http://journal.rmutp.ac.th/

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิธีการจัดสมดุลสายการผลิต

มานพ ดอนหมื่น[1*] และ ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล[2]

[1]คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
[2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[1]เลขที่ 150 หมู่ 6 ถนนศรีจันทร์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40000
[2]เลขที่ 1381 ถนนประชาราษฎร์ แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10800

รับบทความ 24 พฤษภาคม 2562 แก้ไขบทความ 13 ธันวาคม 2562 ตอบรับบทความ 17 ธันวาคม 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต และลดปัญหาการผลิตงานไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า สำหรับโรงงานผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ในงานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางแก้ปัญหา 2 แนวทาง แนวทางแรกใช้เทคนิคการสมดุลสายการผลิตร่วมกับวิธี ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify) ในขณะที่แนวทางที่สองเป็นแนวทางที่ต้องมีการลงทุนขยายสายการผลิต ซึ่งต้องมีการลงทุนการซื้อเครื่องทดสอบในราคา 1,000,000 บาท เพื่อต้องการให้สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า นอกเหนือจากนั้นยังใช้แนวทาง ECRS ร่วมในการแก้ปัญหาด้วย ผลการปรับปรุงแนวทางแรกพบว่าประสิทธิภาพสายการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 82.59 สามารถลดต้นทุนด้านแรงงานที่ 277,220 บาทต่อปี อย่างไรก็ตาม แนวทางการแก้ปัญหาวิธีนี้ยังคงเกิดมูลค่าสูญเสียโอกาสทางการค้าอยู่ที่ 6,336,000 บาทต่อปี ในขณะที่ผลลัพธ์ของแนวทางที่สองมีประสิทธิภาพสายการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 92.11 สามารถลดต้นทุนด้านแรงงานที่ 277,220 บาทต่อปี แนวทางนี้สามารถขจัดมูลค่าสูญเสียโอกาสทางการค้าได้ 6,336,000 บาทต่อปี มีระยะเวลาการคืนทุนจากการลงทุนการซื้อเครื่องทดสอบอยู่ประมาณ 2 เดือน

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพสายการผลิต; โรงงานผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า; สมดุลสายการผลิต; ลดต้นทุนการผลิต

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +669 9960 0450, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: manop.do@rmuti.ac.th*

http://journal.rmutp.ac.th/

Increasing Efficiency of the Electrical Appliance Production Process by Line Balancing Method

Manop Donmuen[1]* and Natworapol Rachsiriwatcharabul[2]

[1] Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus

[2] Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

[1] 150 Moo 6 Srijan Rd., Naimuang, Muang, Khon Kaen 40000

[2] 1381 Pracharat 1 Road, Wong Sawang, Bang Sue, Bangkok 10800

Received 24 May 2019; Revised 13 December 2019; Accepted 17 December 2019

Abstract

This research aims to increasing efficiency in production and eliminate the problem of insufficient production capacity with respect to customer demand for electrical appliance factory by applying the line balancing method. Thus, the study then developed two problem-solving approaches. The first approach is a method by which a firm applies the line balancing concept and ECRS technique (Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify). On the contrary, the second approach is required an investment in testing machine with value of 1,000,000 baht in order to support sufficient production capacity to meet customer demand. Also, ECRS method is used to accomplish this process. Based on the results, the first approach provided the production line efficiency improvement representing of 82.59% and reduced the labor cost of 277,220 baht per year. However, the loss of commercial opportunity has remained the same of 6,336,000 baht per year. Accordingly, the second approach demonstrated of 92.11% of the production line efficiency improvement and the labor cost reduction valued of 277,220 baht per year. As we expected, the second approach satisfied production efficiency by eliminating the loss of commercial opportunity with value of 6,336,000 baht per year delivering a return of investment within two months.

Keywords : Production Line Efficiency; Electrical Appliance Factory; Line Balancing; Reduce Production Costs

** Corresponding Author. Tel.: +669 6674 0450, E-mail Address: manop.do@rmuti.ac.th*

1. บทนำ

สภาวะอุตสาหกรรมของประเทศไทยในปัจจุบัน ซึ่งอยู่ในสภาวะการแข่งขันที่สูง ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องควรพิจารณาถึงแนวทางในการบริหารจัดการ รวมถึงเทคนิคและวิธีการดำเนินการ องค์ความรู้ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงการธุรกิจที่เป็นอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นกลยุทธ์ในการเพิ่มประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และเป็นแนวทางที่สำคัญที่จะทำให้ธุรกิจประสบความสำเร็จและสามารถอยู่รอดได้

