



การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการและการจำลอง สถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา: สายการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

Process Improvement with the Application of Industrial Engineering Techniques and Computer Simulation: A Case Study of Hard Disk Drive Component Process Line

ภาณุวัฒน์ ศรีชัย¹ และ ระพี กาญจนะ²

^{1,2} สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110
E-mail: pom-eng@hotmail.com¹

บทคัดย่อ

การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มขีดความสามารถขององค์กรผู้ผลิตในการแข่งขันทางการค้าได้ บริษัทกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จากการศึกษาสภาพปัญหาปัจจุบันพบว่ากำลังการผลิตไม่สามารถตอบสนองต่อปริมาณอุปสงค์ได้เพียงพอ อันมีสาเหตุหลักมาจากการวางแผนและการใช้จำนวนทรัพยากรในสายการผลิตที่ไม่เหมาะสมกับการะงานที่ได้รับ ส่งผลให้ค่าผลิตภาพกับค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตมีค่าค่อนข้างต่ำ ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงผลิตภาพและปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตที่เหมาะสมด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการและเทคนิคการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ การพิจารณาเปรียบเทียบแนวทางที่เหมาะสมจะพิจารณาจากตัวชี้วัด 3 ค่า คือ ยอดการผลิตต่อกะ ค่าผลิตภาพและค่าประสิทธิภาพสายการผลิต จากแนวทางการแก้ไขปัญหาคือเป็นไปได้ 2 แนวทาง ผลการศึกษาพบว่า แนวทางการปรับปรุงที่ 2 คือการปรับลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติซึ่งเป็นจุดคอขวด (Bottle Neck) จาก 300 วินาทีต่อ Batch เป็น 240 วินาทีต่อ Batch และการปรับรวมขั้นตอนการผลิตจากเดิม คือ 11 สถานีงาน เป็น 6 สถานีงาน พร้อมการจัดสรรจำนวนทรัพยากรแรงงานจาก 11 คน เป็น 9 คน นั้นเป็นแนวทางที่เหมาะสมเนื่องจากทำให้ยอดการผลิตที่ได้จากระบบการผลิตสามารถตอบสนองต่อปริมาณอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นจาก 1,600 ชิ้นต่อกะเป็น 1,900 ชิ้นต่อกะได้อย่างเพียงพอ ค่าประสิทธิภาพสายการผลิต (Line Efficiency) หลังการปรับปรุงมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 49.92 เปอร์เซ็นต์ เป็น 92.40 เปอร์เซ็นต์ ค่าผลิตภาพแรงงาน (Labor Productivity) เพิ่มขึ้นจาก 14.55 ชิ้นต่อชั่วโมงต่อแรงงาน เป็น 22.40 ชิ้นต่อชั่วโมงต่อแรงงาน และค่าผลิตภาพแบบพหุปัจจัย (Multifactor Productivity) เพิ่มขึ้นจาก 0.029 ขึ้นต่อบาท เป็น 0.038 ขึ้นต่อบาท

คำหลัก การปรับปรุงกระบวนการผลิต ผลิตภาพ เทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

1. บทนำ

อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive Industry) ในประเทศไทยมีการดำเนินงานมาเป็นเวลากว่า 30 ปี โดยประเทศไทยเป็นฐานการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive) ขนาดใหญ่ของโลก มีการจ้างแรงงานมากกว่าสองแสนคนในอุตสาหกรรมนี้ เนื่องจากปัจจัยเกื้อหนุนที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศจึงทำให้สามารถดึงดูดผู้ผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่สำคัญ ๆ จากต่างประเทศได้เกือบทุกรายให้เข้ามาตั้งฐานการผลิตในประเทศไทย [1] และคาดว่าอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของไทยในอนาคตจะมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นและมีการขยายการลงทุนของบริษัทชั้นนำต่าง ๆ พร้อมกับการลงทุนในเรื่องของการวิจัยและพัฒนา (R&D) รวมทั้งศูนย์การออกแบบ (Design Center) เข้ามาตั้งในประเทศไทย [2]

ด้วยเหตุนี้บริษัทกรณีศึกษาซึ่งเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ จึงได้มีนโยบายในการพัฒนาเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพและตอบสนองกับความต้องการของลูกค้าได้อย่างเพียงพอ ทั้งนี้เพื่อความเจริญก้าวหน้าทางธุรกิจและมีศักยภาพในการแข่งขัน แต่ปัญหาที่บริษัทประสบในปัจจุบันคือยอดการสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้าได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบต่อกำลังการผลิตของสายการผลิตกรณีศึกษา ซึ่งความสามารถในการผลิตของสายการผลิตกรณีศึกษาอยู่ที่ประมาณ 1,600 ชิ้นต่อกะ แต่เนื่องจากว่าในปัจจุบันลูกค้ามีความต้องการสินค้า (อุปสงค์) เพิ่มขึ้นเป็น 1,900 ชิ้นต่อกะ ทำให้ไม่สามารถรองรับต่อปริมาณอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นได้ จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาคือขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติเป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ของสายการผลิต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องทำการปรับปรุงขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติ (สายการผลิตกรณีศึกษา) เพื่อให้กระบวนการผลิตสามารถทำการผลิตได้เพียงพอกับจังหวะความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของสายการผลิตกรณีศึกษาพบว่าจำนวนสถานีงานทั้งหมดเท่ากับ 11 สถานีงาน ค่าผลิตภาพแรงงาน (Labor Productivity) เท่ากับ 14.55 ขึ้นต่อ



ชั่วโมงต่อแรงงาน ค่าผลิตภาพแบบพหุปัจจัย (Multifactor Productivity) เท่ากับ 0.029 ขึ้นต่อบาท ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากจำนวนทรัพยากรในสายการผลิตไม่เหมาะสมกับการงานที่ได้รับ มีการใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่า และเมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพสายการผลิต (Line Efficiency) พบว่ามีค่าเท่ากับ 49.92 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งก็มีค่าค่อนข้างต่ำเช่นกันเนื่องจากมีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าขึ้นมากทำให้สูญเสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องหาแนวทางปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการนำเทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรม (Industrial Engineering Techniques ; IE Techniques) มาประยุกต์ใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตให้มีความเหมาะสม และนำเทคนิคการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) มาทำการทดลองและเปรียบเทียบผลเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตที่เหมาะสม และเพื่อช่วยลดปัญหาการรบกวนระบบการทำงานจริงและยังสามารถทำการทดลองซ้ำ ๆ ได้โดยไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการทดลอง ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการตัดสินใจของผู้บริหารในการพิจารณาปรับปรุงสายการผลิตให้มีคุณภาพและเกิดค่าใช้จ่ายที่คุ้มค่าที่สุด

