

การปรับปรุงการผลิตประกับรางรถไฟด้วยเทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรม : กรณีศึกษา การผลิตประกับราง

Production Improvement of Rail Joint by Industrial Engineering Techniques: Case Study of Rail Joint Production

จินตนา ไพรสมณ์¹, กิตติชัย อธิกุลรัตน์^{2,*}, และ ปัทธพงษ์ ภาคภูมิ³

¹ภาควิชาบริหารการปฏิบัติการ, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พระบรมมหาราชวัง

พระนคร กรุงเทพมหานคร 10200

²ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุและโลจิสติกส์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร

เหนือ วงศ์สว่าง บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

³ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

กำแพงแสน กำแพงแสน นครปฐม 73140

Chintanai Praisont¹, Kittichai Athikulrat^{2,*} and Pattarapong Pakpoom³

¹Department of Operations Management, Faculty of Commerce and Accountancy, Thammasat University, Grand

Palace, Phra Nakhon, Bangkok, 10200, Thailand

²Department of Materials Handling and Logistics Engineering, Faculty of Engineer,

King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Wongsawang, Bangsue, Bangkok, 10800, Thailand

³Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University

Kamphaeng Saen, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom, 73140, Thailand

*Corresponding Author E-mail: kittichai.athi@gmail.com

Received: Mar 23, 2023; Revised: Sep 04, 2023; Accepted: Sep 08, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการผลิตประกับราง พร้อมกับคัดเลือกพนักงานที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน ภายหลังการปรับปรุง โดยทำการศึกษาและปรับปรุงใน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับกระบวนการและระดับกิจกรรม โดยในระดับกระบวนการเป็นการปรับปรุงกระบวนการที่เป็นคอขวด โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ ทำไม ทำไม พร้อมใช้หลักการ ตัด รวม สลับขั้นตอน และทำให้ง่าย เพื่อตัดกระบวนการที่เป็นคอขวด และศึกษากิจกรรมการผลิตด้วยแผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ เพื่อวิเคราะห์จำนวนเครื่องจักรที่มากที่สุดที่พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้ จากนั้นกำหนดสมรรถนะประจำหน้าที่เพื่อเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพนักงานโดยประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า สามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานจาก 9 ขั้นตอน เหลือ 8 ขั้นตอน และสามารถลดจำนวนพนักงานจาก 5 คน เหลือเพียง 2 คน โดยทั้งสองคนที่ปฏิบัติงานได้ถูกคัดเลือกจากสมรรถนะประจำหน้าที่ที่สำคัญ คือ 1.การปรับตั้งค่าเครื่องจักร มีความสำคัญ 0.340 2.การตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน มีความสำคัญ 0.367 3.การสื่อสาร มีความสำคัญ 0.178 และ 4.การอ่านแบบ มีความสำคัญ 0.115 ผลลัพธ์ที่ได้สามารถลดร้อยละการว่างงานของพนักงาน จากเดิมเฉลี่ยร้อยละ 63.56 เป็น

เฉลี่ยร้อยละ 34.65 หรือลดลงร้อยละ 45.48 แต่ ร้อยละการทำงานของเครื่องจักร เฉลี่ย ก่อนปรับปรุง ร้อยละ 76.16 และหลังปรับปรุง มีร้อยละการปฏิบัติงานเฉลี่ย ร้อยละ 63.56 หรือ ลดลงขึ้นร้อยละ 16.54

คำสำคัญ: แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ, การวิเคราะห์ ทำไม ทำไม, สมรรถนะประจำหน้าที่, กระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์

Abstract

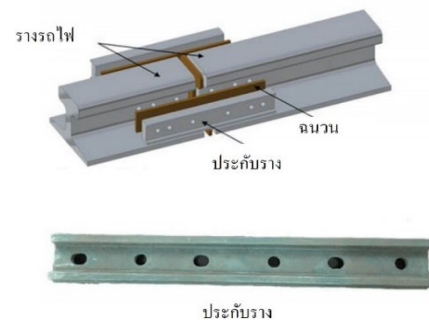
The aim of this research is to improve the rail joint production performance together with appropriate personnel selection process for after-improvement work. The investigation and improvement are done in two levels: process level and activity level. At process level, improvement is done at the bottleneck process using why-why analysis approach along with Eliminate-Combine-Rearrange-Simplify (ECRS) principle. Next, production activity is studied through multiple-activities chart to determine the maximum number of machines which workers can handle. In order to establish staff selection criteria, proper capability for each task is determined by applying Analytical Hierarchy Process to obtain weights for each criterion. The results are reduction of operations processes from 9 stages to 8 stages and personnel reduction from 5 workers to 2 workers. Those two staffs are chosen based on weights for essential tasks, which are 0.340 for machine setting adjustment, 0.367 for product quality test, 0.178 for communication, and 0.115 for read ability to the drawings. Besides that, such improvement can reduce the average percentage of the idle time from 63.56 to 34.65 or a decrease 16.54 percentage but reduce the percentage of machine work rate from 76.16 to 63.56 or a decrease 16.54 percentage.

Keywords: Multiple Activity, Why-Why Analysis, Functional Competency, Analytical Hierarchy Process

1. บทนำ

การพัฒนาโครงข่ายระบบการขนส่งทางรางของประเทศ เป็นนโยบายที่สำคัญในการพัฒนางานด้านการขนส่งทางรางของประเทศ เพื่อรองรับจำนวนผู้โดยสารและปริมาณการขนส่งที่เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนและระยะเวลาในการขนส่ง โดยการพัฒนาโครงข่ายทางรถไฟในปัจจุบัน ให้เป็นรถไฟทางคู่ และกำหนดเป้าหมายต้องการเพิ่มสัดส่วนทางคู่ในปี 2567 เป็นดังนี้ ทางคู่จากเดิม ร้อยละ 6 เป็นร้อยละ 65, ทางเดี่ยวร้อยละ 91 เป็นร้อยละ 33 และทางสามจากร้อยละ 3 เป็นร้อยละ 2 ตามลำดับ [1] ซึ่งจะส่งผลทำให้มีความต้องการใช้ชิ้นส่วนสำหรับผลิตเป็นรางรถไฟมีจำนวนมากขึ้น กอปรกับนโยบายไทยเฟิร์ส (Thai First) ของกระทรวงคมนาคม ที่ต้องการสนับสนุนอุตสาหกรรมภายในประเทศ ภายใต้อาณัติ “ไทยทำ ไทยใช้ คนไทยต้องได้ก่อน” ทำให้การใช้ชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการขยายเส้นทางของทางรถไฟ มีการใช้ชิ้นส่วนจากภายในประเทศเพิ่มขึ้นโดยชิ้นส่วนที่มีความสำคัญต่อการขยายเส้นทางของทางรถไฟ

คือ ประกับราง (Insulated Rail Joint: IRJ) สำหรับประกอบรางรถไฟเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างประกับราง

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างการประกอบรางรถไฟ โดยข้อต่อรางรถไฟหรือประกับรางจะมีคุณสมบัติเป็นฉนวน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบอาณัติสัญญาณในการบอกตำแหน่งของรถไฟ มีอายุการใช้งานอยู่ในช่วงร้อยละ 30 ถึงร้อยละ 50 ของอายุรางรถไฟ [2] ทำให้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ IRJ มุ่งเน้นที่จะศึกษาเพื่อเพิ่มอายุการใช้งาน เช่น มีการศึกษา