อย่างไรก็ดี โรงงานผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งเป็นกรณีศึกษา มีปัญหาการผลิตงานไม่ทันต่อความต้องการของลูกค้า ปัจจุบันความต้องการของผลิตภัณฑ์จากลูกค้า ที่ 720 ชิ้นต่อวัน โดยทางโรงงานสามารถผลิตได้เพียง 690 ชิ้นต่อวัน เนื่องจากกระบวนการผลิตไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดมูลค่าสูญเสียโอกาส ทางการค้าอยู่ที่ 6,336,000 บาทต่อปี อีกทั้งเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของสายการผลิตแล้วยังพบว่ามีประสิทธิภาพที่ต่ำ ซึ่งหากมีแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ก็จะส่งผลให้โรงงานสามารถผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า และช่วยลดความสูญเสียโอกาสทางการค้าได้

แนวทางหลักในการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่าง ๆ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การจัดตารางการผลิตเพื่อต้นทุนด้านแรงงาน ค่าไฟฟ้า ช่วยให้เกิดประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต [1] การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มกำไรและลดเวลาการทำงาน [2] การขจัดกิจกรรมที่เกิดมูลค่าด้วยเครื่องมือแบบลีน เช่น 5S, VSM และการจัดสมดุลสายการผลิต ผลลัพธ์การดำเนินกิจกรรมพบว่าสามารถลดเวลาที่ไม่เพิ่มมูลค่าลงได้ประมาณร้อยละ 13 ในขณะที่ประสิทธิภาพวงจรกระบวนการจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 10 [3] พัฒนาเครื่องผลิตเรซิ่นขนาดเล็กแบบหลายสถานีมาใช้แทนขนาดใหญ่แบบสถานีเดียวเพื่อลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time; CT) [4] การใช้หลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange and Simplify) ร่วมกับวิธีจัดสมดุลการผลิตเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลในกระบวนการผลิต ช่วยลดแรงงานคนและช่วยประหยัดพลังงาน [5] ใช้วิธีจัดสมดุลการผลิตร่วมกับการวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการ 5W1H และหลักการ ECRS ช่วยลดเวลาการทำงานช่วยให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตมากขึ้น [6]

ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า อยู่ 2 แนวทาง แนวทางแรกจะใช้วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตโดยอาศัยหลักการ ECRS ในการแก้ปัญหา ส่วนแนวทางที่สอง ผู้วิจัยจะใช้วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตอาศัยหลักการ ECRS ร่วมกับวิธีการลงทุนเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ จากนั้นจะทำเปรียบเทียบทั้งสองวิธีเพื่อเป็นแนวทางการตัดสินใจของผู้ประกอบการช่วยเป็นทางเลือกให้โรงงานนำไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตที่ดีขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า ทำให้ลดมูลค่าสูญเสียโอกาสลงได้ โดยในหัวข้อถัดไปจะกล่าวถึงวรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องในขณะที่ระเบียบวิธีวิจัยจะแสดงไว้ในหัวข้อที่ 2 ผลการศึกษาจะกล่าวในหัวข้อที่ 3 และเนื้อหาสรุปผลงานวิจัยพร้อมข้อเสนอแนะ จะกล่าวไว้ในหัวข้อสุดท้าย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยใช้เทคนิคการปรับปรุงสายการผลิต มีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยโดยขั้นแรกจะศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานและรวมรวมข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหา จากนั้นนำข้อมูลปัญหาดังกล่าวมาวิเคราะห์ และเสนอแนวทางทางแก้ไข โดยมีการอธิบายรายละเอียดของแต่ละหัวข้อดังนี้

2.1 กระบวนการผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

สภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษาในส่วนของการวางแผนการผลิตพบว่าทางโรงงานได้กำหนดกระบวนการผลิตไว้ 10 สถานีการทำงาน (ดังตารางที่ 1) ใช้พนักงานการผลิต 10 คน และมีสายการผลิต 1 สายการผลิต (แสดงดังรูปที่ 1) โดยลักษณะการทำงานมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ 1) พนักงานจะทำงานอย่างร่วมกับชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่จะเท่านั้น และ 2) พนักงานและเครื่องจักรทำงานร่วมกัน มีปริมาณสินค้ารวมที่ต้องการต่อวันอยู่ที่ 720 เครื่องต่อวัน (ข้อมูลจากแผนกการตลาด) จากการจับเวลางานและเก็บข้อมูล พบว่าเวลารวมในการผลิต 1 เครื่องมีค่าเท่ากับ 233.75 วินาที

