บทที่ 4 การจำลองสถานการณ์

ผู้วิจัยได้เริ่มต้นทำแบบจำลองการผลิตของโรงงานโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในบทก่อนหน้ามาใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ จากนั้นผู้วิจัยได้เปรียบเทียบผลของแบบจำลองที่ได้กับระบบการผลิตปัจจุบันของโรงงาน เพื่อดูว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นมีความเหมาะสมที่จะนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ต่อในการสร้างแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึง จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้จากทั้งสองระบบที่ได้จากการจำลองมาเปรียบเทียบเพื่อดูผลความแตกต่างของทั้งสองระบบ ในบทนี้ทางผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอเป็นขั้นตอนหลักดังนี้

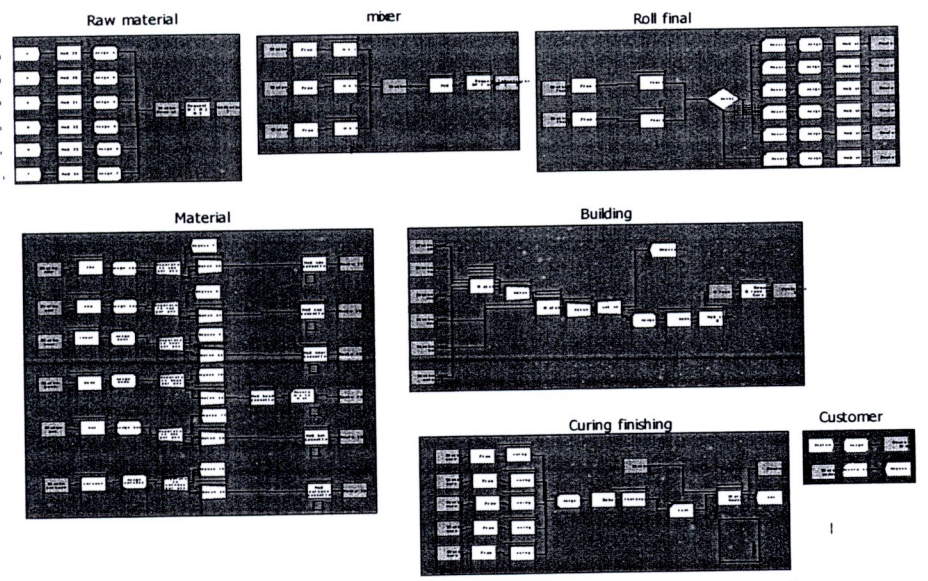
4.1 การจำลองระบบการผลิตปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง

4.2 การจำลองระบบการผลิตแบบดึงโดยใช้บัตรคัมบังในโรงงานตัวอย่าง

4.3 เปรียบเทียบระบบการผลิตปัจจุบันกับระบบการผลิตแบบดึง

4.1 การจำลองระบบการผลิตปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง

ระบบการผลิตปัจจุบันของโรงงานที่ทำการศึกษาเป็นระบบการผลิตแบบผลัก ประกอบไปด้วยกระบวนการผลิตหลักอยู่ 4 คือ กระบวนการผสมวัตถุดิบ กระบวนการเตรียมชิ้นส่วน กระบวนการประกอบยาง และ กระบวนการอบยาง ซึ่งได้นำข้อมูลจริงที่ได้จากการผลิตของโรงงานตัวอย่างมาใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบการผลิตปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างบนโปรแกรม Arena ตัวอย่างของแบบจำลองได้แสดงดังรูปที่ 4.1 ในภาพได้แสดงถึงลักษณะของโมดูลต่างๆที่ต้องใช้ในการสร้างแบบจำลองในแต่ละกระบวนการ โดยในหัวข้อถัดไปทางผู้วิจัยได้กล่าวถึงสิ่งจำเป็นที่ต้องกำหนดก่อนการสร้างแบบจำลอง และวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์



รูปที่ 4.1 แบบจำลองระบบการผลิตปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง

4.1.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นของการจำลองสถานการณ์

การตั้งค่าเริ่มต้นของการจำลองสถานการณ์ต้องกำหนดความยาวในแต่ละรอบการผลิต ค่าจำนวนรอบในการทำซ้ำ ช่วงเวลาการแกว่งของข้อมูล เพื่อให้ผลที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับระบบการผลิตจริงมากที่สุด

4.1.1.1 การกำหนดความยาวในแต่ละรอบการผลิต

ผู้วิจัยได้กำหนดความยาวรอบการผลิตไว้ที่ 168 ชั่วโมง หรือเท่ากับระยะเวลาการทำงานที่ 1 สัปดาห์ โดยมีเหตุผลมาจากโรงงานตัวอย่างจะมีการปรับความต้องการของลูกค้าทุกสัปดาห์ จากนั้นจะทำการปรับแผนผลิตให้ตรงความต้องการของลูกค้าใหม่ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่ารอบการผลิตตามที่กล่าวไว้

4.1.1.2 การกำหนดจำนวนรอบทำซ้ำ

จำนวนรอบทำซ้ำที่เหมาะสม จะทำให้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองนั้นอยู่ในค่าที่ยอมรับได้ ทางผู้วิจัยได้เลือกกำหนดนำค่าจำนวนงานที่ผลิตในขั้นตอนสุดท้ายจากแบบจำลองมากำหนดจำนวนรอบทำซ้ำที่เหมาะสม ค่าตั้งต้นที่ได้จากการทำซ้ำ 5 รอบจะได้ค่าเท่ากับ 343.20 ± 29.6 จากนั้นทางผู้วิจัยได้กำหนดค่าความแปรปรวนที่ต้องการ เพื่อให้แบบจำลองมีค่าความแปรปรวนใกล้เคียงกับระบบงานจริงมากที่สุด โดยกำหนดค่าเท่ากับ 15 จากนั้นแทนค่าที่ได้ทั้งหมดลงในสูตรการกำหนดจำนวนรอบทำซ้ำ ตามที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 วิธีการคำนวณสามารถแสดงได้ดังนี้

$$n \cong n_0\left(\frac{h_0^2}{h^2}\right)$$

n = จำนวนรอบการทำซ้ำที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดความแปรปรวนตามค่าควาคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยที่สามารถยอมรับได้

n_0 = จำนวนรอบการทำซ้ำที่เกิดจากการทดลองคราวๆ มีค่าเท่ากับ 5

h = ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยที่สามารถยอมรับได้มีค่าเท่ากับ 15

h_0 = ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยที่เกิดจากการทดลองคราวๆ มีค่าเท่ากับ 29.6

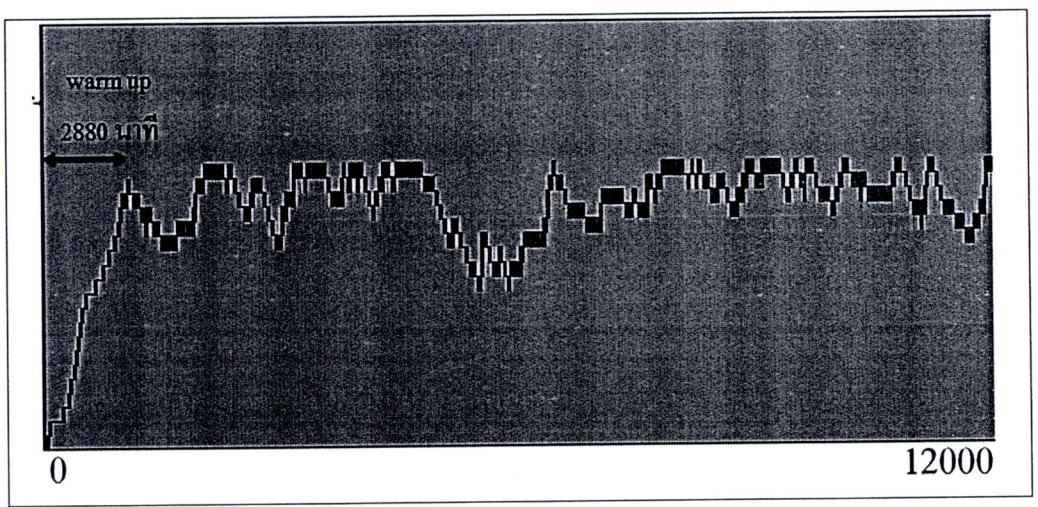
แทนค่าในสูตรจะได้

$$n \cong 5\left(\frac{29.6^2}{15^2}\right)$$

สรุปจากการคำนวณ ได้ค่าจำนวนรอบทำซ้ำที่เหมาะสมประมาณ 20 รอบการทดลอง ที่จะทำให้ค่าความแปรปรวนอยู่ ± 15

4.1.1.3 ช่วงเวลาการแกว่งของข้อมูล

เนื่องจากระบบการผลิตปัจจุบันของโรงงานตัวอย่างเป็นระบบที่ไม่มีการสิ้นสุด ทางผู้วิจัยจึงต้องกำหนดค่าการแกว่งตัวของข้อมูล เพื่อให้แบบจำลองระบบการผลิตที่ทำขึ้นมีความใกล้เคียงกับระบบการผลิตปัจจุบันมากที่สุด ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสังเกตค่าของจำนวนงานระหว่างกระบวนทั้งหมดที่ปรากฏในกราฟดังรูปที่ 4.2 จากนั้นผู้วิจัยได้ประมาณค่าในช่วงเริ่มต้นให้มีค่าเท่ากับ 2,880 นาที