รูปแบบของ IRJ เป็นแบบฝังพร้อมทั้งศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น [3] รวมถึงศึกษาเพื่อกำหนดตำแหน่งในการติดตั้ง IRJ [4]

จากความต้องการใช้ประกับรางที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของเส้นทางรถไฟในประเทศไทย ทำให้ผู้ผลิตจำเป็นต้องเพิ่มกำลังการผลิตให้สามารถส่งมอบประกับรางให้สอดคล้องกับความต้องการดังกล่าว นอกจากนี้แล้วผู้ประกอบการต้องรับภาระต้นทุนที่มีแนวโน้มสูงขึ้น อันเนื่องมาจากราคาเหล็กที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เป็นภาระของผู้ประกอบการที่ไม่สามารถยับยั้งราคาของประกับรางให้สูงขึ้นตามแนวโน้มราคาวัตถุดิบได้ เนื่องจากเป็นงานประมูลที่มีการทำสัญญาไว้ล่วงหน้า ดังนั้น ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของประกับราง ในการลดต้นทุนและเพิ่มความสามารถในการแข่งขันด้วยแนวคิดระบบการผลิตแบบลีน [5] นอกจากนี้แล้ว การลดต้นทุนหรือเพิ่มผลผลิตสามารถศึกษากระบวนการกิจกรรมและการเคลื่อนไหว และความสูญเปล่า ทำให้สามารถลดรอบเวลาการปฏิบัติงานส่งผลให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ [6] จากการศึกษาข้อมูลการผลิตพบว่ามีการกระบวนการหลัก คือ กระบวนการดำเนินงานแมชชีน ซึ่งเป็นกระบวนการตัด ปรับขนาด และเจาะรู วัตถุดิบให้ตรงตามข้อกำหนดของลูกค้า โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาและปรับปรุงด้านงานแมชชีน เนื่องจากเป็นงานที่มีความสูญเปล่าจากกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non Value Activity: NVA) ได้แก่ การรอคอยของพนักงานและการรอคอยของเครื่องจักร รวมถึงเวลาทำงานร่วมกันระหว่างพนักงานและเครื่องจักร ซึ่งไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในการปฏิบัติงาน ในส่วนของกระบวนการดำเนินงานแมชชีนพบว่า เป็นกระบวนการดำเนินงานที่พนักงานทำงานร่วมกับเครื่องจักร มีงานวิจัยหลายงานที่ทำการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน โดย [7] ทำการปรับปรุงการติดตั้งแม่พิมพ์โดยการวิเคราะห์ SWIH พร้อมปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS นอกจากนี้แล้วยังมีงานวิจัยที่ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตด้วยการลดเวลาการหยุดของเครื่องจักรแบบฉุกเฉิน (Breakdown) ด้วย

การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อลดเวลาหยุดฉุกเฉินของเครื่องจักร [8] รวมถึงมีงานวิจัยที่ทำการศึกษางานระหว่างพนักงานกับเครื่องจักร ด้วยกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity) เพื่อทำการศึกษากิจกรรมการปฏิบัติงาน ([9],[10]) และเขียนแผนภูมิการปฏิบัติงาน เพื่อหาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานตามกิจกรรมพหุคูณ ส่งผลให้มีการปรับจำนวนพนักงานเพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการคัดเลือกพนักงานที่เหมาะสมตามจำนวนพนักงานที่มีการปรับปรุง นอกจากนี้ได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกพนักงาน โดยใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi Criteria Decision Making) สำหรับคัดเลือกพนักงานที่เหมาะสม เช่น งานวิจัยของ [11] ทำการเปรียบเทียบวิธีการตัดสินใจด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP), เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution: TOPSIS), การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting :SAW) และวิธีการจัดลำดับความพึงพอใจขององค์กรเพื่อเพิ่มคุณค่าการประเมินผล (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Of Evaluations: PROMETHEE) โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจ คือ ความรู้, ทักษะ, ความสามารถ, สภาพร่างกายและทัศนคติ นอกจากนี้แล้วยังมีงานวิจัยของ [12] ประยุกต์ใช้ Fuzzy AHP และ Fuzzy TOPSIS สำหรับคัดเลือกพนักงาน โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกพนักงาน 7 เกณฑ์ ได้แก่ คุณสมบัติส่วนบุคคล, ประสิทธิภาพการทำงาน, เงินเดือนที่คาดหวัง, ความสามารถในการจัดการเรื่องต่างๆ, กิจกรรมด้านการศึกษา, ทักษะด้านเทคนิค และทักษะด้านการสื่อสาร รวมถึงงานวิจัยของ [13] ได้ประยุกต์ใช้ AHP สำหรับคัดเลือกพนักงาน โดยมีเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกได้แก่ การศึกษา, ประสิทธิภาพการทำงาน, อายุ และสถานภาพการแต่งงาน

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเปล่าในการปฏิบัติงาน พร้อมกับคัดเลือกพนักงานที่เหมาะสมตามเกณฑ์การปฏิบัติงาน

2. อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงาน และคัดเลือกพนักงานที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน ทำการปรับปรุง 2 ครั้ง โดยในครั้งแรกหรือในครั้งแรก เริ่มต้น จะทำการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยการวิเคราะห์ ทำไม ทำไม (Why Why Analysis) พร้อมปรับปรุงด้วยเทคนิค ECRS จากนั้นทำการปรับปรุงในครั้งที่ 2 โดยการศึกษากิจกรรมการปฏิบัติงานด้วยแผนภูมิ คน -เครื่องจักร เพื่อหาจำนวนคนงานที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน พร้อมกับคัดเลือกพนักงานด้วยเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ตามเกณฑ์สมรรถนะเชิงหน้าที่ที่ได้ศึกษา โดยมีรายละเอียดอุปกรณ์และวิธีการวิจัย ดังนี้

2.1 การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) พร้อมปรับปรุงเริ่มต้น (Initial Improvement)

เป็นการศึกษาวิธีการทำงานและขั้นตอนการผลิต ประทับร่าง ด้วยแผนภูมิการผลิต (Flow Process Chart : FPC) พร้อมกับแผนภาพการไหลของงาน (Flow Diagram) เพื่อศึกษาขั้นตอนการทำงานที่ใช้ในการผลิตประทับร่าง พร้อมวิเคราะห์กระบวนการ ด้วยการวิเคราะห์ ทำไม ทำไม เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการผลิต ด้วยเทคนิค การตัด (Eliminate) รวม (Combine) สลับขั้นตอน (Rearrange) และ ทำให้ง่าย (Simplify) หรือ เทคนิค ECRS

2.2 การศึกษาเวลา (Time Study) และกิจกรรมพหุคูณระหว่างคนและเครื่องจักร (Man-Machine Chart)

เป็นการศึกษาเวลาและกิจกรรมการปฏิบัติงานในขั้นตอนการปฏิบัติงานระหว่างคนและเครื่องจักร ด้วยแผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ โดยทำการรวบรวมข้อมูลเวลาและบันทึกกิจกรรมทุกกิจกรรมที่มีการปฏิบัติงานระหว่างพนักงานและเครื่องจักร

การศึกษาเวลาเป็นการจับเวลาจากพนักงานที่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนต่างๆ โดยแยกเป็นกิจกรรมการปฏิบัติงาน เพื่อหาจำนวนครั้งการจับเวลาที่เหมาะสม ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และนำค่าเฉลี่ยของเวลาจากจำนวนครั้งการจับเวลาที่เหมาะสม เป็นตัวแทนของข้อมูล ดังสมการที่ (1)