ตารางที่ 1 รอบเวลาการผลิต

Station	Operation time/unit	# labor	Methods
1	15.5	1	Man
2	18.75	1	Man/Machine
3	21	1	Man
4	20	1	Man/Machine
5	40	1	Man/Machine
6	40	1	Man/Machine
7	20	1	Man
8	12.5	1	Man
9	34	1	Man
10	12	1	Man
Total	**233.75 sec.**	**10**	

ขั้นตอนที่ 1 แกะงานเช็คจำนวนงาน, แยกชุดอุปกรณ์ออกจากกล่อง
ขั้นตอนที่ 2 Aging เพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องเครื่องใช้ไฟฟ้า
ขั้นตอนที่ 3 ติด Sticker ด้านหลัง Back Case
ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบ High Volt, ความเป็นฉนวน
ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบการทำงาน Function ที่ 1
ขั้นตอนที่ 6 ทดสอบการทำงาน Function ที่ 2
ขั้นตอนที่ 7 ทำความสะอาด เช็ดตัวเครื่อง
ขั้นตอนที่ 8 เตรียมเอกสาร Warranty, Test Remote
ขั้นตอนที่ 9 บรรจุใส่ถุง ใส่คู่มือ แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติกพร้อมกับประกบโฟม
ขั้นตอนที่ 10 นำตัวเครื่อง ลงในกล่อง Gift Box ติดเทป QA Pass ติดแสตมป์ วัน-เดือน-ปี ที่ผลิตที่ฝากล่อง ซีลเทป ยกลงพาเลท ติดป้ายบ่งชี้ว่าเป็นสินค้า รุ่นอะไร

2.2 วิเคราะห์สายการผลิต

ค่าจังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt Time) คืออัตราที่โรงงานต้องผลิตสินค้าเพื่อให้เป็นไปตามปริมาณความต้องการของลูกค้า ดังนั้นการผลิตตาม Takt Time จึงหมายถึงการทำให้อัตราผลิตสอดคล้องกับอัตราการขายสินค้า การคำนวณหาค่า Takt Time ทำได้ดังนี้

1. หาเวลาปฏิบัติงานที่ใช้ได้จริง (Available Time; Avail)
   เวลาการผลิตที่มีอยู่ = 480 นาที
   ลบเวลาพัก 10 นาที 2 ครั้ง = 20 นาที
   เหลือเวลาการผลิตจริง = 460 นาที
   หรือ 27,600 วินาที

Takt Time = เวลาปฏิบัติงานที่ใช้ได้จริง / ปริมาณสินค้ารวมที่ต้องการต่อวัน
= 27,600 วินาทีต่อ720 เครื่อง
= 38.33 วินาทีต่อเครื่อง

2. รอบเวลาการผลิต (Cycle Time; CT) หาได้โดยการจับเวลาในการผลิตในแต่ละสถานี จำนวน 10 สถานี ดังตารางที่ 1 พบว่า รอบเวลาการผลิตอยู่ที่ 40 วินาทีต่อชิ้น

จากการคำนวณหาค่า Takt Time และการเก็บข้อมูลเวลาทำงานในแต่ละสถานี สามารถแสดงเปรียบเทียบกับค่า Takt Time ได้ดังรูปที่ 2 ซึ่งพบว่า สถานีที่ 5 และ 6 เกิดสภาวะคอขวด (Bottle Neck) ของ

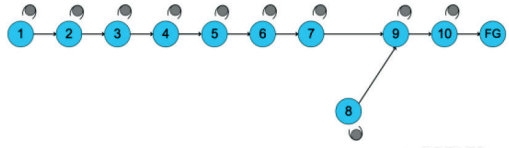
กระบวนการผลิต โดยมีค่าเวลา Cycle Time ของอยู่ที่ 40 วินาที และเวลาที่น้อยที่สุดในสถานีที่ 10 อยู่ที่ 12 วินาที จึงส่งผลให้เกิดการทำงานของพนักงานที่ไม่เท่าเทียมกันในแต่ละสถานีงาน โดยการจัดสถานีงานดังกล่าว สามารถวัดประสิทธิภาพของสายการผลิตได้ดังต่อไปนี้

ประสิทธิภาพสายการผลิต

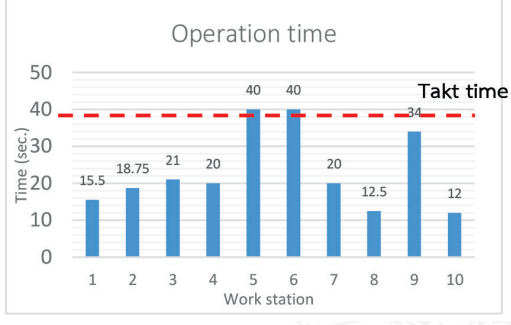
= (เวลารวมงานย่อยx100%)/(จำนวนสถานี x เวลาวงรอบสูงสุด)

