การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต กรณีศึกษาผู้ผลิตโคมไฟดาวน์ไลท์

ปฐมพงษ์ หอมศรี*

*วุฒิวิศวกรอุตสาหการและผู้ตรวจสอบอาคาร บริษัท เอสพีพี ดีไซน์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด, ชลบุรี, ประเทศไทย

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ อีเมล: sppdesignandengineering@gmail.com

รับต้นฉบับ: 11 มิถุนายน 2564; รับบทความฉบับแก้ไข: 18 กรกฎาคม 2564; ตอบรับบทความ: 17 สิงหาคม 2564
เผยแพร่ออนไลน์: 13 ธันวาคม 2564

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อปรับปรุงผังโรงงานและกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตโคมไฟดาวน์ไลท์เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง เนื่องจากระยะทางและเวลาในการขนย้ายวัสดุเป็นเวลานาน มีขั้นตอนที่เป็นคอขวดในกระบวนการทำให้เกิดความสูญเปล่าเนื่องจากการรอคอย การวิจัยเริ่มศึกษาตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการและปัญหาของโรงงานตัวอย่าง โดยใช้การวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของแต่ละแผนก เช่น ระยะทางและเวลาในการขนย้ายวัสดุ รอบเวลาการผลิต และรอบเวลาความต้องการของลูกค้าเพื่อจัดสมดุลสายการประกอบในแผนกประกอบ จากนั้นออกแบบและวางผังโรงงาน ปรับขั้นการทำงานและสมดุลสายการประกอบใหม่ ผลที่ได้จากการปรับปรุงโรงงานในครั้งนี้พบว่าสามารถลดระยะทางและเวลาในการขนย้ายวัสดุลงได้ 33 เมตร คิดเป็น 27.04% และลดเวลาลงได้ 43 นาที คิดเป็น 24.57% ตามลำดับ และผลการปรับปรุงการจัดสมดุลสายการประกอบ โดยใช้หลักการ ECRS พบว่าสามารถลดรอบเวลารวมขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนลงจากเดิม 64.08 วินาที เป็น 61.36 วินาที เป็นเวลาที่ลดลง 2.72 วินาที คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 4.24% อัตราผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 2,234 ชิ้นต่อวัน เป็น 3,037 ชิ้นต่อวัน เป็นจำนวนชิ้นที่เพิ่มขึ้น 803 ชิ้นต่อวัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น 35.94% และสามารถลดจำนวนพนักงานลงได้ 2 คน จากจำนวนพนักงาน 10 คน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 25% ทำให้โรงงานแห่งนี้สามารถรองรับกับปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตเป็นอย่างดี

คำสำคัญ : การเพิ่มผลผลิต การออกแบบผังโรงงานอย่างเป็นระบบ การจัดสมดุลสายการประกอบ

A Plant Layout Improvement to Increasing Productivity: A Case Study Downlight Manufacturer

Patomphong Homsri*

*Senior Professional Engineer and Building Inspector, SPP Design and Engineering Co., Ltd., Chon Buri, Thailand

*Corresponding Author. E-mail address: sppdesignandengineering@gmail.com

Received: 11 June 2021; Revised: 18 July 2021; Accepted: 17 August 2021
Published online: 13 December 2021

Abstract

The purpose of the study is to improve factory's layout and production process, leading to the more effective processes of downlight lamp and to reduce cost. Because of the long distance and duration of transferring materials, the bottleneck process caused the delay. The study covers the analysis of the sample factory's need and problems, using systematic layout planning, collecting fundamental information of each department such as duration and distance for transferring materials, cycle of customers' needs for balancing assembly line, designing and setting out the factory, and adjusting the process and balance of assembly lines. The consequences of improving the factory reveal the reduced distance in transferring materials by 33 meters or 27.04% and the reduced duration by 43 minutes or 24.57% accordingly. Moreover, the results of improvement in balancing assembly line by using ECRS show the reduction of cycle time in assembly lines by 64.08 seconds to 61.36 seconds, total of reduced cycle time is 2.7 seconds or 4.24%. The productivity has been increased from 2,234 to 3,037 per day. The total increased output is 803 pieces or 35.94% per day and reduce 2 from 10 workers or 25%. These lead to the ability of the factory to support the increasing purchased orders from customers in the future properly.

Keywords: Productivity, Systematic layout planning, Assembly line balancing

1) บทนำ

นับตั้งแต่เกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) อย่างแพร่หลายทั่วโลกส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของผู้คนและทำให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจและกิจกรรมการผลิตของประเทศต่าง ๆ นั้นเกิดการหยุดชะงักพร้อมกับรายได้และกำลังซื้อที่ลดลงรุนแรงทำให้เกิดการลุกลามเป็นวิกฤติทางเศรษฐกิจทั่วโลก [1] ในสภาวะการณ์แบบนี้สิ่งหนึ่งที่ทำได้คือผู้ประกอบการจำเป็นต้องปรับการดำเนินงานเพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลงโดยมีเป้าหมายคือการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพการผลิตในองค์กร

สำหรับโคมไฟดาวน์ไลท์นั้นได้ถูกจัดอยู่ในประเภทของโคมไฟฟ้าสำหรับใช้ภายในอาคารซึ่งมีด้วยกันหลายประเภท ปัจจุบันมีการแข่งขันกันทั้งด้านราคาและต้นทุนที่นับวันยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นผู้ประกอบการจึงต้องทำการปรับตัวเพื่อให้รอดพ้นจากสภาวะวิกฤตดังกล่าว [2] โรงงานสำหรับกรณีศึกษาในครั้งนี้เป็นโรงงานผลิตโคมไฟดาวน์ไลท์ที่มียอดขายโดยเฉลี่ย 50 ล้านบาทต่อปี ซึ่งปัจจุบันโรงงานดังกล่าวมีการจัดผังโรงงานที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้เป็นอุปสรรคในการไหลของวัสดุที่ไม่ไหลลื่น กล่าวคือการจัดวางกระบวนการต่าง ๆ ยังเป็นอุปสรรคและกีดขวางไม่ไหลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้ใช้เวลาในการขนย้ายวัสดุเป็นเวลานานระหว่างแผนก ต้นทุนในกระบวนการผลิตสูงและยอดการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับคำสั่งซื้อของลูกค้า ด้วยเหตุผลนี้จึงจำเป็นต้องหาแนวทางในการพัฒนาและแก้ไขปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการลดต้นทุนในกระบวนการลงตามที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning, SLP) [3] และการจัดสมดุลสายการประกอบ (Assembly Line Balancing) [4] เพื่อให้การออกแบบผังโรงงานและปรับปรุงกระบวนการผลิตเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพื่อลดต้นทุนทำให้สามารถแข่งขันด้านราคากับคู่แข่งในตลาดได้ในอนาคต

2) ทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

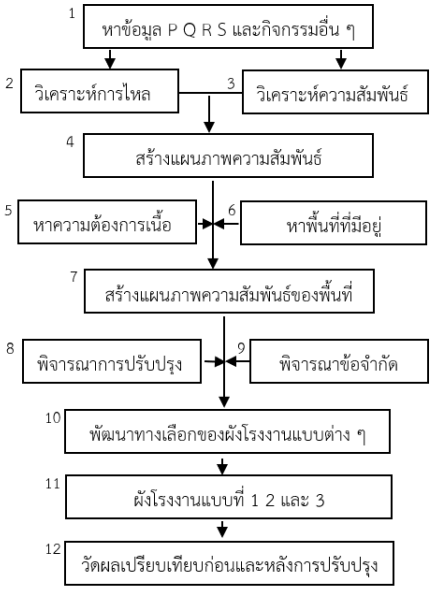
2.1) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1) การวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ (Systematic Layout Planning, SLP) เป็นวิธีการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบเพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในการผลิตมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพทำได้โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานขั้นต้นที่จำเป็นได้แก่ ผลิตภัณฑ์ (Product: P) การพยากรณ์ขาย (Quantity: Q) กรรมวิธีหรือกระบวนการผลิต (Routing: R) สิ่งสนับสนุนการผลิต (Supporting Service: S) และเวลาที่ใช้ในการผลิต (Time: T) จากนั้นทำการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของวัสดุ (Material Flow) ที่สัมพันธ์กัน แล้วลงบันทึกในแบบฟอร์มแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart) ของกิจกรรมต่าง ๆ กิจกรรมใดมีลักษณะการทำงานที่ต้องติดต่อกันบ่อยครั้ง จะมีความสำคัญมากกว่าความสัมพันธ์พื้นฐานเฉพาะการไหลของวัสดุแต่เพียงอย่างเดียว จากนั้นก็เปลี่ยนเป็นแผนภูมิเป็นรูปสัญลักษณ์แทนโดยเขียนในรูปของแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม (Relationship Diagram) จากนั้นคำนวณหาพื้นที่ที่ต้องการโดยสมดุลกับพื้นที่ที่หาได้ แล้วนำรูปลักษณะพื้นที่ดังกล่าวมาเขียนแทนสัญลักษณ์เดิมเพื่อสร้างเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ของพื้นที่ (Space Relationship Diagram) หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนตำแหน่งของแผนภาพความสัมพันธ์ของพื้นที่ ภายใต้ปัจจัยการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ และข้อจำกัดเชิงปฏิบัติ เพื่อให้เหมาะสมกับอาคารโรงงาน การจัดเปลี่ยนตำแหน่งสามารถทำให้มีทางเลือกการวางผังตามแผนงานได้หลาย ๆ แบบ แล้วทำการประเมินผลในเชิงของต้นทุนและองค์ประกอบการพิจารณาที่สามารถพิสูจน์ได้เพื่อให้ได้มาซึ่งการการวางผังโรงงานที่เหมาะสมที่สุด และทำการวัดผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง [5] ดังรูปที่ 1

2.1.2) การจัดสมดุลสายการประกอบ (Assembly Line Balancing) เป็นการจัดภาระงานให้กับสถานีงานต่าง ๆ ภายในโรงงานที่มีกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องกันตลอดสายการผลิตเพื่อให้ภาระงานในแต่ละสถานีมีความสมดุลกัน คือให้มีเวลามาตรฐานในการทำงานของแต่ละสถานีงานมีความใกล้เคียงกันหรือเท่า ๆ กัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดขั้นตอนบางขั้นตอนหรือจำนวนสถานีงานที่ไม่จำเป็นรวมหรือผนวกเข้าไว้กับขั้นตอนหรือสถานีงานที่มีความคล้ายกันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งในการจัดสมดุลสายการประกอบจะต้องอ้างอิงจากเวลาความต้องการของลูกค้า (Takt Time) และแบ่งรอบเวลาในการทำงาน (Cycle Time) ให้มีเวลาใกล้เคียงหรือเท่ากับเวลาความต้องการของลูกค้า และนอกจากนี้แล้วการจัดสมดุลสายการประกอบจะต้องทำให้พนักงานเกิดการรอคอยในกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุด

2.1.3) การลดความสูญเปล่าในแผนกประกอบงานโดยใช้หลักการของ ECRS [6] ECRS เป็นหลักการที่ช่วยลดความสูญเปล่าในกระบวนการทำงานจากแนวคิดการปรับปรุงการทำงาน 4 แนวทางอันได้แก่ E คือ Eliminate เป็นการกำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็น, C คือ Combine เป็นการรวมงานเข้าด้วยกัน,

R คือ Rearrange เป็นการจัดลำดับงานใหม่ และ S คือ Simplify การทำให้วิธีการทำงานนั้นให้ง่ายขึ้น



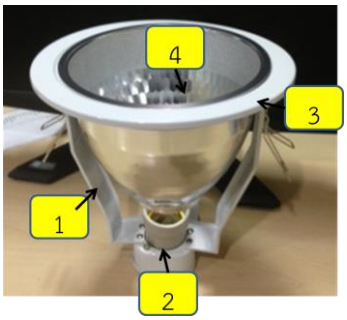
รูปที่ 1 : ขั้นตอนการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ

3) วิธีดำเนินการวิจัย

3.1) การเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของโรงงาน

การเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของโรงงานเพื่อศึกษาสภาพปัญหาที่มีอยู่ในปัจจุบันมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่เลือกมาศึกษาในกระบวนการผลิตมี 2 ผลิตภัณฑ์คือ โคมไฟดาวน์ไลท์มีขนาด 4 นิ้ว และขนาด 5 นิ้ว โดยมีส่วนประกอบหลักทั้งหมด 4 ส่วน ด้วยกันดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 : ส่วนประกอบของโคมไฟดาวน์ไลท์

1) ขา ทำหน้าที่จับยึดโคมเงา ขั้วหลอดไฟ และฝาวงหน้าเข้าไว้ด้วยกันเพื่อให้ชุดโคมไฟมีความแข็งแรง

2) ขั้วหลอดไฟ ทำหน้าที่ส่งผ่านกระแสไฟฟ้าจากภายนอกเข้าสู่ตัวหลอดจนเกิดปฏิกิริยาให้หลอดติดไฟ

3) ฝาวงหน้า ทำหน้าที่จับยึดเมื่อทำการติดตั้งโคมไฟดาวน์ไลท์กับฝ้าเพดาน

4) โคมเงา ทำหน้าที่ให้สะท้อนแสงช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี เพราะยิ่งแสงที่ออกจากหลอดไฟไปสะท้อนกับโคมเงาสูงจะช่วยกระจายแสงได้อย่างทั่วถึงในปริมาณที่เพียงพอกับพื้นที่ที่ติดตั้งโคมไฟดาวน์ไลท์