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

N คือ จำนวนครั้งการจับเวลา

n คือ จำนวนครั้งการจับเวลาครั้งแรก

x_i คือ ข้อมูลการจับเวลาในแต่ละรอบ

กำหนดจำนวนครั้งในการจับเวลาครั้งแรก 20 ครั้ง เพื่อหาจำนวนครั้งการจับเวลา และค่าเฉลี่ยของเวลาในแต่ละกิจกรรม พร้อมกับคำนวณหา จำนวนเครื่องจักรที่มากที่สุดที่พนักงานสามารถควบคุมเครื่องจักรได้ ดังสมการที่ (2) [14]

$$N_{M/C} = \frac{T_{m/c} + T_{MD}}{T_{MI} + T_{MD}} \quad (2)$$

โดย

$N_{M/C}$ คือ จำนวนเครื่องจักรสูงสุดที่พนักงานสามารถคุมได้

$T_{M/C}$ คือ เวลาทำงานอิสระของเครื่องจักร

T_{MD} คือ เวลาทำงานร่วมกันของพนักงานกับเครื่องจักร

T_{MI} คือ เวลาทำงานอิสระของพนักงาน

และศึกษาเวลาการปฏิบัติงานของคนและเครื่องจักร พร้อมคำนวณร้อยละการปฏิบัติงานและว่างงาน

2.3 คัดเลือกพนักงาน

เป็นขั้นตอนการคัดเลือกพนักงานเพื่อปฏิบัติงานบนเครื่องจักรตามจำนวนและวิธีการปฏิบัติงานของเครื่องจักรนั้นๆ โดยพิจารณาจากสมรรถนะตามหน้าที่ (Functional Competency) ซึ่งหมายถึงคุณลักษณะที่แสดงให้เห็น เช่น ความรู้ ทักษะ ความสามารถของบุคคลที่ปฏิบัติงานประจำ เพื่อให้งานสำเร็จและได้ผลลัพธ์ตามที่องค์กรต้องการ [15] รวมถึงใช้สมรรถนะตามหน้าที่สำหรับคัดเลือกพนักงานในการปฏิบัติงาน [16] มีการประยุกต์ใช้กระบวนการตามลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เพื่อใช้สำหรับการตัดสินใจ ([17],[18]) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) การคัดเลือกสมรรถนะประจำหน้าที่ของงาน โดยทำการศึกษาสมรรถนะที่พนักงานจำเป็นต้องมี ได้แก่ 1. การอ่านแบบ 2.การสื่อสาร 3.การปรับตั้งค่าเครื่องจักร 4. การตรวจสอบคุณภาพ 5.การปรับปรุงการปฏิบัติงาน 6.การเป็นผู้นำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

สมรรถนะประจำหน้าที่ของพนักงานในการอ่านแบบ คือ ความรู้ ทักษะ และคุณสมบัติส่วนบุคคล ในการอ่านแบบตามกระบวนการต่างๆ รวมถึงแบบสำเร็จรูป

สมรรถนะประจำหน้าที่ของพนักงานในการสื่อสาร คือ ความรู้ ทักษะ และคุณสมบัติส่วนบุคคล ในการสื่อสารกับหัวหน้างาน วิศวกร ทีมงาน ให้สามารถทำงานร่วมกันได้

สมรรถนะประจำหน้าที่ของพนักงานในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร คือ ความรู้ ทักษะ และคุณสมบัติส่วนบุคคล ในการติดตั้งและปรับค่าเครื่องจักร รวมถึงแก้ไขปรับเปลี่ยนได้ กรณีงานมีปัญหา

สมรรถนะประจำหน้าที่ของพนักงานในการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน คือ ความรู้ ทักษะ และคุณสมบัติส่วนบุคคล เพื่อให้สามารถตรวจสอบงานได้ถูกต้อง ถูกวิธี มีแนวคิดการออกแบบอุปกรณ์ ในการตรวจสอบชิ้นงานได้

สมรรถนะประจำหน้าที่ของพนักงานในการปรับปรุงการปฏิบัติงาน คือ ความรู้ ทักษะ และคุณสมบัติส่วนบุคคล ในการปรับปรุงการปฏิบัติงาน

สมรรถนะประจำหน้าที่ของพนักงานในการเป็นผู้นำ คือ ความรู้ ทักษะ และคุณสมบัติส่วนบุคคล ในการวางแผน

ควบคุม และจงใจให้ผู้ที่ได้บังคับบัญชาสามารถปฏิบัติงานได้ตามที่ได้รับมอบหมาย

จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ซึ่งมาจากฝ่ายผลิต ฝ่ายทรัพยากรมนุษย์ และฝ่ายควบคุมคุณภาพ คัดเลือกสมรรถนะตามหน้าที่ ด้วยแบบสอบถามเพื่อวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างสมรรถนะตามหน้าที่กับวัตถุประสงก์ (Index of item-objective congruence : IOC) โดยค่าที่ยอมรับได้ต้องไม่ต่ำกว่า 0.5 จากทั้ง 6 สมรรถนะสำหรับเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพนักงาน

2) หาความสำคัญของเกณฑ์การคัดเลือกเพื่อกำหนดเป็นน้ำหนัก (W_i) โดยการประยุกต์การจัดลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยผู้จัดการฝ่ายผลิตเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความสำคัญของสมรรถนะประจำหน้าที่ พร้อมตรวจสอบอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล (C.R.) ที่มีวิธีการประเมินดังนี้

2.1) ทำการเปรียบเทียบเกณฑ์แต่ละคู่ในรูปแบบของเมตริกซ์ โดยเปรียบเทียบทุกเกณฑ์ในแนวนอนและแนวตั้ง และกำหนดการให้คะแนน ตั้งแต่ 1-9 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินความสำคัญของสมรรถนะประจำหน้าที่

ค่าคะแนน	คำจำกัดความ	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้งสองปัจจัยมีผลเท่ากัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยหนึ่งสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ปัจจัยหนึ่งสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก
7	สำคัญกว่ามาก มาก	ปัจจัยหนึ่งสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก มาก
9	สำคัญสูงสุด	มีหลักฐานสนับสนุนความพึงพอใจในปัจจัยหนึ่งสำคัญกว่าปัจจัยหนึ่งมากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้
2,4,6,8	เพื่อลดช่วงการพิจารณาให้มีความเหมาะสม	เพื่อลดช่องว่างในการวินิจฉัยเปรียบเทียบในลักษณะที่กำกวม และไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูดที่เหมาะสม

2.2) คำนวณหาค่า Eigenvector ของเมตริกซ์ในแต่ละแถว (Normalize Matrix) โดยสมการที่ใช้สำหรับคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ มีดังสมการที่ (3)

$$A * W = \lambda_{max} * W \quad (3)$$

เมื่อ

A คือ สแควร์เมตริกซ์ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งปรับค่าเป็น 1 (Normalize) แล้ว

W คือ ค่า Eigenvector แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ ซึ่งอยู่ในระดับชั้นเดียวกัน

$\lambda_{\max}$ คือ ค่า Maximum Eigenvector

การตรวจสอบความสอดคล้องกันของผู้ประเมิน สามารถ
คำนวณหาอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency
Ratio: C.R.) ดังสมการที่ (4)–(5)

$$\frac{C.I.}{R.I.} \leq 0.100 \quad (4)$$

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (5)$$

ทั้งนี้ค่า C.I. คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล

R.I. คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random
Consistency Index, R.I.) ตามขนาดของเมตริกซ์ [19] ดัง
ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่า R.I. ตามขนาดของเมตริกซ์

