

การออกแบบสายการผลิตหลายผลิตภัณฑ์ และการวางแผนทรัพยากร ด้วยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

Design of Multi-Model Production Line and Resource Planning by Computer Simulation

กชวรรณ กาจ และ บุษบา พฤษกษพันธ์

Kotchawan Kachu and Busaba Phruksaphanrat

ISO-RU, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์อยู่ในสภาวะที่มีการแข่งขันสูง และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โรงงานต้องปรับตัวเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบสายการผลิตสำหรับการผลิตหลายผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นปัญหาของโรงงานกรณีศึกษาที่เป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน เนื่องจากลูกค้ามีความต้องการที่หลากหลายไม่แน่นอน ส่งผลให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ หลักการ ECRS และการจัดสมดุลสายถูกนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการจัดสรรการผลิตสำหรับการผลิต 4 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องมีการวิเคราะห์หาแนวทางการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสม นอกจากนี้การจำลองสถานการณ์ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลก่อนการประยุกต์ใช้งาน ซึ่งทำให้สามารถทราบถึงประสิทธิภาพของสายการผลิตหลังปรับปรุงได้ สายการผลิตที่ได้ปรับปรุงสามารถลดจำนวนพนักงานได้ 33.33% เพิ่มอัตราผลผลิตได้ 435.20% และเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้นให้เพียงพอต่อความต้องการได้ 17.58%

คำสำคัญ : หลักการ ECRS, การจำลองสถานการณ์คอมพิวเตอร์, การจัดสรรทรัพยากร

Abstract

Currently, the electronics industry is in a highly competitive situation and rapidly change. Factories need to adjust themselves to increase their capabilities to produce and respond to their customers. This research intends to design multi-model production lines in which the electronics case study factory is facing the problem. Due to the variety of customer demands, the factory cannot respond to the customers. ECRS concept and line balancing were used to allocate production for 4 products, which appropriate analysis of resource allocation is needed. Moreover, a computer simulation was used to analyze the performance of the production lines for both before and after improvement. The improved production lines could reduce the number of workers ratio 33.33%, increase productivity 435.20%, and increase efficiency 17.58% of the production lines.

Keywords: ECRS, computer simulation, resource allocation

1. บทนำ

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์อยู่ในสถานะที่มีการแข่งขันสูง และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โรงงานต้องปรับตัวเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ในโลกของการแข่งขันนี้ให้ได้อย่างรวดเร็วที่สุด โดยมีการปรับตัวเพื่อรองรับการแข่งขันทางด้านเทคโนโลยี รวมทั้งแสวงหาโอกาสทางธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่า บริษัทคู่แข่ง หาแนวทางในการลดต้นทุนที่ใช้ในการผลิต และลดเวลาในการผลิตเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการผลิตสินค้าให้ตรงตามความต้องการของลูกค้ามากที่สุด

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ FPC (flexible printed circuit) ในอุปกรณ์สื่อสาร เพื่อส่งออกไปยังลูกค้าที่ต่างประเทศ นำไปประกอบรวมกับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดอื่นเพื่อเป็นสินค้าสำเร็จรูปต่อไป ผลิตภัณฑ์ของโรงงาน จะมีรูปแบบขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า แต่ลักษณะกระบวนการผลิตและรูปร่างของทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์จะมีความคล้ายคลึงกัน เนื่องจากสายการผลิตเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ผสม (multi model) คือ สลับการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ บนสายการผลิตเดียวกันตามความต้องการที่มีความผันผวน สายการผลิตของโรงงานเป็นสายผลิตแบบต่อเนื่องที่สถานีงานส่วนใหญ่จะใช้แรงงานคนร่วมกับเครื่องจักรกึ่งอัตโนมัติ ทางโรงงานจึงมีการเปลี่ยนแปลงแผนการผลิตและจัดกำลังคนในการผลิตอยู่เสมอ โดยยังไม่ได้มีการวิเคราะห์หรือมีการวางแผนการจัดสรรจำนวนคนและจำนวนเครื่องจักรที่จำเป็นต้องใช้ในสายการผลิตเพื่อให้เกิดสายการผลิตที่มีประสิทธิภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ แต่ใช้วิธีการเพิ่มจำนวนสายการผลิตตามประสบการณ์ เพียงเพื่อให้สามารถได้ผลผลิตตามความต้องการของลูกค้าได้ทัน ทำให้โรงงานเกิดต้นทุนในการผลิตที่สูงขึ้น และเกิดความสูญเปล่า พนักงานว่างงานโดยไม่จำเป็น

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้หลักการ ECRS การจัดสมดุลสายการผลิต เทคนิคการปรับปรุงงาน ในการลดความสูญเปล่าของกระบวนการผลิตได้ และการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถช่วยเพิ่มอัตราผลผลิตและเพิ่ม

