77.5052	8.12	54.6751	93.3468	12.4702	2352.84
EMBs Team	53.6598	4.31	40.5271	62.5782	8.0380	2423.11
Prepair_1	304.25	13.05	275.42	325.33	22.4748	2497.18
Prepair_2	309.55	15.14	271.47	338.14	22.4748	2482.22
Prepair_3	317.51	14.79	280.01	343.51	22.4748	2501.23
Prepair_4	333.85	17.67	293.52	366.63	22.4748	2497.18
Prepair_5	465.31	66.88	363.79	659.79	22.4748	2495.10
Process 172	0.00	.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SEW 20step	3.1301	.24	2.5403	3.5484	0.7272	2341.70
SEW 25step	2.9979	.05	2.7856	2.9746	0.8687	2341.42
SEW 40step	3.3650	.09	3.2023	3.5184	1.1038	2341.27
SEW 45step	4.4274	.08	4.3106	4.6985	1.2805	2342.60
Accumulated Time						

ภาพผนวกที่ ๑๒ ผลการจำลองสถานการณ์ระบบปรับปรุง

Resource				
Usage				
Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
1A_25_1	0.9904	.01	0.9459	1.0000
1A_25_2	0.9904	.01	0.9459	1.0000
1A_40_1	0.9767	.01	0.9623	1.0000
1A_40_2	0.9766	.01	0.9623	1.0000
1B_40_1	0.9766	.01	0.9624	1.0000
1B_40_2	0.9766	.01	0.9624	1.0000
1B_40_3	0.9766	.01	0.9623	1.0000
1B_40_4	0.9765	.01	0.9623	1.0000
2A_25_1	0.9904	.01	0.9460	1.0000
2A_40_1	0.9765	.01	0.9624	1.0000
2A_40_2	0.9765	.01	0.9624	1.0000
2A_40_3	0.9765	.01	0.9624	1.0000
2A_40_4	0.9765	.01	0.9624	1.0000
2B_40_1	0.9762	.01	0.9613	1.0000
2B_40_2	0.9762	.01	0.9613	1.0000
2B_40_3	0.9762	.01	0.9614	1.0000
2B_40_4	0.9762	.01	0.9613	1.0000
3_25_1	0.9904	.01	0.9460	1.0000
3_40_1	0.9765	.01	0.9623	1.0000
3_40_2	0.9765	.01	0.9623	1.0000
3_40_3	0.9764	.01	0.9623	1.0000
3_40_4	0.9764	.01	0.9622	1.0000
5_40_1	0.9765	.01	0.9624	1.0000
5_40_2	0.9765	.01	0.9622	1.0000
5_40_3	0.9764	.01	0.9616	1.0000
5_40_4	0.9763	.01	0.9612	1.0000
Cutter 1	0.3567	.06	0.2717	0.5298
Cutter 2	0.3204	.05	0.2634	0.4344
Cutter 3	0.3528	.09	0.2478	0.5678
Cutter 4	0.2989	.06	0.2095	0.4696
Cutter 5	0.3099	.07	0.1825	0.4612
EMBs Team_1	0.9624	.03	0.8652	0.9997
EMBs Team_2	0.9606	.03	0.8640	0.9984
EMBs Team_3	0.9587	.03	0.8557	0.9986
EMBs Team_4	0.9562	.03	0.8470	0.9986
Prepair 1	2.2015	.03	2.1474	2.2533
Prepair 2	2.0416	.07	1.8805	2.1847
Prepair 3	1.8608	.09	1.6835	2.0991
Prepair 4	1.4161	.07	1.2726	1.5979
Prepair 5	1.1851	.13	0.8502	1.4317
TA_40_1	0.9763	.01	0.9614	1.0000

ภาพผนวกที่ ๑2 (ต่อ)



ภาพผนวกที่ ๑2 (ต่อ)

Process

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cut 1	13.7412	.24	13.2090	14.2248	12.0688	17.6755
Cut 2	13.7219	.17	13.2126	14.0364	12.5266	17.7898
Cut 3	13.6981	.18	13.2365	14.1024	12.5266	17.8073
Cut 4	13.8619	.38	13.1799	14.8961	12.5047	17.9605
Cut 5	13.8539	.39	13.1843	14.9856	12.5047	17.9605
EMBs Team1	18.1414	3.68	10.9643	25.0133	8.0380	61.4480
EMBs Team2_4	14.7429	1.75	11.6214	18.8324	8.0380	59.4960
Prepair_1	60.8932	7.25	64.0784	94.3191	21.3302	154.24
Prepair_2	65.8886	7.62	65.5813	104.15	32.1601	170.25
Prepair_3	65.1983	7.88	62.7633	104.53	32.1601	170.25
Prepair_4	66.8572	10.02	64.0028	103.07	26.6730	167.82
Prepair_5	67.4371	10.34	63.0205	102.74	26.6730	167.82
SEW 20step	0.8179	.00	0.8136	0.8230	0.7458	0.8653
SEW 25step	0.9303	.00	0.9257	0.9358	0.8605	0.9974
SEW 40step	1.2097	.00	1.2078	1.2113	1.1002	1.3161
SEW 45step	1.3404	.00	1.3360	1.3435	1.2777	1.4182

