

การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม: กรณีศึกษา

Reducing Downtime Loss in the Automotive Parts Stamping Process Using Why-Why Analysis: A Case Study.

จตุรงค์ มีมาก* และ จุฑามาศ ชุมลucksana

ภาควิชาวิศวกรรมขนถ่ายวัสดุและ โลจิสติกส์, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วงศ์สว่าง บางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

Jaturong Meemak* and Juthamas Choomlucksana

Department of Materials Handling and Logistics Engineering, Faculty of Engineering,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Wongsawang, Bangsue, Bangkok, 10800, Thailand

*Corresponding Author E-mail: jaturong.meemak@gmail.com

Received: May 28, 2024; Revised: Aug 08, 2024; Accepted: Aug 19, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักร และเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร กระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ เครื่องปั๊มขึ้นรูป 800 ตัน โรงงานกรณีศึกษา ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มาจากการบันทึกค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรด้วยโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นชื่อ โปรแกรม Thingworx และทำการเก็บข้อมูลการปฏิบัติงานของพนักงาน ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม 2565 จากการศึกษาพบว่าค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่โรงงานกำหนดไว้ ปัญหาส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมการเปลี่ยนแม่พิมพ์ และพบว่ามีความสูญเสียเปลืองการดำเนินงานซ้ำซ้อน และการรอคอย สาเหตุที่เป็นปัจจัยหลักมาจากการใช้เวลานานและการหยุดเครื่องจักรในระหว่างการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ปัญหาการมีเศษเหล็กติดอยู่ที่เครื่องจักร และปัญหาการซ่อมแม่พิมพ์ในระหว่างการนำมาใช้ในกระบวนการปั๊มขึ้นรูป สำหรับการลดความสูญเสียเปลืองในกระบวนการ ทำการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม และเครื่องมือของลีน เช่น การลดเวลาการติดตั้งเครื่องจักร (SMED) การควบคุมด้วยสายตา และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดเวลาในขั้นตอนที่ไม่เกิดมูลค่า ผลที่ได้จากงานวิจัยพบว่าเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยลดลงจากเดิม 8:77 นาที เป็น 4:10 นาที หรือลดลง 53.26% เวลาที่ใช้ในการจัดเศษเหล็กเฉลี่ยลดลงจากเดิม 4:72 นาที เป็น 0:81 นาที หรือลดลง 82.76% และเวลาที่ใช้ในการซ่อมแม่พิมพ์จากเดิม 1,404 นาที เป็น 448 นาที หรือลดลง 68.09% ส่งผลทำให้ลดเวลาสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักร จากเดิมร้อยละ 55.85 เป็นร้อยละ 65.65 คิดเป็นร้อยละที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 9.8 และสามารถลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากการหยุดกระบวนการผลิตลงได้ 298,025 บาท/เดือน

คำสำคัญ: เวลาสูญเสีย, ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร, เทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม, โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

Abstract

This research aims to reduce downtime in the production process of automotive part stamping and to enhance the overall efficiency of the machinery, the case study focuses on an 800-ton stamping press in a factory. Data were collected

by analyzing the overall equipment efficiency (OEE) using the developed program named Thingworx and observing employees' operations from October to December 2022. The results showed that the OEE was below the target value set by the factory. Most problems occurred during mode change activities with waste investigation such as overprocessing and waiting. It was found that the main factors impacting downtime during the production process are issues from mold changeovers, problems with metal scraps stuck in the machinery, and mold repair issues. Why-Why analysis technique and lean tools including SMED, visual control, and continuous improvement, were used to decrease time spent on non-value added activities. The results from the research showed that the average time for mold changeovers decreased from 8.77 minutes to 3.51 minutes, a reduction of 60.22%. The average time for removing metal scraps decreased from 4.72 minutes to 0.81 minutes, a reduction of 82.76%. Additionally, the time for mold repairs decreased from 1,404 minutes to 448 minutes, a reduction of 68.09%. These improvements led to an overall equipment effectiveness of the 800-ton stamping press increasing from 55.85% to 65.65%, representing a 9.8 percentage point increase. Furthermore, it enabled a reduction in production downtime costs by 298,025 baht per month.

Keywords: Downtime Loss, Overall Equipment Effectiveness, Why-Why Analysis, Automotive Parts Factory

1. บทนำ

ประเทศไทยถือเป็นประเทศที่มีฐานการผลิตรถยนต์รายใหญ่ที่สุดในอาเซียน และเป็นอันดับที่ 10 ของโลก สามารถส่งออกรถยนต์ได้กว่า 688,531.24 ล้านบาท นอกจากนี้ยังมีแรงงานที่มีทักษะสูง ทำให้ประเทศไทยถือเป็นศูนย์กลางการผลิตรถยนต์ที่สำคัญ (ข้อมูลสถาบันยานยนต์ 2566) อย่างไรก็ตามปัจจุบันอุตสาหกรรมรถยนต์ในประเทศไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเปลี่ยนผ่านจากการผลิตรถยนต์แบบเดิมที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงไปสู่การผลิตรถยนต์สมัยใหม่เน้นการใช้พลังงานสะอาดเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งในสภาพเศรษฐกิจที่ผันผวนและการแข่งขันที่รุนแรงผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมรถยนต์จำเป็นต้องปรับตัวและหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตอย่างต่อเนื่อง การจัดการความเสี่ยงเหล่านี้ในกระบวนการผลิตถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการรักษาความสามารถในการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการในปัจจุบัน

โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์กรณีศึกษา ทำการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ให้กับอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทย โดยกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เริ่มจากการวางแผนการผลิต เตรียมวัตถุดิบ ตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบ และเตรียมความพร้อมของเครื่องจักร โรงงานผลิตชิ้นส่วน