รูปที่ 4.2 ภาพที่ใช้หาค่าแกว่งตัวของข้อมูล

4.1.2 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์จะประกอบไปด้วย การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) การทดสอบความถูกต้อง (Validation)

4.1.2.1 การพิสูจน์ยืนยัน

ทางผู้วิจัยได้มีการศึกษาเวลาและขั้นตอนกระบวนการผลิตในทุกกระบวนการจากโรงงานการผลิตปัจจุบันอย่างละเอียด จากนั้นได้สร้างแบบจำลองระบบการผลิตให้ตรงข้อกำหนดทุกประการ ในการพิสูจน์ยืนยัน ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองจึงมาจากกระบวนการผลิตจริงทุกประการ

4.1.2.2 การทดสอบความถูกต้อง

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์จะต้องมีการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นกับระบบงานจริง โดยที่ทั้งสองระบบจะต้องไม่มีความแตกต่างกัน ทางผู้วิจัยจึงได้เลือกนำค่ารอบของการผลิตงาน และจำนวนงานระหว่างกระบวนการมาเป็นตัวแปร ในการเปรียบเทียบผล โดยผลของจำนวนรอบของการผลิตงานได้แสดงดังตารางที่ 4.1 โดยที่ผู้วิจัยจะนำค่าเฉลี่ยของรอบการผลิตและ ค่าความแปรปรวน มาทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ากลางของสองประชากรที่มีการกระจายตัวแบบปกติ และอิสระต่อกัน ในส่วนของจำนวนงานระหว่างกระบวนการผู้วิจัยได้เปรียบเทียบผลในโปรแกรม Minitab ซึ่งผู้วิจัยได้อธิบายไว้ในลำดับต่อไป

ตารางที่ 4.1 รอบการผลิตงานของระบบการผลิตปัจจุบันและระบบจำลองการผลิต

รอบทำซ้ำ	ระบบการผลิตปัจจุบัน	ระบบจำลองการผลิต
1	4,825	4,699.03
2	4,817	4,675.49
3	4,811	4,747.58
4	4,827	4,800.82
5	4,772	4,765.13
6	4,748	4,795.71
7	4,867	4,778.58
8	4,794	4,784.04
9	4,787	4,803.57
10	4,762	4,813.76
11	4,731	4,817.08
12	4,859	4,817.68
13	4,797	4,818.89
14	4,819	4,823.31
15	4,815	4,821.78
16	4,748	4,828.25
17	4,856	4,833.7
18	4,853	4,831.44
19	4,757	4,837.25
20	4,814	4,837.4
ค่าเฉลี่ย	4,802.95	4,796.52
ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน	40.23	44.75

การกำหนดค่าตัวแปร

$n_x = 20$ $\quad$ $n_y = 20$

$\bar{x} = 4{,}802.95$ $\quad$ $\bar{y} = 4{,}796.52$

$s_x = 40.23$ $\quad$ $s_y = 44.75$

จากตารางผู้วิจัยได้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ากลางของสองประชากรโดยใช้ 2 Samples t-test ในการพิสูจน์ว่าประชากรทั้งสองมีค่ากลางต่างกันหรือไม่ แต่เนื่องจาก 2 Samples t-test มีอยู่ 2 วิธี ผู้วิจัยจะต้องเลือกระหว่าง t-test: Two Sample Assuming Equal Variances กับ t-test: Two Sample Assuming Unequal Variances ซึ่งความแตกต่างของทั้ง 2 วิธีนี้อยู่ที่ค่า Variance ของประชากรทั้งสองกลุ่ม ต่างกันหรือไม่ โดยการเลือก f-test มาวิเคราะห์ทดสอบผ่านค่า Variance ของตัวอย่างที่สุ่มมาจากทั้งสองประชากร ผู้วิจัยสามารถตั้งสมมติฐานจะได้ดังนี้

$$H_0 : \sigma_x^2 = \sigma_y^2$$

$$H_1 : \sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$$

ก) กำหนดค่าแอลฟ่า $\alpha = 0.05$

ข) ตัวทดสอบสถิติ $F = \frac{s_x^2}{s_y^2}$ ได้ค่า = 1.24

ค) หาค่าองศาอิสระ $df = (n_x - 1),(n_y - 1)$ ได้ค่า = (19),(19)

ง) เปิดตาราง F จะได้ค่า $f_{0.05/19,19} = 2.19$

จ) เปรียบเทียบค่าทดสอบกับบริเวณวิกฤต

สรุปสมมติฐาน โดยเทียบ F ที่คำนวณได้กับ F-Critical ที่ได้จากตาราง โดยถ้า F > F-critical ให้ปฏิเสธ H_0 แต่ผลจากการทดสอบได้ว่า F < F-critical จึงสรุปว่าเรายอมรับ H_0 นั่นคือไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ Variances ดังนั้นผู้วิจัยต้องเลือกใช้ t-test: Two Sample Assuming Equal Variances ในการทดสอบสมมติฐานว่าสองประชากรนี้มีค่ากลางต่างกันหรือไม่

ผู้วิจัยได้เลือกใช้ t-test: Two Sample Assuming Equal Variances t -test มาทดสอบ โดยการตั้งสมมติฐานที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % และทำการคำนวณเพื่อทดสอบสมมติฐานหลักและสมมติฐานรองตามขั้นตอนดังนี้

ตั้งสมมติฐาน

H_0 : ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างรอบระยะเวลาการผลิตของระบบการผลิตแบบปัจจุบันกับระบบจำลองการผลิต

H_1 : มีความแตกต่างกันระหว่างรอบระยะเวลาการผลิตของระบบการผลิตแบบปัจจุบันกับระบบจำลองการผลิต

ก) กำหนดค่าแอลฟ่า $\alpha = 0.05$

ข) ตัวทดสอบสถิติ $t = \dfrac{(\bar{x} - \bar{y})}{s_p \sqrt{(\dfrac{1}{n_x} + \dfrac{1}{n_y})}}$

$$s_p^2 = \frac{(n_x - 1)s_x^2 + (n_y - 1)s_y^2}{n_x + n_y - 2} = 1{,}810.50$$

เมื่อแทนค่าของ s_p ลงใน t-test จะได้ค่า t ที่คำนวณได้ = -0.47

ค) หาค่าองศาอิสระ $df = n_x + n_y - 2$ ได้ค่า = 38

ง) เปิดตาราง t จะได้ค่า $t_{\alpha/2,38} = \pm 2.026$

จ) เปรียบเทียบค่าทดสอบกับบริเวณวิกฤต

สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน เมื่อ t = -0.47 ซึ่งมากกว่า -2.026 และน้อยกว่า 2.026 จึงยอมรับสมมติฐานหลักที่ว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างระบบการผลิตแบบปัจจุบันกับระบบจำลองการผลิตแบบดึงอย่างมีนัยสำคัญ

จากนั้นผู้วิจัยได้ทดสอบค่ากลางของจำนวนงานระหว่างกระบวนการทุกชิ้นงานเพื่อทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองอีกครั้งโดยที่ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานดังนี้

H_0 : ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างจำนวนงานระหว่างกระบวนการของระบบการผลิตแบบปัจจุบันกับระบบจำลองการผลิต

H_1 : มีความแตกต่างกันระหว่างจำนวนงานระหว่างกระบวนการของระบบการผลิตแบบปัจจุบันกับระบบจำลองการผลิต

ผลวิเคราะห์ที่ได้ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก ค ซึ่งผลที่ได้ทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2 โดยผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าในทุกชิ้นงานของระบบการผลิตแบบปัจจุบันกับแบบจำลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.2 ผลทดสอบความแตกต่างของงานระหว่างกระบวนการ

ชิ้นงาน	ผลทดสอบสมมติฐาน	ชิ้นงาน	ผลทดสอบสมมติฐาน
แก้มยาง	Accept H_0	คอมปาวด์ A	Accept H_0
หน้ายาง	Accept H_0	คอมปาวด์ B	Accept H_0
ยางชั้นใน	Accept H_0	คอมปาวด์ C	Accept H_0
ขอบยาง	Accept H_0	คอมปาวด์ D	Accept H_0
เข็มขัดยาง	Accept H_0	คอมปาวด์ E	Accept H_0
โครงยาง	Accept H_0	คอมปาวด์ F	Accept H_0
ยางรถยนต์ดิบ	Accept H_0		

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลปัญหางานหมดอายุในปี 2552 มาตรวจสอบหาโอกาสเกิดปัญหางานหมดอายุ พบว่า ในปี 2552 มีโอกาสการเกิดปัญหางานหมดอายุ 37% (ข้อมูลอยู่ที่ภาคผนวก ก3) และจากผลที่ผู้วิจัยได้รับจากแบบจำลองตามตารางที่ 4.3 พบว่าโอกาสในการเกิดปัญหางานหมดอายุจากการทดลองจำนวน 20 พบว่ามีปัญหางานหมดอายุอยู่ที่ 7 ครั้ง ซึ่งคิดเป็นโอกาสการเกิดปัญหาเท่ากับ 35% เมื่อเปรียบเทียบโอกาสการเกิดปัญหางานหมดอายุที่ได้จากแบบจำลองระบบการผลิตและแบบปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง ผู้วิจัยพบว่าทั้งสองระบบมีโอกาสการเกิดปัญหาที่ใกล้เคียงกัน