ขนาดของเมตริกซ์	1	2	3	4	5
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12

3) ประเมินและคัดเลือกพนักงานตามเกณฑ์ที่กำหนด
โดยหัวหน้าฝ่ายผลิตประจำไลน์การผลิตนั้นเป็นผู้ทำการ
ประเมิน จำนวน 1 ท่าน และกำหนดช่วงคะแนน 1–5 สำหรับ
การประเมินสมรรถนะของพนักงานทั้ง 4 คน เพื่อคัดเลือก
จากผลคะแนนที่มากที่สุด 2 ลำดับ จากคะแนน (S_j) มากไป
น้อย ด้วยวิธีการประเมินปัจจัย (Factor Rating) ([20],[21])
ดังสมการที่ (6)

$$S_{ij} = \sum W_i X_{ij} \quad (6)$$

โดย

i คือ สมรรถนะการประเมิน

j คือ ทางเลือกการประเมินหรือพนักงานที่ j

S_{ij} คือ ผลรวมคะแนนของพนักงานแต่ละคน

W_i คือ น้ำหนักของสมรรถนะที่ i

X_{ij} คือ คะแนนการประเมิน (1–5 คะแนน)

โดย คะแนนการประเมิน มีค่าดังนี้

1 คะแนน คือ เชี่ยวชาญน้อยที่สุด

2 คะแนน คือ เชี่ยวชาญน้อย

3 คะแนน คือ เชี่ยวชาญปานกลาง

4 คะแนน คือ เชี่ยวชาญมาก

5 คะแนน คือ เชี่ยวชาญมากที่สุด

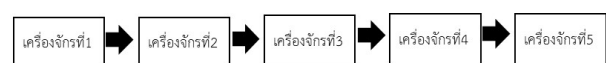
3. ผลการทดลอง (Results)

3.1 ผลการศึกษาวิธีการทำงานและเวลาการทำงาน พร้อม ปรับปรุงเริ่มต้น

ผลการศึกษาวิธีการทำงานและเวลาการทำงานในการ
ผลิตประกับรางดังแสดงใน ตารางที่ 3 แผนภูมิกระบวนการ
ผลิตประกับราง และรูปที่ 2 ไดอะแกรมการไหลของงาน

ตารางที่ 3 แผนภูมิกระบวนการผลิตประกับราง

ลำดับ	กระบวนการ	สัญลักษณ์	เวลา (นาท)	ระยะทาง (เมตร)
1	กลึงปาดผิวทั้ง 4 ด้าน (เครื่องจักรที่ 1)		25.00	
2	ขนย้ายไปยังเครื่องจักร ถัดไป			1.00
3	เจาะรู 6 รู (เครื่องจักรที่ 2)		16.00	
4	ขนย้ายไปยัง เครื่องจักรถัดไป			1.00
5	กัดมุม 21° และ 36° (เครื่องจักรที่ 3)		20.00	
6	ขนย้ายไปยังเครื่องจักร ถัดไป			1.00
7	กัดมุม 45° (เครื่องจักรที่ 4)		18.00	
8	ขนย้ายไปยังเครื่องจักร ถัดไป			1.00
9	กัดโค้ง (เครื่องจักรที่ 5)		18.00	
10	ขนย้ายไปยังจุดพักรอ เพื่อ รวบรวมนำส่งคลังสินค้า			1.00



รูปที่ 2 ไดอะแกรมการไหลของงาน

จากตารางที่ 3 แผนภูมิกระบวนการผลิตประจำราย และรูปที่ 2 โดยแถมการไหลของงาน ที่ได้ทำการศึกษา และรวบรวมข้อมูล พบว่าทุกขั้นตอนมีการตรวจสอบ ชิ้นงานก่อนการส่งมอบให้กระบวนการถัดไป นอกจากนี้ แล้วพบว่า กิจกรรมในกระบวนการที่ 1 กลึงปาดผิวทั้ง 4 ด้าน ด้วยเครื่องจักรที่ 1 เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลานานที่สุด จึงได้ทำการวิเคราะห์ ทำไม ทำไม โดยการตั้งคำถามเพื่อหาสาเหตุปรับปรุงเริ่มต้น ดังนี้

1. ทำไมการปาดผิวจึงใช้เวลานาน

ตอบ เนื่องจากต้องปาดผิว 4 ด้าน

2. ทำไมต้องปาดผิว 4 ด้าน

ตอบ เนื่องจากผู้ขายส่งชิ้นงานไม่ได้ฉาก

3. ทำไมผู้ขายส่งชิ้นงานไม่ได้ฉากมาให้

ตอบ ไม่ได้กำหนดเป็นเงื่อนไขในการซื้อขาย

จากการตั้งคำถาม ทำไม ทำไม จึงได้กำหนดมาตรการ การปรับปรุง ดังนี้

1) กำหนดเงื่อนไขการรับสินค้า ได้แก่ องค์กรของด้าน แต่ละด้าน ต้องได้ฉลากระหว่างกัน น้ำหนักและขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนด

2) มีการตรวจสอบสินค้าก่อนการรับสินค้า ตามเงื่อนไขที่กำหนด

ผลการปรับปรุงทำให้สามารถตัด (Eliminate : E) ขั้นตอนการปาดผิวทั้ง 4 ด้านโดยให้ผู้ขายดำเนินการแทน

3.2 ผลการศึกษาและวิเคราะห์กิจกรรมพหุคูณระหว่างคน และเครื่องจักร

เป็นการศึกษากิจกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานและเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอนที่เป็นการทำงานระหว่างคน และเครื่องจักร (ขั้นตอนที่ 3, 5, 7, 9) ได้แก่ ขั้นตอนการเจาะรู 6 รู (เครื่องจักรที่ 2), ขั้นตอนการกัดมุม 21° และ 36° (เครื่องจักรที่ 3), ขั้นตอนการกัดมุม 45° (เครื่องจักรที่ 4) และขั้นตอนการกัดโค้ง (เครื่องจักรที่ 5) ดังแสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4 การศึกษากิจกรรมปฏิบัติงานระหว่างคนและเครื่องจักร ในขั้นตอนเจาะรู 6 รู (เครื่องจักรที่ 2)

พนักงาน ก		เครื่องจักร	
กิจกรรม	เวลา (นาท)	กิจกรรม	เวลา (นาท)
นำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร	0.50	รอ	0.50
ติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง	1.50	ถูกติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง	1.50
ปิดฝาเครื่องและกดสวิตช์	0.25	รอ	0.25
รอ	10.00	เครื่องจักรเจาะชิ้นงาน	10.00
ถอดชิ้นงานออกจากแท่นเครื่อง	2.75	ถูกถอดชิ้นงานออกจากแท่นเครื่อง	2.75
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง และตรวจสอบชิ้นงาน	1.00	รอ	1.00
รวม	16.00	รวม	16.00

จากตารางที่ 4 กิจกรรมการดำเนินงานของคนและเครื่องจักร โดยมีข้อมูลเวลา ดังนี้

1.เวลาร่วมกันของพนักงานและเครื่องจักร (T_{MD}) ได้แก่ การติดตั้งชิ้นงานเข้ากับแท่นเครื่อง และเวลาถอดชิ้นงาน = 4.25 นาที