= (233.75 x 100%) / (10x40)

= 58.44%



รูปที่ 1 สายการผลิตก่อนปรับปรุง (ปัจจุบัน)



รูปที่ 2 แสดงเวลาที่ใช้ในการผลิตในแต่ละกระบวนการ

เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของสายการผลิตในสภาพปัจจุบันพบว่ามีประสิทธิภาพที่ต่ำมากซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 58.44 และจากค่า Takt Time ที่ต้องการคือ 38.33 วินาทีต่อเครื่อง หากมีการจัดสายการผลิตแบบนี้แล้วจะสามารถผลิตสินค้าได้ที่จำนวน 690 เครื่องต่อวัน ส่งผลให้ผลิตสินค้าไม่ทันตามความต้องการของลูกค้าที่จำนวน 720 เครื่องต่อวัน (ไม่ทันต่อความต้องการลูกค้า 30 เครื่องต่อวัน) เมื่อพิจารณาคิดเป็นค่าสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิตไม่ทันตามความต้องการของลูกค้าที่มูลค่าขายผลิตภัณฑ์ต่อเครื่องอยู่ที่ 800 บาท ทำให้เกิดมูลค่าสูญเสียโอกาสที่ 24,000 บาทต่อวัน หรือ 6,336,000 บาทต่อปี (คิดที่ 264 วันต่อปี) นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของสายการผลิตแล้วยังพบว่ามีประสิทธิภาพที่ต่ำมากซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 58.44

2.3 แนวทางการแก้ปัญหาแนวทางที่ 1

เป็นแนวทางในการใช้เทคนิคการจัดสายการผลิตโดยอาศัยหลักการ ECRS ได้แก่ การรวมงานหรือลดพนักงานหรือโยกย้ายพนักงาน ให้มีความเหมาะสมและให้พนักงานทุกคนมีเวลาการทำงานที่ใกล้เคียงกัน หรือให้สถานีแต่ละสถานีมีเวลาการทำงานที่ใกล้เคียงกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของสายการผลิตที่สูงขึ้นโดยไม่มีการลงทุนด้านการติดตั้งเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ช่วยในการทำงาน ดังนั้นในขั้นตอนแรกจะต้องหาจำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมต่อสายการผลิตปัจจุบัน โดยสามารถใช้วิธีการหาจำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุดจากสมการ

$$N = \left(\sum_{i=1}^{I} t_i\right) / C_d \qquad (1)$$

โดยที่

t_i = เวลาการทำงานของงานย่อยที่ i เมื่อ $i=1,2,3,\ldots,I$

C_d = รอบเวลาการผลิต

N = จำนวนสถานีที่น้อยที่สุด

ดังนั้น N = 233.75/40 = 5.84

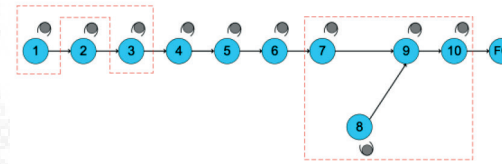
หรือ ประมาณ 6 สถานี

อย่างไรก็ตาม เป้าหมายของแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อต้องการลดเวลา Cycle Time ให้น้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Takt Time และจากข้อมูลของตารางที่ 1 พบว่ามีลักษณะการทำงาน 2 รูปแบบ คือ 1) พนักงานจะทำงานอย่างร่วมกับชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่จะ

เท่านั้น และ 2) พนักงานและเครื่องจักรทำงานร่วมกัน จากลักษณะการทำงานทั้ง 2 รูปแบบดังกล่าว ส่งผลให้การปรับเปลี่ยนพนักงาน หรือการโยกย้ายพนักงานเพื่อช่วยลดเวลาการผลิตนั้นจะสามารถทำได้ในสถานีที่ 1-3-7-8-9-10 เท่านั้น ในขณะที่สถานี 2-4-5-6 แม้จะโยกย้ายพนักงานมาช่วยก็จะไม่สามารถลดเวลาการผลิตลงได้ เนื่องจากระยะเวลาการทำงานจะขึ้นอยู่กับเวลาของแต่ละเครื่องที่ตั้งค่าเพื่อทดสอบเครื่องตามมาตรฐานที่กำหนด อีกทั้งเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 1 เห็นได้ว่า ในสถานีที่ 1 และ 3 เป็นสถานีที่มีลักษณะงานที่ใช้คนเป็นหลัก เป็นงานที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถรวมสถานีงานเข้าด้วยกันได้ (สถานีใหม่= สถานีที่ 1+3)