ยานยนต์กรณีศึกษา ประกอบไปด้วยเครื่องปั๊มขึ้นรูป 800 ต้นจำนวน 2 เครื่อง และเครื่องปั๊มขึ้นรูป 500 ต้นจำนวน 2 เครื่อง จากการเก็บข้อมูลประสิทธิภาพโดยรวมกระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ เบื้องต้นพบว่าเกิดปัญหาการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนไว้ของเครื่องจักรปั๊มขึ้นรูป 800 ต้น ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่เกิดในกิจกรรมการเปลี่ยนแม่พิมพ์ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตหลักของโรงงานกรณีศึกษา ทำให้ไม่สามารถส่งชิ้นงานได้ตามแผนที่กำหนดไว้ และเมื่อทำการรวบรวมข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรปั๊มขึ้นรูป 800 ต้น ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2565 ถึง เดือนธันวาคม 2565 พบว่าค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ยเท่ากับ 55.85 ซึ่งไม่ตรงกับนโยบายของโรงงานกรณีศึกษาที่ต้องการให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 80% สามารถคิดเป็นมูลค่าค่าใช้จ่ายที่ทางโรงงานต้องเสียโดยไม่จำเป็น โดยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 298,025 บาท

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทำไม-ทำไม เพื่อวิเคราะห์ปัญหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกิจกรรมการเปลี่ยนแม่พิมพ์ เครื่องปั๊มขึ้นรูป 800 ต้น เพื่อลดเวลาสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักร และเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรให้บรรลุเป้าหมายตามที่โรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามในปี 2566 โรงงานกรณีศึกษาตั้งเป้าหมาย

ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องบ่มขึ้นรูป 800 คันอยู่ที่ 65% และมีเป้าหมายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรที่ 80% ในอนาคต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

Anderson and Bellgran [1] กล่าวว่าไว้ว่าการวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness) หรือที่เรียกสั้น ๆ ได้ว่า “OEE” เป็นดัชนีเชิงเดี่ยวที่ใช้ในการวัดและเฝ้าติดตามการทำงานของเครื่องจักร ช่วยในการแสดงระดับขีดความสามารถของกระบวนการผลิต OEE ประกอบด้วย 3 ตัวแปรหลัก ได้แก่ อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability Rate: A) สมรรถนะการเดินเครื่องจักร (Performance Rate: P) และอัตราคุณภาพ (Quality Rate: Q) ค่า OEE สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (1)

$$OEE\% = A \times P \times Q \quad (1)$$

อัตราการเดินเครื่องจักร (Availability Rate: A) คือเวลาที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้เมื่อเปรียบเทียบกับเวลาในแผนการผลิต ปัญหาที่ทำให้อัตราการเดินเครื่องจักรต่ำมาจากระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุด (Stoppage Time) อาจมีสาเหตุมาจาก เครื่องจักรเสียหรือเครื่องจักรขัดข้อง (Breakdowns) เวลาที่ใช้ในการปรับแต่งเครื่องจักรนาน (Setup/Adjustments) เวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นของแม่พิมพ์นาน (Changeovers) มีกระบวนการการทำงานที่ไม่ดี (Management) หรือมาจากการทำงานใด ๆ ที่ส่งผลทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานกะทันหันในระหว่างการผลิตสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2)

$$Available Rate (A) = \frac{Loading Time - Stoppage Time}{Loading Time} \quad (2)$$

ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency: P)

คือสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักร โอกาสที่ประสิทธิภาพการเดินเครื่องลดลง อาจเกิดจากการหยุดเล็ก ๆ

น้อย ๆ หรือการเดินเครื่องจักรตัวเปล่า (Minor Stoppage and Idling Losses) การสูญเสียความเร็วของเครื่องจักร (Speed Losses) หรือการหยุดเครื่อง (Idling Stop) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (3)

$$performance\ Eff. = \frac{Standard\ Time \times Number\ of\ Production}{Operating\ Time} \quad (3)$$

อัตราคุณภาพ (Quality Rate: Q) คือความสามารถในการผลิตของดีให้ตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักรและตามข้อกำหนดของลูกค้าต่อจำนวนของที่ผลิตได้ทั้งหมด โดยอัตราคุณภาพต่ำอาจเกิดจากความสูญเสียเนื่องจากชิ้นงานเสีย (Defects) งานซ่อม (Rework) และความสูญเสียในช่วงเริ่มต้นการผลิต (Start-up Loss) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (4)

$$Quality\ Rate\ (Q) = \frac{Number\ of\ Good\ Production}{All\ of\ Number\ of\ Production} \quad (4)$$

2.1.2 การวิเคราะห์ทำไม-ทำไม (Why-Why Analysis)

คือแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้การตั้งชุดคำถามเพื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ในแต่ละคำถามจะช่วยให้ผู้สนใจค้นหาปัญหาหลักหรือสาเหตุหลักของปัญหาได้ ประกอบด้วยกระบวนการถาม ทำไม (Why) จนสามารถพบปัญหาที่แท้จริงได้ โดยทั่วไปนิยมถามทำไมประมาณ 35 ครั้ง โครงสร้างของการประยุกต์ใช้เทคนิค การวิเคราะห์ทำไม-ทำไมประกอบไปด้วยส่วนซ้ายสุดจะเป็นการกำหนดหัวข้อปัญหาหรือปรากฏการณ์ที่ต้องการแก้ไข หลังจากนั้นจะทำการถามคำถามทำไม จนกว่าจะพบสาเหตุรากเหง้าของปัญหา

2.1.3 หลักการลีน (Lean Concepts)

ลีนเป็นหลักการที่มุ่งเน้นขจัดความสูญเปล่า (Waste) หรือขจัดกิจกรรมที่ไม่ก่อประโยชน์ในสายตาของลูกค้า และทำการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากถือว่าความสูญเปล่าเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้กระบวนการผลิตใช้เวลายาวนานขึ้น

หลักการลีนจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ลักษณะ 1) กิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่า (Value Added Activity: VA) คือ

กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ หรือบริการ ในมุมมองของลูกค้า คิดเป็น 5% ของกิจกรรมทั้งหมด 2) กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Non Value Added Activity: NVA) คือกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์หรือบริการ เป็นกิจกรรมที่ไม่มีความจำเป็น ในมุมมองของลูกค้า คิดเป็น 60% ของกิจกรรมทั้งหมด และ 3) กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่าแต่ยังมีความจำเป็นต้องทำ (Necessary Non Value Added Activity: NNVA) คือกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์หรือบริการ ในมุมมองของลูกค้า แต่ยังจำเป็นต้องทำอยู่คิดเป็น 35% ของกิจกรรมทั้งหมด หลักการสินค้าได้จำแนกความสูญเปล่าออกเป็น 7 ประเภทดังนี้ 1) การผลิตมากเกินไป (Over Production) เป็นการผลิตสินค้าที่เกินความต้องการของลูกค้า หรือการผลิตโดยไม่มีแบบแผน ส่งผลทำให้เกิดต้นทุนจม 2) การรอคอย (Waiting) เป็นการรอคอยระหว่างกระบวนการผลิตที่ไม่เกิดมูลค่า เช่น การหยุดกระบวนการผลิตเพื่อรอซ่อมเครื่องจักร การรอวัตถุดิบ และการรอพนักงานปฏิบัติงาน ส่งผลทำให้เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส 3) การเคลื่อนย้ายหรือการขนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Transport or Conveyance) เป็นการขนย้ายวัตถุดิบหรือสินค้าที่ไม่จำเป็น เช่นการขนย้ายวัตถุดิบหรือสินค้าที่มีระยะทางไกลเกินความจำเป็น เนื่องจากการจัดพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม ส่งผลทำให้เกิดต้นทุนการเคลื่อนย้ายและการรอคอย 4) การมีขั้นตอนมากเกินไปหรือการทำงานด้วยวิธีที่ไม่ถูกต้อง (Over Processing or Incorrect Processing) เป็นการทำงานซ้ำ ๆ หรือทำงานในบางขั้นตอนที่ไม่จำเป็น ส่งผลทำให้ส่งสินค้าไม่ทัน และเกิดต้นทุนการรอคอย 5) การจัดเก็บวัสดุคงคลังที่มากเกินไป (Excess Inventory) เป็นการเตรียมวัตถุดิบมาก หรือมีวัตถุดิบเสื่อมสภาพ ส่งผลทำให้เกิดต้นทุนจม และเกิดปัญหาด้านคุณภาพของสินค้า 6) การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Movement) เป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่เกิดประโยชน์ใด ๆ ของพนักงาน ส่งผลทำให้ส่งมอบงานไม่ทัน หรือเกิดความเมื่อยล้าของพนักงาน 7) การผลิตชิ้นส่วนหรือชิ้นงานเสีย (Defects) เป็นการผลิตชิ้นส่วนที่มีความบกพร่องหรือต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่องโดยการซ่อมแซมหรือแก้ไขใหม่ ส่งผลทำให้เกิดต้นทุนในการแก้ไข และต้นทุนด้านเวลา

2.1.4 เครื่องมือของสินค้าใช้ในงานวิจัย

ประกอบไปด้วยการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (SMED) การควบคุมด้วยสายตา และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

1.) การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single Minute Exchange of Die: SMED) เป็นการลดเวลาในการปรับตั้งและปรับแต่งเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว โดยพยายามให้การดำเนินงานอยู่ในหน่วยของนาที่ หรือ ไม่เกิน 10 นาที ทำโดยการ ก.) แยกกิจกรรมหรืองานออกเป็นงานภายนอกและงานภายใน งานภายนอกหมายถึงงานที่สามารถทำได้ก่อนได้โดยไม่ต้องทำระหว่างเครื่องจักรหยุดการทำงาน และงานภายในหมายถึงงานที่สามารถทำได้เมื่อเครื่องจักรหยุดเท่านั้น จากนั้น ข.) ทำการเปลี่ยนงานภายในให้เป็นงานนอก และ ค.) ทำการเปลี่ยนทุกกิจกรรมให้ง่ายขึ้น

2.) การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) เป็นเทคนิคที่สำคัญในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน เป็นการจัดตั้งระบบการควบคุมการทำงาน เพื่อให้พนักงานทุกคน สามารถเข้าใจวิธีการทำงาน เป้าหมาย และผลลัพธ์ต่าง ๆ ชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้พนักงานสามารถรับรู้และติดตามสถานการณ์การทำงานได้อย่างรวดเร็ว ตัวอย่างของการควบคุมด้วยการมองเห็น ได้แก่ ป้ายและสัญลักษณ์ กระดานแสดงสถานะ สีและเครื่องหมาย เป็นต้น

3.) เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานด้วยแนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Kaizen) เป็นแนวคิดในการพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างสม่ำเสมอ โดยมุ่งเน้นให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการพัฒนาเพื่อขจัดกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าและลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ถูกนำมาช่วยในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรอย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่ทำการวิเคราะห์ค่า OEE ร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคนิค why-why analysis และการขจัดความสูญเปล่า [2] กล่าวว่า ค่า OEE สามารถนำมาใช้ในการกำหนดทิศทางเป้าหมายการผลิตได้ [3] ทำการประยุกต์ใช้ตัวชี้วัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