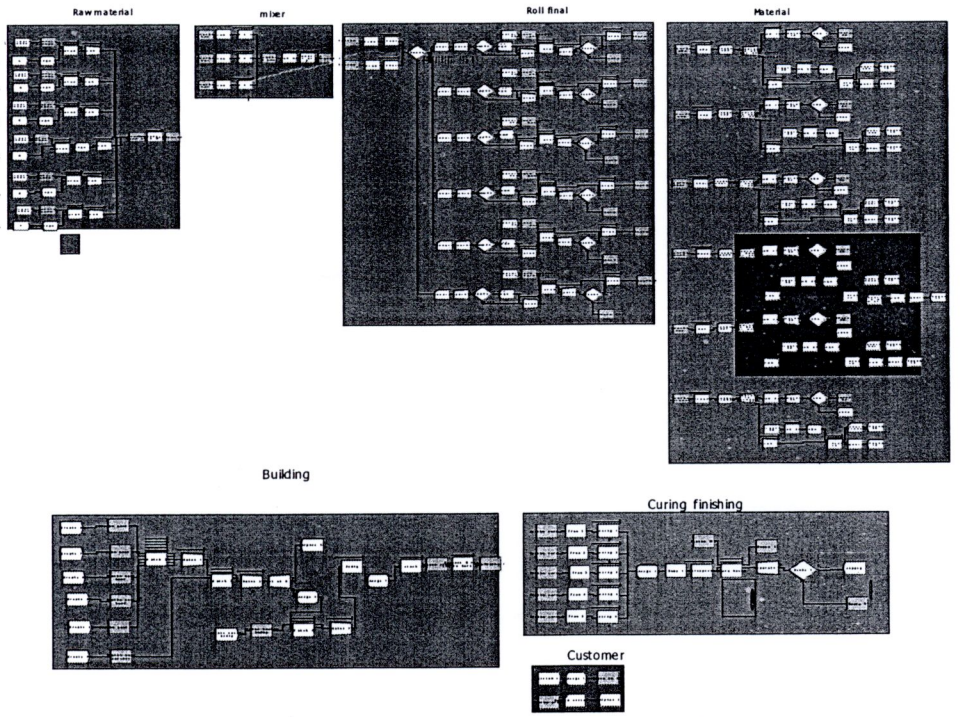
ตารางที่ 4.3 การเกิดปัญหางานหมดอายุที่พบจากแบบจำลอง

รอบทำซ้ำที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
งานหมดอายุ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
รอบทำซ้ำที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
งานหมดอายุ	ไม่พบ	ไม่พบ	พบ	พบ	พบ	ไม่พบ	พบ	พบ	พบ	พบ

ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองระบบการผลิตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมานั้นไม่มีความแตกต่างกันกับระบบงานปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญ ตามการทดสอบสมมติฐานที่กล่าวไว้ข้างต้น อีกทั้งปัญหาของงานหมดอายุที่เกิดขึ้นในแบบจำลองนั้นยังมีโอกาสในการเกิดปัญหาที่ใกล้เคียงกับระบบการผลิตเดิมของโรงงานตัวอย่าง ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำแบบจำลองระบบการผลิตที่สร้างขึ้นมานั้นไปพัฒนาสร้างแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึงได้ต่อไป

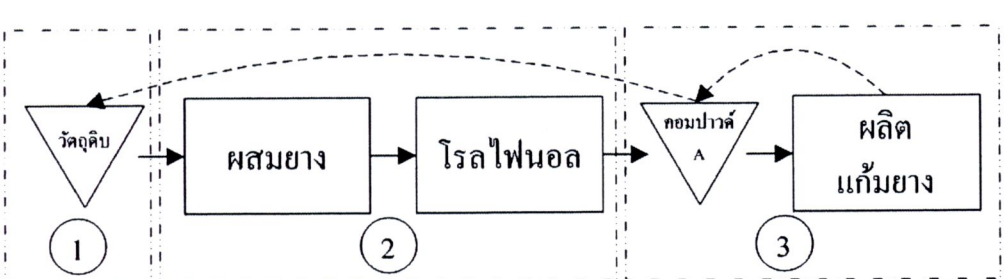
4.2 การจำลองระบบการผลิตแบบดึงโดยใช้บัตรคัมบังในโรงงานตัวอย่าง

โรงงานตัวอย่างประสบกับระบบการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดปริมาณชิ้นงานระหว่างกระบวนการที่มากเกินความต้องการ และเกิดปัญหางานหมดอายุดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนั้นโรงงานตัวอย่างจำเป็นจะต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบของการผลิตของโรงงาน ระบบการผลิตแบบดึงจึงได้ถูกประยุกต์ใช้ในโรงงานตัวอย่าง จากนั้นได้เลือกสร้างแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึงเพื่อเป็นตัวแทนแนวความคิด และใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงในการเปลี่ยนแปลงระบบการผลิต โดยได้ใช้ข้อมูลที่ได้มาจากการสร้างแบบจำลองระบบการผลิตแบบเดิมของโรงงานตัวอย่าง มานำเสนอให้กับทางผู้บริหารของโรงงานตัวอย่างเพื่อการตัดสินใจ รูปแบบของแบบจำลองการผลิตแบบดึงที่ใช้ในโปรแกรม Arena สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.3 ในรูปจะประกอบไปด้วยโมดูลต่างๆที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งทางผู้วิจัยได้อธิบายความหมายของแต่ละโมดูลไว้ในลำดับต่อไป

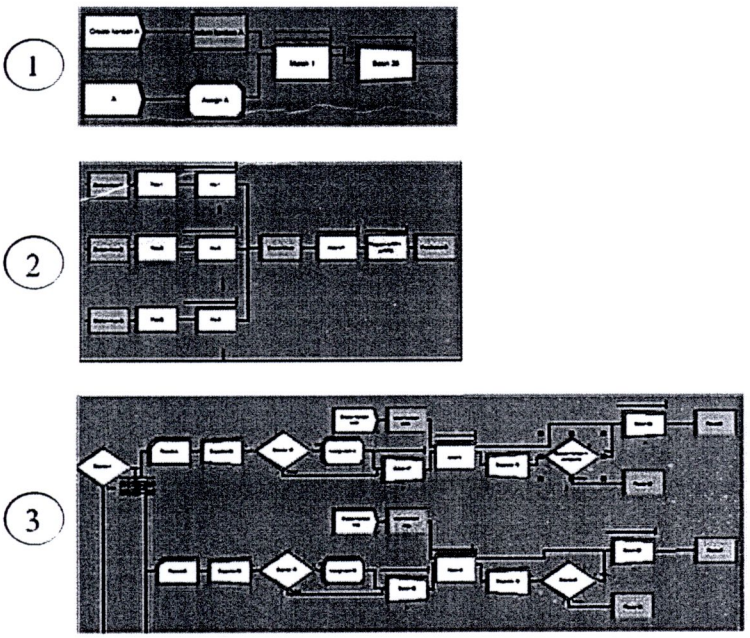


รูปที่ 4.3 แบบจำลองระบบการผลิตแบบดึง

ขั้นตอนนี้ได้แสดงลำดับขั้นตอนในการเขียนแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Arena มาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจผู้วิจัยจะขอยกตัวอย่างในส่วนของกระบวนการผสมวัตถุดิบ มาอธิบายวิธีการสร้างแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึง การสร้างแบบจำลองสถานการณ์จำเป็นที่จะต้องนำความสัมพันธ์ของกระบวนการผสมวัตถุดิบ และกระบวนการเตรียมชิ้นส่วนมาสร้างแนวความคิด โดยใช้แนวความคิดที่ว่ากระบวนการเตรียมชิ้นส่วนคือ ลูกค้าที่ต้องการคอมปาวด์ A และกระบวนการผสมวัตถุดิบ ต้องทำการผลิตคอมปาวด์ A เพื่อส่งให้กับลูกค้า ในรูปที่ 4.4 สามารถอธิบายแนวคิดดังที่กล่าวไว้ข้างต้นได้ ส่วนรูปที่ 4.5 ใช้ในการแสดงรูปแบบการจำลองระบบการผลิตด้วยโปรแกรม Arena ในส่วนของโปรแกรมนี้เพื่อให้ง่ายต่อการอธิบาย ทางผู้วิจัยจะขอเลือกอธิบายเพียงโมดูลที่ใช้ในการเขียนแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึงเท่านั้น



รูปที่ 4.4 แนวคิดระบบดึงในกระบวนการผสมวัตถุดิบ



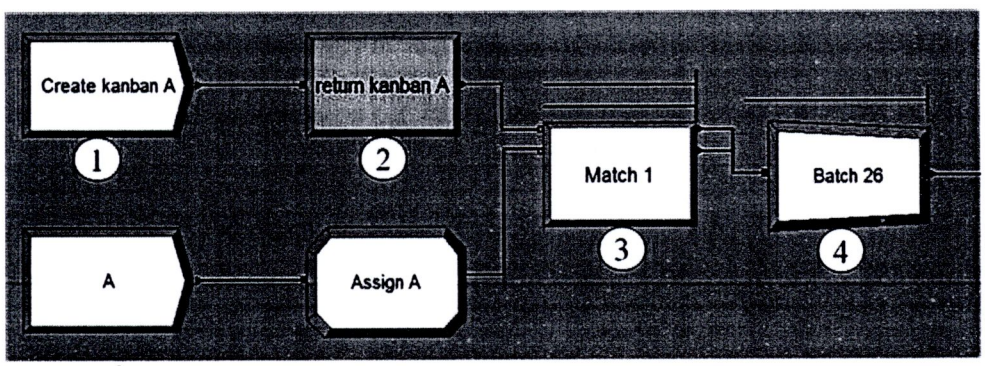
รูปที่ 4.5 ระบบดึงในกระบวนการผสมวัตถุดิบของคอมปาวด์ A ในโปรแกรม Arena