2.เวลาที่พนักงานทำงานอิสระ (T_{m1}) ได้แก่ เวลำนำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร เวลาปิดฝาเครื่องและกดสวิตช์ และเวลานำชิ้นงานออกและตรวจสอบชิ้นงาน = 1.75 นาที

3.เวลาที่เครื่องจักรทำงานอิสระ ($T_{m/c}$) ได้แก่ เวลาที่เครื่องจักรเจาะชิ้นงาน = 10.00 นาที

ตารางที่ 5 การศึกษากิจกรรมปฏิบัติงานระหว่างคนและเครื่องจักร ในขั้นตอนกัคมุม 21° และ 36° (เครื่องจักรที่ 3)

พนักงาน ข		เครื่องจักร	
กิจกรรม	เวลา (นาท)	กิจกรรม	เวลา (นาท)
นำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร	0.50	รอ	0.50
ติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง	1.50	ถูกติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง	1.50
ปิดฝาเครื่องและกดสวิทช์	0.25	รอ	0.25
รอ	13.25	เครื่องจักรกัดชิ้นงาน	13.25
ถอดชิ้นงานออกจากแท่นเครื่อง	3.50	ถูกถอดชิ้นงานออกจากแท่นเครื่อง	3.50
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง และตรวจสอบชิ้นงาน	1.00	รอ	1.00
รวม	20.00	รวม	20.00

ตารางที่ 6 การศึกษากิจกรรมปฏิบัติงานระหว่างคนและเครื่องจักร ในขั้นตอนกัคมุม 45° (เครื่องจักรที่ 4)

พนักงาน ค		เครื่องจักร	
กิจกรรม	เวลา (นาท)	กิจกรรม	เวลา (นาท)
นำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร	0.50	รอ	0.50
ติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง	1.75	ถูกติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง	1.75
ปิดฝาเครื่องและกดสวิทช์	0.25	รอ	0.25
รอ	11.00	เครื่องจักรกัดชิ้นงาน	11.00
ถอดชิ้นงานออกจากแท่นเครื่อง	3.00	ถูกถอดชิ้นงานออกจากแท่นเครื่อง	3.00
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง และตรวจสอบชิ้นงาน	1.50	รอ	1.50
รวม	18.00	รวม	18.00

ตารางที่ 7 การศึกษากิจกรรมปฏิบัติงานระหว่างคนและเครื่องจักร ในขั้นตอนกัคโค้ง (เครื่องจักรที่ 5)

พนักงาน ง		เครื่องจักร	
กิจกรรม	เวลา (นาท)	กิจกรรม	เวลา (นาท)
นำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร	0.75	รอ	0.75
ติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง	1.75	ถูกติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง	1.75
ปิดฝาเครื่องและกดสวิทช์	0.25	รอ	0.25
รอ	11.25	เครื่องจักรกัดชิ้นงาน	11.25
ถอดชิ้นงานออกจากแท่นเครื่อง	2.75	ถูกถอดชิ้นงานออกจากแท่นเครื่อง	2.75
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง และตรวจสอบชิ้นงาน	1.25	รอ	1.25
รวม	18.00	รวม	18.00

จากข้อมูลกิจกรรมและเวลา ในตารางแผนภูมิการปฏิบัติงานระหว่างคนและเครื่องจักร ในตารางที่ 4-7 คือ เวลาการปฏิบัติงานของพนักงานและเครื่องจักร ได้ทำการ

ตรวจสอบจำนวนครั้งการจับเวลาจากสมการที่ (1) เพื่อหาจำนวนครั้งการจับเวลา (N) พบว่า จำนวนครั้งในทุกกิจกรรมมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ซึ่งเป็นจำนวนครั้งการ

จับเวลาครั้งแรก (n) จึงทำให้สามารถใช้ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้ง การจับเวลาในครั้งแรก เป็นตัวแทนของข้อมูลได้ โดยมี รายละเอียดกิจกรรมการปฏิบัติงาน ดังนี้ 1.เวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน ซึ่งจะพบว่าหากพนักงาน ปฏิบัติงาน เครื่องจักรจะว่างหรือเกิดการรอคอย ได้แก่ นำ ชิ้นงานเข้าเครื่องจักร, ปิดฝาเครื่องและกดสวิทช์, นำ ชิ้นงานออกจากเครื่อง และตรวจสอบชิ้นงาน 2.เวลาการปฏิบัติงานของเครื่องจักรซึ่งจะพบว่า หากเครื่องจักรปฏิบัติงาน

พนักงานจะว่างหรือรอคอย ได้แก่ เครื่องจักรกีดชิ้นงาน และ 3.เวลาที่พนักงานปฏิบัติงานร่วมกับเครื่องจักร คือ กิจกรรมที่เกิดการทำงานร่วมกัน ได้แก่ ติดตั้งชิ้นงานกับ แท่นเครื่อง, ถอดชิ้นงานออกจากเครื่องจักร ซึ่งพนักงาน เป็นผู้ปฏิบัติ แต่เครื่องจักรถูกปฏิบัติโดยพนักงาน คือ ถูก ติดตั้ง, ถูกถอดออกจากเครื่องจักร และได้ทำการสรุปข้อมูล เวลาการปฏิบัติงานของคนและเครื่องจักร ดังแสดงใน ตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สรุปเวลาการปฏิบัติงานของคนและเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอน (ก่อนปรับปรุง)

ทรัพยากร	เวลาปฏิบัติงาน (นาท)	เวลาว่างงาน (นาท)	ร้อยละการปฏิบัติงาน	ร้อยละว่างงาน
พนักงาน ก	6.00	10.00	37.50	62.50
เครื่องจักร 2	10.00	6.00	62.50	37.50
พนักงาน ข	6.75	13.25	33.75	66.25
เครื่องจักร 3	13.25	6.75	66.25	33.75
พนักงาน ค	7.00	11.00	39.00	61.00
เครื่องจักร 4	11.00	7.00	61.00	39.00
พนักงาน ง	6.75	12.25	35.53	64.47
เครื่องจักร 5	12.25	6.75	64.47	35.53

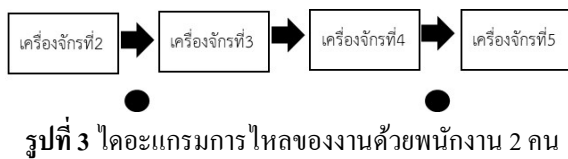
จากตารางที่ 8 เวลาการว่างงานของพนักงาน คือ เวลาที่ เครื่องจักรปฏิบัติงาน และเวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน คือ เวลาที่พนักงานหรือเครื่องจักรปฏิบัติงานโดยอิสระ รวมกับเวลาที่พนักงานหรือเครื่องจักรปฏิบัติงานร่วมกัน เช่น เวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน ก คือ $0.50 + 1.50 + 0.25 + 2.75 + 1.00 = 6.00$ และจากข้อมูลร้อยละการว่างงาน ของพนักงาน อยู่ในระดับเกินร้อยละ 60 หรือสามารถ อธิบายได้ว่า เวลาการปฏิบัติงานของพนักงาน 100 นาที

พนักงานปฏิบัติงานน้อยกว่า 40 นาที และมีเวลาการ ว่างงานมากกว่า 60 นาที ดังนั้นการปรับปรุงการปฏิบัติงาน ในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาหาจำนวนเครื่องจักรที่มากที่สุด สำหรับการปฏิบัติงานของพนักงาน ดังสมการที่ (1) พบว่า มี 6 กิจกรรม ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมือนกันในทุกเครื่องจักร และสามารถสรุปเวลาการปฏิบัติงาน เพื่อคำนวณหาจำนวน เครื่องจักรที่มากที่สุดที่พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้ ดัง แสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ข้อมูลเวลาและจำนวนเครื่องจักรที่พนักงานสามารถดำเนินการได้มากที่สุด