3.1.1) ข้อมูลผังโรงงานและแผนกในกระบวนการผลิต การวิจัยนี้ได้แบ่งหน้าที่และพื้นที่ปฏิบัติ งานของกระบวนการผลิตแต่ละแผนกเป็น 7 แผนก โดยมีสภาพทั่วไปของโรงงานแต่ละแผนกมีพื้นที่การจัดเรียงที่แตกต่างกันโดยมีการไหลของวัสดุแสดงดังลูกศรโดยเริ่มตั้งแต่คลังวัตถุดิบส่งวัตถุดิบที่เป็นเหล็กไปยังแผนกตัดซอย เมื่อตัดซอยเสร็จวัตถุดิบส่งต่อไปยังแผนกแผนกอาร์คเพื่อเชื่อมเหล็กให้ติดกันด้วยไฟฟ้าและเมื่อผลิตเสร็จวัตถุดิบก็จะส่งไปยังแผนกพ่นสีเมื่อพ่นสีเสร็จแล้วก็จะถูกส่งมายังแผนกประกอบงาน สำหรับชิ้นส่วนที่เป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูปก็จะส่งจากคลังวัตถุดิบมาที่แผนกประกอบงาน และเมื่อประกอบงานเสร็จเรียบร้อยก็จะถูกส่งไปยังแผนกจัดเตรียมรอการส่งมอบต่อไป ดังแสดงหน้าที่ของแต่ละแผนกในผังโรงงานก่อนทำการปรับปรุง ดังแสดงในรูปที่ 3 ดังนี้

1) แผนกคลังวัตถุดิบ ทำหน้าที่จัดเก็บวัตถุดิบเพื่อส่งมอบไปยังแผนกตัดซอย

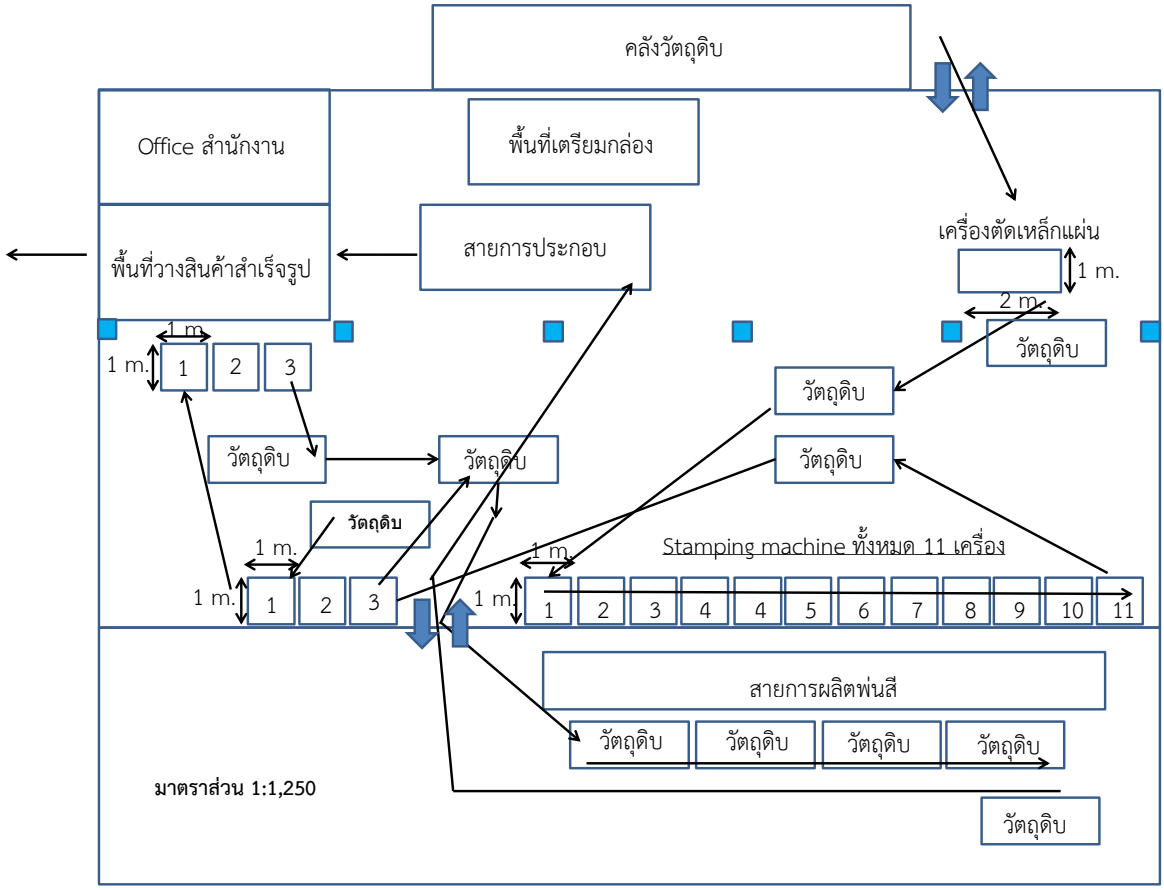
2) แผนกตัดซอย ทำหน้าที่ตัดซอยแผ่นเหล็กตามแบบและขนาดต่าง ๆ แล้วทำการจัดเรียงลงบนพาเลทเพื่อส่งมอบไปยังแผนกขึ้นรูป

3) แผนกอาร์ค ทำหน้าที่เชื่อมชิ้นงานด้วยไฟฟ้าแล้วทำการจัดเรียงลงบนถุงปุ๋ยเพื่อส่งไปยังแผนกพ่นสี

4) แผนกพ่นสี ทำหน้าที่พ่นสีให้กับชิ้นงานโดยการแขวนที่ราวพร้อมกับพ่นสีและอบสีเพื่อให้สีแห้งและส่งมอบไปยังแผนกประกอบ

5) แผนกประกอบงาน ทำหน้าที่ประกอบตัวโครงหลอดไฟดาวน์ไลท์โดยนำวัสดุทั้งจากแผนกพ่นสีและแผนกคลังวัตถุดิบเข้ามาประกอบเมื่อประกอบเสร็จก็จะส่งมอบไปยังแผนกจัดเตรียมรอการส่งมอบ

6) แผนกจัดเตรียมรอการส่งมอบ ทำหน้าที่จัดเก็บงานสำเร็จรูปสำหรับรอการจัดส่งไปยังลูกค้าต่อไป



รูปที่ 3 : ผังโรงงานและแผนกในกระบวนการผลิต (ก่อนปรับปรุง)

3.1.2) การศึกษากระบวนการผลิต

การศึกษากระบวนการผลิตพบว่ามีระยะทางในการขนย้ายชิ้นงานระหว่างแผนกมีระยะทางการเคลื่อนย้ายวัสดุยาวและใช้เวลานาน และในส่วนของแผนกประกอบงานมีกระบวนการที่เป็นจุดคอขวดในกระบวนการ

- กระบวนการของแผนกประกอบงาน

1) ศึกษาประสิทธิภาพการผลิต (Line Efficiency) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 [7]