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

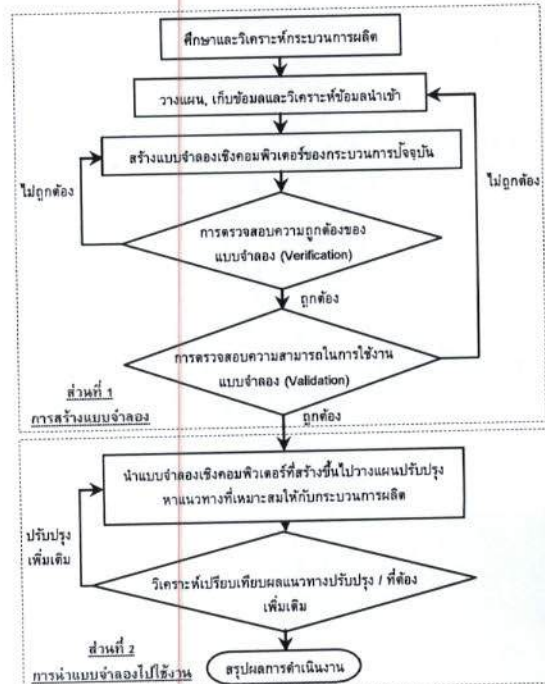
งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรม (IE Techniques) ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานในระบบการผลิต มีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มผลิตภาพหรือเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตภายใต้ต้นทุนที่ต่ำที่สุด [3] ซึ่งเทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบไปด้วย

- การศึกษาเวลาการทำงาน (Time Study)
- เทคนิคการปรับปรุงงาน (ECRS)
- การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing)

เทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรมได้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาและหาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ดังตัวอย่างเช่น ศรีบุญและคณะ [4] ได้นำวิธีการทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมมาปรับปรุงผลผลิตในโรงงานผลิตเบาะรถตู้ และ Gangopadhyay [5] ได้นำเทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรมมาใช้ในการวิเคราะห์ปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตแก๊สทราฟในประเทศอินเดีย

สำหรับเทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบแบบจำลอง (Model) ของระบบงานจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงาน หรือเพื่อประเมินผลการใช้กลยุทธ์ (Strategies) ต่าง ๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ [6] และปัจจุบันได้มีการนำการจำลองสถานการณ์ไปใช้เพื่อแก้ปัญหากันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) ได้รับความนิยมจากนักวิจัยในการนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการศึกษาและแก้ปัญหา ดังเช่น อิทธิพล [7] ได้นำเทคนิคการจำลองสถานการณ์ด้วย

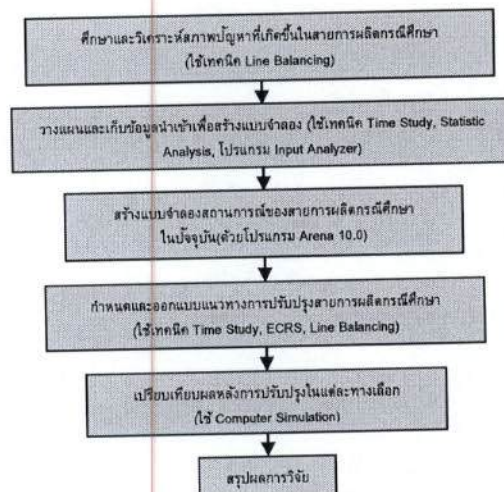
คอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการทดสอบหาแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตโรงงานผลิตปลานิลแช่แข็ง และ Ali [8] ได้ใช้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์และปรับปรุงสายการประกอบชิ้นสุดท้าย (Final Assembly) ของกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ทั้งนี้การจำลองสถานการณ์แบ่งเป็น 2 ส่วนสำคัญคือ การสร้างแบบจำลอง และการนำแบบจำลองไปใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยสามารถแสดงในรูปที่ 2 ได้ดังต่อไปนี้



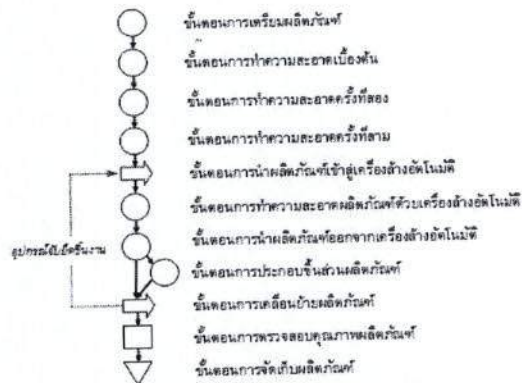
รูปที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



4. ผลการวิจัย

4.1 ผลศึกษาและเก็บข้อมูลของสายการผลิตกรณีศึกษา

สายการผลิตกรณีศึกษาเป็นกระบวนการทำความสะอาดบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่สินค้าของบริษัทกรณีศึกษาเพื่อส่งมอบให้แก่ลูกค้า มีทั้งสิ้น 11 สถานีงาน ซึ่งกระบวนการทำงานนั้นไม่สามารถทำข้ามขั้นตอนได้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการผลิตของสายการผลิตกรณีศึกษา

จำนวนพนักงานและจำนวนเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอนการผลิตสามารถแสดงรายละเอียดได้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนพนักงานและเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิต	จำนวนเครื่องจักร (เครื่อง)	จำนวนพนักงาน (คน)
1. การเตรียมอุปกรณ์เบื้องต้น	-	2
2. การทำความสะอาดเบื้องต้น	-	1
3. การทำความสะอาดครั้งที่สอง	-	1
4. การทำความสะอาดครั้งที่สาม	-	1
5. การทำความสะอาดครั้งที่สี่ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติ	-	1
6. การทำความสะอาดครั้งที่ห้าด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติ	1	-
7. การทำความสะอาดครั้งที่หกด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติ	-	1
8. การประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์	-	1
9. การบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์	-	1
10. การตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์	-	1
11. การจัดส่งผลิตภัณฑ์	-	1

4.2 ผลการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าเพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์สายการผลิตกรณีศึกษาปัจจุบัน

ข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างแบบจำลองสายการผลิตกรณีศึกษานี้ รวมทั้งการทดสอบการกระจายของข้อมูล ได้แก่

- อัตราการผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิต หน่วยเป็น วินาที ต่อ Batch

- จำนวนทรัพยากรที่ปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต หน่วยเป็น คนหรือเครื่อง

- ปริมาณงานที่ผ่านการตรวจสอบในขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์เบื้องต้น หน่วยเป็น เปอร์เซนต์

- ปริมาณงานที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ หน่วยเป็น เปอร์เซนต์