4.2.1 การกำหนดจำนวนบัตรคัมบังในแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึง

วิธีการกำหนดจำนวนบัตรคัมบัง ผู้วิจัยได้นำเอาโมดูล "Create" มาใช้เพื่อกำหนดให้จำนวนบัตรคัมบังให้เป็นไปตามค่าที่กำหนดไว้ และสามารถที่จะปรับเปลี่ยนค่าได้ จากนั้นผู้วิจัยได้นำเอาบัตรคัมบัง และชิ้นงานติดเข้าด้วยกันด้วย โมดูล "Batch" เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการผลิต หลังจากผลิตเสร็จ ชิ้นงานจะถูกนำไปเก็บไว้ที่สโตร์เพื่อรอเบิกต่อไป

4.2.1.1 ขั้นตอนเขียนโปรแกรม

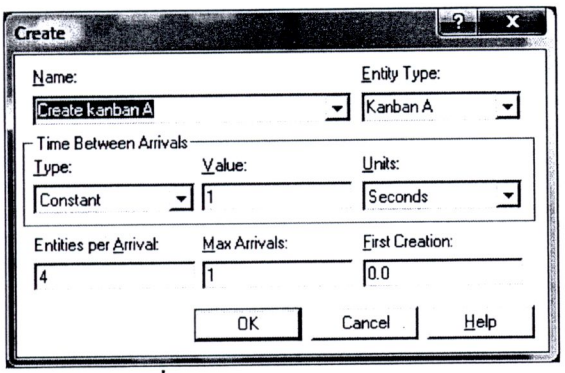
การเขียนโปรแกรมในส่วนของการกำหนดบัตรคัมบัง ผู้วิจัยได้ลำดับการอธิบายไว้ตามรูปที่ 4.6 ซึ่งได้แสดงโมดูลที่ใช้ในการกำหนดบัตรคัมบังทั้งหมด



รูปที่ 4.6 การจำลองระบบการผลิตในส่วนของการกำหนดจำนวนบัตรคัมบัง

ก) สร้างโมดูล “Create”

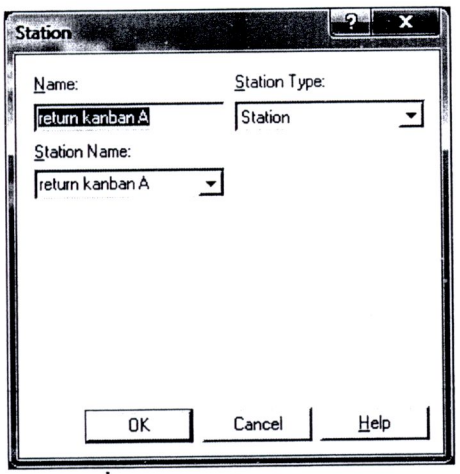
ผู้วิจัยได้ใช้โมดูล “Create” มาเป็นตัวกำหนดจำนวนบัตรคัมบังคอมปาวด์ A การกำหนดค่า Entity Type คือการกำหนดชนิดของวัตถุที่จะสร้างขึ้น โดยการที่จะกำหนดชนิดได้นั้นจำเป็นที่จะต้องกำหนดชนิดวัตถุไว้ก่อนแล้วในโมดูล “Entity” จึงทำให้สามารถที่จะเลือกเป็น “Kanban A” ในส่วนของการกำหนดจำนวนของบัตรคัมบังให้กำหนดที่ Entities per Arrival โดยกำหนดค่าเท่ากับ 4 เพื่อให้บัตรคัมบังมาพร้อมกัน 4 ใบ และเลือกให้ Max Arrivals เท่ากับ 1 เพราะจะให้บัตรคัมบังนั้นมาเพียงครั้งเดียวเท่านั้น



รูปที่ 4.7 แสดงโมดูล “Create”

ข) สร้างโมดูล “Station”

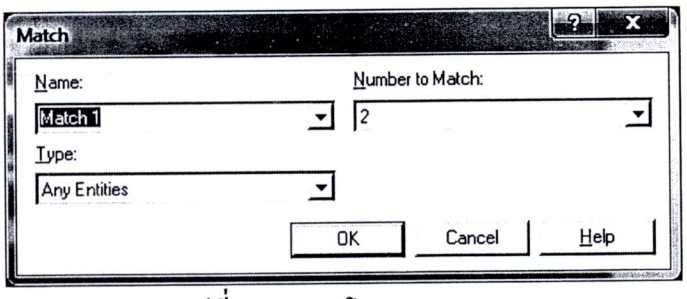
โมดูล “Station” สร้างไว้เพื่อรอรับบัตรคัมบังคอมปาวด์ A ที่ถูกส่งกลับมาหลังจาก คอมปาวด์ A ถูกนำไปใช้แล้ว การกำหนดค่าให้ตั้งชื่อที่ Station Name



รูปที่ 4.8 แสดงโมดูล “Station”

ค) สร้างโมดูล “Match”

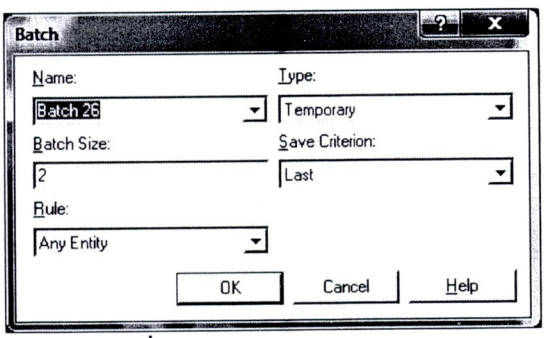
การเก็บวัตถุดิบเพื่อรอบัตรคัมบังคอมปาวด์ A ได้เลือกใช้โมดูล “Match” เมื่อมีบัตรคัมบังมาโมดูลนี้จะปล่อยให้บัตรคัมบัง และวัตถุดิบ ถูกปล่อยออกไปพร้อมกัน ในการกำหนดค่าให้เลือก Number to Match เท่ากับ 2 เพราะถ้ามีวัตถุ 2 ชนิดมาพร้อมกันระบบจะปล่อยวัตถุ



รูปที่ 4.9 แสดงโมดูล “Match”

ง) สร้างโมดูล “Batch”

การรวมกันระหว่าง บัตรคัมบังคอมปาวด์ A และวัตถุดิบ จะถูกรวมด้วยโมดูล “Batch” การกำหนดค่าให้เลือก Type เป็น Temporary และเลือก Batch Size เท่ากับ 2 เพราะต้องการรวมวัตถุ 2 ชนิด



รูปที่ 4.10 แสดงโมดูล “Batch”

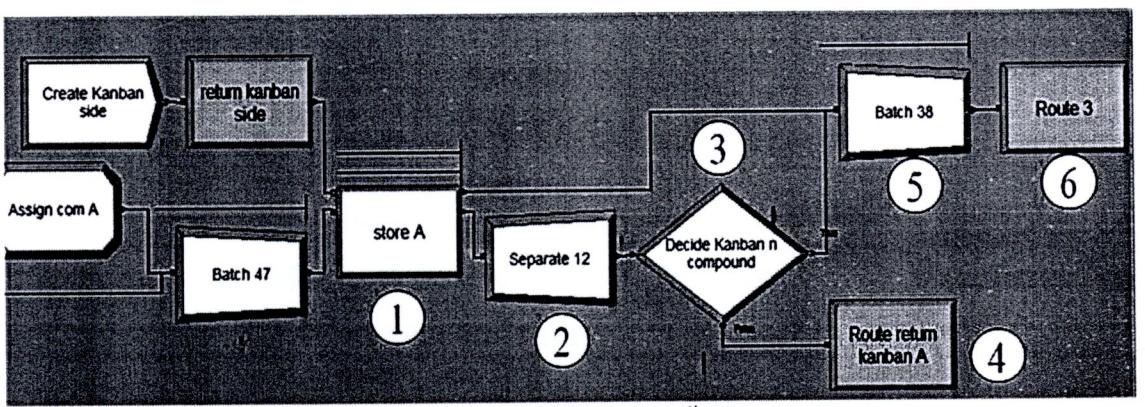
4.2.2 การเบิกชิ้นงานโดยใช้บัตรคัมบัง

ในขั้นตอนนี้ทางผู้วิจัยนำความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของกระบวนการหลัง เชื่อมโยงกับการจัดเก็บงานในกระบวนการก่อนหน้า โดยสามารถอธิบายด้วยโมเดลที่ยกมาเป็นตัวอย่างได้ว่า เมื่อมีความต้องการใช้ คอมปาวด์ A จากกระบวนการผลิตแก้มยาง ความต้องการนั้นจะมาในรูปแบบของบัตรคัมบังของแก้มยางมารวมกับคอมปาวด์ A ที่สโตร์ ในโมดูล “Match” จากนั้นบัตรคัมบัง A ที่ติดอยู่กับคอมปาวด์ A จะถูกปลดออกด้วยโมดูล “Separate” เพื่อส่งบัตรคัมบังกลับไปให้กระบวนการผสมวัตถุดิบทำเพิ่มขึ้นมาเติมในสโตร์ ในส่วนของคอมปาวด์ A จะถูกติดด้วยบัตรคัมบังของแก้มยาง

เมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปแล้วคอมปาวด์ A จะเปลี่ยนไปเป็น แก้มยางซึ่งจะถูกเก็บไว้ในสโตร์ พร้อมกับบัตรคัมบัง เพื่อรอกระบวนการหลังมาดึงไปใช้ต่อไป

4.2.2.1 ขั้นตอนเขียนโปรแกรม

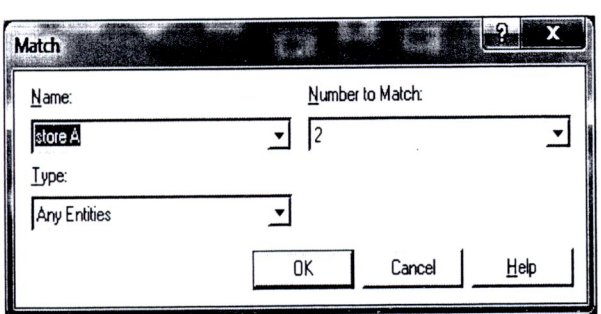
การเขียนโปรแกรมในส่วนของการเบิกชิ้นงานโดยใช้บัตรคัมบัง ผู้วิจัยได้ลำดับการอธิบายไว้ตามรูปที่ 4.11 ซึ่งได้แสดงโมดูลที่ใช้ในการกำนดบัตรคัมบังทั้งหมด



รูปที่ 4.11 การจำลองระบบการผลิตในส่วนของขั้นตอนปลดบัตรคัมบัง

ก) สร้างโมดูล “Match” ของการเบิกชิ้นงาน

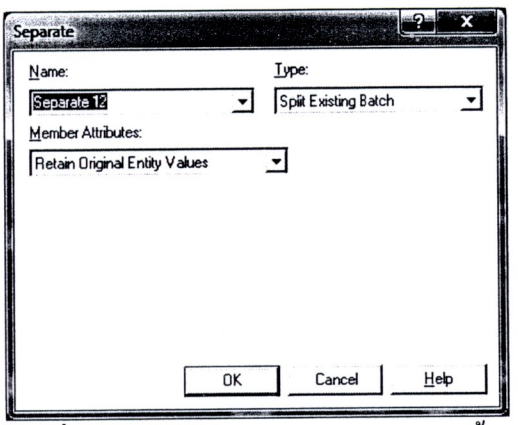
โมดูลนี้จะเป็นการจัดเก็บงานที่ผลิตเสร็จแล้วเพื่อรอให้มีความต้องการเข้ามา เมื่อมีความต้องการเข้ามางานและความต้องการจะถูกปล่อยออกไปพร้อมกัน การใส่ค่าให้เลือกใส่ค่าของ “Number to Match” เท่ากับสองคือ ประกอบไปด้วย บัตรคัมบังแก้มยาง และ คอมปาวด์ A



รูปที่ 4.12 โมดูล “Match” ของการเบิกชิ้นงาน

ข) สร้างโมดูล “Separate” ของการเบิกชิ้นงาน

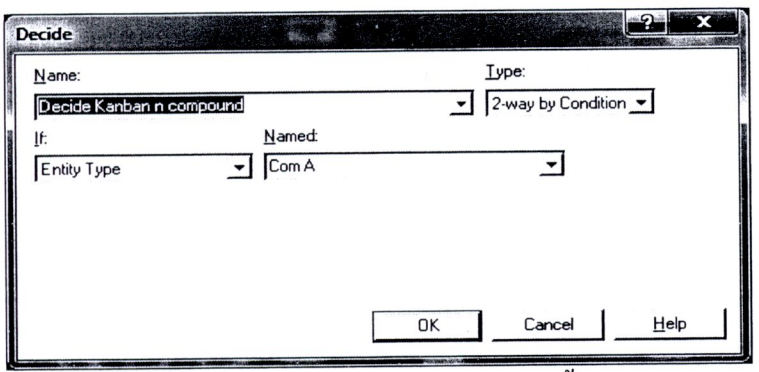
เพื่อแยกบัตรคัมบังคอมปาวด์ A กับ คอมปาวด์A ออกจากกัน การเลือกค่าในส่วนของ Type จะกำหนดค่าเป็น “Split Existing Batch” เพื่อให้งานที่ได้รวมกันไว้ก่อนหน้านี้ถูกแยกออกจากกัน จากนั้นปรับค่าของ Member Attributes ให้เป็น “Retain Original Entity Values” เพื่อให้งานที่แยกเสร็จแล้วคืนค่าตามเดิมของเอนติตี้นั้นๆ



รูปที่ 4.13 โมดูล "Separate" ของการเบิกชิ้นงาน

ค) สร้างโมดูล "Decide" ของการเบิกชิ้นงาน

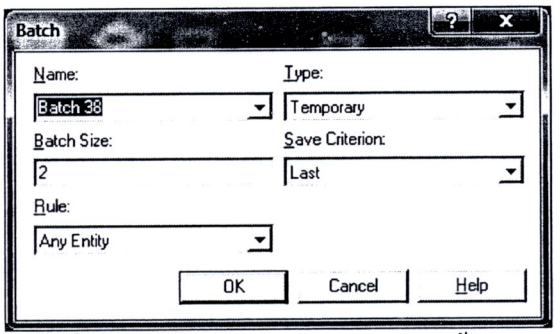
การพิจารณาว่าอะไรคือ บัตรคัมบังหรือคอมปาวด์ A หลังจากถูกแยกแล้ว โมดูล "Decide" จะถูกนำมาใช้เพื่อพิจารณา โดยเลือก Type ให้เป็น "2-way by Condition" และเลือกกำหนดให้พิจารณาตามชนิดของ "Entity" โดยเลือกให้ คอมปาวด์ A เป็นจริง เพื่อให้คอมปาวด์ A ถูกส่งไปยังกระบวนการต่อไป ส่วนบัตรคัมบังคอมปาวด์ A จะเป็นเท็จ



รูปที่ 4.14 โมดูล "Decide" ของการเบิกชิ้นงาน

ง) สร้างโมดูล "Batch" ของการเบิกชิ้นงาน

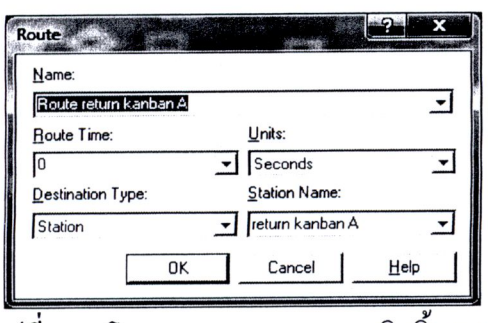
โมดูล "Batch" จะรวมคอมปาวด์ A ที่แยกจากบัตรคัมบังคอมปาวด์ A มารวมกับบัตรคัมบังแก้มยาง โดยการกำหนดค่าจะเลือก Type ให้เป็น "Temporary" เพื่อให้คอมปาวด์ A และบัตรคัมบังรวมกับแบบชั่วคราว



รูปที่ 4.15 โมดูล "Batch" ของการเบิกชิ้นงาน

จ) สร้างโมดูล "Route" ของการเบิกชิ้นงาน

บัตรคัมบังคอมปาวด์ A จะถูกส่งผ่านโมดูล "Route" เพื่อส่งบัตรคัมบังกลับไปยังกระบวนการก่อนหน้า โดยเลือกปลายทาง Station Name เป็น "Return kanban A"



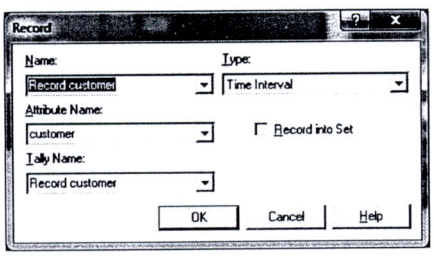
รูปที่ 4.16 โมดูล "Route" ของการเบิกชิ้นงาน

ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดลักษณะเดียวกันนี้สร้างความเชื่อมโยงในแต่ละกระบวนการตั้งแต่ ลูกค้าไปที่กระบวนการประกอบยาง กระบวนการประกอบยางนำชิ้นงานจากกระบวนการเตรียมชิ้นส่วนไปผลิต กระบวนการเตรียมชิ้นส่วนนำคอมปาวด์มาเพื่อผลิตชิ้นงานเติม ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดลักษณะนี้สร้างแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึงจนครบทั้งกระบวนการ แล้วนำผลที่ได้จากแบบจำลองมานำเสนอต่อไป