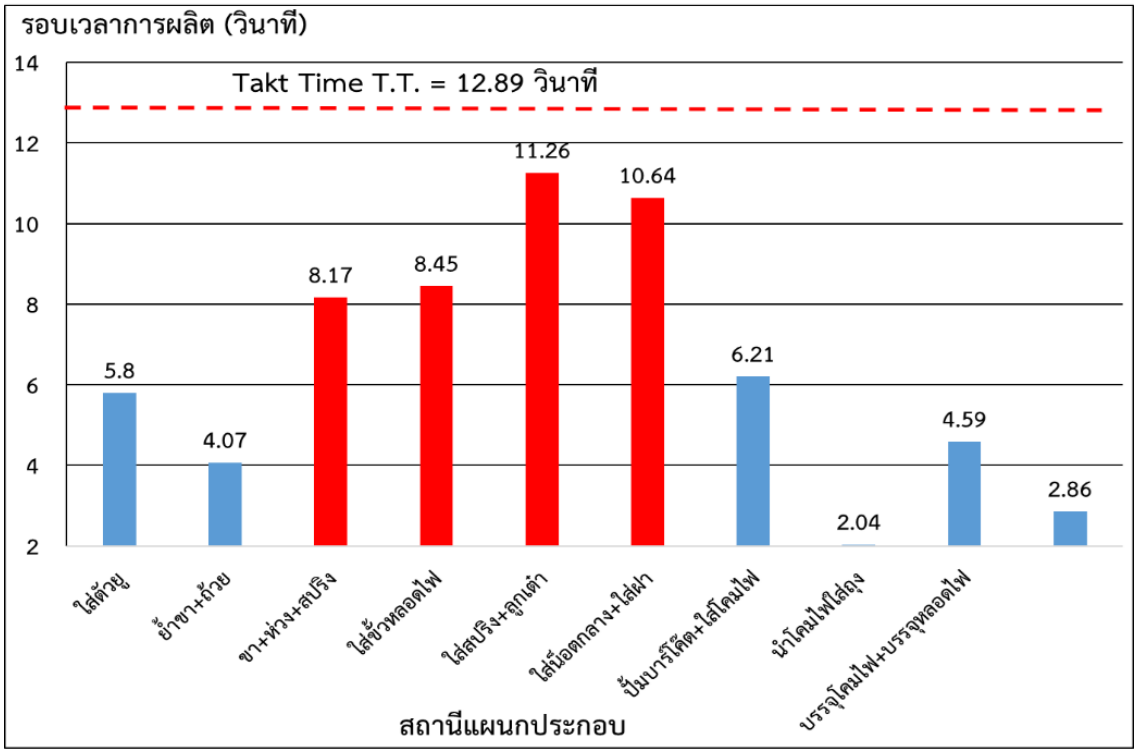
$$E = \left(\sum_{c=1}^{n} \frac{T_c}{mc} \right) \times 100 \qquad (1)$$

เมื่อ E คือประสิทธิภาพการผลิต; m คือ จำนวนสถานีทำงาน; c คือรอบเวลาการผลิตสูงสุด; T_c คือ รอบเวลาการผลิต

2) การคำนวณหารอบเวลาความต้องการของลูกค้า (Takt Time: T.T.) เพื่อเปรียบเทียบกับรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) ของโรงงาน โดยรอบเวลาความต้องการของลูกค้าสามารถหาได้จากเวลาในการผลิตที่มีอยู่สุทธิต่อวันของโรงงานหารด้วยปริมาณสินค้ารวมที่ต้องการต่อวัน โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 [8]

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Available Time}}{\text{Customer Demand}} \qquad (2)$$

Available Time คือ เวลาในการผลิตที่มีอยู่สุทธิต่อวันของโรงงาน โดยใน 1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง หรือคิดเป็น 28,000 วินาที Customer Demand คือปริมาณสินค้ารวมที่ต้องการต่อวัน สามารถหาได้จากคำสั่งซื้อของลูกค้าในเดือนนั้นเฉลี่ยอยู่ที่ 58,086 ชิ้นต่อเดือนหารด้วยวันทำงานต่อเดือน 26 วันจะได้ปริมาณสินค้ารวมที่ต้องการต่อวันจำนวน 2,234 ชิ้นต่อวัน



รูปที่ 4 : รอบเวลาการทำงานในขั้นตอนของแผนกประกอบงาน (ก่อนปรับปรุง)

การศึกษาพบว่าในกระบวนการประกอบงานมีประสิทธิภาพสายการผลิต 65.09% ค่ารอบเวลาการผลิตในแต่ละสถานีงานมีความไม่สมดุลกัน ใกล้เคียงกับรอบความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ที่มีค่า 12.89 วินาที และสูงกว่าสถานีอื่นในกระบวนการเดียวกัน ผลผลิตต่อเดือนก่อนการปรับปรุงจากการเก็บข้อมูลเฉลี่ย 2,037 ชิ้นต่อวัน และเป้าหมายในปัจจุบันลูกค้าเพิ่มคำสั่งซื้อที่มีความต้องการ 3,021 ชิ้นต่อวัน จึงต้องมีการทำงานล่วงเวลาของพนักงาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น

3.2) การออกแบบผังกระบวนการและการจัดสมดุลสายการประกอบ

3.2.1) การออกแบบและวางผังกระบวนการผลิต

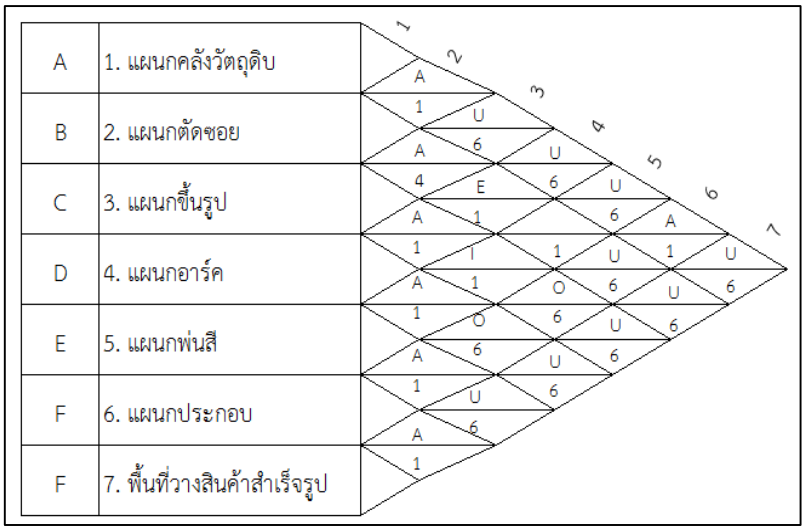
ใช้หลักการออกแบบและวางผังโรงงานอย่างมีระบบ ในการออกแบบการจัดการกระบวนการผลิต เช่น การไหลของวัสดุ ตำแหน่งพื้นที่การจัดวางเครื่องจักร ความสัมพันธ์และความถี่ในการขนย้ายวัสดุระหว่างแผนก และการจัดสถานีงานแผนกประกอบทำให้การออกแบบผังโรงงานที่เป็นระบบและเป็นมาตรฐานจะช่วยลดระยะทางการเคลื่อนย้ายวัสดุและเวลาช่วย เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้น และช่วยลดต้นทุนด้านการผลิต [9]