การเก็บข้อมูลเบื้องต้นจะทำการสุ่มเก็บข้อมูลอย่างละ 50 ข้อมูล ระยะเวลาการเก็บข้อมูลทั้งหมดเท่ากับ 1 เดือน เพื่อนำไปศึกษาลักษณะการกระจายของข้อมูล

เมื่อได้ข้อมูลแต่ละรายการครบ 50 ข้อมูลแล้ว จึงนำมาทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูลด้วย Scatter Diagram จากนั้นทำการคำนวณหาจำนวนครั้งของการเก็บข้อมูลที่เหมาะสม จากการหาจำนวนครั้งในการเก็บข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลเบื้องต้นมากกว่าหรือเท่ากับ 30 ตัวอย่าง ด้วยสมการที่ (1) ซึ่งงานวิจัยนี้จะกำหนดให้ ค่าระดับความเชื่อมั่น 95% และค่าความเที่ยงตรง 95 % (ค่าผิดพลาด $\pm 5\%$) ได้ดังนี้

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \quad (1)$$

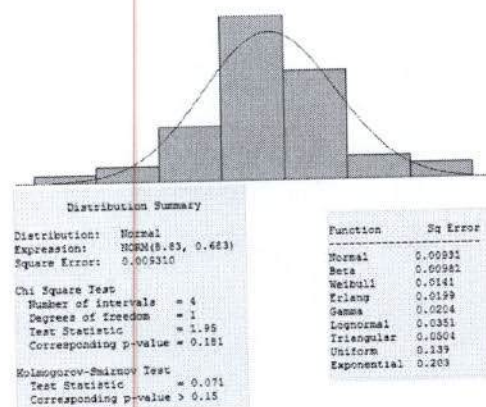
เมื่อ N' คือ จำนวนครั้งของการเก็บข้อมูล

N คือ จำนวนครั้งของการจับเวลาเบื้องต้น (จำนวนตัวอย่าง)

X คือ ค่าของข้อมูลที่วัดได้ในแต่ละครั้ง

เมื่อได้จำนวนครั้งของการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมจากการคำนวณข้างต้นแล้วจึงเข้าไปเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจนครบ

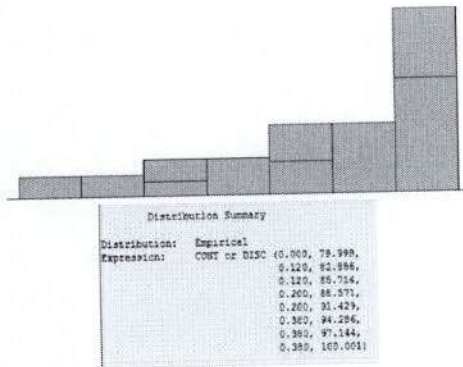
เมื่อได้จำนวนข้อมูลครบตามที่ต้องการแล้ว จะนำมาหา ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล ด้วยโปรแกรม Input Analyzer โดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติด้วยวิธี Chi-Square Test และ Kolmogorov-Smirnov Test ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการพิจารณาความเหมาะสมของลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นที่โปรแกรม Input Analyzer ได้รายงานผลขึ้นมา หากค่า P-Value ของการทดสอบสมมติฐานทางสถิติจากทั้งสองวิธีมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ แสดงได้ในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การวิเคราะห์ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลในขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์



แต่ถ้าค่า P-Value ของการทดสอบสมมติฐานทางสถิติโดยวิธีใดวิธีหนึ่งหรือทั้งสองวิธีมีค่าน้อยกว่า 0.05 งานวิจัยนี้จะเลือกใช้ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบ Empirical แทนผลจากโปรแกรม Input Analyzer ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลปริมาณงานที่ผ่านการตรวจสอบในขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์เบื้องต้น แสดงได้ในรูปที่ 5



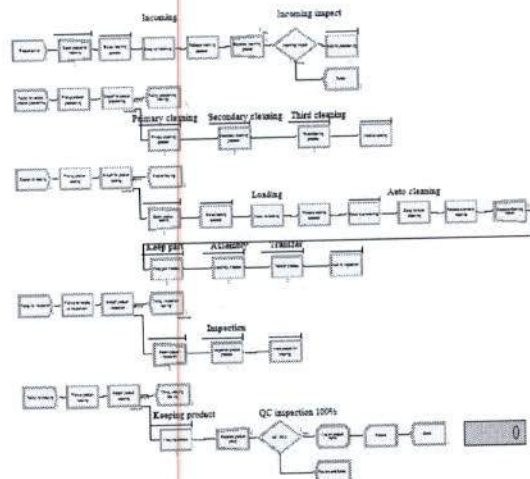
รูปที่ 5 การวิเคราะห์ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลปริมาณงานที่ผ่านการตรวจสอบในขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์เบื้องต้น

สำหรับลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลในแต่ละขั้นตอนการผลิตจะแสดงได้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลในแต่ละขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอน	ลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็น	หน่วย
1. การเตรียมวัตถุดิบเบื้องต้น	TRIA(20.1, 21.5)	วินาทีต่อชิ้น Batch
2. จำนวนการดำเนินการตรวจสอบสำหรับเตรียมวัตถุดิบเบื้องต้น	CONT (0.000, 79.999, 0.120, 82.856, 0.120, 85.714, 0.260, 88.571, 0.260, 91.429, 0.360, 94.286, 0.360, 97.143, 0.360, 100.000)	เฉลี่ยชิ้นต่อชิ้น Batch
3. การทำความสะอาดเบื้องต้น	TRIA(4, 5.38, 8.77)	วินาทีต่อชิ้น Batch
4. การทำความสะอาดเครื่องจักร	NORM(0.01, 0.000)	วินาทีต่อชิ้น Batch
5. การทำความสะอาดเครื่องจักร	4 + WEIB(1.89, 2.54)	วินาทีต่อชิ้น Batch
6. การดำเนินการใช้ข้อมูลเชิงสถิติเบื้องต้น	171 + GAMM(2.94, 3.28)	วินาทีต่อชิ้น Batch
7. การทำความสะอาดเครื่องจักรเบื้องต้น	ค่าคงที่เท่ากับ 300	วินาทีต่อชิ้น Batch
8. การดำเนินการใช้ข้อมูลเชิงสถิติเบื้องต้น	NORM(0.72, 0.004)	วินาทีต่อชิ้น Batch
9. การประกอบชิ้นส่วนเบื้องต้น	NORM(0.69, 0.003)	วินาทีต่อชิ้น Batch
10. การเคลื่อนย้ายเบื้องต้น	NORM(1.31, 4.78)	วินาทีต่อชิ้น Batch
11. การตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น	TRIA(78, 91.2, 100)	วินาทีต่อชิ้น Batch
12. จำนวนการดำเนินการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น	CONT (0.000, 90.000, 0.100, 98.000, 0.100, 99.000, 0.400, 99.000, 0.400, 100.000)	เฉลี่ยชิ้นต่อชิ้น Batch
13. การดำเนินการเบื้องต้น	158 + 23 * BETA(1.24, 1.49)	วินาทีต่อชิ้น Batch