4.2.3 การทดลองปรับขนาดจำนวนบัตรคัมบัง

ผู้วิจัยได้นำสูตรคำนวณบัตรคัมบังของบริษัทโตโยต้ามาเป็นค่าเริ่มต้นบัตรคัมบังในการทดลองแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึง เริ่มแรกข้อมูลที่ผู้วิจัยใช้คำนวณในสูตรผู้วิจัยเลือกนำข้อมูลที่มากที่สุดมาคำนวณในสูตร ทำให้เชื่อได้ว่าจำนวนบัตรคัมบังที่คำนวณไว้นั้นสามารถที่จะปรับลดจำนวนลงมาได้อีก ผู้วิจัยได้ใช้วิธีทดลองปรับลดบัตรคัมบังลงให้เหลือน้อย โดยที่ระบบการผลิตจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เหมือนเดิม และไม่มีการรอคอยเกิดขึ้นในส่วนของลูกค้า การเขียนโปรมแกรมทางผู้วิจัยได้เลือกใช้โมดูล Record ดังรูปที่ 4.17 เพื่อช่วยบันทึกช่วงเวลาที่

ลูกค้าเข้ามาและนำสินค้าออกไป โดยที่ผลที่บันทึกนั้นจะต้องมีค่าเท่ากับ ศูนย์ นั้นคือไม่เกิดการรอคอยจากลูกค้า ซึ่งผลที่ได้จากการปรับจำนวนบัตรคัมบังแสดงดังตารางที่ 4.4 ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลของบัตรคัมบังที่คำนวณได้จากสูตรของบริษัทโตโยต้า และผลจากการที่ผู้วิจัยทดลองปรับลดจำนวนบัตรคัมบัง



รูปที่ 4.17 โมดูล "Record" บันทึกเวลารอคอยของลูกค้า

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบจำนวนบัตรคัมบังที่คำนวณได้กับการทดลองปรับลดบัตรคัมบัง

กระบวนการ	ชิ้นงาน	จำนวนบัตรคัมบัง	
		คำนวณจากสูตร	ทดลองปรับลดบัตรคัมบัง
ผสมวัตถุดิบ	คอมปาวด์ A	6	4
	คอมปาวด์ B	6	4
	คอมปาวด์ C	5	3
	คอมปาวด์ D	4	2
	คอมปาวด์ E	3	2
	คอมปาวด์ F	4	3
เตรียมชิ้นส่วน	แก้มยาง	6	3
	หน้ายาง	5	3
	ยางชั้นใน	4	2
	ขอบยาง	3	2
	เข็มขัดยาง	4	2
	โครงยาง	3	2
ประกอบยาง	ยางรถยนต์ดิบ	475	460

ผลที่ได้จากที่ผู้วิจัยทดลองปรับลดจำนวนบัตรคัมบังในแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึง พบว่าจำนวนบัตรคัมบังลดจำนวนลงในทุกกระบวนการ ทำให้งานระหว่างกระบวนการในทุกกระบวนการนั้นจะลดลงจากระบบการผลิตแบบเดิมของโรงงานตัวอย่าง ในส่วนของผลที่ได้จากแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึงผู้วิจัยได้อธิบายไว้ในหัวข้อถัดไป

4.2.4 สรุปผลที่ได้จากแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึง

ผลที่ได้จากการประมวลผลสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.5 - 4.9 ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลจำนวนงานระหว่างกระบวนการในทุกกระบวนการ รอบระยะเวลาในการผลิตงาน และระยะเวลาการจัดเก็บชิ้นงาน

ตารางที่ 4.5 จำนวนงานระหว่างกระบวนการที่กระบวนการผสมวัตถุดิบ (แบทช)

รอบทำซ้ำที่	คอมปาวด์ A	คอมปาวด์ B	คอมปาวด์ C	คอมปาวด์ D	คอมปาวด์ E	คอมปาวด์ F
1	9.36	8.71	6.50	5.27	5.40	5.86
2	9.39	8.71	6.54	5.31	5.42	5.88
3	9.39	8.75	6.57	5.30	5.42	5.91
4	9.40	8.76	6.57	5.30	5.44	5.94
5	9.40	8.77	6.54	5.28	5.43	5.93
6	9.40	8.78	6.55	5.29	5.44	5.94
7	9.41	8.78	6.56	5.29	5.44	5.95
8	9.42	8.77	6.55	5.28	5.43	5.94
9	9.42	8.78	6.55	5.28	5.44	5.94
10	9.42	8.78	6.55	5.28	5.44	5.94
11	9.42	8.79	6.55	5.28	5.44	5.94
12	9.42	8.79	6.55	5.28	5.44	5.95
13	9.42	8.79	6.55	5.28	5.44	5.94
14	9.42	8.79	6.54	5.27	5.44	5.94
15	9.42	8.79	6.54	5.28	5.45	5.95
16	9.43	8.79	6.55	5.28	5.44	5.94
17	9.43	8.79	6.55	5.28	5.45	5.94
18	9.43	8.80	6.54	5.28	5.45	5.95
19	9.43	8.80	6.55	5.28	5.45	5.95
20	9.43	8.79	6.54	5.28	5.45	5.95
ค่าเฉลี่ย	9.41	8.77	6.55	5.28	5.44	5.93
ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02

ตารางที่ 4.6 จำนวนงานระหว่างกระบวนการที่กระบวนการเตรียมชิ้นส่วน (เส้น)

รอบทำซ้ำที่	แก้มยาง	หน้ายาง	ยางชั้นใน	ขอบยาง	เข็มขัดยาง	โครงยาง
1	34.07	33.19	42.44	89.24	88.63	45.83
2	34.10	33.22	42.36	89.06	88.43	45.80
3	34.07	33.22	42.33	89.04	88.44	45.81
4	34.07	33.22	42.35	89.08	88.52	45.82
5	34.08	33.02	42.35	89.08	88.54	45.80
6	34.24	32.89	42.35	89.08	88.57	45.80
7	34.22	32.95	42.35	89.07	88.55	45.79
8	34.19	32.98	42.35	89.07	88.57	45.79
9	34.18	32.89	42.34	89.07	88.58	45.79
10	34.26	32.82	42.35	89.08	88.60	45.79
11	34.33	32.76	42.36	89.08	88.55	45.80
12	34.30	32.80	42.35	89.06	88.58	45.79
13	34.36	32.76	42.35	89.06	88.56	45.80
14	34.34	32.79	42.34	89.05	88.52	45.80
15	34.32	32.75	42.34	89.04	88.52	45.80
16	34.30	32.78	42.34	89.04	88.52	45.80
17	34.29	32.74	42.34	89.03	88.51	45.81
18	34.27	32.71	42.34	89.03	88.51	45.81
19	34.26	32.73	42.33	89.03	88.52	45.81
20	34.25	32.75	42.33	89.02	88.51	45.81
ค่าเฉลี่ย	34.22	32.90	42.35	89.06	88.54	45.80
ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน	0.10	0.18	0.02	0.05	0.05	0.01

ตารางที่ 4.7 จำนวนงานระหว่างกระบวนการที่กระบวนการประกอบยางและอบยาง (เส้น)

รอบทำซ้ำที่	ยางรถยนต์ดิบ	ยางรถยนต์
1	12.13	326.47
2	15.00	318.67
3	14.09	319.83
4	14.01	319.03
5	13.62	320.48
6	13.33	321.58
7	13.27	321.36
8	13.15	321.76
9	12.97	323.09
10	12.94	322.75
11	12.84	323.15
12	12.76	323.58
13	12.71	323.74
14	12.60	324.62
15	12.63	324.66
16	12.58	324.67
17	12.59	324.85
18	12.62	324.58
19	12.58	324.59
20	12.54	324.87
ค่าเฉลี่ย	13.05	322.92
ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน	0.68	2.18

ตารางที่ 4.8 รอบระยะเวลาการผลิตงานที่ได้จากการจำลองระบบการผลิตแบบดึง

รอบทำซ้ำที่	รอบระยะเวลาการผลิต
1	1,254.16
2	1,254.08
3	1,254.07
4	1,254.18
5	1,254.23
6	1,254.16
7	1,254.13
8	1,254.10
9	1,254.10
10	1,254.10
11	1,254.09
12	1,254.08
13	1,254.10
14	1,254.10
15	1,254.13
16	1,254.11
17	1,254.10
18	1,254.09
19	1,254.09
20	1,254.10
ค่าเฉลี่ย	1,254.11
ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน	0.04

ตารางที่ 4.9 ระยะเวลาในการจัดเก็บชิ้นงานของระบบการผลิตแบบดึง

รอบทำซ้ำที่	แก้มยาง	หน้ายาง	ยางชั้นใน	ขอบยาง	เข็มขัดยาง	โครงยาง	ยางรถยนต์ดิบ
1	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
2	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.05
3	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
4	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
5	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
6	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
7	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
8	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
9	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
10	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
11	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
12	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
13	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
14	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
15	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
16	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
17	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
18	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
19	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
20	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
ค่าเฉลี่ย	0.15	0.14	0.18	0.39	0.38	0.20	0.04
ค่าเบี่ยงเบน	0.00043	0.00079	0.00010	0.00020	0.00021	0.00005	0.00215

ผลสรุปที่ได้จากการจำลองระบบการผลิตแบบดึง ผู้วิจัยได้นำไปเปรียบเทียบกับระบบการผลิตปัจจุบันของโรงงาน เพื่อประเมินว่าระบบการผลิตแบบดึงนั้นเหมาะสมกับโรงงานตัวอย่างหรือไม่ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานตัวอย่างได้ ขั้นตอนการเปรียบเทียบผู้วิจัยได้นำเสนอในหัวข้อถัดไป