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกระบวนการผลิตที่ได้จากความสัมพันธ์และความถี่ในการขนย้ายวัสดุและชิ้นงานระหว่างแผนกต่าง ๆ นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแผนกโดยใช้แผนภูมิความสัมพันธ์และแผนความสัมพันธ์ (Relation Ship Chart and Relationship Diagram) ในการหาจำนวนรวมของความสัมพันธ์ทั้งหมดโดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3 [7]

$$N = \frac{n\,(n - 1)}{2} \qquad (3)$$

เมื่อ N คือ จำนวนรวมของความสัมพันธ์ทั้งหมด; n คือ จำนวนแผนกทั้งหมด

การคำนวณจะได้รวมของความสัมพันธ์ 21 รหัส ซึ่งใช้ในการออกแบบและแผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรม โดยอาศัยเกณฑ์ในการกำหนดระดับความสัมพันธ์สำหรับการหาความสัมพันธ์ โดยสามารถสร้างความสัมพันธ์ของแผนก/คู่กิจกรรมเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 : แผนภูมิความสัมพันธ์ของโรงงาน

สามารถหาค่าความสัมพันธ์กันของแต่ละแผนกมากที่สุด มี 7 คู่แผนก คือ 1-2, 1-6, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6 และ 6-7 สัมพันธ์กันมาก มี 1 คู่แผนก คือ 2-4 สัมพันธ์กันปานกลางมี 2 คู่ คือ 2-5 และ 3-5 สัมพันธ์กันน้อยมี 2 คู่แผนก คือ 3-6 และ 4-6 และสัมพันธ์กันน้อยที่สุด มี 9 คู่แผนก คือ 1-3, 1-4, 1-5, 1-7, 2-6, 2-7, 3-7, 4-7 และ 5-7 ดังแสดงในตารางที่ 1

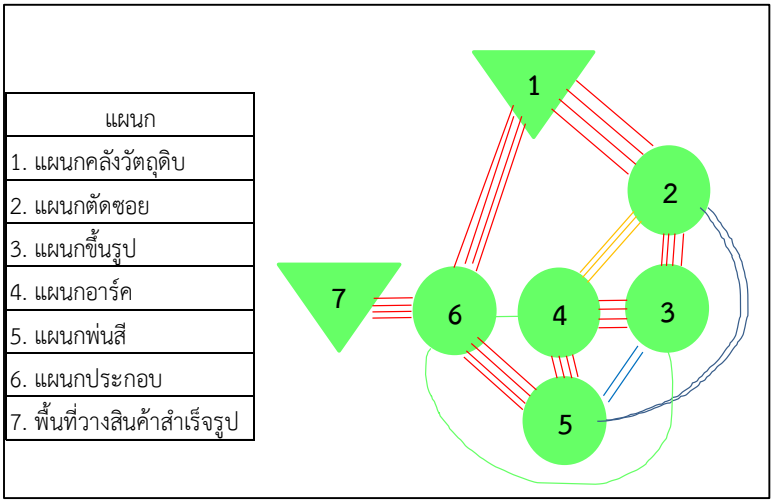
ตารางที่ 1 : เกณฑ์การกำหนดระดับความสัมพันธ์

A	E	I	O	U
1-2	2-4	2-5	3-6	1-3
1-6		3-5	4-6	1-4
2-3				1-5
3-4				1-7

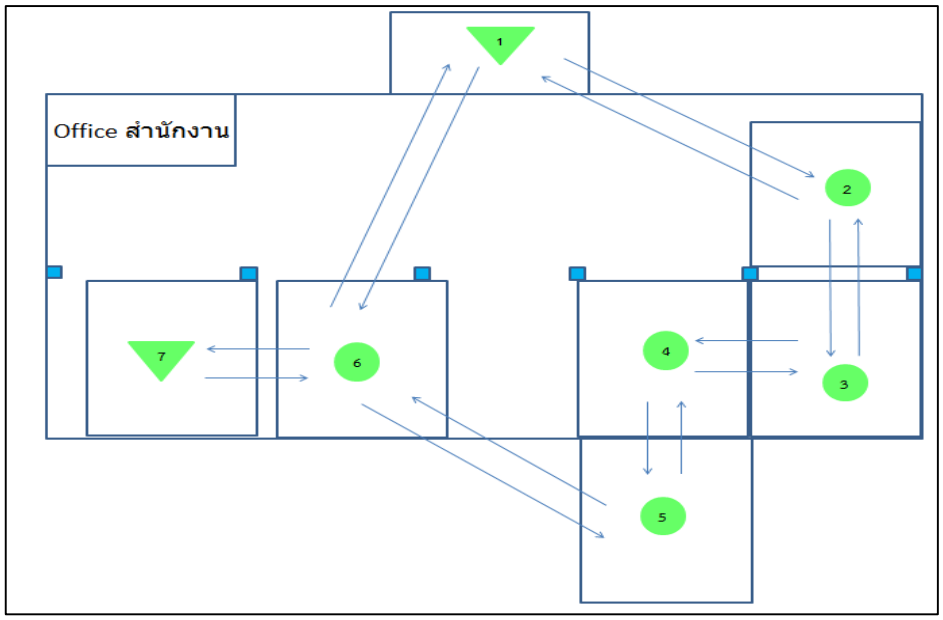
ตารางที่ 1 : เกณฑ์การกำหนดระดับความสัมพันธ์ (ต่อ)

A	E	I	O	U
4-5				2-6
5-6				2-7
6-7				3-7
				4-7
				5-7

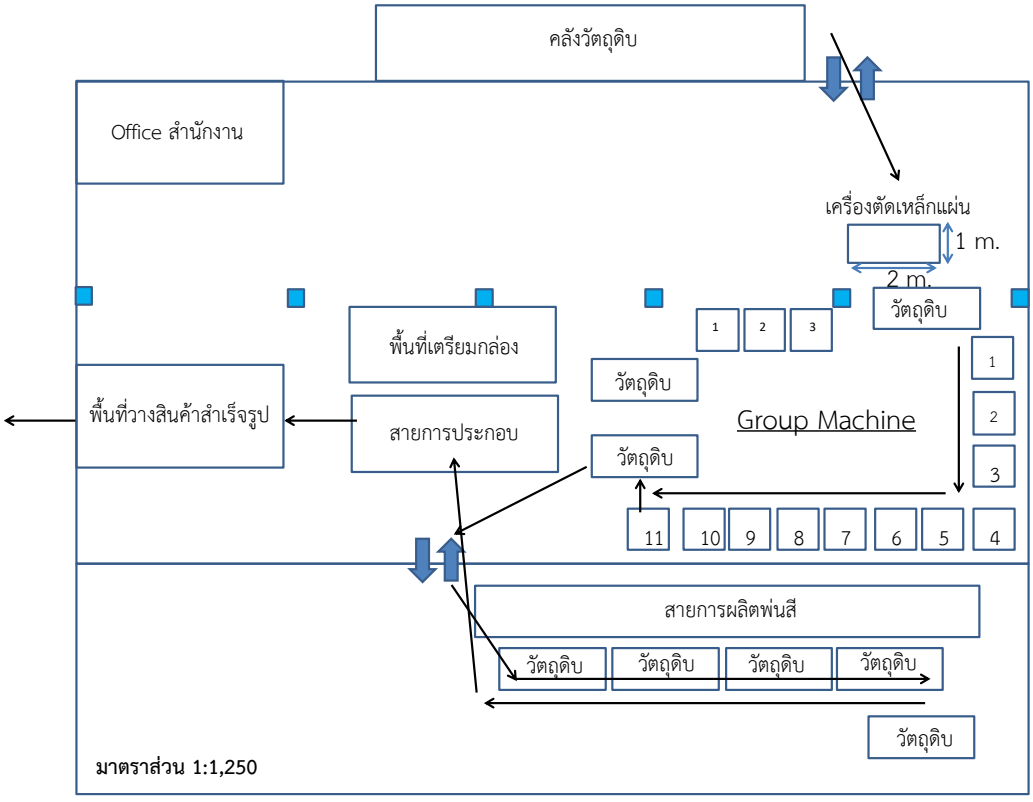
ข้อมูลระดับความสัมพันธ์ของกิจกรรมแต่ละแผนกจะนำไปเขียนแผนแผนผังความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 6 และ 7 โดยใช้สัญลักษณ์ความสัมพันธ์แสดงกิจกรรมในแต่ละแผนกประกอบการเขียนแผนภาพเพื่อนำไปออกแบบผังโรงงานต่อไปดังรูปที่ 8 ที่เป็นผังโรงงานและแผนกในกระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง



รูปที่ 6 : แผนผังความสัมพันธ์ A, E, I, O และ U (หลังปรับปรุง)



รูปที่ 7 : แผนผังความสัมพันธ์แผนกในกระบวนการผลิต (หลังปรับปรุง)



รูปที่ 8 : ผังโรงงานและแผนกในกระบวนการผลิต (หลังปรับปรุง)

3.2.2) ปรับปรุงการจัดสมดุลสายการประกอบแผนกประกอบ

การจัดสมดุลสายการประกอบร่วมกับการใช้หลักการ ECRS ได้กำหนดแนวทางในการจัดสายการประกอบไว้ดังนี้

1) การปรับปรุงกระบวนการย่อย (Work Element) โดยการปรับปรุงกระบวนการประกอบใช้หลักการของ ECRS ซึ่งในกระบวนการจะใช้การออกแบบอุปกรณ์ในการทำงานและเพิ่มเครื่องมือเสริม เช่น การใช้สกรูไดรเวอร์ก่อนปรับปรุงเป็นการ

ทำงานโดยใช้มือหมุนสกรูหลังปรับปรุงเป็นการใช้เครื่องทุ่นแรงด้วยไฟฟ้าเพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าให้กับพนักงาน และลดเวลาในการปฏิบัติงานรวมทั้งช่วยให้งานมีการไหลที่ได้ดีขึ้น

2) การปรับปรุงสถานที่ทำงานและสายการผลิตให้มีการไหลของงานมีความต่อเนื่อง กำจัดสิ่งที่เป็นอุปสรรคกีดขวางการไหลของงาน เช่น การจัดเรียงของชิ้นส่วนประกอบที่ไม่เป็นระเบียบโดยการหาภาชนะใส่ชิ้นส่วนประกอบเพื่อให้พนักงานสามารถหยิบจับชิ้นส่วนประกอบได้ง่ายและรวดเร็วมากขึ้น

3) การฝึกอบรมพนักงานอย่างต่อเนื่องเพื่อให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานตามขั้นตอนตามเอกสารขั้นตอนปฏิบัติงาน (Work Instruction) ได้อย่างถูกต้อง

4) การปรับปรุงกระบวนการประกอบงานโดยใช้การสมดุลสายการประกอบ

ผู้วิจัยได้ทำการจับเวลาในแต่ละขั้นตอนและเก็บข้อมูลในสายการผลิตดังรูปที่ 10 ซึ่งมีจำนวนขั้นตอน 10 ขั้นตอนและจำนวนพนักงาน 10 คน ได้รอบเวลาการทำงานดังตารางที่ 2 จากนั้นทำการคำนวณหารอบเวลาความต้องการของลูกค้า (Takt Time) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับรอบเวลาในการผลิต (Cycle Time) สามารถหาได้ดังสมการที่ 2

$$\text{Takt Time} = \frac{28{,}000 \text{ sec}}{2{,}234 \text{ pcs/day}}$$

$$= 12.89 \text{ วินาที/ชิ้น}$$

จากผลการคำนวณ จะได้ Takt Time = 12.89 วินาที/ชิ้นเมื่อรอบเวลาความต้องการของลูกค้า (Takt Time) ได้แล้ว ผู้วิจัยจึงทำการสร้างกราฟเพื่อเปรียบค่า Cycle Time และ Takt Time ได้ผลแสดงของกราฟดังรูปที่ 4 (ก่อนปรับปรุง) จะพบว่ามีกระบวนการบางขั้นตอนมีเวลามากกว่าขั้นตอนอื่นรวมถึงใกล้เคียงกับค่าเวลาของ Takt Time ซึ่งทำให้เกิดปัญหาคอขวด (Bottleneck) และการผลิตไม่ทันกับความต้องการของลูกค้า โดยกระบวนการนั้น คือ กระบวนการใส่ขั้วหลอดไฟ และใส่สปริงและลูกเต๋า ดังนั้นผู้วิจัยจึงวางแผนดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหากระบวนการคอขวดโดยใช้วิธีการปรับขั้นตอนด้วยหลักการของ ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการย่อยรวมถึงการปรับปรุงสถานที่ทำงานและการฝึกอบรมพนักงานอย่างต่อเนื่อง เป็นต้น

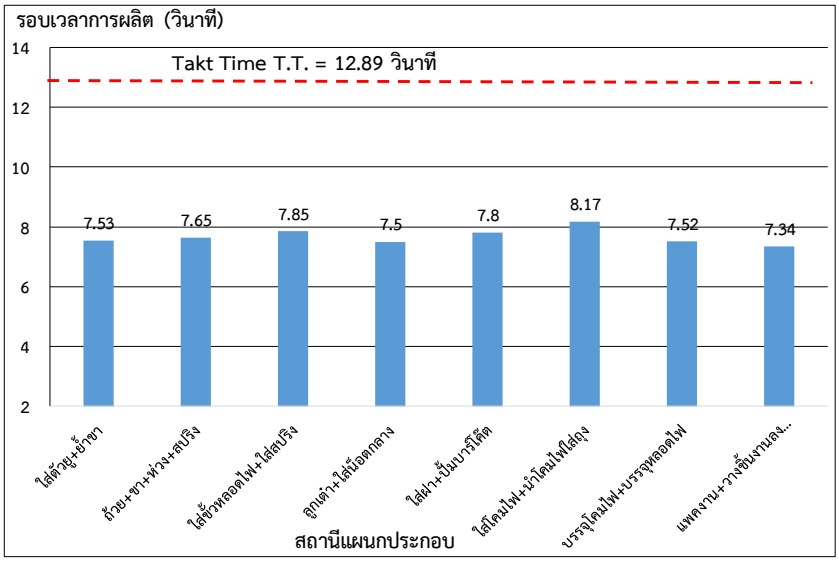
ตารางที่ 2 : รอบเวลาการทำงานใน (ก่อนการปรับปรุง)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (วินาที)
1	ใส่ตัวยู	5.8
2	ย้ำขา+ถ้วย	4.07
3	ขา+ห่วง+สปริง	8.48
4	ใส่ขั้วหลอดไฟ	11.26
5	ใส่สปริง+ลูกเต๋า	10.64
6	ใส่น็อตกลาง+ใส่ฝา	8.17
7	ปั๊มบาร์โค๊ต+ใส่โคมไฟ	6.21
8	นำโคมไฟใส่ถุง	2.04
9	บรรจุโคมไฟ+บรรจุหลอดไฟ	4.59
10	วางชิ้นงานลงบนพาเลท	2.86
	เวลารวม	64.12