ประสิทธิภาพให้กับสายการผลิตได้ กัมศิริ กิตติภากร, (2553) จุฑามาศ โทปุรินทร์, (2554) และ รัตนา มากเพชร, (2556) ได้ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงสายการผลิต โดยนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต และเทคนิคการปรับปรุงงานมาสร้างแบบจำลอง ทำให้สายการผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น[1-3] นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต การจัดสมดุลสายการผลิต โดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์มาช่วยในวางแผนการใช้ทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อลดความสูญเสียจากการใช้ทรัพยากรที่ไม่มีประสิทธิภาพ การว่างงานของพนักงาน กฤต จันทรสมัย และ อรุมา ลาสุนนท์ (2560) ได้ทำการประยุกต์ใช้หลักการวางผังโรงงานและECRS เพื่อลดเวลาในการทำงานและการเคลื่อนที่ในการผลิตชิ้นงาน [6] นุชบา พุกษาพันธ์รัตน์ และ นพพล ศรีศิลป์ (2557) ได้ใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ทำการวิเคราะห์และเสนอแนวทางที่มุ่งเน้นในการลดปริมาณวัตถุดิบที่รอการผลิต [7] Haile, Prabir และ Deepak (2561) ได้ทำการประยุกต์ใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต และวิเคราะห์หาทางลดต้นทุนการผลิต ของสายการผลิตอุตสาหกรรมสิ่งทอ [8]

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบสายการผลิตสำหรับการผลิตหลายผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิตให้ได้สูงสุด โดยใช้เทคนิค ECRS และสร้างแบบจำลองสถานการณ์คอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ผลทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษาเวลา (time study)

เป็นเวลาที่ใช้ในการทำงานหนึ่งๆ ได้ผลการประเมินจากการกำหนดให้พนักงานที่มีความสามารถในการทำงานนั้นในระดับมาตรฐานการทำงานตามวิธีที่กำหนดและเป็นไปตามมาตรฐาน [9]

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาปกติ} + \text{ค่าเผื่อต่างๆ} \quad (1)$$

$$\text{เวลาปกติ} = \text{เวลาจริงที่จับได้} \times \text{ค่าปรับความเร็ว} \quad (2)$$

$$\text{เวลาเผื่อทั้งหมด} = \text{ส่วนบุคคล} + \text{ความเครียด} + \text{ความล่าช้า} \quad (3)$$

2.2 ผลผลิตภาพ (productivity)

ผลผลิตภาพ หรือ อัตราผลผลิต (productivity) เป็นดัชนีซึ่งชี้ถึงควมมีประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร คือความสามารถหรือประสิทธิภาพในการเปลี่ยนปัจจัยหรือทรัพยากรในการผลิตต่าง ๆ ให้เป็นผลิตภัณฑ์หรือบริการที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น [9]

ผลผลิตภาพ = ผลผลิตที่ได้ (Output) / ทรัพยากรที่ใช้ (Input) (4)

2.3 เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์และการปรับปรุงกระบวนการผลิต

1. การลดความสูญเปล่าด้วยหลักการ ECRS
 - 1.1 ตัดทอนงานที่ไม่จำเป็นออก (eliminate) เป็นการลดหรือตัดงานบางอย่างทิ้งไป โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการทำงานหลัก
 - 1.2 รวมการทำงานที่คล้ายคลึงเข้าด้วยกัน (combine) ซึ่งเราสามารถทำให้การทำงานง่ายขึ้นได้ โดยการรวมงานย่อยสองสามอย่างหรือมากกว่านั้นเข้าด้วยกัน หรืออาจจะเปลี่ยนวิธีการทำงานเพียงเล็กน้อยเพื่อให้สามารถรวมงานย่อยบางอย่างให้สามารถทำพร้อมกันได้
 - 1.3 เปลี่ยนลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ (rearrange) เมื่อเงื่อนไขกำลังการผลิตเปลี่ยนไป เราสามารถพิจารณาเพิ่มเติมได้ว่าขั้นตอน ที่กำลังดำเนินการอยู่นั้นถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ หรือหากมีการเปลี่ยนลำดับการทำงานบางขั้นตอน อาจจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น
 - 1.4 การทำให้การทำงานที่จำเป็นง่ายขึ้น (simplify) ทำการวิเคราะห์วิธีปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิต และหาแนวทางที่จะปรับวิธีการทำงานให้ง่ายและสะดวกขึ้น

2. การจัดสมดุลสายการผลิตให้มีประสิทธิภาพ (production line balancing) [10]

คือการพยายามให้สถานีงานต่างๆ มีอัตราการทำงานหรือเวลาที่ใช้เท่าๆ กัน แต่ถ้าหากเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีไม่เท่ากันแล้ว

Cycle Time รอบเวลาการทำงาน จะถูกกำหนดด้วยเวลาการทำงานสถานีที่ใช้เวลานานที่สุด

Takt Time อัตราที่สินค้าต้องถูกผลิตเพื่อให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า

หาก Cycle Time เร็วกว่า Takt Time มากๆ ก็จะทำให้เกิดการว่างงาน หรือ หาก Cycle time สูงกว่า Takt Time ก็จะทำให้ส่งสินค้าให้ลูกค้าไม่ทัน

2.4 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือที่สามารถเลียนแบบการทำงานของระบบจริง เมื่อได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับความเป็นจริงแล้ว การทดลองเพื่อปรับค่าปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงระบบก็สามารถทำได้ง่าย และนำไปสู่การประยุกต์ใช้งานจริงต่อไป มีขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษา (problem formulation)
2. การออกแบบแบบจำลอง (model design)
3. การสร้างแบบจำลอง (model formulation)
4. การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (verified)
5. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (validate)
6. การดำเนินการทดลอง (Experiment)
7. การอธิบายผลการทดลอง (Interpretation)
8. การนำไปใช้งาน (Implementation)