เพื่อลดความสูญเสียของขั้นตอนการเชื่อมกริประบายความร้อนกระบวนการผลิตเฟรม ก่อนปรับปรุงสามารถวัดค่า OEE ได้ที่ 77.88% เนื่องจากมีขั้นตอนที่เป็นคอขวดในขั้นตอนการเชื่อมกริประบายความร้อน จึงนำเทคนิค OEE ร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์ why-why analysis และนำเทคนิคการบำรุงรักษาแบบทวีผลมาดำเนินการแก้ไข ผลการปรับปรุงพบว่าค่า OEE เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็น 82.85% นอกจากนี้ [4] ทำการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องหล่อไม้ฝา ก่อนปรับปรุงพบว่าอัตราการเดินเครื่องและอัตราความเร็วของเครื่องหล่อไม้ฝามีค่าน้อยกว่า 80% ส่งผลทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องหล่อไม้ฝามีค่าเท่ากับ 55.8% เนื่องจากการหยุดกะทันหันของเครื่องจัดเรียงแผ่นไม้และเครื่องหล่อฟิล์ม ทำการแก้ไขโดยการตัดขั้นตอนการรอคอยในการเปลี่ยนพาเลท และขนไม้ฝาจัดทำแผนและประสานงานกับผู้รับเหมาในการจัดเตรียมไม้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค why-why analysis ผลการดำเนินงานพบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องหล่อไม้ฝาเพิ่มขึ้นเท่ากับ 65.8% [5] ทำการประยุกต์ใช้ลินเพื่อช่วยในการลดต้นทุนภายในกระบวนการผลิตคอลลาเจนชนิดผง บริษัทกรณิศศึกษา โรงงานเกษตรอุตสาหกรรม เจเอสพี (ประเทศไทย) จากการศึกษาพบขั้นตอนสูญเสียเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต พบขั้นตอนการทำงานซ้ำซ้อน และการใช้วัสดุที่ไม่จำเป็น ทำการแก้ไขโดยการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน ผลการปรับปรุงสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตถึงขั้นได้ 0.79 บาทต่อกล่อง หรือร้อยละ 0.35 งานวิจัยของ [6] ทำการประยุกต์ใช้การปรับเปลี่ยนเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (SMED) เพื่อลดเวลาที่สูญเสียจากการปรับตั้งเครื่องจักรบรรจุขวด กรณิศศึกษาโรงงานน้ำปลา ทำการเพิ่มกิจกรรมภายนอก เช่นการจัดรถเข็นเครื่องมือช่างสำหรับเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับตั้งเครื่องบรรจุขวด เพื่อลดเวลาของกิจกรรมภายนอก หลังจากการใช้หลักการ SMED เวลาในการปรับตั้งเครื่องอยู่ที่ 124 นาที จากเดิม 237 นาที [7] ทำการประยุกต์ระบบการควบคุมด้วยการมองเห็น โดยการทำสัญลักษณ์ เครื่องหมาย สัญลักษณ์สีต่าง ๆ เช่น แผ่นป้ายบอกผลผลิตของสายการผลิต ประกอบด้วย แผ่นป้ายบอกผลผลิตของแต่ละตำแหน่งงาน

และแผ่นป้ายสีแสดงสถานะประสิทธิภาพและคุณภาพของสินค้า แบ่งออกเป็นแผ่นป้ายสีเขียว เหลือง และแดง เป็นต้น ในกระบวนการผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป กรณิศศึกษา การผลิตเสื้อโปโลเชิ้ต [8] ในงานวิจัยนี้ได้้นำแนวคิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องสำหรับการปรับปรุงโต๊ะในการวางชิ้นงาน เพื่อลดความสูญเสียเปล่าในการปรับตั้งเครื่องจักร ทำการศึกษาและสังเกตการทำงานของพนักงานภายในไลน์การผลิต พบการปรับตั้งเครื่องจักรใช้เวลานาน แก้ไขโดยการออกแบบโต๊ะวางชิ้นงาน ส่งผลทำให้เวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรลดลงจากเดิมใช้เวลาในการปรับตั้ง 520 วินาที ลดลงเหลือ 416.6วินาทีคิดเป็น 19.88%

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการเก็บข้อมูลรายงานเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตบีมขึ้นรูปชิ้นส่วนยานยนต์ โรงงานกรณิศศึกษา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เครื่องบีมขึ้นรูป 800 ต้น ข้อมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้มาจากโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นชื่อโปรแกรม Thingworx จากการเก็บข้อมูลการปฏิบัติงานจริงของพนักงาน และค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2565 ถึง เดือนธันวาคม 2565 พบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ยเท่ากับ 55.85 น้อยกว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรที่โรงงานกำหนดไว้ที่ 80% โดยมีเป้าหมายที่จะเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจากเดิมเป็น 65% ภายในเดือนกุมภาพันธ์ 2566 และ 80% ภายในไตรมาสที่ 3 ของปี 2566 และจัดทำคู่มือมาตรฐานในการปฏิบัติงานของพนักงาน รายละเอียดค่าพารามิเตอร์ประกอบด้วย ค่าอัตราการเดินเครื่องจักร (%A) ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (%P) และค่าอัตราคุณภาพ (%Q) ดังตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณค่า %OEE ของเดือน ธ.ค.2565 ได้มาจาก $(\%A \times \%P \times \%Q)$ โดยที่ %A มีค่าเท่ากับ 68.10% %P มีค่าเท่ากับ 93.44% และ %Q มีค่าเท่ากับ 99.81% ดังนั้นค่า %OEE ของเดือน ธ.ค. 2565 เท่ากับ 63.51% ดังสมการที่ (5)

$$\begin{aligned} \%OEE \text{ ธ.ค.2565} &= 68.10\% \times 93.44\% \times 99.81\% \\ &= 63.51\% \end{aligned} \quad (5)$$

ตารางที่ 1 แสดงค่า %OEE ของเครื่องจักรก่อนปรับปรุง

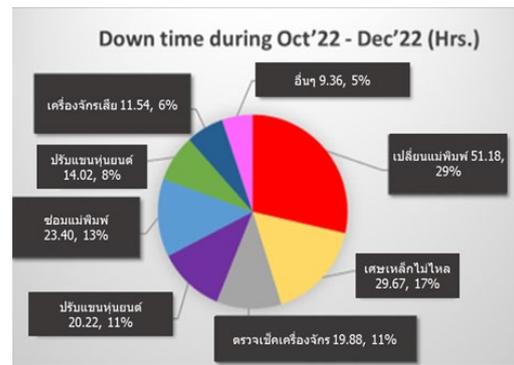
เดือน/ปี	%A	%P	%Q	%OEE
ต.ค.-65	52.10	90.20	99.80	46.90
พ.ย.-65	61.30	93.70	99.50	57.15
ธ.ค.-65	68.10	93.44	99.81	63.51
สรุป	60.50	92.45	99.70	55.85