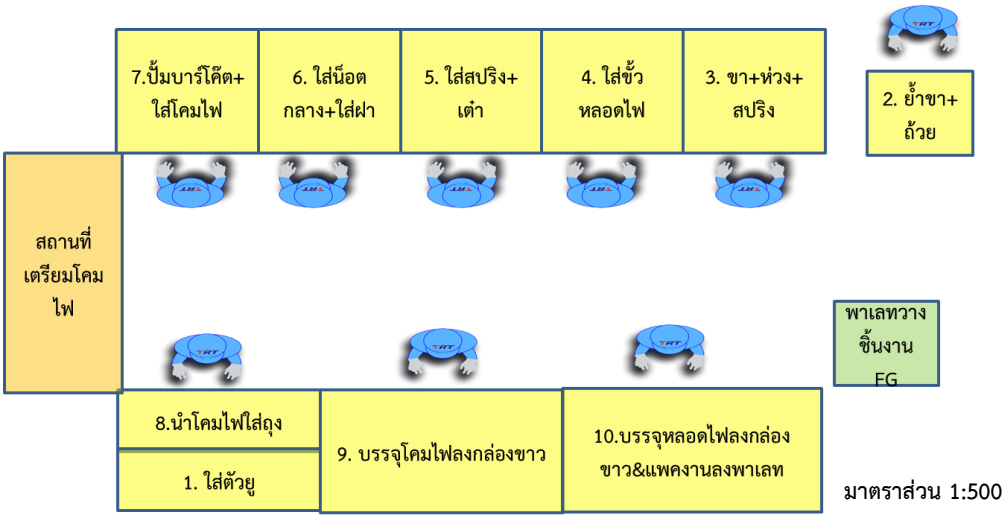
ตารางที่ 3 : รอบเวลาการทำงานใน (หลังการปรับปรุง)

ลำดับ	ขั้นตอนการทำงาน	เวลา (วินาที)
1	ใส่ตัวยู+ย้ำขา	7.53
2	ถ้วย+ขา+ห่วง+สปริง	7.65
3	ใส่ขั้วหลอดไฟ+ใส่สปริง	7.85
4	ลูกเต๋า+ใส่น็อตกลาง	7.5
5	ใส่ฝา+ปั๊มบาร์โค๊ต	7.8
6	ใสโคมไฟ+นำโคมไฟใส่ถุง	8.17
7	บรรจุโคมไฟ+บรรจุหลอดไฟ	7.52
8	แพคงาน+วางชิ้นงานลงบนพาเลท	7.34
	เวลารวม	61.36

หลังจากได้มีการปรับกระบวนการในการทำงานที่เป็นกระบวนการย่อยและรวมกระบวนการทำงานที่มีความใกล้เคียงกันผนวกเข้าไว้ด้วยกันจะทำให้สามารถลดขั้นตอนการทำงานจาก 10 ขั้นตอนเหลือเพียง 8 ขั้นตอนและพนักงานลดจำนวนจาก 10 คนเหลือ 8 คน ดังรูปที่ 9 และจะสามารถจะจัดสายการประกอบใหม่ของแผนกประกอบโดยการจัดเรียงขั้นตอนการทำงานและพนักงานแสดงได้ดังรูปที่ 11



รูปที่ 9 : รอบเวลาการทำงานในขั้นตอนของแผนกประกอบงาน (หลังปรับปรุง)



รูปที่ 10 : สายการผลิตประกอบงาน (ก่อนปรับปรุง)

รูปที่ 11 : สายการผลิตประกอบงาน (หลังปรับปรุง)

5) การหาประสิทธิภาพสายการผลิตและความสูญเสียโดยสามารถคำนวณหาได้ดังสมการที่ 4 [7]

$$d = \frac{nT_c - T_{wc}}{nT_c} \quad (4)$$

เมื่อ d คือ ค่าการสูญเสียการสมดุล; n คือ จำนวนสถานีงาน; T_c คือ รอบเวลาความต้องการของลูกค้า; T_{wc} คือรอบเวลาการผลิตรวม

6) การคำนวณผลิตภาพการผลิต เป็นการคำนวณอัตราการผลิตที่เพิ่มขึ้นภายหลังการปรับปรุง โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 5 [7]

$$R_p = \frac{D_a}{50SH} \quad (5)$$

เมื่อ R_p คือ อัตราการผลิตต่อชั่วโมง (pcs/hr); D_a คือ ปริมาณความต้องการสินค้าต่อปี (pcs/yr); S คือ จำนวนกะสัปดาห์ (shift/week); H คือ จำนวนชั่วโมงต่อกะ (hr/shift)

4) ผลการดำเนินงาน

4.1) ผลการออกแบบผังโรงงานของแผนกในกระบวนการผลิต

ผลการออกแบบผังโรงงานตามหลักการการออกแบบวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning) โดยอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ของแต่ละแผนก สามารถลดระยะทางและเวลาในการย้ายวัสดุลงระหว่างแผนกได้ ดังตารางที่ 4 และ 5 ตามการปรับปรุงผังโรงงานใหม่ ดังรูปที่ 8

ตารางที่ 4 : การเปรียบเทียบระยะทางขนย้ายวัสดุระหว่างแผนก

ที่	เคลื่อนที่จาก	ไปยัง	ระยะทางเดิม (เมตร/วัน)	ระยะทางใหม่ (เมตร/วัน)	ลดลง (เมตร)
1	วัตถุดิบ	เครื่องตัด	10	10	0
2	เครื่องตัด	ขึ้นรูป	25	5	20
3	ขึ้นรูป	อาร์ค	15	7	8
4	อาร์ค	พ่นสี	25	20	5
5	พ่นสี	ประกอบ	40	40	0
6	ประกอบ	บรรจุหีบห่อ	7	7	0
รวม			122	89	33

ตารางที่ 5 : การเปรียบเทียบเวลาในขนย้ายวัสดุระหว่างแผนก

ที่	เคลื่อนที่จาก	ไปยัง	ระยะทางเดิม (นาที/วัน)	ระยะทางใหม่ (นาที/วัน)	ลดลง (นาที)
1	วัตถุดิบ	เครื่องตัด	20	10	10
2	เครื่องตัด	ขึ้นรูป	30	30	0
3	ขึ้นรูป	อาร์ค	40	25	15
4	อาร์ค	พ่นสี	30	22	8
5	พ่นสี	ประกอบ	25	20	5
6	ประกอบ	บรรจุหีบห่อ	30	25	5
รวม			175	132	43