3. วิธีการวิจัย

3.1 ข้อมูลเบื้องต้น

ผลิตภัณฑ์ที่จะทำการศึกษานี้มีทั้งหมด 4 ผลิตภัณฑ์คือผลิตภัณฑ์ A, B, C และ D ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันเล็กน้อย ในด้านรูปร่าง ขนาด แต่กระบวนการผลิตจะเหมือนกัน

ก่อนการปรับปรุง มี 4 สายการผลิต แต่ละสายการผลิตประกอบด้วย 6 สถานีงานหลัก พนักงาน 24 คน มีสายการผลิตดังรูปที่ 1 กระบวนการผลิต ของแต่ละผลิตภัณฑ์คือ

สถานีงานที่ 1 ตัดวัสดุบนงาน (Laminate ADH)

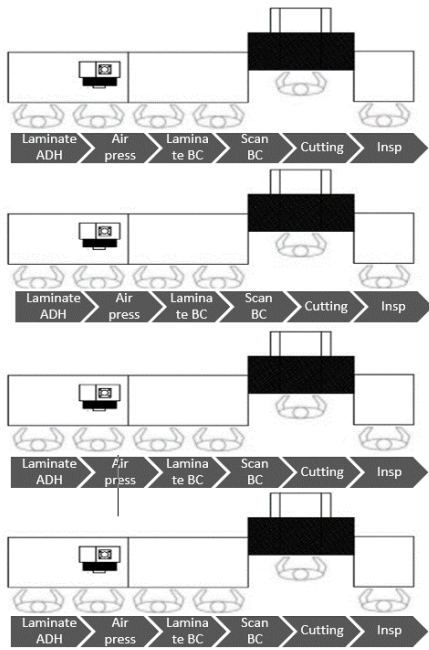
สถานีงานที่ 2 กดอัดชิ้นงาน (Air press)

สถานีงานที่ 3 ตัดบาร์โค้ดบนงาน (Laminate barcode)

สถานีงานที่ 4 เก็บข้อมูลในระบบ (Scan barcode)

สถานีงานที่ 5 ตัดชิ้นงาน (Cutting)

สถานีงานที่ 6 ตรวจสอบชิ้นงาน (Inspection)



รูปที่ 1 สายการผลิตก่อนการปรับปรุง

ข้อมูลเวลาและความต้องการเฉลี่ย สามารถนำมาหา Takt Time ได้จากเวลาการทำงานต่อวันหารจำนวนสินค้าที่ลูกค้าต้องการเฉลี่ยต่อวัน ซึ่งใช้เวลาในการทำงานทั้งหมด 19 ชั่วโมงต่อวัน ยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ A

$$\text{Takt Time} = 68,400/28,000 = 2.44 \text{ วินาที/ชิ้น}$$

สามารถสรุปข้อมูลกำลังการผลิตและ Takt Time ได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าสายการผลิตไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามตามความต้องการของลูกค้า เนื่องจาก Cycle Time ของสายการผลิตปัจจุบันมีค่ามากกว่า Takt Time จึงจะต้องทำการปรับปรุงสายการผลิตต่อไป

ตารางที่ 2 Cycle Time และ Takt Time ก่อนการปรับปรุง

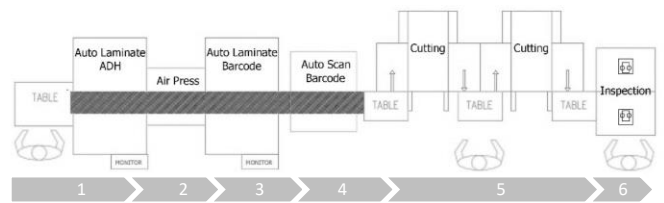
ผลิตภัณฑ์	ความต้องการเฉลี่ยต่อวัน (ชิ้น/วัน)	Cycle Time (วินาที/ชิ้น)	Takt time (วินาที/ชิ้น)
A	28,000	4.45	2.44
B	28,000	4.56	2.44
C	100,000	3.08	0.68
D	100,000	3.23	0.68

3.2 การวิเคราะห์สายการผลิตเพื่อการปรับปรุง

1. ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติทดแทนแรงงานคนบางส่วน จากปัญหาการขาดแคลนแรงงานไทย รวมถึงการ

เปลี่ยนงาน และโยกย้ายพนักงานในปัจจุบันที่เกิดขึ้นบ่อย ก่อให้โรงงานกรณีศึกษามีอุปสรรคในการดำเนินการผลิต ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ในด้านค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถควบคุมจำนวนพนักงานที่ทำการผลิตให้คงที่ได้ เมื่อเทียบกับการประยุกต์ใช้ระบบอัตโนมัติในโรงงานให้ได้มากขึ้น และเนื่องด้วยทางโรงงานกรณีศึกษา มีความต้องการสินค้าของลูกค้าที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงมีนโยบายที่จะนำระบบอัตโนมัติมาใช้ให้ได้มากที่สุด เพื่อลดค่าเสียโอกาสกรณีที่ผลิตงานไม่ได้ตามแผนที่กำหนดไว้