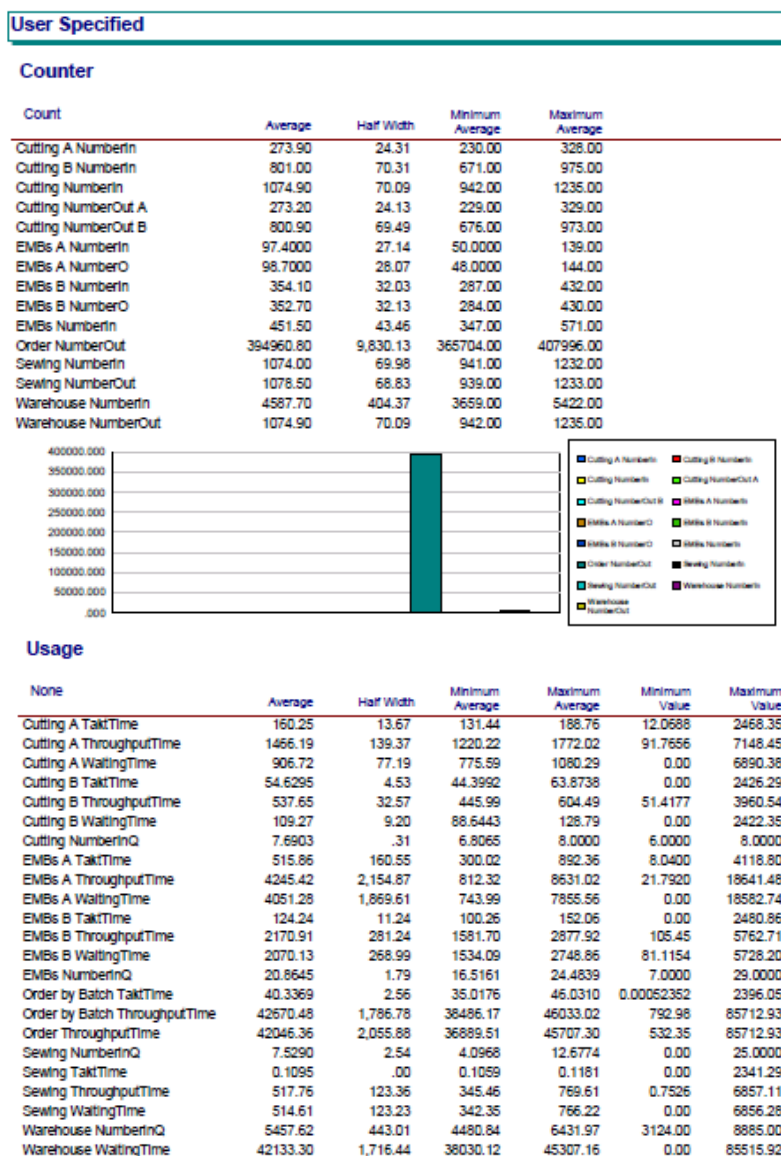
Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cut 1	108.39	8.45	87.9648	129.44	0.00	2348.43
Cut 2	91.8316	8.02	77.1556	106.53	0.00	912.87
Cut 3	76.1533	7.86	68.1145	105.06	0.00	909.42
Cut 4	112.05	11.50	85.1898	134.51	0.00	2348.06
Cut 5	89.7775	11.44	67.7152	114.68	0.00	2341.63
EMBs Team1	106.27	37.81	37.6789	202.90	0.00	2421.37
EMBs Team2_4	38.1220	4.38	28.9163	47.1136	0.00	2363.48
Prepair_1	354.68	71.54	256.35	524.18	0.00	2564.69
Prepair_2	194.37	19.05	160.68	249.35	0.00	1439.75
Prepair_3	223.31	16.85	178.77	261.80	0.00	1412.43
Prepair_4	242.26	22.41	190.56	288.57	0.00	2365.15
Prepair_5	282.38	33.98	195.03	353.51	0.00	2357.82
SEW 20step	2.0976	.28	1.3552	2.6536	0.00	2340.83
SEW 25step	1.4175	.11	1.0961	1.5959	0.00	2340.00
SEW 40step	2.0056	.21	1.4569	2.3109	0.00	2340.10
SEW 45step	2.6162	.20	2.1494	2.9706	0.00	2341.26