กิจกรรม - เครื่องจักร	จำนวนพนักงาน(คน)	T _{MD}	T _{MI}	T _{m/c}	N _{m/c}
เจาะรู 6 รู - เครื่องจักรที่ 2	1	4.25	1.75	10.00	2.38
กัดมุม 21° และ 36° - เครื่องจักรที่ 3	1	4.75	1.75	13.25	2.77
กัดมุม 45° - เครื่องจักรที่ 4	1	5.00	2.25	11.00	2.21
กัดโค้ง - เครื่องจักรที่ 5	1	4.50	2.25	11.25	2.33
รวม	4				

จากตารางที่ 9 จำนวนเครื่องจักรสูงที่สุดที่พนักงานสามารถควบคุมได้ (N_{MC}) คือ 2 เครื่อง ภายหลังการปรับปรุงโดยการตัดขั้นตอนการปาดผิวออก จะเหลือเครื่องจักรในการปฏิบัติงานจำนวน 4 เครื่อง ดังนั้นจึงสามารถใช้พนักงานในการปฏิบัติงาน เพื่อทำการควบคุมเครื่องจักร ได้ทั้งสิ้นจำนวน 2 คน เพื่อดำเนินการผลิตและควบคุมเครื่องจักรทั้ง 4 เครื่อง ทำให้สามารถลดพนักงานจากเดิม 4 คน เหลือ 2 คน ดังรูปที่ 3



3.3 การคัดเลือกพนักงาน

หลังจากได้จำนวนพนักงานที่เหมาะสมแล้ว จึงได้ทำการคัดเลือกพนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่ทั้ง 4 คน ให้เหลือเพียง 2 คน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ทำการคัดเลือกสมรรถนะตามหน้าที่ที่เหมาะสมเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพบว่า มี 4 เกณฑ์ ที่มีค่าเฉลี่ย IOC มากกว่า 0.5 ได้แก่ 1.การปรับตั้งค่าเครื่องจักร (A) 2.การตรวจสอบคุณภาพ (B) 3. การอ่านแบบ (C) และ 4.การสื่อสาร (D)

การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์จากกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้แก่ ผู้จัดการฝ่ายผลิตเป็นผู้ประเมินความสำคัญ ทำการเปรียบเทียบเกณฑ์เป็นคู่ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การประเมินความสำคัญของสมรรถนะประจำหน้าที่

เกณฑ์	A	B	C	D
A	1.00	1.00	2.00	3.00
B	1.00	1.00	3.00	3.00
C	0.50	0.33	1.00	0.33
D	0.33	0.33	3.00	1.00

ผลลัพธ์ที่ได้จากตารางที่ 10 จะถูกทำการปรับค่าให้เป็น 1 (Normalize) และหาค่าเฉลี่ยตามสมรรถนะเชิงหน้าที่

ทั้ง 4 สมรรถนะ ได้แก่ 1.การปรับตั้งค่าเครื่องจักร (A) มีค่าน้ำหนัก คือ 0.340 2.การตรวจสอบคุณภาพ (B) มีค่าน้ำหนัก คือ 0.367 3.การอ่านแบบ (C) มีค่าน้ำหนัก คือ 0.115 และ 4. การสื่อสาร (D) มีค่าน้ำหนัก คือ 0.178 ดัง ตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักสมรรถนะ

	A	B	C	D	ค่าเฉลี่ย
A	0.35	0.38	0.25	0.41	0.340
B	0.35	0.38	0.33	0.41	0.367
C	0.18	0.12	0.11	0.05	0.115
D	0.12	0.12	0.33	0.14	0.178

เมื่อตรวจสอบอัตราส่วนความสอดคล้อง

โดย $C.I. / R.I. \leq 0.100$ สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ (7)

$$\begin{bmatrix} 1.00 & 1.00 & 2.00 & 3.00 \\ 1.00 & 1.00 & 3.00 & 3.00 \\ 0.50 & 0.33 & 1.00 & 0.33 \\ 0.33 & 0.33 & 3.00 & 1.00 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.340 \\ 0.367 \\ 0.115 \\ 0.178 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.47 \\ 1.59 \\ 0.47 \\ 0.76 \end{bmatrix} \quad (7)$$

คำนวณหาค่า

$$\lambda_{\text{Max}} = [1.47/0.34 + 1.59/0.367 + 0.47/0.115 + 0.76/0.178] / 4 = 4.23$$

$$C.I. = (\lambda_{\text{Max}} - n) / (n-1) = 0.08$$

$$C.R. = C.I. / R.I. = 0.070 / 0.90 = 0.08 \leq 0.10$$

ผลการศึกษา C.R. มีค่าน้อยกว่า 0.10 จึงสรุปได้ว่าการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ นั้น มีความสอดคล้องกันของเหตุผลอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ หรือสามารถสรุปได้ว่า ค่าน้ำหนักของทั้ง 4 สมรรถนะเชิงหน้าที่ มีความสอดคล้องกันและสามารถยอมรับได้

การคัดเลือกพนักงานโดยหัวหน้าฝ่ายผลิตประเมินความสามารถของพนักงานทั้ง 4 คน จากเกณฑ์สมรรถนะประจำหน้าที่ ด้วยการให้คะแนนในระดับ 1-5 ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การคัดเลือกพนักงาน

เกณฑ์	น้ำ หนัก	ทางเลือกการตัดสินใจ (พนักงาน)			
		ก	ข	ค	ง
A	0.340	4	5	2	3
B	0.367	5	5	4	5
C	0.115	5	5	4	4
D	0.178	5	4	3	3
รวม		4.66	4.83	3.14	3.85

ผลลัพธ์ที่ได้สามารถคัดเลือกพนักงาน 2 คนจาก 4 คน ด้วยการคำนวณค่าคะแนนจากสมการที่ (2) เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้ ผลการคัดเลือกสามารถเลือกพนักงาน ข และ ก เนื่องจากมีค่าคะแนนตามเกณฑ์สมรณะประจำหน้าที่ สูงที่สุด 2 ลำดับแรก คือ 4.83 และ 4.66 ตามลำดับ

หลังจากคัดเลือกพนักงาน 2 คนในการปฏิบัติงานได้แล้ว จึงทำการตรวจสอบเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานทั้งสอง คือ พนักงาน ก ปฏิบัติงานร่วมกับเครื่องจักร 2 และ 3 ส่วนพนักงาน ข ปฏิบัติงานร่วมกับเครื่องจักร 3 และ 4 ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5