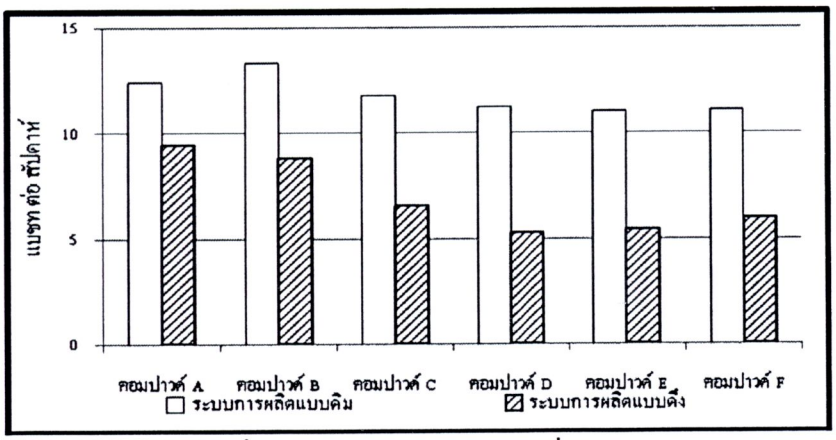
4.3 เปรียบเทียบระบบการผลิตปัจจุบันกับระบบการผลิตแบบดึง

ตัวชี้วัดเพื่อนำมาเปรียบเทียบที่ผู้วิจัยเลือกมาใช้คือ จำนวนงานระหว่างกระบวนการ ระยะเวลาการจัดเก็บชิ้นงาน และรอบที่ใช้ในการผลิตงาน โดยตัวชี้วัดนี้สามารถที่จะนำไปแปรผลต่อได้ทั้งในแง่ของ มูลค่าของต้นทุนการผลิต และเวลาในการตอบสนองต่อลูกค้า ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลเปรียบเทียบในรูปของแผนภูมิ

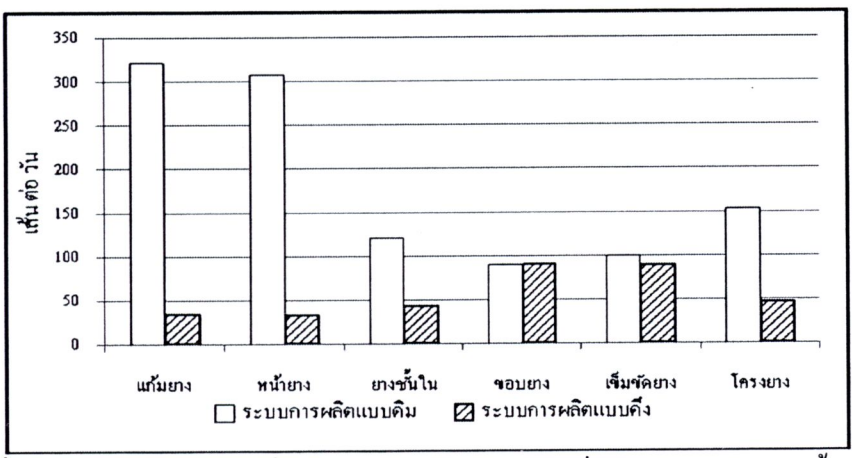
ผลของระบบการผลิตแบบดึงโดยใช้บัตรคัมบังนั้น เมื่อเปรียบเทียบงานระหว่างกระบวนการจากเดิมที่ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลไว้ของโรงงานตัวอย่างที่พบว่ามีงานระหว่างกระบวนการทั้งหมดอยู่ที่ 4,610 เส้นต่อวัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับระบบการผลิตแบบดึงจากแบบจำลองดังตารางที่ 4.10 พบว่ามีงานระหว่างกระบวนการทั้งหมดที่ 2,043 เส้นต่อวัน สามารถลดงานระหว่างกระบวนการไปได้ 2,567 เส้นต่อวัน และเมื่อผู้วิจัยได้เปรียบเทียบงานระหว่างกระบวนการที่ได้จากระบบการผลิตแบบดึงในแต่ล่ะกระบวนการดังรูปแผนภูมิแท่งที่ 4.17-4.19 พบว่าในทุกชิ้นงานแต่ละกระบวนการของระบบการผลิตแบบดึงลดลง โดยเฉพาะ ยางรถยนต์ดิบ แก้มยาง หน้ายาง ทั้ง 3 ชิ้นงานนี้ พบว่ายางรถยนต์ดิบจากเดิม ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 626 เส้น เหลือ 13 เส้น ในกระบวนการเตรียมชิ้นส่วนแก้มยางจาก 319 เส้น เหลือ 34 เส้น และหน้ายางจาก 305 เส้น เหลือ 33 เส้น

ตารางที่ 4.10 ผลการเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานระหว่างกระบวน ก่อนและหลังปรับปรุง (เส้น)

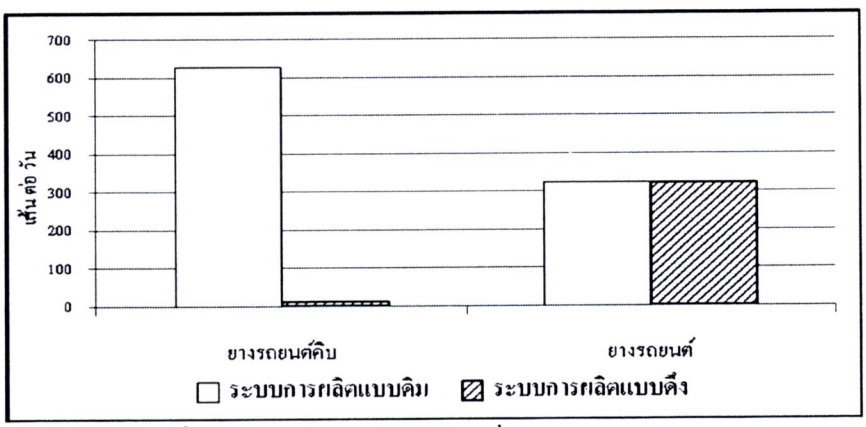
ชื่อกระบวนการ	จำนวนชิ้นงานระหว่างกระบวนการ เฉลี่ยต่อวัน	
	ก่อน	หลัง
ผสมวัตถุดิบ	2,569	1,376
เตรียมชิ้นส่วน	1,092	332
ประกอบยาง	626	13
อบยาง	323	322
รวม	4,610	2,043



รูปที่ 4.18 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยงานระหว่างกระบวนการที่กระบวนการผสมวัตถุดิบของสองระบบการผลิต



รูปที่ 4.19 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยงานระหว่างกระบวนการที่กระบวนการเตรียมชิ้นส่วน



รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยงานระหว่างกระบวนการที่กระบวนการประกอบยางและการอบยาง

จากปัญหางานหมดอายุตามที่ได้กล่าวไว้จนทำให้เกิดงานวิจัยนี้ งานที่มีระยะเวลาในการจัดเก็บที่นานเกินไปจะส่งผลให้เกิดปัญหางานหมดอายุ ผู้วิจัยจึงได้ลดจำนวนงานระหว่างกระบวนการลง ทำให้ระยะเวลาในการจัดเก็บชิ้นงานนั้นสั้นลง เมื่อนำผลที่ได้จากแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึง มา

เปรียบเทียบกับระบบการผลิตปัจจุบันนั้น พบว่าระยะเวลาในการจัดเก็บงานของแบบจำลองระบบการผลิตแบบดึงนั้น จะมีระยะเวลาในการจัดเก็บงานที่สั้นกว่าในทุกชิ้นงาน และเมื่อนำชิ้นงานหมดอายุที่พบมากที่สุดของโรงงานตัวอย่างมาวิเคราะห์ ผลที่ได้คือ ส่วนของยางรถยนต์ดิบ จะลดลง เหลือระยะเวลาในการจัดเก็บเพียง 0.03 วัน แก้มยางและหน้ายาง จะเหลือระยะเวลาการจัดเก็บอยู่ที่ 0.08 วัน ดังรูปที่ 4.20 แต่เนื่องจากผลที่ได้รับมานั้นเกิดจากการจำลองสถานการณ์ทำให้ทางผู้วิจัยจำเป็นที่จะต้องทดสอบค่ากลางของระยะเวลาในการจัดเก็บชิ้นงาน ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานที่ใช้ทดสอบดังนี้

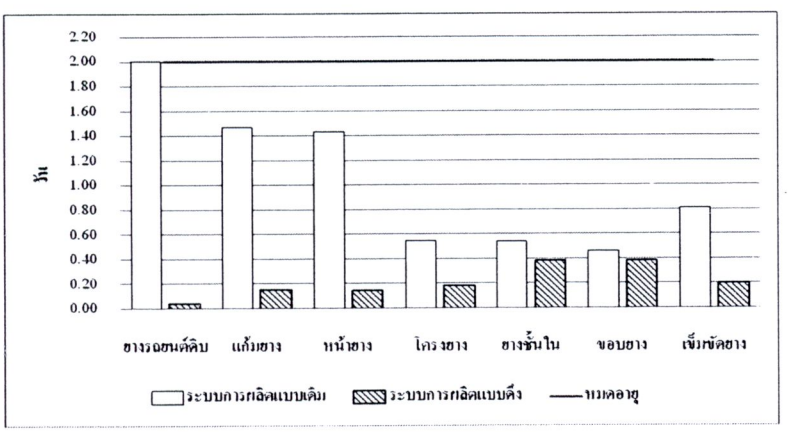
H_0 : ระยะเวลาในการจัดเก็บชิ้นงานของแบบจำลองแบบดึงมีค่าเท่ากับ 2 วัน