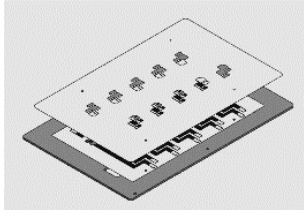
ดังนั้นจึงมีแนวทางจะปรับปรุงสายการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งขั้นตอนที่ทำการปรับเปลี่ยนคือ ที่นำเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาทำงานทดแทน และในสถานงานที่ 6 ยังคงไว้เช่นเดิม หากมีการปรับปรุงโดยนำเครื่องจักรที่สามารถทำงานอัตโนมัติ จะสามารถลดจำนวนพนักงานของสายการผลิตได้ โดยที่สถานงานที่ 2, 3 ที่เป็นเครื่องจักรอัตโนมัติไม่ต้องใช้พนักงานทำงาน กำหนดให้พนักงานสถานงานที่ 1 มีหน้าที่ในการส่งงานเข้าเครื่องจักร และ พนักงานสถานงานที่ 5 เลขสถานีอยู่ตรงไหน เป็นคนนำงานออกจากเครื่องจักร สามารถลดจำนวนพนักงานของสายการผลิตได้จากเดิม 6 เหลือ 3 คน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างสายการผลิตหลังการปรับปรุง 1 สายการผลิต

2. ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุงสายการผลิตดังนี้
 - 2.1 **Combine** ก่อนการปรับปรุง ในสถานงานที่ 1 และ 2 จะมี JIG ประจำแต่ละสถานีเพื่อไว้สำหรับ Laminate ADH ลงบน Bare ซึ่ง Jig มีความแตกต่างกัน ทำให้เสียเวลาในการหยิบเข้าออกจาก Jig หลังจากนำเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาทดแทน จึงมีการออกแบบบอร์ดที่มี Guide Pin ตามรูปที่ 3 สำหรับยึด Bare ให้ตำแหน่งคงที่บน

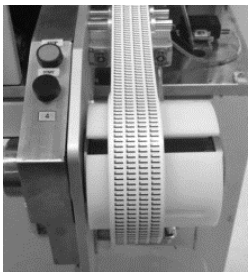
บอร์ด ซึ่งบอร์ดนี้สามารถใช้ร่วมกันได้ตั้งแต่
สถานีงานที่ 1 จนถึงสถานีงานที่ 4 โดยนำเข้าที่
สถานีงานที่ 1 แล้วไหลผ่านบนสายพานส่งงาน
ไปยังสถานีงานต่างๆ และหยิบ Bare ออกใน
สถานีงานที่ 4 เพื่อส่งไปยังสถานีถัดไป



รูปที่ 3 บอร์ดสำหรับยึดตำแหน่ง Bare ให้คงที่

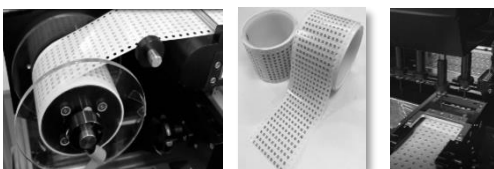
2.2 Simplify

สถานีงานที่ 1 เปลี่ยนวัสดุ ADH จาก Leaf
กลายเป็นม้วน ADH ดังรูปที่ 4 ที่สามารถส่ง
ADH ให้หัวจับของเครื่องจักรสามารถหยิบ ADH
ไปติดบน Bare ได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 4 ม้วน ADH

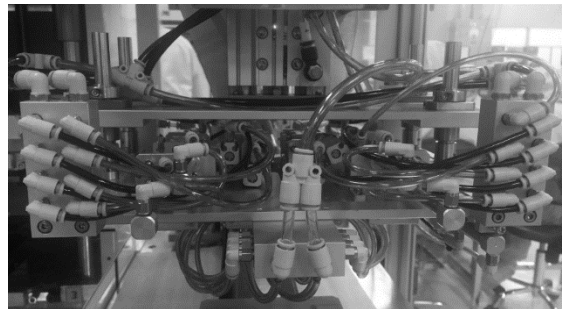
สถานีงานที่ 3 เปลี่ยนวัสดุ Barcode Leaf
กลายเป็นม้วน Barcode ดังรูปที่ 5 ที่สามารถส่ง
Barcode ให้หัวจับของเครื่องจักรสามารถหยิบ
ไปติดบน Bare ได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 5 ม้วน Barcode

สถานีงานที่ 4 เปลี่ยนเป็นกล้องถ่ายภาพกำลังขยาย
สูงรวมกับสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการ
อ่าน Barcode ทำให้สามารถแสดกน Bare เพียง 1
ครั้งสามารถเก็บข้อมูล Barcode ทั้ง sheet เข้า
ระบบได้ทั้งหมด

สถานีงานที่ 5 มีชุดแขนจับอัตโนมัติ ในรูปที่ 6
เพื่อใช้ในการเปลี่ยน shot ของผลิตภัณฑ์ และ
แขนจับอัตโนมัติสำหรับหยิบงานออกจากหน้า
Punching Die ไปวางบน tray



รูปที่ 6 ชุดแขนจับงานอัตโนมัติ

หลังการปรับปรุงทำให้ Cycle Time ของแต่ละสถานีงาน
ลดลง ซึ่งในสายการผลิตที่ 1 , 2 สามารถสร้างสมดุล
สายการผลิตก่อนและหลังปรับปรุงได้ดังรูปที่ 7