จากข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับรวมมาประกอบกับข้อตกลงในการสร้างแบบจำลองที่ได้กำหนดขึ้น ทำให้สามารถสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อจำลองสายการผลิตกรณีศึกษาโดยโปรแกรมสำเร็จรูป Arena 10.0 ได้ดังแสดงในรูปที่ 6



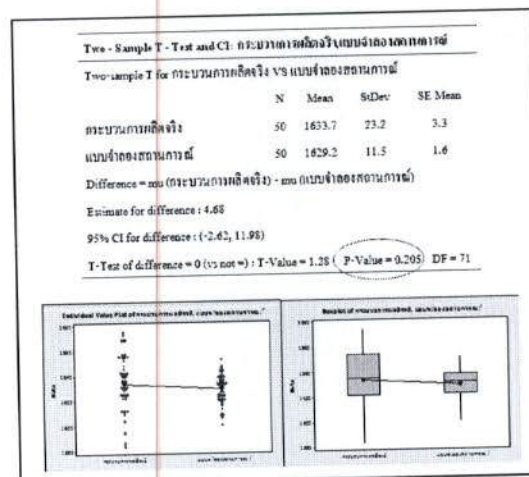
รูปที่ 6 แบบจำลองสถานการณ์สายการผลิตกรณีศึกษาในปัจจุบัน

การตรวจสอบความสามารถในการใช้งานแบบจำลองสถานการณ์ได้จริง (Validation of the Simulation Model) โดยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญระบบการผลิตของสายการผลิตกรณีศึกษา (Face Validation) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่ากลางของปริมาณงานที่ผลิตได้ใน 1 กะ จากกระบวนการผลิตจริงกับแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น ด้วยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติแบบ 2-Sample T-Test ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 โดยสมมติฐานที่กำหนดไว้คือ

H_0 : ข้อมูลตอบสนอง (Output) ไม่แตกต่างกัน ใช้เป็นตัวแทนกันได้

H_1 : ข้อมูลตอบสนอง (Output) แตกต่างกัน ใช้เป็นตัวแทนกันไม่ได้

ซึ่งผลที่ได้คือแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมีความน่าเชื่อถือสามารถใช้เป็นตัวแทนของกระบวนการผลิตจริงของสายการผลิตกรณีศึกษาได้ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบค่ากลางของปริมาณงานที่ผลิตได้ใน 1 กะ จากกระบวนการผลิตจริงกับแบบจำลองที่สร้างขึ้น



จากนั้นหาจำนวนรอบการทำซ้ำ (Number of Replication) ที่เหมาะสมด้วยการทดลองประมวลผลแบบจำลอง โดยการเพิ่มจำนวนรอบการทำซ้ำให้มากขึ้นจนกว่า ค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้หรือครึ่งหนึ่งของช่วงความเชื่อมั่น (Half Width of Confidence Interval) ของอัตราการทำงานเฉลี่ยของทรัพยากรทั้งหมดใกล้เคียงศูนย์ ซึ่งผลลัพธ์แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้ (Half Width of Confidence Interval) เมื่อมีจำนวนรอบการทำซ้ำที่ต่างกัน

ทรัพยากร	จำนวนรอบการทำซ้ำ (รอบ)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ทรัพยากรเครื่องจักรอัตโนมัติ	ไม่พบปัญหา	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ทรัพยากรค่าความผิดพลาดเบื้องต้น	0.005090117	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0
ทรัพยากรค่าความผิดพลาดเบื้องต้น	0.009679002	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0
ทรัพยากรค่าความผิดพลาดเบื้องต้น	0.009235526	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ทรัพยากรค่าความผิดพลาดเบื้องต้น	ไม่พบปัญหา	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0	0
ทรัพยากรค่าความผิดพลาดเบื้องต้น	ไม่พบปัญหา	0	0.01	0	0.01	0	0	0	0	0
ทรัพยากรค่าความผิดพลาดเบื้องต้น	ไม่พบปัญหา	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ทรัพยากรค่าความผิดพลาดเบื้องต้น	ไม่พบปัญหา	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ทรัพยากรค่าความผิดพลาดเบื้องต้น	ไม่พบปัญหา	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0
ทรัพยากรค่าความผิดพลาดเบื้องต้น	ไม่พบปัญหา	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ทรัพยากรค่าความผิดพลาดเบื้องต้น	ไม่พบปัญหา	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0

จากตารางที่ 3 จะพบว่า เมื่อมีจำนวนรอบการทำซ้ำเท่ากับ 6 รอบ ก็ทำให้ค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้ของอัตราการทำงานเฉลี่ยของทรัพยากรทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงศูนย์ แต่เพื่อความรอบคอบ (Conservative) ดังนั้นจึงเลือกใช้จำนวนรอบการทำซ้ำเท่ากับ 10 รอบ สำหรับการประมวลผลในแต่ละครั้งของแบบจำลองสถานการณ์

4.3 ผลการกำหนดและออกแบบแนวทางการปรับปรุงสายการผลิตกรณีศึกษา

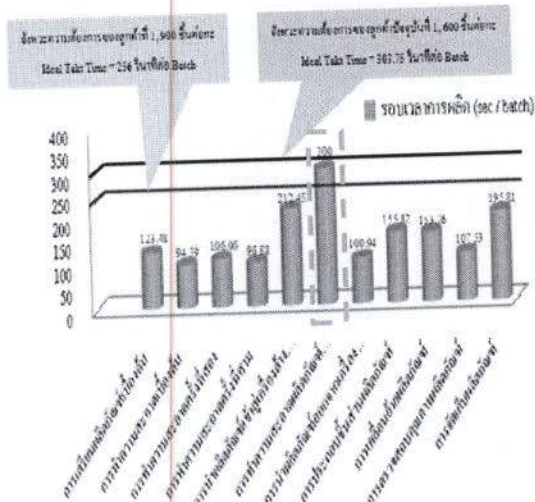
ผู้วิจัยได้ทำการระดมสมอง (Brainstorming) มาช่วยในการออกแบบการทดลอง เพื่อให้ได้วิธีการทดลองที่ได้จากการประชุมกลุ่มและเป็นการให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมในการออกแบบการทดลองในครั้งนี้ โดยได้ข้อสรุปและสมมติฐานในการออกแบบการทดลองเป็น 2 แนวทาง คือ