ลักษณะการทำงานของสถานีใหม่พนักงานมีหน้าที่แกะงานเช็คจำนวนงาน แยกชุดอุปกรณ์ออกจากกล่อง (สถานีที่ 1) จากนั้นจะส่งงานต่อไปยังสถานีที่ 2 เพื่อทำการ Aging เมื่อแล้วเสร็จสถานีที่ 2 จึงส่งงานมายังสถานีที่ 3 เพื่อติด Sticker ด้านหลัง Back Case ซึ่งเป็นพนักงานคนเดียวกันที่ประจำอยู่สถานีที่ 1 ดังนั้นการรวมสถานี 1 และ 3 เป็น 1 สถานี โดยใช้พนักงานประจำสถานีเท่ากับ 1 คน มีเวลารวมการทำงานทั้งสิ้น 36.5 วินาที (15.5+21 วินาที) จากการรวมสถานีดังกล่าวจะสามารถลดจำนวนพนักงานลงได้ 1 คน

นอกเหนือจากนั้น สถานีที่ 7-8-9 และ 10 มีจำนวนพนักงานรวมกัน 4 คน สถานีที่มีลักษณะงานที่ใช้คนเป็นหลักและเป็นงานที่สามารถทำงานร่วมกันได้ คือ งานทำความสะอาด เช็ดตัวเครื่อง (สถานีที่ 7) งานเตรียมเอกสาร Warranty ,Test Remote (สถานีที่ 8) งานบรรจุใส่ถุง ใส่คู่มือ แล้วบรรจุใส่ถุงพลาสติกพร้อมกับประกบโฟม (สถานีที่ 9) และงานนำตัวเครื่อง ลงในกล่อง Gift Box ติดเทป QA Pass ติดแสตมป์ วัน-เดือน-ปี ที่ผลิตที่ฝากล่อง ซีลเทป ยกลงพาเลท ติดป้ายบ่งชี้ว่าเป็นสินค้ารุ่นอะไร (สถานีที่ 10) ผู้วิจัยจึงได้เสนอการรวมสถานี 7-8-9 และ 10 เป็น 1 สถานี โดยจะได้เวลารวมการทำงานทั้งสิ้น 78.5 วินาที (20+12.5+34+12 วินาที) จากนั้นจะใช้พนักงานประจำสถานี 2 คนเพื่อต้องการให้ค่าเฉลี่ยเวลาการผลิตของสถานีใหม่นี้ไม่มากกว่าค่าเวลา Cycle Time ของสายการผลิต ทำให้เวลาค่าเฉลี่ยต่อเครื่องสามารถผลิตได้อยู่ที่ 39.25 วินาทีต่อเครื่องต่อคน (78.5 วินาทีต่อเครื่อง ต่อ 2 คน) โดยรายละเอียดการรวมสถานีงานแสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แนวทางการรวมสถานีงาน

2.4 แนวทางการแก้ปัญหาแนวทางที่ 2

เป็นแนวทางในการใช้เทคนิคการจัดสายการผลิตโดยการปรับปรุงสถานีการทำงานเพื่อลดค่าเวลา Cycle Time โดยให้น้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Takt Time ที่ตั้งไว้ เพื่อต้องการให้สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า เมื่อพิจารณาสถานีงานพบว่าสถานีที่ 5 และ 6 เป็นสถานีที่ก่อให้เกิดคอขวด มีเวลาการทำงานที่เกินค่า Takt Time ส่งผลให้ไม่สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการลูกค้า อีกทั้งสองสถานีนี้ไม่สามารถรวมงานได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่ 2 โดยการลงทุนซื้อเครื่องสำหรับทดสอบเพิ่มสถานีละ 1 เครื่อง จากนั้นจะวางการสายการผลิตของเครื่องทดสอบเป็นแบบขนาน [7] สำหรับสถานีที่ 5 และ 6 เพื่อช่วยเพิ่มกำลังการผลิต ร่วมกับการปรับเปลี่ยนรูปแบบการการจัดสายการผลิตร่วมด้วย โดยจะให้พนักงาน 1 คน ทำงานประจำสถานีที่ 5 และ 6 นอกเหนือจากนั้นการรวมสถานี 7-8-9 และ 10 เป็น 1 สถานี ดังเช่นรายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ในแนวทางการแก้ปัญหาที่ 1 พบว่ามีเวลารวมการทำงานทั้งสิ้น 78.5 วินาที (20+12.5+34+12 วินาที) แต่สำหรับแนวทางนี้จะใช้พนักงานประจำสถานี 4 คน เพื่อต้องการลดค่า Cycle Time โดยให้น้อยกว่าหรือเท่ากับค่า Takt