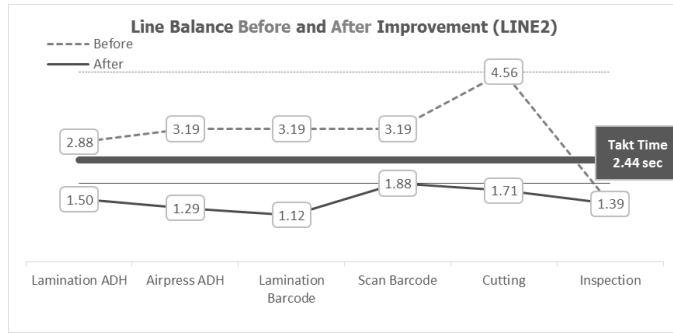
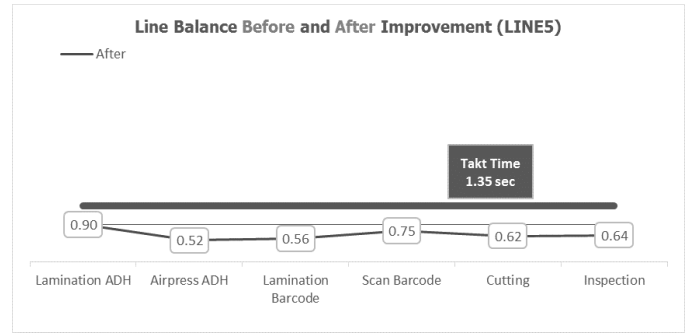
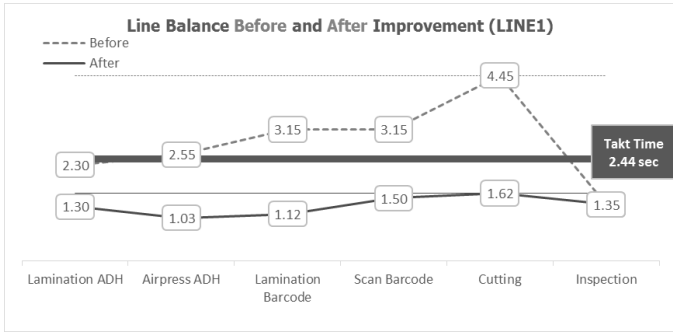
สายการผลิต 3 , 4 ไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันตามความ
ต้องการลูกค้า จึงมีแนวทางที่จะปรับปรุงโดยเพิ่มสายการผลิต
ที่ 5 สำหรับผลิต งาน C และ D ดังแสดงในรูปที่ 8 และ 9
ดังนั้นกระบวนการหลังการปรับปรุง จะมีทั้งหมด 5
สายการผลิต

จากรูปที่ 7-9 จะเห็นว่า เวลารอบที่ใช้ในการผลิต (Cycle
Time) มีค่าน้อยกว่าหรือ เท่ากับ ความเร็วในการผลิต (Takt
Time) แล้วสำหรับทั้ง 5 สายการผลิต ซึ่งสามารถคำนวณหา
อัตราการผลิต (productivity) ได้ดังนี้

ยกตัวอย่างการคำนวณ สายการผลิตที่ 1 มีเวลาการทำงาน
ต่อวัน 19 ชั่วโมง (68,400 วินาที) มีจำนวนพนักงาน 3 คน ต่อ
สายการผลิต และจำนวนชิ้นที่ผลิตได้ต่อวันคำนวณได้จาก
จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้

= เวลาที่ใช้ผลิต (วินาที/วัน) / รอบเวลาในการผลิต
(วินาที/ชิ้น)

$$= 68,400 / 1.62 = 42,222.22 \approx 42,222 \text{ ชิ้น/วัน}$$



รูปที่ 9 สมดุลสายการผลิตก่อนและหลังปรับปรุงของสายที่ 5(C+D)

ดังนั้น อัตราผลผลิตหลังการปรับปรุงของสายการผลิตที่ 1 หลังการปรับปรุงจะคำนวณ ดังนี้

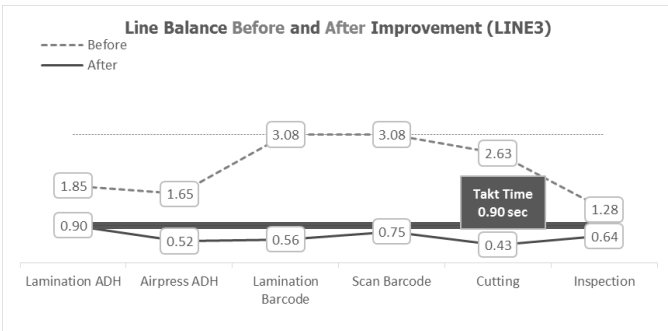
อัตราผลผลิต (Productivity)

$$= 42,222 \text{ ชิ้น} / (19 \text{ ชั่วโมง} \times 3 \text{ คน})$$

$$= 740.74 \text{ ชิ้น/ชั่วโมง/คน}$$

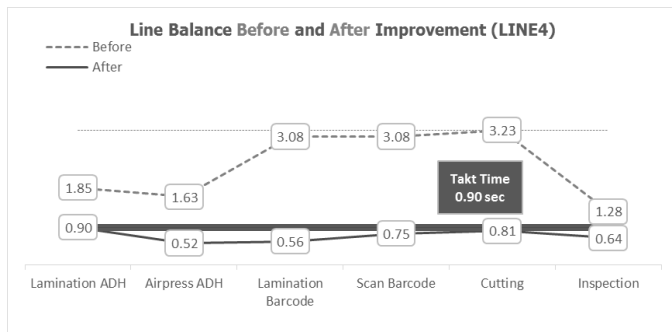
รูปที่ 7 สมดุลสายการผลิตก่อนและหลังปรับปรุงของสายที่ 1(A) และ สายที่ 2(B)