1. ควรปรับค่ารอบเวลาการผลิต (Cycle time) ตรงสถานีงานที่เป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ให้มีค่าเท่าไร? ถึงจะทำให้กำลังการผลิตเพียงพอต่ออุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นเป็น 1,900 ชิ้นต่อกะ (เพราะปัจจุบันกำลังการผลิตของกระบวนการมีค่าเพียง 1,600 ชิ้นต่อกะ)

2. เมื่อปรับปรุงรอบเวลาการผลิต (Cycle time) ตรงสถานีงานที่เป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ได้แล้ว (กำลังการผลิตเพียงพอต่ออุปสงค์ 1,900 ชิ้นต่อกะแล้ว) ควรจะต้องปรับปรุงเพิ่มเติม ด้วยการปรับปรุงจำนวนสถานีงานและจัดสรรจำนวนพนักงาน ให้มีจำนวนเท่าไร? ถึงจะทำให้ค่าประสิทธิภาพสายการผลิต (Line Efficiency) และค่าผลิตภาพ (Productivity) มีค่าสูงขึ้นกว่าเดิม

แนวทางการปรับปรุงที่ 1 : ปรับค่ารอบเวลาการผลิต (Cycle time) ณ สถานีงานที่เป็นจุดคอขวด (Bottle neck)

ด้วยความสามารถในการผลิตของสายการผลิตปัจจุบันอยู่ที่ประมาณ 1,600 ชิ้นต่อกะ ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการสินค้า (อุปสงค์) เพิ่มขึ้นเป็น 1,900 ชิ้นต่อกะได้ จากการวิเคราะห์ระบบการทำงานของสายการผลิตพบว่าขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติกลายเป็นจุดคอขวด (Bottle neck) ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 รอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในแต่ละขั้นตอนการผลิตเทียบกับจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ที่ 1,600 ชิ้นต่อกะ และ 1,900 ชิ้นต่อกะ

ที่ขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัตินั้นเป็นขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยเครื่องจักร (Automatic Machine) และมีข้อจำกัด คือ ให้ใช้เครื่องจักรได้เพียง 1 เครื่องเท่านั้น โดยมีรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ค่าคงที่ (ไม่มีการแกว่งของเวลาการปฏิบัติงาน) ดังนั้นในการปรับปรุงจุดคอขวด จึงจะต้องทำการปรับรอบเวลาการผลิตให้เหมาะสม แต่เราจะต้องปรับ (Set up) ค่ารอบเวลาการผลิตให้เท่ากับค่า Ideal Takt Time คือ 256 วินาทีต่อ Batch ตามที่คำนวณไว้แล้วไม่ได้ เนื่องจากมีจำนวนงานเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตเข้ามามีผลเกี่ยวข้องต่อการผลิตรวม

ดังนั้นจึงต้องอาศัยแบบจำลองสถานการณ์สายการผลิตกรณีศึกษาในปัจจุบันที่ได้สร้างขึ้นไว้แล้ว มาทำการทดลองปรับรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติ เพื่อหาเวลาการผลิตที่เหมาะสมต่อความต้องการสินค้าที่เพิ่มขึ้น โดยใช้วิธีลองผิดลองถูก (Trial) ไปเรื่อย ๆ ซึ่งจะทดลองกำหนดค่ารอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในเบื้องต้นทั้งหมด 4 ค่า ด้วยกัน คือ

- Cycle Time เท่ากับ 300 วินาที (5 นาที ซึ่งเป็นค่าในปัจจุบัน)
- Cycle Time เท่ากับ 284.25 วินาที (ซึ่งเป็นค่า Takt Time ของอุปสงค์ 1,900 ชิ้นต่อกะ ที่คำนวณได้)



- Cycle Time เท่ากับ 256 วินาที (ซึ่งเป็นค่า Ideal Takt Time ของอุปสงค์ 1,900 ชิ้นต่อกะ ที่คำนวณได้)

- Cycle Time เท่ากับ 240 วินาที (4 นาที)

แล้วรันผลในแต่ละรอบเวลาการผลิต เบื้องต้นจำนวน 10 ครั้ง แล้วคำนวณหาจำนวนครั้งการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมจากสมการที่ (2) ร่วมกับการเปิดตารางค่าจากวิธีการพิสัย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าผิดพลาด $\pm 5\%$ คือ

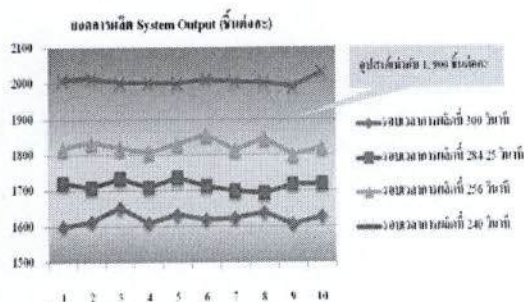
$$N = \frac{R}{X} \quad (2)$$

เมื่อ N คือ จำนวนครั้งการเก็บข้อมูล

R คือ ค่าพิสัยของข้อมูล

X คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

ผลปรากฏว่าจำนวนครั้งการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมเท่ากับ 6 ครั้ง ดังนั้นจึงแสดงว่าการรันผลเก็บข้อมูลเบื้องต้นจำนวน 10 ครั้ง นั้นเพียงพอ โดยผลข้อมูล (ยอดการผลิต (System Output) ของระบบใน 1 กะ) ที่ได้จากการรันแบบจำลอง สามารถแสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ยอดการผลิต (System Output) ต่อ 1 กะ จากแบบจำลองสถานการณ์ ณ รอบเวลาการผลิตของขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติที่กำหนด

จากรูปที่ 9 แสดงว่า ผลการรันแบบจำลองสถานการณ์สายการผลิตกรณีศึกษา ทำให้ทราบว่า เมื่อทำการปรับรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติจากเดิม คือ 300 วินาที เป็น 240 วินาที จะทำให้ได้ยอดการผลิตต่อกะจากระบบการผลิตเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นจาก 1,600 ชิ้นต่อกะ เป็น 1,900 ชิ้นต่อกะ

จากนั้นทำการพิสูจน์ว่าถ้าปรับรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) จริง ในขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติเป็น 240 วินาทีแล้ว จะส่งผลกระทบ (ผลเสีย) ต่อคุณภาพของชิ้นงานหรือไม่ จึงทำการออกแบบการทดลองโดยทำการเปรียบเทียบคุณภาพชิ้นงานระหว่างกระบวนการปัจจุบันกับกระบวนการที่ปรับปรุงรอบเวลาการผลิตในขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติเป็น 240 วินาที (เก็บผลจริง) ด้วยการใช้ 2-Sample T Test ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 โดยสมมติฐานที่กำหนดไว้คือ