H_1 : ระยะเวลาในการจัดเก็บชิ้นงานของแบบจำลองแบบดึงมีค่าน้อยกว่า 2 วัน

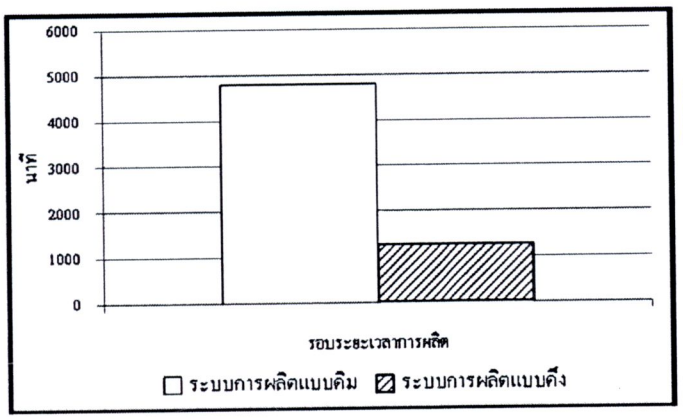
ผลที่ได้จากการทดสอบค่ากลางของระยะเวลาในการเก็บชิ้นงานแสดงไว้ดังตารางที่ 4.11 (ผลการทดสอบได้แสดงไว้ที่ภาคผนวก ค) ซึ่งผลที่ได้รับจากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าทุกชิ้นงานในกระบวนการไม่มีโอกาสการเกิดปัญหางานหมดอายุอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อโอกาสที่งานหมดอายุจากการจัดเก็บเท่ากับ 0 ทำให้ปัญหาการทำซ้ำที่เกิดจากงานหมดอายุนั้นลดลงได้ถึง 51% และจากผลของรอบระยะเวลาในการผลิตงานทุกกระบวนการที่สั้นลงอยู่ที่ 1,254 นาที หรือ 0.87 วัน จากเดิม 3.3 วัน ตามรูปที่ 4.21 ยังส่งผลให้โรงงานตัวอย่าง สามารถที่จะตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว เพิ่มโอกาสทางการค้าที่มากขึ้น

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบค่ากลางของระยะเวลาในการจัดเก็บชิ้นงาน

ชิ้นงาน	ผลทดสอบสมมติฐาน
แก้มยาง	Reject H_0
หน้ายาง	Reject H_0
ยางชั้นใน	Reject H_0
ขอบยาง	Reject H_0
เข็มขัดยาง	Reject H_0
โครงยาง	Reject H_0
ยางรถยนต์ดิบ	Reject H_0



รูปที่ 4.21 ระยะเวลาในการจัดเก็บงานระหว่างระบบการผลิตปัจจุบันกับระบบการผลิตแบบดึง



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

รูปที่ 4.22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรอบระยะเวลาการผลิตของทั้งสองระบบการผลิต

การเปลี่ยนระบบการผลิตปัจจุบันมาเป็นระบบการผลิตแบบดึงโดยใช้บัตรคัมบังนั้น ผู้วิจัยพบว่าจากการที่โรงงานตัวอย่างนั้นมีจำนวนงานระหว่างกระบวนการที่ลดลง ต้นทุนในการผลิตงานย่อมลดลง เมื่อนำงานระหว่างกระบวนการมาคำนวณ พบว่ามูลค่ารวมทั้งหมดของทั้งกระบวนการอยู่ที่ 13,272 บาท ดังตารางที่ 4.12 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าของงานระหว่างกระบวนการที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ในบทที่ 3 ที่มีมูลค่าอยู่ที่ 187,738 บาท แล้วจะพบว่าโรงงานตัวอย่างจะสามารถลดต้นทุนไปได้ถึง 174,466 บาท

ตารางที่ 4.12 มูลค่างานระหว่างกระบวนการของระบบการผลิตปัจจุบันกับระบบการผลิตแบบดึง

ชิ้นงาน	จำนวนงานระหว่างกระบวนการ (เส้น ต่อ วัน)		มูลค่า (บาท ต่อ วัน)	
	ระบบการผลิตปัจจุบัน	ระบบการผลิตแบบดึง	ระบบการผลิตปัจจุบัน	ระบบการผลิตแบบดึง
แก้มยาง	319	34	6,995	749
หน้ายาง	305	33	7,415	803
ยางชั้นใน	122	42	5,324	1,855
ขอบยาง	89	89	2,991	3,001
เข็มขัดยาง	99	89	1,615	1,443
โครงยาง	152	46	7,192	2,171
ยางรถยนต์ดิบ	625	13	156,170	3,250
รวม	1,711	346	187,738	13,272

ผลดีที่ได้รับจากการทดลองเปลี่ยนระบบการผลิตแบบปัจจุบันไปเป็นระบบการผลิตแบบดึงจากแบบจำลอง ยังได้ช่วยให้เครื่องจักรที่ใช้ในโรงงานตัวอย่าง มีการผลิตงานที่สม่ำเสมอมากขึ้น ดัง

ตารางที่ 4.13 ซึ่งได้แสดงข้อมูลการเปรียบเทียบอัตราการใช้กำลังการผลิตของระบบการผลิตแบบเดิมกับระบบการผลิตแบบดึง จากตารางพบว่าข้อมูลการเปรียบเทียบอัตราการใช้กำลังการผลิตของระบบการผลิตแบบเดิมของโรงงานนั้นมีอัตราการใช้กำลังการผลิตที่สูงในทุกเครื่องจักร อันเนื่องมาจากการผลิตงานที่เน้นการผลิตตามแผนผลิตที่ไม่สนใจกระบวนการถัดไป และเมื่อพิจารณาที่ระบบการผลิตแบบดึงนั้นพบว่ามีปริมาณกำลังการผลิตที่น้อยลงอันเนื่องมาจากระบบการผลิตงานที่เกิดจากความต้องการของกระบวนการก่อนหน้าเท่านั้น ทำให้การผลิตงานในกระบวนการต่างๆเกิดการผลิตงานตามที่ต้องการเท่านั้น เมื่อเห็นถึงกำลังการผลิตงานที่แท้จริงสำหรับใช้ผลิตงานตามที่ต้องการ ทำให้ทางโรงงานตัวอย่างสามารถที่จะสร้างโอกาสเพิ่มความต้องการของลูกค้าที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้มากโดยไม่จำเป็นที่ต้องจัดหาเครื่องจักรมาเพิ่มเติม

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลการเปรียบเทียบอัตราการใช้กำลังการผลิต

เครื่องจักร	ระบบการผลิตแบบเดิม	ระบบการผลิตแบบดึง
มิกเซอร์ 1	91%	62%
มิกเซอร์ 2	92%	62%
มิกเซอร์ 3	92%	63%
โรลไฟนอล 01	85%	58%
โรลไฟนอล 02	51%	33%
แก้มยาง	84%	57%
หน้ายาง	88%	61%
ยางชั้นใน	91%	63%
ขอบยาง	82%	63%
เข็มขัดยาง	84%	63%
โครงยาง	85%	58%
ประกอบยาง	86%	66%
อบยาง 1	90%	71%
อบยาง 2	90%	71%
อบยาง 3	89%	70%
อบยาง 4	88%	69%
อบยาง 5	85%	68%
ตรวจสอบ	45%	36%

ผลการเปรียบเทียบจากการเปลี่ยนนโยบายระบบการผลิตแบบเดิมไปเป็นระบบการผลิตแบบดึงเมื่อพิจารณาในแง่ของ ค่าเฉลี่ยงานระหว่างกระบวนการ ระยะเวลาการจัดเก็บชิ้นงาน และค่าเฉลี่ยรอบระยะเวลาในการผลิตงาน สามารถสรุปได้ว่าระบบการผลิตแบบดึงโดยใช้บัตรคัมบังนั้นสามารถสร้างประสิทธิภาพในการผลิตงานของโรงงานตัวอย่างได้ดีขึ้น ต้นทุนการผลิตงานที่ลดลงเนื่องมาจากค่าเฉลี่ยของงานระหว่างกระบวนการในทุกกระบวนการสามารถลดลงได้ โดยที่ไม่เกิดการคลาดแคลนงานขึ้นในแต่ละกระบวนการ เมื่องานระหว่างกระบวนการลดลงทำให้ระยะเวลาในการจัดเก็บงานสั้นลง ทำให้ปัญหาของโรงงานตัวอย่างในเรื่องของงานหมดอายุนั้นไม่มีโอกาสเกิดขึ้นได้อีกอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้ปัญหางานทำซ้ำได้รับการแก้ไขให้ลดลงได้ถึงร้อยละ 51 ผลที่ได้รับตามมาหลังจากลดจำนวนงานระหว่างกระบวนการลงคือ รอบระยะเวลาในการผลิตงานที่ลดลงยังช่วยในเรื่องของการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงความต้องการของลูกค้าได้