Time ที่ตั้งไว้ให้สามารถผลิตได้ทันตามความต้องการของลูกค้า ดังนั้นเวลาของสถานีเฉลี่ยมีค่าอยู่ที่ 19.63 วินาทีต่อเครื่องต่อคน (78.5 วินาทีต่อเครื่อง ต่อ 4 คน)

3. ผลการศึกษา/อภิปรายผล

3.1 ผลการแก้ปัญหาแนวทางที่ 1

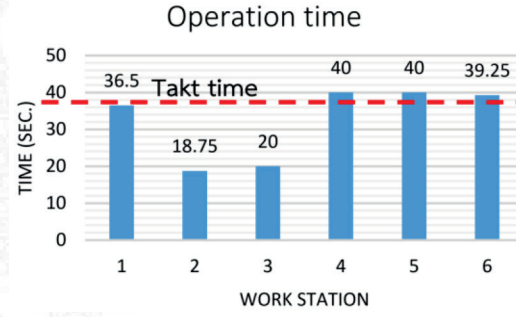
จากการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่พบว่า ในส่วนสถานีงานที่เป็นคอขวดยังคงไม่ได้รับการปรับปรุง เนื่องจากสถานีที่ 4 และ 5 เป็นสถานีที่ได้กำหนดเวลาที่เป็นมาตรฐานที่ใช้ในกระบวนการทดสอบหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้เครื่องในการทดสอบจึงไม่สามารถปรับลดเวลาการทดสอบเครื่องลงได้ ผลที่ได้ พบว่าเวลา Cycle Time ของสายการผลิตใช้เวลาที่ 40 วินาทีต่อเครื่อง แสดงดังรูปที่ 4 ส่งผลให้ความสามารถการผลิตคงอยู่ที่ 690 เครื่องต่อวัน เกิดมูลค่าสูญเสียโอกาสจากการจำหน่ายที่อันเนื่องจากการผลิตไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า เมื่อมูลค่าขายผลิตภัณฑ์ต่อเครื่องอยู่ที่ 800 บาท คิดเป็นมูลค่าสูญเสียโอกาส 24,000 บาทต่อวัน หรือ 6,336,000 บาทต่อปี แต่วิธีนี้สามารถลดจำนวนพนักงานได้ 3 คน (ใช้พนักงาน 7 คน จากเดิม 10 คน) ทำให้ลดค่าจ้างแรงงานลงได้ ดังต่อไปนี้

ค่าแรงพนักงานขั้นต่ำ = 350 บาทต่อวันต่อคน
จำนวนวันทำงาน = 22 วันต่อเดือน
หรือ = 264 วันต่อปี
ดังนั้น
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้

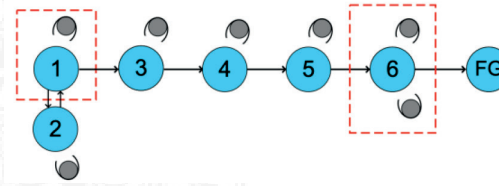
= จำนวนคนที่ลดได้ x จำนวนวันทำงานต่อปี x ค่าแรงพนักงานต่อวัน
= 3 x 264 x 350
= 277,220 บาทต่อปี

ผลจากการเสนอแนวทางนี้พบว่า มีสถานีทั้งสิ้น 6 สถานี ซึ่งจากเดิมมี 10 สถานี ใช้พนักงาน 7 คน สามารถแสดงการทำงานของพนักงานในแต่ละสถานีได้ดังรูปที่ 5 โดยสามารถวัดประสิทธิภาพของสายการผลิตได้ดังต่อไปนี้

ประสิทธิภาพสายการผลิต
= (เวลารวมงานย่อย x100%) / (จำนวนสถานี x เวลาวงรอบสูงสุด)
= 194.5 x 100%) / (6x40)
= 82.59%



รูปที่ 4 เวลาที่ใช้ในการผลิตในแต่ละกระบวนการ (หลังปรับปรุง แนวทางที่ 1)



รูปที่ 5 สายการผลิตหลังปรับปรุง (แนวทางที่ 1)