ในการคำนวณหาเวลาในการผลิตของสายการผลิตที่ 5 นั้น จะมีเวลารวมในการติดตั้งสายการผลิตเพื่อเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ คือ 1.06 ชั่วโมง/ครั้ง ซึ่งจะกำหนดให้มีการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ 1 ครั้ง/วัน เวลาที่ในการผลิตจึงคิดจากเวลาทั้งหมด 19 ชั่วโมง ลบเวลาในการ Set up เปลี่ยนผลิตภัณฑ์ 1.06 ชั่วโมง จะเหลือเวลาในการผลิตจริงของสายการผลิตที่ 5 คือ 17.94 ชั่วโมง หรือ 64,584 วินาที ซึ่งแสดงผลลัพธ์ของแต่ละสายการผลิตได้ ดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 อัตราผลผลิตปัจจุบัน กับ อัตราผลผลิตเป้าหมาย

สายการผลิต	Cycle time (วินาที/ชิ้น)	อัตราผลผลิตเป้าหมาย (ชิ้น/คน/ชม.)	อัตราผลผลิตหลังการปรับปรุง (ชิ้น/คน/ชม.)
1 (A)	1.62	491.23	740.74
2 (B)	1.88	491.23	638.28
3 (C)	0.90	1000.00	1000.00
4 (D)	0.90	1000.00	1000.00
5 (C+D)	0.90	631.58	944.21



รูปที่ 8 สมดุลสายการผลิตก่อนและหลังปรับปรุงของสายที่ 3(C) , สายการผลิตที่ 4(D)

หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต ทำให้สามารถลดจำนวนพนักงานได้ 6 คน จากเดิม 24 คน เหลือ 18 คน สามารถผลิตงานได้ตามเป้าหมาย ทำให้โรงงานสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านค่าจ้างแรงงานได้

และเนื่องจากมีการปรับปรุงกระบวนการและเพิ่มสายการผลิตที่ 5 จะมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้น ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มต้น 12,530,000 บาท แต่จะมีกำไรเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากจำนวนงานที่ผลิตได้เพิ่มขึ้นและจากค่าจ้างแรงงานที่ลดลง คิดเป็น 13,509,227 บาท ที่อัตรา MARR = 1.25% อัตราผลตอบแทนภายในที่ 107% ดังแสดงผลในตารางที่ 4

ระยะเวลาคืนทุน (Return On Investment) คือ อัตราส่วนผลตอบแทนจากการลงทุนที่จะเปรียบเทียบระหว่างเงินลงทุนและกำไรที่ได้จากการลงทุน ซึ่งจะแสดงความสามารถในการทำกำไรจากการลงทุนดังกล่าว

ระยะเวลาคืนทุน (ROI) = เงินลงทุนเริ่มต้น / กำไรเฉลี่ยต่อเดือน = 12,530,000 / 13,509,227 = 0.93

ซึ่งกระบวนการหลังการปรับปรุงนี้ ต้องใช้ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.93 เดือน

ตารางที่ 4 คำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ และ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

เดือนที่	กระแสเงินสดรับจ่ายสุทธิ	อัตราดอกเบี้ย (r)	อัตราคิดลดตามระยะเวลา (1+r) ⁱ	มูลค่า ณ ปัจจุบัน
0	-	1.25%	1.0000	-
1	-12,530,000	1.25%	1.0125	(12,375,308.64)
2	13,509,227	1.25%	1.0252	13,177,725.02
3	13,509,227	1.25%	1.0380	13,015,037.05
4	13,509,227	1.25%	1.0509	12,854,357.58
5	13,509,227	1.25%	1.0641	12,695,661.81
6	13,509,227	1.25%	1.0774	12,538,925.24
7	13,509,227	1.25%	1.0909	12,384,123.70
8	13,509,227	1.25%	1.1045	12,231,233.28
มูลค่าปัจจุบันของโครงการ			(NPV) =	76,521,755.04
อัตราผลตอบแทนภายใน			(IRR) =	107%