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cut 1	122.13	8.56	101.17	143.25	12.0688	2364.04
Cut 2	105.55	8.03	91.0136	120.37	12.5266	926.28
Cut 3	89.8513	7.89	81.8108	118.79	12.5266	924.52
Cut 4	125.91	11.66	98.3698	149.41	12.5047	2362.79
Cut 5	103.63	11.36	81.3815	128.70	12.5047	2356.49
EMBs Team1	124.42	41.36	48.6432	227.45	8.0420	2456.73
EMBs Team2_4	52.8649	6.12	40.5377	65.0520	8.0380	2422.17
Prepair_1	435.57	74.64	320.43	614.59	30.5724	2643.24
Prepair_2	280.26	25.85	226.26	353.51	35.0190	1563.01
Prepair_3	308.51	24.28	241.53	366.33	32.1601	1551.57
Prepair_4	329.12	31.70	254.56	391.64	26.6730	2511.71
Prepair_5	369.81	43.54	258.05	450.26	26.6730	2507.82
SEW 20step	2.9155	.28	2.1782	3.4714	0.7526	2341.66
SEW 25step	2.3478	.11	2.0266	2.5268	0.8605	2340.98
SEW 40step	3.2153	.21	2.6659	3.5216	1.1002	2341.27
SEW 45step	3.9666	.20	3.4925	4.3098	1.2777	2342.61

ภาพผนวกที่ ๓ ผลการจำลองสถานการณ์ระบบจัดเซลล์

Resource				
Usage				
Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
1A_25_1	0.7991	.06	0.6675	0.9053
1A_25_2	0.7992	.06	0.6675	0.9053
1A_40_1	0.9519	.04	0.8255	1.0000
1A_40_2	0.9519	.04	0.8253	1.0000
1B_40_1	0.9517	.04	0.8254	1.0000
1B_40_2	0.9518	.04	0.8257	1.0000
1B_40_3	0.9517	.04	0.8251	1.0000
1B_40_4	0.9516	.04	0.8257	1.0000
2A_25_1	0.7989	.06	0.6676	0.9053
2A_40_1	0.9516	.04	0.8253	1.0000
2A_40_2	0.9515	.04	0.8249	1.0000
2A_40_3	0.9516	.04	0.8252	1.0000
2A_40_4	0.9515	.04	0.8249	1.0000
2B_40_1	0.9507	.04	0.8214	1.0000
2B_40_2	0.9506	.04	0.8211	1.0000
2B_40_3	0.9506	.04	0.8210	1.0000
2B_40_4	0.9505	.04	0.8206	1.0000
3_25_1	0.7990	.06	0.6676	0.9053
3_40_1	0.9512	.04	0.8223	1.0000
3_40_2	0.9511	.04	0.8223	1.0000
3_40_3	0.9511	.04	0.8221	1.0000
3_40_4	0.9511	.04	0.8221	1.0000
5_40_1	0.9511	.04	0.8222	1.0000
5_40_2	0.9511	.04	0.8222	1.0000
5_40_3	0.9509	.04	0.8216	1.0000
5_40_4	0.9509	.04	0.8215	1.0000
Cutter 1	0.3654	.09	0.2561	0.6691
Cutter 2	0.2499	.04	0.1877	0.3506
Cutter 3	0.1963	.04	0.1323	0.2752
Cutter 4	0.3130	.06	0.2341	0.4676
Cutter 5	0.3207	.10	0.1573	0.6180
EMBs Team_1	0.9278	.07	0.6935	1.0000
EMBs Team_2	0.9495	.03	0.8570	0.9949
EMBs Team_3	0.9445	.04	0.8435	0.9920
EMBs Team_4	0.9397	.04	0.8316	0.9922
Prepair 1	2.1598	.09	1.9203	2.2692
Prepair 2	1.4854	.10	1.2206	1.6838
Prepair 3	1.0759	.16	0.8151	1.4256
Prepair 4	2.0345	.07	1.9086	2.1658
Prepair 5	1.4678	.29	0.9526	2.0476
TA_40_1	0.9508	.04	0.8217	1.0000

ภาพผนวกที่ ๓ (ต่อ)



ภาพผนวกที่ ๓ (ต่อ)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวเบญจพร เลิศพัฒนนนท์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 17 พฤศจิกายน 2524
สถานที่เกิด	สุราษฎร์ธานี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (สถิติประยุกต์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักศึกษาปริญญาโท
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	นำเสนอการประชุมวิชาการสถิติและสถิติประยุกต์ ประจำปี 2551 ร่วมกับสมาคมสถิติแห่งประเทศไทย และ เครือข่ายการวิจัยสถิติศาสตร์
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-