3.2 ผลการแก้ปัญหาแนวทางที่ 2

ผลลัพธ์ของแนวทางการแก้ปัญหานี้ ที่เกิดจากจากการจัดสมดุลสายการผลิตใหม่ พบว่าสามารถลดค่า Cycle Time ลงได้เป็นอย่างมาก ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 21 วินาทีต่อเครื่อง และยังมีค่าน้อยกว่าค่า Takt Time แสดงดังรูปที่ 6 ส่งผลให้ยอดการผลิตต่อวันสามารถผลิตได้เพิ่มขึ้นจากเดิม โดยก่อนการปรับปรุงยอดการผลิตจะอยู่ที่ 690 เครื่องต่อวัน หลังจากที่ได้ปรับปรุงในรูปแบบวิธีที่ 2 แล้วพบว่าสามารถผลิตได้ถึง 1,255 เครื่องต่อวัน หรือเพิ่มขึ้นถึง 565 เครื่องต่อวัน หากเทียบเป็นมูลค่า

ที่เพิ่มขึ้นเมื่อคิดที่มูลค่าขายผลิตภัณฑ์ต่อเครื่องอยู่ที่ 800 บาท สามารถทำให้เกิดรายได้ที่เพิ่มขึ้น 678,000 บาทต่อวัน หรือ 119,328,000 บาทต่อปี (หากสามารถเพิ่มยอดจำหน่ายจาก 690 เครื่อง เป็น 1,255 เครื่องได้) อย่างไรก็ตามสำหรับแนวทางนี้ต้องมีการลงทุนเครื่องสำหรับทดสอบเพิ่ม 2 เครื่อง ในราคาเครื่องละประมาณ 500,000 บาท สามารถคำนวณระยะเวลาคืนทุนได้ ดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน / ผลตอบแทนจากการลงทุน

= 1,000,000 / (ΔCxDxP)

เมื่อ

ΔC = ส่วนต่างของจำนวนที่ผลิตได้ตามความต้องการขั้นต่ำของลูกค้าต่อวัน (720-690 = 30 เครื่องต่อวัน)

D = จำนวนวันที่ผลิตต่อเดือน (22 วัน)

P = ราคาขายต่อหน่วย (800 บาท)

ดังนั้น

ระยะเวลาคืนทุน = 1,000,000 / (30x22x800)

= 1.89 เดือน

จากการคำนวนดังกล่างพบว่าสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาประมาณ 2 เดือน

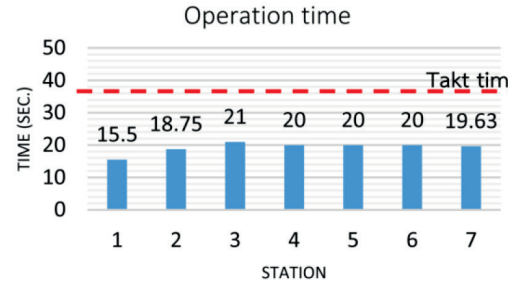
ผลจากการเสนอแนวทางนี้พบว่า มีสถานีทั้งสิ้น 7 สถานี ซึ่งจากเดิมมี 10 สถานี ใช้พนักงาน 10 คน สามารถแสดงการทำงานของพนักงานในแต่ละสถานีได้ดังรูปที่ 7 สามารถวัดประสิทธิภาพของสายการผลิตได้ดังต่อไปนี้

ประสิทธิภาพสายการผลิต

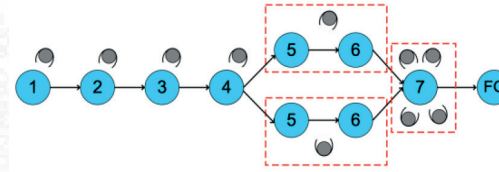
= (เวลารวมงานย่อย x100%) / (จำนวนสถานี x เวลาวงรอบสูงสุด)

= (134.87 x 100%) / (7x21)

= 91.75%



รูปที่ 6 เวลาที่ใช้ในการผลิตในแต่ละกระบวนการ (หลังปรับปรุง แนวทางที่ 2)



รูปที่ 7 สายการผลิตหลังปรับปรุง (แนวทางที่ 2)

4. สรุป

แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิธีการจัดสมดุลสายการผลิต ผู้วิจัยได้เสนอแนวทางแก้ปัญหา 2 แนวทาง ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 2 แนวทางแรกเป็นแนวทางที่สามารถดำเนินการได้เลย ไม่มีค่าใช้จ่ายดำเนินการลงทุน โดยการรวมสถานีงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรเข้าด้วยกันเพื่อลดพนักงาน แนวคิดการรวมงานยังคงมีให้มีลักษณะงานที่เหมาะสมและใกล้เคียงกันรวมเข้าด้วยกัน แนวทางนี้ไม่จำเป็นต้องมีการลงทุนการติดตั้งเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ช่วยในการทำงานแต่อย่างใด ผลลัพธ์ที่ได้สามารถลดแรงงานได้ 3 คน มีประสิทธิภาพสายการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 82.59 โดยสามารถลดต้นทุนด้านแรงงานได้ 277,220 บาทต่อปี