พนักงาน ก		เครื่องจักร 2		เครื่องจักร 3	
กิจกรรม	เวลา (นาฬิกา)	กิจกรรม	เวลา (นาฬิกา)	กิจกรรม	เวลา (นาฬิกา)
นำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร 2	0.5	รอ	0.5	รอ	2.75
ติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง 2	1.5 (2.0)	ถูกติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง 2	1.5 (2.0)		
ปิดฝาเครื่องและกดสวิตช์	0.25 (2.25)	รอ	0.25 (2.25)		
นำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร 3	0.5 (2.75)	เครื่องจักรกำลังงาน	10 (12.25)		
ติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง 3	1.5 (4.25)			ถูกติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง 3	1.5 (4.25)
ปิดฝาเครื่องและกดสวิตช์ 3	0.25 (4.50)			รอ	0.25 (4.50)
รอ	7.75 (12.25)			เครื่องจักรกำลังงาน	13.25 (17.75)
ถอดชิ้นงานออกจากเครื่อง 2	3.00 (15.25)	ถูกถอดชิ้นงานออกจากเครื่อง 2	3.00 (15.25)		
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง และตรวจสอบชิ้นงาน	1.5 (16.75)	รอ	2 (17.25)		
นำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร 2	0.5 (17.25)	เครื่องจักรกำลังงาน	5.00 (24.00)		
ติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง 2	1.5 (18.75)			ถูกติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง 2	1.5 (18.75)
ปิดฝาเครื่องและกดสวิตช์	0.25 (19.00)			รอ	0.25 (19.00)
ถอดชิ้นงานออกจากแท่นเครื่อง 3	3.5 (22.5)			ถอดชิ้นงานออกจากแท่นเครื่อง 3	3.5 (22.5)
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง 3 และตรวจสอบชิ้นงาน	1.5 (24.00)			รอ	1.5 (24.00)

รูปที่ 4 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณระหว่างพนักงาน ก และ เครื่องจักร 2 และ 3

พนักงาน ข		เครื่องจักร 4		เครื่องจักร 5	
กิจกรรม	เวลา (นาฬิกา)	กิจกรรม	เวลา (นาฬิกา)	กิจกรรม	เวลา (นาฬิกา)
นำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร 4	0.5	รอ	0.5	รอ	3.25
ติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง 4	1.75(2.25)	ถูกติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง 4	1.75 (2.25)		
ปิดฝาเครื่องและกดสวิตช์	0.25 (2.50)	รอ	0.25 (2.50)		
นำชิ้นงานเข้าเครื่องจักร 5	0.75(3.25)	เครื่องจักรกำลังงาน	11(13.50)		
ติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง 5	1.75(5.00)			ถูกติดตั้งชิ้นงานกับแท่นเครื่อง 5	1.75 (5.00)
ปิดฝาเครื่องและกดสวิตช์ 5	0.25 (5.25)			รอ	0.25(5.25)
รอ	8.25 (13.50)			เครื่องจักรกำลังงาน (11.25)	11.25(16.50)
ถอดชิ้นงานออกจากเครื่อง แท่นเครื่อง 4	3.00 (16.50)				
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง และ ตรวจสอบชิ้นงาน	1.5(18.00)	รอ	6.00(22.50)	รอ	1.50(18.00)
ถอดชิ้นงานออกจากแท่น เครื่อง 5	3.0(21.00)			ถูกถอดชิ้นงานออกจากแท่น เครื่อง 5	3.0(21.00)
นำชิ้นงานออกจากเครื่อง 5 และตรวจสอบชิ้นงาน	1.5(22.50)			รอ	1.50(22.50)

รูปที่ 5 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณระหว่างพนักงาน ก และ เครื่องจักร 4 และ 5

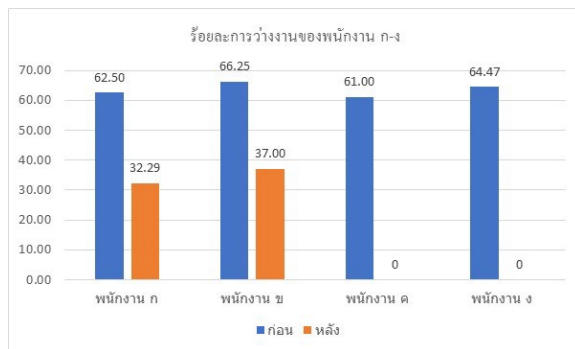
ภายหลังการปรับปรุงการปฏิบัติงาน ได้ทำการสรุปผลการปรับปรุงดังตารางที่ 13 ส่งผลทำให้ร้อยละการว่างงานของพนักงานลดลงจากเดิมก่อนปรับปรุง พนักงาน 4 คน มีร้อยละการว่างงานเฉลี่ยร้อยละ 63.56 และหลังปรับปรุงร้อยละการว่างงานเฉลี่ยของพนักงาน 2 คน เหลือ ร้อยละ 34.65 หรือลดลงร้อยละ 45.48 ดังรูปที่ 6

ตารางที่ 13 สรุปเวลาการปฏิบัติงานของคนและเครื่องจักรในแต่ละขั้นตอน (หลังปรับปรุง)

ทรัพยากร	เวลาการปฏิบัติงาน	เวลาการว่าง	ร้อยละการปฏิบัติงาน	ร้อยละการว่าง
พนักงาน ก.	16.25	7.75	67.71	32.29
เครื่องจักร 2	15.00	9.00	62.50	37.50
เครื่องจักร 3	13.25	10.75	55.21	44.79
พนักงาน ข.	14.25	8.25	63.00	37.00
เครื่องจักร 4	11.00	11.50	48.89	51.11
เครื่องจักร 5	11.25	11.15	50.00	50.00

นอกจากนี้ในส่วนร้อยละการปฏิบัติงานของเครื่องจักร ภายหลังการปรับปรุงในตารางที่ 13 พบว่า มีร้อยละการปฏิบัติงานเฉลี่ย ร้อยละ 76.16 ก่อนปรับปรุง มีร้อยละการ

ปฏิบัติงานเฉลี่ย ร้อยละ 63.56 หรือ ลดลงขึ้น ร้อยละ 16.54 ดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 ร้อยละการว่างงานของพนักงาน

จาก รูปที่ 6 ร้อยละการว่างงานของพนักงานก่อนและหลังการปรับปรุง ซึ่งจะพบว่าก่อนการปรับปรุงมีพนักงาน 4 คน และภายหลังการปรับปรุงพนักงานลดลงเหลือ 2 คน แต่พนักงานยังคงมีการว่างงานอยู่เนื่องจากการรอคอยการปฏิบัติงานของเครื่องจักร ทั้ง 4 เครื่อง แต่หากเปรียบเทียบร้อยละการปฏิบัติงานของเครื่องจักรทั้ง 4 เครื่อง พบว่าร้อยละการปฏิบัติงานของเครื่องจักรทั้ง 4 เครื่องเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ร้อยละการปฏิบัติงานของเครื่องจักร

จากรูปที่ 7 ร้อยละการปฏิบัติงานของเครื่องจักร ภายหลังการปรับปรุงลดลงจากก่อนการปรับปรุง ซึ่งหากพิจารณาจากถึงสาเหตุที่ร้อยละการปฏิบัติงานของเครื่องจักรที่ลดลงเนื่องจากเวลารวมการปฏิบัติงานของเครื่องจักรมีระยะเวลาการรอคอยเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 4 ที่เครื่องจักรที่ 3 ต้องรอนักงานติดตั้งเครื่องจักร 2 เครื่องก่อนถึงจะดำเนินการติดตั้งเครื่องจักรที่ 3 ได้ เช่นเดียวกับ รูปที่ 5

พนักงาน ข. ติดตั้งเครื่องจักรที่ 4 ก่อนที่จะติดตั้งเครื่องจักรที่ 5 ทำให้เครื่องจักรที่ 5 เกิดการรอคอยเพิ่มขึ้น รวมถึงเมื่อเครื่องจักรที่ 4 ปฏิบัติงานเสร็จ ไม่สามารถดำเนินการต่อได้ ต้องรอ เนื่องจากต้องรอนักงานปฏิบัติงาน