H_0 : ปริมาณผลผลิต (Output Yield) ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากกระบวนการผลิตปัจจุบันกับกระบวนการผลิตที่ปรับปรุงรอบเวลาการผลิตในขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติเป็น 240 วินาที ไม่แตกต่างกัน

H_1 : ปริมาณผลผลิต (Output Yield) ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากกระบวนการผลิตปัจจุบันกับกระบวนการผลิตที่ปรับปรุงรอบเวลาการผลิตในขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติเป็น 240 วินาที แตกต่างกัน ซึ่งผลการทดสอบแสดงได้ดังรูปที่ 10

Two-Sample T-Test and CI: กระบวนการผลิตปัจจุบัน, กระบวนการผลิตที่ 3				
Two-sample T for กระบวนการผลิตปัจจุบัน VS กระบวนการผลิตที่ 3				
	N	Mean	StDev	SE Mean
กระบวนการผลิตปัจจุบัน	10	90.31	1.72	0.54
กระบวนการผลิตที่ 3	10	90.51	1.41	0.45
Difference = mu (กระบวนการผลิตปัจจุบัน) - mu (กระบวนการผลิตที่ 3)				
Estimate for difference: -0.201				
95% CI for difference: (-1.633, 1.231)				
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0.29 P-Value = 0.778 DF = 17				

รูปที่ 10 ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยข้อมูลของประชากร 2 กลุ่ม

จากรูปที่ 10 ผลการทดสอบพบว่า ค่า P-Value = 0.778 > 0.05 จึงยอมรับ H_0 ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 แสดงว่า ปริมาณผลผลิต (Output Yield) ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากกระบวนการผลิตปัจจุบันกับกระบวนการผลิตที่ออกแบบขึ้น (Cycle Time เท่ากับ 240 วินาที) ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงยืนยันได้ว่าสามารถปรับรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ในขั้นตอนการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องล้างอัตโนมัติ จาก 300 วินาที เป็น 240 วินาทีได้จริงโดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลผลิต

จากแนวทางการปรับปรุงที่ 1 ข้างต้นทำให้สามารถได้ผลลัพธ์หลังการปรับปรุงเทียบกับก่อนปรับปรุง (ระบบปัจจุบัน) แสดงได้ดังตารางที่ 4

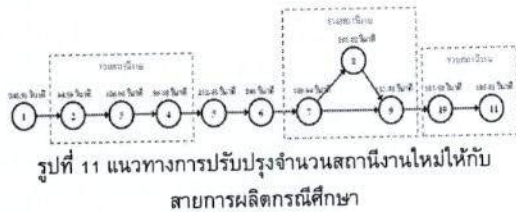
ตารางที่ 4 ผลลัพธ์จากแนวทางการปรับปรุงที่ 1 เทียบกับระบบการผลิตปัจจุบัน (เก็บผลจากแบบจำลอง)

รูปแบบ	ระบบปัจจุบัน	แนวทางการปรับปรุงที่ 1
สถานงาน (สถานี)	11	11
พนักงาน (คน)	11	11
เครื่องจักร (เครื่อง)	1	1
รอบเวลาการผลิตรวม (วินาที ต่อ Batch)	1,647.32	1,587.32
ยอดการผลิตเฉลี่ย (ชิ้น/กะ)	1,600	2,006
Line Efficiency (%)	49.92	60.13
Labor Productivity (ชิ้น/ชั่วโมง/แรงงาน)	14.55	18.24
Multifactor Productivity (ชิ้น/บาท)	0.029	0.037



แนวทางการปรับปรุงที่ 2 : การปรับปรุงจำนวนสถานีงาน (Work Station) และจัดสรรจำนวนทรัพยากร (Resource) ให้เหมาะสมร่วมกับแนวทางการปรับปรุงที่ 1

หลังจากปรับปรุง Cycle Time ด้วยแนวทางการปรับปรุงที่ 1 แล้ว จึงกำหนดแนวทางการปรับปรุงจำนวนสถานีงาน (Work Station) ในสายการผลิตกรณีศึกษาให้เหมาะสมต่อ โดยการวิเคราะห์จัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) ด้วยวิธีกำหนดตำแหน่งการใช้ค่าเวลาสูงสุด (Largest – Candidate Rule) ภายใต้เงื่อนไขของกระบวนการผลิต แสดงได้ดังรูปที่ 11



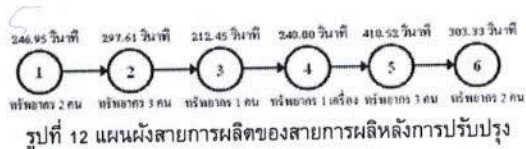
ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ทำการรวมขั้นตอนการทำความสะอาดเบื้องต้น (สถานีที่ 2), ขั้นตอนการทำความสะอาดครั้งที่สอง (สถานีที่ 3) และขั้นตอนการทำความสะอาดครั้งที่สาม (สถานีที่ 4) เข้าด้วยกันเป็นสถานีงานเดียว ได้ Cycle Time ใหม่เท่ากับ 297.53 วินาที พนักงานจำนวน 3 คน (พนักงาน 1 คน สามารถปฏิบัติงานจริงได้โดยการทำงานต่อเนื่องตามลำดับขั้นตอนจนครบ แล้วจึงจะส่งงานต่อไปยังสถานีงานถัดไป)

2. ทำการรวมขั้นตอนการนำผลิตภัณฑ์ออกจากเครื่องล้างอัตโนมัติ (สถานีที่ 7), ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ (สถานีที่ 8) และขั้นตอนการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ (สถานีที่ 9) เข้าด้วยกันเป็นสถานีงานเดียว ได้ Cycle Time ใหม่เท่ากับ 410.52 วินาที พนักงานจำนวน 3 คน (พนักงาน 1 คน สามารถปฏิบัติงานจริงได้โดยการทำงานต่อเนื่องตามลำดับขั้นตอนจนครบ แล้วจึงจะส่งงานต่อไปยังสถานีงานถัดไป)

3. ทำการรวมขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ (สถานีที่ 10) กับขั้นตอนการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ (สถานีที่ 11) เข้าด้วยกันเป็นสถานีงานเดียว ได้ Cycle Time ใหม่เท่ากับ 303.33 วินาที พนักงานจำนวน 2 คน (พนักงาน 1 คน สามารถปฏิบัติงานจริงได้โดยการทำงานต่อเนื่องตามลำดับขั้นตอนจนครบ)

จากแนวทางการปรับปรุงดังกล่าวสามารถแสดงผลได้ ดังรูปที่ 12



จากนั้นนำแบบจำลองสถานการณ์สายการผลิตด้วยแนวทางการปรับปรุงที่ 1 (ปรับปรุง Cycle Time) แล้ว มาทำการทดสอบด้วยแนวทางการปรับปรุงข้างต้นโดยดำเนินการดังนี้ คือ