ตารางที่ 2 ผลลัพธ์การดำเนินงานการจัดสายการผลิต

รายการ	ก่อนปรับปรุง	แนวทางที่ 1	แนวทางที่ 2
รอบเวลาการผลิต (วินาทีต่อเครื่อง)	40	40	21
จำนวนเครื่องที่ผลิตได้ (เครื่องต่อวัน)	690	690	1,255
จำนวนสถานีงาน (สถานี)	10	6	7
จำนวนพนักงาน (คน)	10	7	10
ประสิทธิภาพสายการผลิต (%)	58.44	82.59	91.75
ค่าสูญเสียโอกาส (บาทต่อปี)	6,336,000	6,336,000	0
ผลประหยัด (บาทต่อปี)	-	277,220	-
งบประมาณลงทุน (บาท)	-	-	1,000,000
ระยะเวลาคืนทุน	-	-	≈ 2 เดือน

สำหรับแนวทางที่สองเป็นแนวทางในอนาคต หากทางโรงงานมีเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตเพื่อเพิ่มโอกาสทางการตลาด หรือเพื่อลดค่าเสียโอกาสทางการค้า จะต้องมีการลงทุนโดยการเพิ่มเครื่องทดสอบจำนวน 2 เครื่อง ในราคา 1,000,000 บาท (ราคาเครื่องละประมาณ 5 แสนบาท) นอกเหนือจากนั้นยังดำเนินการรวมสถานีงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรเข้าด้วยกัน ผลลัพธ์จากการรวมสถานีงานพบว่า สามารถลดแรงงานได้ 3 คน สามารถลดต้นทุนด้านแรงงานได้ 277,220 บาทต่อปี มีประสิทธิภาพสายการผลิตอยู่ที่ร้อยละ 91.75 มีระยะเวลาการคืนทุนเนื่องจากการลงทุนซื้อเครื่องทดสอบอยู่ที่ประมาณ 2 เดือน ผลลัพธ์ที่ได้ยังสามารถเพิ่มโอกาสทางการตลาดได้มากกว่า 6,336,000 บาทต่อปี อย่างไรก็ตามแนวทางนี้จะต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้มีอำนาจขององค์กรในการตัดสินใจการลงทุนในอนาคตต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงงานผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้ากรณีศึกษา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ บุคลากร และข้อมูลในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น และกลุ่มวิจัยระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ช่วยสนับสนุนการทำงานวิจัยและการเขียนบทความ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] M. Donmuen, D. Chetchotsak and S.Pathumnakul, “Production Scheduling Methods for Minimizing Electrical Peak Demand Charge,” *KKU Engineering Journal,* vol. 34, no. 5, pp. 563 - 577, Sep. – Oct. 2007.

[2] H. Zupan and N. Herakovic, "Production Line Balancing with Discrete Event Simulation: A Case Study," *IFAC-Papers OnLine,* vol. 28, no. 3, pp. 2305–2311, 2015.

[3] C. Kato, N. Hiraiwa, T. Arai, and J. Yanagimoto, "Multi-station Molding Machine for Attaining High Productivity in Small-lot Productions," *CIRP Annals*, vol. 67, no. 1, pp. 293–296, Jan. 2018.

[4] S. Nallusamy and M. A. Adil Ahamed, "Implementation of Lean Tools in an Automotive Industry for Productivity Enhancement - A Case Study," *Int. J. Eng. Res. Africa,* vol. 29, pp. 175–185, 2017.

[5] M. Chueprasert and P. Ongkunaruk, "Productivity improvement based line balancing: A case study of pasteurized milk manufacturer," *Int. Food Res. J.*, vol. 22, no. 6, pp. 2313–2317, Jan. 2015.

[6] K. Athikulat. "Productivity Improvement by Fundamental of Hand Motion: A Case Study of Assembly Line in an Electronics Company," *RMUTP Research Journal,* vol. 11, no. 1, pp. 165-176, Jan. - Jun. 2017.

[7] J. C. Chen, C. C. Chen, L.- H. Su, H. –B. Wu, and C. J. Sun, "Assembly line balancing in garment industry," *Expert Systems with Applications*, vol. 39, no. 11, pp. 10073–10081, Sep. 2012.