จากข้อมูลตารางที่ 1 พบว่าค่าอัตราการผลิตเครื่องจักร (%A) ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับค่าตัวแปรหลักอื่น (%P และ %Q) ดังนั้นจึงเลือกวิเคราะห์ปัญหาที่ทำให้อัตราการผลิตเครื่องจักรต่ำมาดำเนินการปรับปรุงก่อน อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการป้อนชิ้นรูปมีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพการผลิตเครื่อง (P) และเปอร์เซ็นต์อัตราคุณภาพ (A) เนื่องจากการหยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ และการหยุดเครื่อง จากการรอซ่อมแม่พิมพ์ และจากปัญหาเศษเหล็กไม่ไหลทำให้เศษเหล็กติดกับเครื่องจักรส่งผลทำให้มีชิ้นงานเสียเกิดขึ้น

พบว่าปัญหาหลักที่ทำให้อัตราการผลิตเครื่องจักรต่ำมาจากระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุด (Stoppage Time) ในระหว่างกระบวนการป้อนชิ้นรูปเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น การหยุดเนื่องจากการเปลี่ยนแม่พิมพ์ใช้เวลานานเกินความจำเป็น การหยุดเนื่องจากมีเศษชิ้นงานจากการป้อนตกลงไปที่เครื่องจักร จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลเวลาการหยุดเครื่องจักรที่ไม่เป็นไปตามแผน จำนวน 3 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม 2565 พบว่ามีเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยอยู่ที่ 27.37% จากชั่วโมงในกระบวนการผลิตงานทั้งหมด 655 ชั่วโมง/3 เดือน และโรงงานกรณีศึกษา มีการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ทั้งหมด 27 รุ่น และแต่ละวันมียอดการผลิตที่แตกต่างกัน ขนาดและจำนวนในการผลิตแต่ละรุ่นไม่เท่ากัน

ดังนั้นสามารถสรุปปัญหาที่ทำให้เกิดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตแบ่งออกได้เป็น 8 กรณีหลัก ๆ ดังต่อไปนี้ 1.) ปัญหาการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ล่าช้า โดยใช้เวลาประมาณ 51.18 ชั่วโมง 2.) ปัญหาเศษเหล็กไม่ไหลทำให้เศษเหล็กติดกับเครื่องจักรระหว่างกระบวนการผลิต โดยใช้เวลาแก้ไข

ประมาณ 29.67 ชั่วโมง 3.) ปัญหาซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิต โดยใช้เวลาประมาณ 23.40 ชั่วโมง 4.) ปัญหาการปรับแขนหุ่นยนต์ โดยใช้เวลาประมาณ 20.22 ชั่วโมง 5.) ปัญหาการตรวจเช็คเครื่องจักร โดยใช้เวลาประมาณ 19.88 ชั่วโมง 6.) ปัญหาการปรับถ้วยดูดจับชิ้นงาน โดยใช้เวลาแก้ไขประมาณ 14.02 ชั่วโมง 7.) ปัญหาเครื่องจักรเสีย โดยใช้เวลาแก้ไขประมาณ 11.54 ชั่วโมง และ 8.) ปัญหาอื่น ๆ โดยใช้เวลาแก้ไขประมาณ 9.36 ชั่วโมง แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตป้อน 800 ชิ้น

4. ผลการดำเนินงาน

จากรูปที่ 1 แสดงเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตเครื่องป้อนชิ้นรูป 800 ชิ้น ทำการประยุกต์แผนผังพารето (Pareto Diagram) เพื่อกำหนดลำดับความสำคัญของปัญหาที่ต้องการปรับปรุงโดยพิจารณาจากชั่วโมงที่โรงงานกรณีศึกษาต้องการการหยุดเครื่องจักรเพื่อแก้ไขปัญหา พบว่าการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ล่าช้าใช้เวลามากที่สุดอยู่ที่ 51.18 ชั่วโมง คิดเป็น 29% ปัญหาเศษเหล็กไม่ไหลใช้เวลาอยู่ที่ 29.67 ชั่วโมง คิดเป็น 17% และปัญหาซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิตใช้เวลาอยู่ที่ 23.40 ชั่วโมง คิดเป็น 13% ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อจำแนกประเภทกิจกรรม กิจกรรมที่เป็นการเพิ่มคุณค่า (VA: Value Added Activity) กิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า (NVA: Non Value Added Activity) และกิจกรรมที่มีความจำเป็นแต่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (NNVA: Necessary Non Value Added) ต่อลูกค้า และความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้น ดังแสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปัญหาที่พบและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นชิ้นส่วน

ปัญหา	ปัญหาที่พบ	กิจกรรม/ความสูญเปล่า	ผลกระทบที่เกิดขึ้น
การเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์	ใช้เวลาในการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์นาน	NNVA/Over Processing, Waiting	ทำให้สูญเสียเวลาในกระบวนการผลิต และอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงานระหว่างพนักงานเข้าไปเปลี่ยนแม่พิมพ์
การกำจัดเศษเหล็กติดอยู่ที่เครื่องจักร	พบเศษเหล็กไม่ไหลติดอยู่ที่เครื่องจักร	NVA/ Over Processing, Waiting	ทำให้ต้องหยุดไลน์ผลิตเพื่อนำเศษเหล็กออก
การซ่อมแม่พิมพ์	พบมีการซ่อมแม่พิมพ์	NVA/ Over Processing, Waiting	ทำให้ต้องหยุดไลน์ผลิต การผลิตล่าช้า และอาจส่งผลกระทบต่อทางด้านคุณภาพของชิ้นงาน

จากตารางที่ 2 พบกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า จากปัญหาการกำจัดเศษเหล็กติดอยู่ที่เครื่องจักร และการซ่อมแม่พิมพ์ และกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าแต่มีความจำเป็น จากปัญหาการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากการ

มีกระบวนการที่ไม่จำเป็น และความสูญเปล่าจากการรอคอยของพนักงานและการหยุดของเครื่องจักร หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิค why-why analysis และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวต่อไปดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แผนภาพ Why-Why Analysis ปัญหาการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ล่าช้า

ปัญหา	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	แนวทางการแก้ไข
การเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ล่าช้า	ขั้นตอนการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์เป็นแบบ manual พนักงานต้องเข้าไปขันน็อตยึดแม่พิมพ์ระหว่างแม่พิมพ์ตัวบนกับเครื่องจักร	ไม่มีระบบอัตโนมัติสำหรับการเปลี่ยนแม่พิมพ์	เมื่อก่อนปริมาณความต้องการผลิตไม่มาก	ติดตั้ง Auto Clamp แทน ตัดขั้นตอนที่พนักงานต้องเข้าไปเพื่อทำการขันน็อตยึดระหว่าง Ram กับ แม่พิมพ์ตัวบน
	พนักงานแต่ละคนมีประสบการณ์การทำงานไม่เท่ากัน	ไม่มีการจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐาน	ไม่มีพนักงานที่รับผิดชอบในการกำหนดและจัดทำขั้นตอน	จัดทำคู่มือมาตรฐานในการปรับเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์
		ไม่มีการอบรมพนักงาน	ไม่มีการวางแผนการอบรมในแผนงาน	จัดให้มีการฝึกอบรมพนักงานถึงขั้นตอนในการทำงานที่ชัดเจน

4.1 การปรับปรุงกระบวนการเปลี่ยนแม่พิมพ์

จากการประยุกต์ใช้เทคนิค Why-Why analysis สามารถกำหนดแนวทางการแก้ไข ทำโดยการลดเวลาเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ของพนักงาน ขจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็น และลดความสูญเปล่าออกไป การเปลี่ยนรุ่นของแม่พิมพ์ สามารถแบ่งการทำงานออกเป็นการทำงานระหว่างกระบวนการผลิต (External Setup) และการทำงานระหว่างเครื่องจักรหยุดการทำงาน

(Internal Setup) นอกจากนี้การเปลี่ยนรุ่นของแม่พิมพ์ยังไม่เป็นแบบอัตโนมัติ ทำให้พนักงานต้องเข้าไปขันน็อตกับแม่พิมพ์ตัวบน (Upper Plate) กับ แรม (Ram) ของเครื่องขึ้น ส่งผลทำให้ต้องหยุดกระบวนการผลิตเพื่อทำการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ และเวลาในการหยุดเครื่องจักรนานเกินความจำเป็น มีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

- ศึกษาขั้นตอนการทำงานก่อนปรับปรุงอย่างละเอียด

2. ประยุกต์ใช้หลักการ SMED ทำการแยกกิจกรรมภายใน และกิจกรรมภายนอกในการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ (Internal Setup และ External Setup) ทำการย้ายกิจกรรมภายในเป็นกิจกรรมภายนอก และทำการลดเวลาการ
3. เปลี่ยนแม่พิมพ์ให้เป็นตัวเลขหลักเดียว เปลี่ยนกิจกรรมให้ง่ายและรวดเร็ว [9] ทำโดยการติดตั้ง แคลมป์ยึดแม่พิมพ์อัตโนมัติเข้ากับแรม (Auto Clamp) ของเครื่องปั๊ม สรุปลำดับดังตารางที่ 4

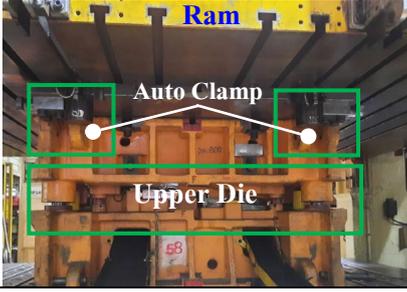
ตารางที่ 4 การแยกกิจกรรมภายในและภายนอกในขั้นตอนการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ก่อนและหลังปรับปรุง

ขั้นตอน	รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง		หลังปรับปรุง	
		ภายนอก	ภายใน	ภายนอก	ภายใน
1	ก่อนปรับปรุง ทำการเตรียมถอดแม่พิมพ์รุ่นปัจจุบัน และ คลายน็อตยึดแม่พิมพ์ด้าน หน้า-หลังเครื่องปั๊ม ออก และบน-ล่าง 8 ตัว		138วินาที	3 วินาที	
	หลังปรับปรุง กดปุ่ม Auto Die Clamp รุ่นปัจจุบัน				
2	กดเลือก Model รายการที่จะทำการผลิตต่อ , ทำ การเลือกโหลด M/B	15วินาที		15วินาที	
3	กดปุ่ม OK เครื่องปั๊มทำงานเลื่อนแม่พิมพ์ตัวเดิม ออก เลื่อนตัวใหม่เข้ามา , ปรับตั้งค่าแบบAuto	68วินาที		68วินาที	
4	ก่อนปรับปรุง ทำการเตรียมเปลี่ยนแม่พิมพ์รุ่นถัดไป และ ชั้นน็อตยึดแม่พิมพ์ด้าน หน้า-หลังเครื่องปั๊ม และ บน-ล่าง 8 ตัว		145วินาที	3วินาที	
	หลังปรับปรุง กดปุ่ม Auto Die Clamp รุ่นถัดไป				
5	ทำการตรวจเช็คCondition ตาม SOP		60วินาที		60วินาที
6	เดินกลับมาด้านหน้าเครื่อง ทำการปรับเครื่องขึ้น ตำแหน่ง TOP		15วินาที		15วินาที
7	Confirm Robot 1-6 ทุก ๆ Step จนงานตัวที่ 1 ออกไปถึงจุดตรวจสอบคุณภาพ		25วินาที		25วินาที
8	เดินกลับไปพื้นที่สายไลน์เพื่อตรวจสอบคุณภาพ งาน , เช็คนงาน บรรจุลง Rack	60วินาที		60วินาที	
Sum		143วินาที	383วินาที	149วินาที	100วินาที
		526 วินาที		249 วินาที	