4.2) ผลการปรับปรุงการจัดสมดุลสายการประกอบ

ผลการปรับปรุงการจัดสมดุลสายการประกอบ (Assembly Line Balancing) โดยใช้หลักการ ECRS พบว่าสามารถลดรอบเวลารวมขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วน (Cycle Time) ลงจากเดิม 64.08 วินาที เป็น 61.36 วินาที เป็นเวลาที่ลดลง 2.72 วินาที คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 4.24% อัตราผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 2,234 ชิ้นต่อวัน เป็น 3,037 ชิ้นต่อวัน เป็นจำนวนชิ้นที่เพิ่มขึ้น 803 ชิ้นต่อวัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น 35.94% และสามารถลดจำนวนพนักงานลงได้ 2 คน จากจำนวนพนักงาน 10 คน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 25% ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 : ผลการจัดสมดุลสายการประกอบ

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง
รอบเวลาความต้องการของลูกค้า (วินาที)	12.89	12.89	-
รอบเวลาการผลิตรวม (วินาที)	64.08	61.36	2.72
จำนวนพนักงาน (คน)	10	8	2
ประสิทธิภาพการผลิต (%)	56.96	92.96	36.00
ค่าการสูญเสียการสมดุล (%)	52.40	40.50	11.90
อัตราผลิตภาพการผลิต (ชิ้นต่อชั่วโมง)	248	290	42
ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (ชิ้น)	2,234	3,037	803

4.3) ผลของผลิตภาพหลังจากการปรับปรุง

ผลหลังการปรับปรุงกระบวนการผลิต พบว่าสามารถเพิ่มอัตราผลิตภาพการผลิตจริง โดยการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 5 เดือน ก่อน

และหลัง ซึ่งการปรับปรุงมีผลผลิตเฉลี่ยต่อเดือนประมาณ 53,030 ชิ้นต่อเดือน และหลังการปรับปรุงมีผลผลิตต่อเดือน 78,962 ชิ้นต่อเดือน อัตราผลิตภาพการผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 20,878 ชิ้นต่อเดือน ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 : เปรียบเทียบข้อมูลการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

เดือน	อัตราการผลิตได้จริง (ชิ้นต่อเดือน)	
	ก่อนการปรับปรุง	**หลัง**การปรับปรุง
มกราคม	51,184	
กุมภาพันธ์	54,912	
มีนาคม	52,240	
เมษายน	53,784	
พฤษภาคม		78,962

5) สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต กรณีศึกษาผู้ผลิตโคมไฟดาวน์ไลท์ในครั้งนี้ ผลที่ได้สามารถลดระยะทางและเวลาในการขนย้ายวัสดุลงได้ 33 เมตร คิดเป็น 27.04% และเวลาลงได้ 43 นาที คิดเป็น 24.57% ตามลำดับสำหรับในส่วนของกระบวนการผลิต ผลการปรับปรุงโดยจัดสมดุลสายการประกอบใหม่ของแผนกประกอบงานสามารถลดเวลาลงได้ 2.72 วินาที ทำให้ประสิทธิภาพผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 92.96% สามารถลดจำนวนพนักงานลงได้ 2 คน อัตราผลิตภาพการเพิ่มขึ้นจากเดือนละ 53,030 ชิ้นต่อเดือน เป็น 78,962 ชิ้นต่อเดือน เพิ่มขึ้นเดือนละ 25,932 ชิ้นต่อเดือน ดังนั้นการออกแบบผังโรงงานและการจัดสมดุลสายการประกอบในการวิจัยครั้งนี้จะทำให้สามารถรองรับกับปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคตเป็นอย่างดี

การออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบจะต้องใช้เกณฑ์ความสัมพันธ์กันระหว่างแผนกเทียบกับระยะทางและปริมาณงานในการขนย้ายวัสดุเพื่อลดต้นทุนและลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการ บางครั้งการออกแบบผังโรงงานไม่สามารถที่จะเคลื่อนย้ายให้แผนกมาอยู่ใกล้ชิดกันได้เนื่องจากข้อจำกัดด้านโครงสร้างของอาคารโรงงานซึ่งการปรับปรุงดังกล่าวจะทำให้เกิดต้นทุนมหาศาลจึงต้องออกแบบทางเลือกที่ดีที่สุดและคำนึงถึงปัจจัยที่จะส่งผลกระทบกับต้นทุนที่จะเกิดขึ้นในการปรับปรุงผังโรงงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในครั้งนี้ด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักพัฒนาการจัดการอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการเข้าให้คำปรึกษาในครั้งนี้

REFERENCES

[1] Bank of Thailand. “ The pandemic represents a rare but narrow window of opportunity to reflect, reimagine, and reset our world.” BOT.or.th. https://www.bot.or.th/Thai/ BOTMagazine/ Pages/ 256303_CoverStory. aspx (accessed Jun. 10, 2021).

[2] V. Watcharodomprasert, “Competitive environment facters in the current situation,” *J. Thonburi Univ.*, vol. 8, no. 17, pp. 127–134, 2014.

[3] C. Pornsing, S. Amphutsa, J. Kanchana-anothaiand, and P. Tharawetcharak, “Process and plant layout Improvement using industrial engineering techniques: A case study sample LED light factory,” *Thai Sci. Technol. J.*, vol. 27, no. 6, pp. 1132–1146, Jul. 2018.

[4] T. Dankhate, T. Sae-Lee, and C. Pattayanon, “Line balancing for reducing waste of producing: A case study frozen salmon process,” in *35th Conf. Ind. Eng. Netw., Ubon Ratchathani Univ.*, Ubon Ratchathani, Thailand, Jul. 23–26, 2017, pp. 23–28.

[5] P. Chopradab, W. Niyomwet, K. Pleumjit, and A. Apirakpongsa, “ Plant layout improvement to increase productivity in a printing plant,” *Adv. Sci. J.*, vol. 13, no. 1, pp. 120–125, 2013.

[6] P. Wanichpongpan, B. Kirdmanee, P. Ngaothaisong, M. Srisawan, and K. Khumsuwan, “ Improvement production line of air pipe car,” *J. Thonburi Univ.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–18, Jan. 2008.

[7] C. Srisupinanon, *Plant Layout Design*. Bangkok, Thailand: I Group Press (in Thai), 2012.

[8] P. Homsri, A. Krairit, and P. Visuwan, “ An application of Toyota production system: A case study of automotive fuel tank manufacturer,” *J. Eng., RMUTT*, vol. 1, no.10, pp. 11–24, Jun. 2012.

[9] C. Thavornwat, K. Jongwuttanaruk, V. Chevaviriyanoon, and R. Sangkatip, “ Plant layout improvement: Case study of machinery parts plant.” in *Proc. 32th Ind. Eng. Netw. Conf.*, Samutprakan, Thailand, Oct. 30–31, 2014, pp.51–58.