- ทำการเรียกใช้ทรัพยากร (Resource) ตัวเดียวกันระหว่างสถานีที่ 2, 3, 4 โดยให้ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน ทำให้สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ทั้งหมด 3 คน

- ทำการเรียกใช้ทรัพยากร (Resource) ตัวเดียวกันระหว่างสถานีที่ 7, 8, 9 โดยให้ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน ทำให้สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ทั้งหมด 3 คน

- ทำการเรียกใช้ทรัพยากร (Resource) ตัวเดียวกันระหว่างสถานีที่ 10, 11 โดยให้ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอน ทำให้สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ทั้งหมด 2 คน

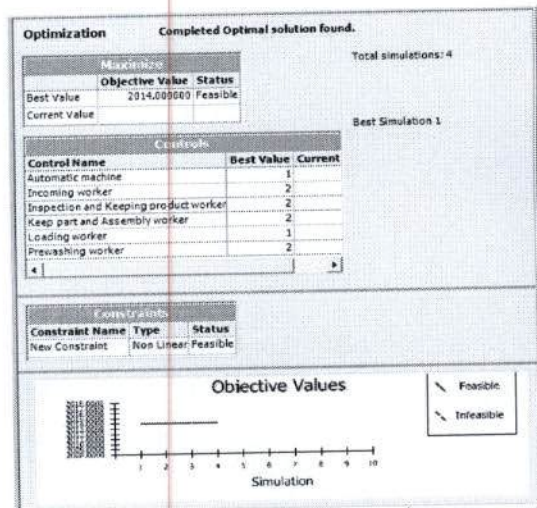
แล้วทำการจัดสรรจำนวนทรัพยากร คือ จำนวนพนักงาน ในสายการผลิต โดยการใช้โปรแกรม OptQuest เพื่อทำการวิเคราะห์หาจำนวนพนักงานในแต่ละขั้นตอนการผลิตให้มีความเหมาะสม โดยมี สมการเงื่อนไข (Constraints Function) คือ

[Finish good.NumberOut (Output Value)] >= 1900

และมี สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function) คือ

[Finish good.NumberOut (Output Value)] is Maximize

ซึ่งแสดงผลได้ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ผลการวิเคราะห์หาจำนวนทรัพยากรที่เหมาะสมผ่านแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้จากโปรแกรม OptQuest

จากแนวทางการปรับปรุงที่ 2 ข้างต้นทำให้สามารถได้ผลลัพธ์หลังการปรับปรุงเทียบกับก่อนปรับปรุง (ระบบปัจจุบัน) แสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์จากแนวทางการปรับปรุงที่ 2 เทียบกับระบบการผลิตปัจจุบัน (เก็บผลจากแบบจำลอง)

รูปแบบ	ระบบปัจจุบัน	แนวทางการปรับปรุงที่ 2
สถานีงาน (สถานี)	11	6
พนักงาน (คน)	11	9
เครื่องจักร (เครื่อง)	1	1
รอบเวลาการผลิตรวม (วินาที ต่อ Batch)	1,647.32	1,587.32



ตารางที่ 5 (ต่อ)

รูปแบบ	ระบบ ปัจจุบัน	แนวทางการ ปรับปรุงที่ 2
ยอดการผลิตเฉลี่ย (ชิ้น/กะ)	1,600	2,016
Line Efficiency (%)	49.92	92.40
Labor Productivity (ชิ้น/ชั่วโมง/ แรงงาน)	14.55	22.40
Multifactor Productivity (ชิ้น/บาท)	0.029	0.038

4.4 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแนวทางการปรับปรุงทั้งหมด

สามารถสรุปวิธีการปรับปรุงสายการผลิตกรณีศึกษาผ่านแบบจำลองสถานการณ์ ในแต่ละแนวทางการปรับปรุง ได้ดังตารางที่ 6 โดยจะทำการปรับที่รอบเวลาการผลิตรวม (Total Cycle Time), ปรับจำนวนสถานีงาน (Number of Work Station) และปรับจำนวนพนักงาน (Number of Labor) ที่ใช้ในสายการผลิตเปรียบเทียบกับสายการผลิตปัจจุบัน ดังนี้

ตารางที่ 6 วิธีการปรับปรุงสายการผลิตผ่านแบบจำลองในแต่ละแนวทางการปรับปรุงเทียบกับสายการผลิตปัจจุบัน

รูปแบบ	รอบเวลาการผลิตรวม (วินาที ต่อ Batch)	จำนวน สถานีงาน (สถานี)	จำนวน พนักงาน (คน)
ระบบการผลิตปัจจุบัน	1,647.32	11	11
แนวทางการปรับปรุงที่ 1	1,587.32	11	11
แนวทางการปรับปรุงที่ 2	1,587.32	6	9

จากตารางที่ 6 แนวทางการปรับปรุงข้างต้น จึงสามารถนำผลลัพธ์จากแนวทางการปรับปรุงทั้ง 2 ทางเลือก ที่ได้จากแบบจำลองมาทำการเปรียบเทียบกับ ระบบการผลิตปัจจุบัน ผ่านตัวชี้วัดที่ใช้ในการพิจารณา คือ ยอดการผลิตเฉลี่ยต่อกะ ค่าผลิตภาพและค่าประสิทธิภาพสายการผลิต ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแนวทางการปรับปรุงทั้งหมดกับระบบการผลิตปัจจุบัน (เก็บผลจากแบบจำลอง)

รูปแบบ	ยอดการผลิตเฉลี่ย (ชิ้น/กะ)	Line Efficiency (%)	Labor Productivity (ชิ้น/ชั่วโมง/ แรงงาน)	Multifactor Productivity (ชิ้น/บาท)
ระบบการผลิตปัจจุบัน	1,600	49.92	14.55	0.029
แนวทางการปรับปรุงที่ 1	2,006	60.13	18.24	0.037
แนวทางการปรับปรุงที่ 2	2,016	92.40	22.40	0.038

จากตารางที่ 7 แสดงว่า ผล (จากแบบจำลอง) การปรับปรุงสายการผลิตจากแนวทางการปรับปรุงทั้งหมด มียอดการผลิตเฉลี่ย

ต่อกะ มากกว่า ระบบการผลิตปัจจุบัน โดยแนวทางการปรับปรุงทั้งหมดสามารถตอบสนองต่อปริมาณอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นจาก 1,600 ชิ้นต่อกะ เป็น 1,900 ชิ้นต่อกะ ได้อย่างเพียงพอและทันเวลา พร้อมกับทำให้มีค่าผลิตภาพ (Productivity) กับค่าประสิทธิภาพสายการผลิต (Line Efficiency) ของสายการผลิตกรณีศึกษา มีค่าสูงขึ้นกว่า ระบบการผลิตปัจจุบัน แสดงว่าแนวทางการปรับปรุงสายการผลิตทั้งหมดที่ได้ทำการวิจัยขึ้นสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้