การพัฒนาขั้นตอนและทำการเปลี่ยนกิจกรรมการปรับตั้ง ภายในให้เป็นกิจกรรมปรับตั้งภายนอก ซึ่งกิจกรรมภายนอก

จะสามารถดำเนินการจัดเตรียมไว้ก่อนที่จะดำเนินเปลี่ยนรุ่น แม่พิมพ์ได้ แสดงก่อนและหลังการปรับปรุงดังตารางที่ 5

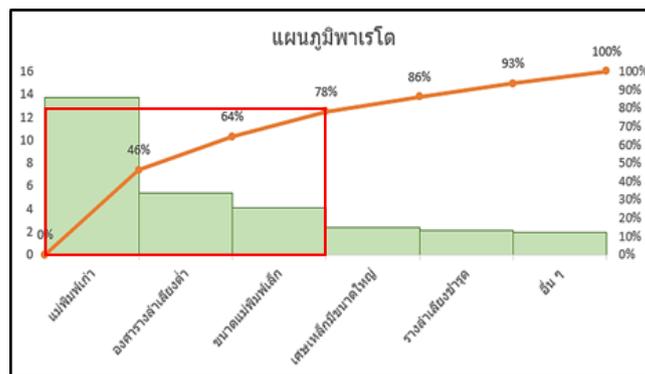
ตารางที่ 5 แสดงก่อนและหลังการปรับปรุงรางลำเลียงเศษเหล็ก

ก่อนการแก้ไข	หลังการแก้ไข
	
<p>คำอธิบาย</p>	<p>คำอธิบาย</p>
<p>พนักงานเข้าไปยึดน็อตกับแม่พิมพ์ด้านบน (Upper Die) กับ แรม (Ram) ของเครื่องปั๊ม ส่งผลทำให้ต้องหยุดกระบวนการผลิตเพื่อทำการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์</p>	<p>หลังปรับปรุงทำการการออกแบบแกลมบียึดแม่พิมพ์อัตโนมัติเข้ากับแรม (Auto Clamp) ของเครื่องปั๊ม</p>

ปรับปรุงกิจกรรมด้วยเทคนิค SMED โดยการปรับตั้งกิจกรรมภายในให้เป็นกิจกรรมปรับตั้งภายนอกพบว่า ขั้นตอน ที่ 1 และ 4 สามารถเปลี่ยนเป็นกิจกรรมภายนอกได้จากกิจกรรมภายในคือพนักงานยึดแม่พิมพ์ด้านบน โดยใช้วิธีการขันน็อตยึดเข้าด้วยกันกับเครื่องจักรปั๊มชิ้นส่วน เปลี่ยนเป็นกิจกรรมภายนอกทำการติดตั้ง clamp แบบอัตโนมัติ ส่งผลให้ใช้เวลาในการเปลี่ยนรุ่นแม่พิมพ์ลดลงจากเดิม 526 วินาที/ครั้ง เป็น 249 วินาที/ครั้ง สามารถลดเวลาในการเปลี่ยนรุ่นลง 277 วินาที/ครั้ง

4.2 การปรับปรุงการแก้ไขปัญหาเศษเหล็กไม่ไหล

ปัญหาที่มีเศษเหล็กจากกระบวนการผลิตติดค้างอยู่บริเวณแม่พิมพ์ด้านล่าง ทำให้พนักงานต้องหยุดกระบวนการผลิต เพื่อทำการขจัดเศษเหล็กออก ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เศษเหล็กติดค้างอยู่ที่แม่พิมพ์ แผนภูมิพาเรโต ไดถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุหลักที่ต้องทำการแก้ไขดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภูมิพาเรโตแสดงลำดับของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาเศษเหล็กไม่ไหล

รูปที่ 2 แผนภูมิพาเรโต [10] แสดงลำดับของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาเศษเหล็กไม่ไหลพบว่าประเด็นปัญหาที่ทำให้เกิดปัญหาเศษเหล็กไม่ไหลมีสาเหตุหลักทั้งหมด 4 สาเหตุตามหลักการพาเรโต ปัญหามาจาก 1) แม่พิมพ์เก่าที่ไม่ได้ออกแบบเพื่อใช้สำหรับผลิตปั๊มชิ้นรูป 800 ดันเป็นหลัก 2) รางลำเลียงเศษเหล็กเก่าทำให้เศษเหล็กติดค้าง

สะสม โดยการแก้ไขขณะผู้วิจัยทำการแก้ไขปัญหาที่ 1 และ 2 ในส่วนปัญหาที่ 3 และ 4 ไม่สามารถแก้ไขได้เนื่องจากรุ่นแม่พิมพ์ใกล้ที่จะตกรุ่น ขอดผลิตต่ำ และใช้ต้นทุนในการแก้ไขสูง ทำการประยุกต์ใช้เทคนิค Why-Why analysis เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แผนภาพ Why-Why Analysis ปัญหาเศษเหล็กไม่ไหล

ปัญหา	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	แนวทางการแก้ไข
ปัญหาเศษเหล็กไม่ไหลติดกับเครื่องจักร	เศษเหล็กติดค้างและสะสมอยู่ในรางลำเลียง	องศาของรางลำเลียงต่ำเกินไป	การออกแบบรางลำเลียงไม่ได้มีการประเมินประสิทธิภาพการไหลของเศษเหล็ก	ทำการปรับปรุงออกแบบรางลำเลียงใหม่ และประเมินผล

จากข้อมูลแนวทางการแก้ไขดังตารางที่ 6 คณะผู้วิจัยทำการประยุกต์ใช้หลักการ Kaizen มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทำการระบุปัญหา โดยการรวบรวมข้อมูลการสะสมของเศษเหล็ก และตำแหน่งที่มีการสะสมของเศษเหล็ก
2. วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เศษเหล็กค้างอยู่บนราง