4. อภิปรายและสรุปผล

การปรับปรุงการผลิตประกับรางในครั้งนี้ เป็นการปรับปรุงเพื่อพัฒนากระบวนการผลิตด้วยเทคนิควิศวกรรมอุตสาหการ และคัดเลือกพนักงานที่มีความสามารถเหมาะสมในการปรับปรุงการปฏิบัติงาน จากสมรรถนะประจำหน้าที่ของพนักงาน โดยทำการศึกษากระบวนการผลิตประกับราง ด้วยแผนภูมิการไหลของงานและไคอะแกรมการไหลของงาน พร้อมกับตัดกระบวนการที่เป็นคอขวด จากนั้นทำการศึกษาแผนภูมิการทำงานระหว่างพนักงานและเครื่องจักร เพื่อหาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในการทำงานร่วมกับเครื่องจักร ทำให้สามารถลดพนักงานจาก 4 คนเหลือ 2 คน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ([9], [10]) สำหรับปรับปรุงการทำงานโดยให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานด้วยเครื่องจักรมากกว่า 1 เครื่อง พร้อมกับคัดเลือกพนักงานที่มีสมรรถนะประจำหน้าที่ที่กำหนดได้ จากการศึกษพบว่า พนักงานที่เหมาะสมภายหลังการปรับปรุงจำเป็นต้องมีสมรรถนะเรียงตามความสำคัญดังต่อไปนี้ 1.การปรับตั้งค่าเครื่องจักร มีค่าน้ำหนัก คือ 0.340 2.การตรวจสอบคุณภาพ มีค่าน้ำหนัก คือ 0.367 3. การอ่านแบบ มีค่าน้ำหนัก คือ 0.115 และ 4.การสื่อสาร มีค่าน้ำหนัก คือ 0.178 ภายหลังการคัดเลือกพนักงาน ได้ทำการประเมินผลการปฏิบัติงานภายหลังการปรับปรุง ทำให้สามารถลดร้อยละการว่างงานของพนักงาน และเพิ่มร้อยละการปฏิบัติงานหลังการปรับปรุง โดยในส่วนของเครื่องจักรนั้น ร้อยละการปฏิบัติงานลดลงเนื่องจากต้องรอคอยการปฏิบัติงานของพนักงานและเครื่องจักร

เอกสารอ้างอิง

- [1] E. Sriariyayunpong, "Development of Thailand's double-track railway system," *Journal of Rail Relation*, no. 6, pp. 3–5, 2021.

- [2] H. Dangre, "A Review On Insulated Rail Joints (IRJ) Failure Analysis," *International Journal of Advance Research and Publication*, vol. 3, no. 1, pp. 5–9, 2019.
- [3] Z. Yang, P. Zhang and L. Wang, "Wheel – rail impact at an insulated rail joint in an embedded rail system," *Engineering Structures*, vol. 246, 2021, Art. no. 113026, doi: 10.1016/j.engstruct.2021.113026.
- [4] E. Gardie, H. Dubale, E. Tefera, Y. M. Bezzie and C. Amsalu, "Numerical analysis of rail joint in vertical applied load and determining the possible location joints," *Forces in Mechanics*, vol. 6, 2022, Art. no. 100064, doi: 10.1016/j.finmec.2021.100064.
- [5] K. Athikulrat and P. Pakpoom, "Application of Lean Manufacturing System to Increase Productivity: Case Study of U.P.S. Industrial Co.,Ltd," *Journal of Science and Technology*, vol. 6, no. 3, pp. 13–26, 2017.
- [6] K. Athikulrat, "Productivity Improvement by Fundamental of Hand Motions: A Case Study of Assembly Line in Electronics Company," *RMUTP Research journal*, vol. 11, no. 1, pp. 165–176, 2017.
- [7] K. Athikulrat, "A Standard Time Study of Install the Pain Mold: A Case Study of Magnetic Annex Supply Partnership," *Journal of Engineering, RMUTT*, vol. 17, no. 1, pp. 77–90, 2018.
- [8] P. Pornprasert, S.Karawek, K. Kittisuntaropas and P. Boonrom, "An Application of Preventive Maintenance Principles to Reduce the Machine Breakdown Time in the handbag Manufacturing: A Case Study In Thai Silk Industry Co., Ltd.," *Thai Industrial Engineering Network Journal*, vol. 3, no. 2, pp 15–21, 2017.
- [9] C. Pakdeewanich and P. Joungekijworakul, "Increasing Efficiency of tempered Glass Production Process," *CSNP-Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 43–56, 2021.
- [10] S. Tumrongsuk and K. Jibaim, "Improvement to Increase Efficiency in Producing Plates of Coil Component," *CSNP-Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 53–67, 2020.
- [11] M. M. D. Widiarta, T. Rizaldi, D. P. S. Setyohadi and H. Y. Riskiawan, "Comparison of Multi-Criteria Decision Support Methods (AHP, TOPSIS, SAW & PROMENTHEE) for Employee Placement," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 953, 2018, Art. no. 012116, doi: 10.1088/1742-6596/953/1/012116.
- [12] P. N. Kamble and N. Parveen, "An Application of Integrated Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Method for Staff Selection," *Journal of Computer and Mathematical Sciences*, vol. 9, no. 9, pp. 1161–1169, 2018.
- [13] R. E. Sari, A. Meizar, D. H. Tanjung and A. Y. Nugroho, "Decision Making With AHP for Selection of Employee," in *2017 5th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, Denpasar, Indonesiam, Aug. 8–10, 2017, pp. 1–5, doi: 10.1109/CITSM.2017.8089285.
- [14] R. Kanchanapunyaikom., "Activities Analysis," in *Industrial Work Study*, 2nd ed. Bangkok, Thailand: Top Publishing Co., Ltd., 2010, ch. 9, sec. 4, pp. 143–160.
- [15] C. jantakat, "Competencies Factors Affecting Work Efficiency of Lecturers in Higher Education Institution, Nakhonratchasima Province," *Journal of Business Administration The Association of Private Higher Education Institutions of Thailand*, vol. 7, no. 1, pp. 162–177, 2018.
- [16] W. Suksamran, "Competency Guidelines for Selection Font Office Staff 3-Star Hotels Bangkok Case Study," M.A. thesis, Dept. Integrated Tourism Management, NIDA Institute., Bangkok, Thailand, 2017.
- [17] C. Kongphet, "An Application of the Analytic Hierarchy Process for supplier selection in Lens and Camera Manufacturer," M.E. Independent study.

- Dept. Industrial Eng., Thammasat Univ., Bangkok, Thailand, 2016.
- [18] L. Ratana-arporn and T. Woraluckkij, "Application of Analytic Hierarchy Process for Developing Selection System for Technical Driver," *Kasetsart Engineering Journal*, vol. 19, no. 58, pp. 60–71, 2006.
- [19] T. L. Saaty, "Hierarches and Priorities : A first look," in *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority setting, Resource Allocation*, New York, NY, USA: McGraw-Hill International Book Co., 1980, ch. 1, sec. 4, pp. 17–21.
- [20] P. Wipoopinyo, "The Localization of Trading Fruits: The Case of Transaction between Hatyai and Sadao Area, Songkhla, Thailand," *Journal of Management Sciences*, vol. 36, no. 2, pp. 87–112. 2019.
- [21] S. Mahendra, "Factor Rating Method: Vendor Evaluation System," *SCMS Journal of Indian Management*, vol. 12, no. 1, pp. 25–37. 2015.