ตารางที่ 5 ตัวอย่างผลวิเคราะห์ข้อมูลสายการผลิตที่ 1 ในแบบจำลอง

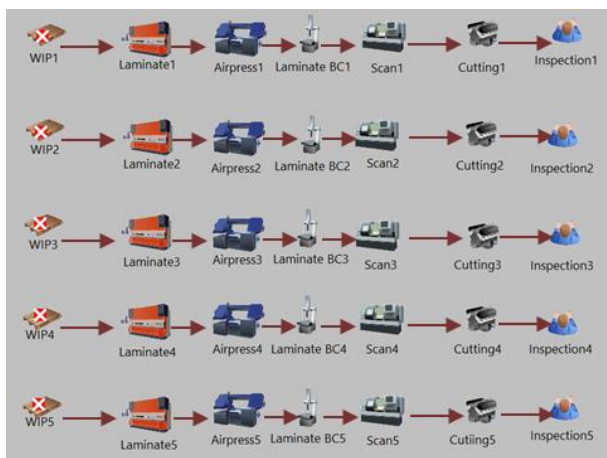
สายการผลิตที่ 1	สถานีนงานหลัก	Distribution	Parameter	Goodness of test (P-Value)			Test of Homogeneity	Test of Independence
				Chi Squared	Kolmogoro v-Smirnov	Anderson -Darling		
1	Laminate ADH	Weibull	2+W(3.29, 0.337)	0.974	0.947	0.987	ผ่าน	ผ่าน
2	Air press	Gamma	2+G(34.8, 0.0159)	0.517	0.962	0.981	ผ่าน	ผ่าน
3	Laminate Barcode	log logistic	2+1.14*(1./((1./U(0.5,0.5))-1.))**(1./16.2)	0.558	0.963	0.982	ผ่าน	ผ่าน
4	Scan Barcode	log logistic	2+1.14*(1./((1./U(0.5,0.5))-1.))**(1./17)	0.517	0.950	0.989	ผ่าน	ผ่าน
5	Cutting	Weibull	4+W(4.79, 0.495)	0.055	0.536	0.727	ผ่าน	ผ่าน
6	Inspection	Gamma	1+G(13, 0.0269)	0.974	0.922	0.951	ผ่าน	ผ่าน

4. การจำลองสถานการณ์

ในการจำลองนี้เพื่อวิเคราะห์ผลผลิตของสายการผลิตที่ทำการปรับปรุงว่าสามารถจะทำการผลิตได้ตามเป้าหมายหรือไม่ โดยจะต้องมีการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าดังแสดงในตารางที่ 5 หลังจากนั้นดำเนินการสร้างแบบจำลองและทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมจากจำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับจำนวน

ชิ้นงานที่ได้จากการรัน โปรแกรมโปรโมเดลที่ใช้ค่าการกระจายของข้อมูลเป็นเวลาของแต่ละสถานีงาน โดยการกำหนดเวลาที่ต้องการผลิตไว้ที่ 19 ลักษณะ สำหรับใช้เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม โดยกำหนดให้มีการผลิตจำนวนชิ้นที่เวลาต่างกัน แล้วพิจารณาจำนวนงานโดยเมื่อเปรียบเทียบจำนวนงานที่ได้จากการรัน โปรแกรมกับการคำนวณ ซึ่งอ้างอิงจากการปฏิบัติงานจริงนั้นมีความใกล้เคียงกัน โดยมีค่าแตกต่างกันมากที่สุด สำหรับสายการผลิตที่ 1 เท่ากับ 0.25% , สายการผลิตที่ 2 เท่ากับ 0.07% , สายการผลิตที่ 3 เท่ากับ 0.07% และสายการผลิตที่ 4 เท่ากับ 0.09% แสดงว่าโปรแกรมมีความถูกต้อง ดังนั้นจึงนำผลที่ได้จากการรันโปรแกรมโปรโมเดลไปใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงทรัพยากรและจัดสมดุลของการดำเนินงานใหม่ต่อไปได้

และทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยเปรียบเทียบผลที่ได้จากการรัน โปรแกรม 30 รอบกับระบบจริง โดยใช้ t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยแบบจำลองหลังการปรับปรุงแสดงได้ดังรูปที่ 10 และผลแสดงตารางที่ 6-8



รูปที่ 10 แบบจำลองสถานการณ์หลังการปรับปรุง

จากผลที่ได้สามารถลดพนักงานได้ 33.33% จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น 228.32% อัตรา ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 435.20% ทั้งนี้เนื่องมาจากการลดเวลากระบวนการในสถานีงานที่ 1-5 คือ ตัดวัสดุบนงาน, กดอัดชิ้นงาน, ตัดบาร์โค้ดบนงาน, เก็บข้อมูลในระบบ, ตัดชิ้นงานสามารถลดเวลาได้อย่างมาก เพราะมีการนำเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาทดแทนพนักงานบางส่วน รวมทั้งปรับปรุงกระบวนการลดขั้นตอนการทำงานของพนักงานจึงทำให้มีค่าตัวชี้วัดที่สูง

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์แบบจำลองสถานการณ์การผลิต-ก่อน

วิเคราะห์ผล	ก่อนการปรับปรุง				
	1	2	3	4	เฉลี่ย
พนักงาน (คน/สาย)	6	6	6	6	6
จำนวนชิ้นงานที่ผลิต (ชิ้น/วัน)	15358	14991	22193	21165	18427
อัตราผลผลิต (ชิ้น/วัน/คน)	134.72	131.50	194.68	185.66	161.64
% Utilization ของสถานีงาน	88.37	88.31	85.81	88.00	87.62
% Efficiency ของสายการผลิต	63.49	67.27	73.33	72.96	69.26

ตารางที่ 7 ผลลัพธ์แบบจำลองสถานการณ์การผลิต-หลัง

วิเคราะห์ผล	หลังการปรับปรุง					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
พนักงาน (คน/สาย)	3	3	4	4	4	4
จำนวนชิ้นงานที่ผลิต (ชิ้น/วัน)	42746	35997	75997	75997	71753	60498.00
อัตราผลผลิต (ชิ้น/วัน/คน)	749.93	631.53	999.96	999.96	944.12	865.10
% Utilization ของสถานีงาน	97.91	93.85	70.37	70.37	70.51	80.60
% Efficiency ของสายการผลิต	97.92	93.86	70.37	70.37	74.68	81.44

ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์แบบจำลอง

วิเคราะห์ผล	%Gain
พนักงาน (คน/สาย)	33.33
จำนวนชิ้นงานที่ผลิต (ชิ้น/วัน)	228.32
อัตราผลผลิต (ชิ้น/วัน/คน)	435.20
% Utilization ของสถานีงาน	-8.01
% Efficiency ของสายการผลิต	17.58

5. สรุปผลการดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัญหาของสายการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีปัญหาในเรื่องความสูญเสียเปล่าและไม่สามารถผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า ผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับปรุงสายการผลิต โดยใช้หลักการ ECRS รวมถึงเพิ่มการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติทดแทนแรงงานคนบางส่วน การสร้างสมดุลสายการผลิต และการจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้สามารถเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น เช่น การวิเคราะห์งานค้างระหว่างสถานีงาน เห็นภาพลักษณะการกระจุกตัวของงาน หรือสถานีงานคอขวดในสายการผลิต ว่าเกิดขึ้นในขั้นตอนใดมากที่สุด รวมทั้งยังสามารถทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดสมดุลสายการผลิตได้โดยง่าย ช่วยลดต้นทุนในการผลิต ช่วยการประเมินผลการทำงาน และช่วยหาแนวทางในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม เพื่อให้ผลลัพธ์ที่พึงพอใจ และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจสำหรับการวางแผนการผลิต ซึ่งหลังการปรับปรุงสามารถลดพนักงานได้ 33.33% จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น 228.32% อัตราผลผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 435.20% ประสิทธิภาพ (Efficiency) ของสายการผลิตเพิ่มขึ้น 17.58% ซึ่งผลลัพธ์ดีขึ้นเกือบทั้งหมดส่วนการใช้ประโยชน์ (Utilization) ลดลงเนื่องจากพนักงานต้องรอการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ ซึ่งโรงงานกรณีศึกษายอมรับ และสามารถผลิตงานได้ตามความต้องการของลูกค้า

โดยแนวทางนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นในโรงงานได้ รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Math model) เพื่อหาจำนวนทรัพยากรการผลิตที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เงื่อนไขต่างๆ เช่น ใช้เวลาน้อยที่สุด หรือ มีต้นทุนต่ำที่สุด กับสายการผลิตอื่นๆที่มีความใกล้เคียงกันหรือมีความต้องการที่เปลี่ยนไปในอนาคตได้ ทั้งนี้ในการจำลองได้กำหนดค่าให้ไม่เกิดของเสียในกระบวนการขึ้นซึ่งอาจมีการปรับปรุงสัดส่วนของเสียเพิ่มเติมให้มีความเหมือนจริงมากยิ่งขึ้น โดยโปรแกรมจำลองสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งสามารถใช้ทดแทนกันได้ ได้แก่ ARENA, Process Analysis หรือ SIMIO เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กัณศิริ กิตติภาพร. “การจัดสมดุลสายการผลิตและการวางแผนทรัพยากร โดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหาร” [สารนิพนธ์]. สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2553.
- [2] จุฑามาศ โทบุรินทร์. “การจัดสมดุลสายการผลิตแขนจับหัวอ่านเขียนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยการสร้างแบบจำลองด้วยคอมพิวเตอร์” [สารนิพนธ์]. สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2554.
- [3] รัตนา มากเพชร. “การเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตโดยการจำลองสถานการณ์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์บลิสเตอร์” [สารนิพนธ์]. สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2556.
- [4] กิจพงษ์ แมดมิ่งเหง้า. “การจัดสมดุลสายการผลิตชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยใช้การจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาสายการผลิต Head Stack Assembly” [สารนิพนธ์]. สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2556.
- [5] ชาริทิพย์ สุรินทร์. “การจัดสมดุลสายการผลิตและกำจัดความสูญเสียเปล่า โดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สิ่งทอ” [สารนิพนธ์]. สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2555.
- [6] กฤต จันทรสมัย, อรุมา ลาสุนนท์. “การออกแบบผังโรงงานและปรับปรุงกระบวนการผลิตประตูไม้บานเลื่อน” .วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร. 2560 ; 25(3): 146-155

- [7] นุชบา พุกษาพันธุ์รัตน์, นพพล ศรีศิลป์. “การประยุกต์ใช้การควบคุมด้วยระบบคัมบังสำหรับระบบการป้อนวัตถุดิบ ของโรงงานอิเล็กทรอนิกส์โดยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์” .วิศวกรรมสาร ธรรมศาสตร์. 2557 ; 2(1): 16-25
- [8] Haile S., Prabir J. and Deepa P. “Feasibility of Using Simulation Technique for Line Balancing in Apparel Industry” . 14th Global Congress on Manufacturing and Management (GCMM) ; 2561.
- [9] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. การศึกษางานอุตสาหกรรม, สำนักพิมพ์ท็อปจำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 2, 2550.
- [10] นุชบา พุกษาพันธุ์รัตน์. “การวางแผนและควบคุมการผลิต”, สำนักพิมพ์ท็อปจำกัด; 2552.