5. สรุปผลการวิจัย

หลังจากการวิจัยนี้ สามารถทำให้ได้แนวทางการปรับปรุงที่เหมาะสมแก่สายการผลิตกรณีศึกษา โดยแนวทางการปรับปรุงทั้งหมดสามารถทำให้กำลังผลิตของสายการผลิตตอบสนองต่อปริมาณอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นได้อย่างเพียงพอทันเวลา และทำให้ค่าผลิตภาพ (Productivity) และค่าประสิทธิภาพสายการผลิต (Line Efficiency) ของสายการผลิตกรณีศึกษาเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งทำให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การวิจัย

และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแนวทางการปรับปรุงสายการผลิตกรณีศึกษาทั้งหมดผ่านตัวชี้วัดที่ใช้ในการพิจารณา คือ ยอดการผลิตเฉลี่ย ค่าผลิตภาพและค่าประสิทธิภาพสายการผลิต ปรากฏว่า แนวทางการปรับปรุงที่ 2 เป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีค่าตัวชี้วัดสูงสุดจากแนวทางการปรับปรุงทั้งหมด คือ มียอดการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 2,016 ชิ้นต่อกะ ซึ่งสามารถตอบสนองต่อปริมาณอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้นจาก 1,600 ชิ้นต่อกะเป็น 1,900 ชิ้นต่อกะได้อย่างเพียงพอ มีค่าประสิทธิภาพสายการผลิต (Line Efficiency) เพิ่มขึ้นจาก 49.92 เปอร์เซ็นต์ เป็น 92.40 เปอร์เซ็นต์ มีค่าผลิตภาพแรงงาน (Labor Productivity) เพิ่มขึ้นจาก 14.55 ชิ้นต่อชั่วโมงต่อแรงงาน เป็น 22.40 ชิ้นต่อชั่วโมงต่อแรงงาน และมีค่าผลิตภาพแบบพหุปัจจัย (Multifactor Productivity) เพิ่มขึ้นจาก 0.029 ชิ้นต่อบาท เป็น 0.038 ชิ้นต่อบาท

งานวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นว่าเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ (Industrial Engineering Techniques; IE Techniques) และเทคนิคการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) สามารถเป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจหาแนวทางเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตได้อย่างเหมาะสม

6. ข้อเสนอแนะ

1) ความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์จะขึ้นอยู่กับ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากระบบการทำงานจริง การตั้งสมมติฐานความเข้าใจในระบบการทำงานจริงของผู้สร้างแบบจำลอง และการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านระยะเวลาในการเก็บข้อมูลทำวิจัยประกอบกับบริบทกรณีศึกษาไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลบางส่วนได้ ดังนั้นแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นจึงมีความถูกต้องในระดับที่เพียงพอสำหรับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสายการผลิตที่เป็นอยู่ในปัจจุบันกับแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพที่งานวิจัยนี้ได้นำเสนอเท่านั้น



แต่ถ้าต้องการความถูกต้องมากขึ้นควรทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และสร้างแบบจำลองสถานการณ์ให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น

2) สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการพิจารณาตัววัดประสิทธิภาพ ทางด้านเวลาเป็นหลัก เช่น รอบเวลาการผลิต ระยะเวลาในการผลิต ตลอดจนค่าร้อยละของเวลาที่ใช้ในการทำงานจริง ดังนั้นถ้า ต้องการทราบผลของการปรับปรุงประสิทธิภาพจากตัววัด ประสิทธิภาพด้านอื่น ๆ จึงควรพิจารณานำเครื่องมืออื่นเข้ามา ประยุกต์ใช้ร่วมกันเพิ่มเติม เช่น การวัดผลการดำเนินงานเชิงดุลย ภาพ (Balanced Scorecard) หรือ การวิเคราะห์ทางการเงิน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร. ระพี กาญจนะ ซึ่งเป็นผู้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ชี้แนะแนวทาง ในการดำเนินงานวิจัยนี้ ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณบุคลากรและเจ้าหน้าที่ทุกท่านของบริษัท กรณีศึกษา ที่ให้ความร่วมมือเพื่อข้อมูลและอำนวยความสะดวก ในการเก็บข้อมูลตลอดช่วงการทำวิจัย

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง และ อาจารย์ทุกท่านที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนในทุก ๆ ด้านตลอดจน กระทั่งงานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Bangkok Post, คาคมูลค่าส่งออกฮาร์ดดิสก์ไตร์ฟ ปี 2553 ขยายตัว 10% (Online), 2010. Available: <http://ethaitrade.com> (1 August 2010).
- [2] Engineeringtoday, เร่งสร้างคนเก่งป้อนอุตสาหกรรม ฮาร์ดดิสก์ไตร์ฟหวังผู้ผลิตทุนลงทุน R&D เพิ่ม (Online), 2010. Available: <http://www.engineeringtoday.net> (1 August 2010).
- [3] สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, หลักสูตรเทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรมเพื่อการเพิ่มผลผลิต (Online), 2010. Available: <http://www.ftpi.or.th> (3 August 2010).
- [4] ศรีณยู สัจจโกวิท, สงกรานต์ บางศรีณย์ทิพย์ และ วันชัย แผลมหลักสกุล, 2552. การเพิ่มผลผลิตด้วยเทคนิคและวิธีการทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมในโรงงานผลิตเบาะรถตู้: กรณีศึกษา ห้างหุ้นส่วนจำกัดพิพัฒน์พงศ์การช่าง. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม, ขอนแก่น, ประเทศไทย, 21-22 ตุลาคม 2552: 501-506.
- [5] Gangopadhyay S., Das T., and Ghoshal G. 2006. Work organization in sand core manufacturing for health and productivity. International Journal of Industrial Ergonomics vol. 36, 915-920.
- [6] ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. 2544. การจำลองปัญหา. สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- [7] อิทธิพล เนคมานุรักษ์ และ วิชัย รุ่งเรืองอนันต์, 2552, การประยุกต์ผังงานสายธารคุณค่าและการจำลองสถานการณ์เพื่อ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต กรณีศึกษา โรงงานผลิตปลานิลแซ่แข็ง, การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม, ขอนแก่น, ประเทศไทย, 21-22 ตุลาคม 2552: 283-290.
- [8] Ali A., and Souza R D. 2007. Modeling and simulation of hard disk drive final assembly using a HDD template. Proceeding of the 2007 winter simulation conference. IEEE, 1641-1650.