โดยการทบทวนตำแหน่งมุมมององศาของรางลำเลียง

3. ทำการออกแบบ วางแผนปรับมุมองศาที่เหมาะสม
4. ปรับแก้ไข และประเมินผลจากงานจริงที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงก่อนและหลังการปรับปรุงรางลำเลียงเศษเหล็ก

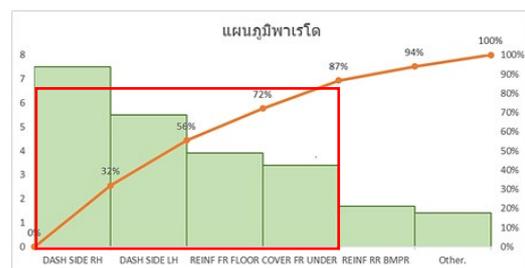
ก่อนการแก้ไข	หลังการแก้ไข
 <p>สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน $\mu = \tan\theta = \tan 42^\circ$ $\mu = 2.29$</p>	 <p>สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน $\mu = \tan\theta = \tan 45^\circ$ $\mu = 1.62$</p>
สภาพเศษเหล็กติดบริเวณรางลำเลียงเศษเหล็ก และทำให้ชิ้นงานเกิดปัญหาคุณภาพในกระบวนการบ่มชิ้นส่วน	ปรับปรุงรางลำเลียงเศษเหล็ก โดยการเพิ่มมุมมององศาของรางลำเลียงจากเดิม 42° เป็น 45° ทำให้ลดแรงเสียดทานได้มากขึ้น

เศษเหล็กในกระบวนการผลิตลงติดอยู่ที่รางลำเลียงเศษเหล็กและแม่พิมพ์ตัวล่าง ส่งผลทำให้เศษเหล็กไม่ไหลลงไปยังช่องรางกำจัดชิ้นส่วนที่เตรียมไว้ พนักงานต้องหยุดกระบวนการผลิตเพื่อเข้าจัดเศษเหล็กออก ทำการปรับปรุงโดยการปรับองศาของรางกำจัดเศษเหล็กให้มีมุมเอียงที่ลาดชันกว่าเดิมปรับปรุงเปลี่ยนมุมมององศาของรางให้เหมาะสมลดแรงเสียดทานระหว่างรางกำจัดเศษเหล็กของแม่พิมพ์ เพื่อให้เศษเหล็กจากกระบวนการผลิตสามารถไหลลงรางลำเลียงเศษเหล็กได้อย่างสะดวก และช่วยลดเวลาสูญเสียที่พนักงานต้องเข้ามาจัดเศษเหล็กระหว่างกระบวนการผลิต ขจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น และลดความสูญเสียไปจากการรอคอย

4.3 การปรับปรุงการแก้ไขปัญหาการซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิต

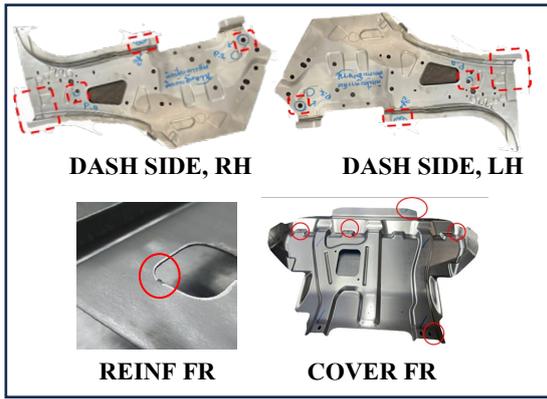
การปรับปรุงและแก้ไขปัญหาการซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิต ทำโดยการรวบรวมข้อมูลการซ่อมแซมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิตจากจำนวนแม่พิมพ์ทั้งหมด

27 รุ่น ทำการบันทึกจำนวนครั้งที่มีการซ่อมแซมแต่ละรุ่น หลังจากนั้นทำการสร้างแผนภูมิพารโตดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภูมิพารโตแสดงลำดับปัญหารุ่นซ่อมแม่พิมพ์

พบว่าแม่พิมพ์จำนวน 4 รุ่น ที่มีการซ่อมแซมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิตงานบ่อยที่สุด ประกอบไปด้วย รุ่นแม่พิมพ์ DASH SIDE, RH และ DASH SIDE, LH พบปัญหาคุณภาพบ่อยสุด รองลงมาคือ REINF FR FLOOR และ COVER FR UNDER ตามลำดับ เมื่อทำการบ่มชิ้นรูปในระยะเวลาหนึ่งพบปัญหาหรือจกบนผิวชิ้นงานในลักษณะที่เหมือนกันดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ปัญหาคุณภาพพ่นแม่พิมพ์

จากสภาพปัญหาแม่พิมพ์พบว่าแม่พิมพ์ผิวชุบฮาร์ดโครม (Hard Chrome) ลอก เนื่องจากขาดการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ตามรอบระยะเวลาที่กำหนด ก่อนปรับปรุงใบบันทึกการรอบบำรุงรักษาแม่พิมพ์ยังเป็นการบันทึกด้วยพนักงาน นอกจากนี้ยังพบความผิดพลาดในการจดบันทึกของพนักงาน ส่งผลทำให้ต้องหยุดเครื่องจักรระหว่างกระบวนการผลิต เพื่อทำการแก้ไขแม่พิมพ์ ทำการประยุกต์ใช้ Why-Why analysis เพื่อวิเคราะห์ปัญหาการซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิตดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แผนภาพ Why-Why Analysis ปัญหาการซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิต

ปัญหา	ทำไม 1	ทำไม 2	ทำไม 3	แนวทางการแก้ไข
ปัญหาการซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิต	แม่พิมพ์ไม่ได้รับการบำรุงรักษาหรือซ่อมแซมอย่างสม่ำเสมอ	ขาดข้อมูลหรือการแจ้งเตือนสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)	ไม่มีระบบหรือกระบวนการที่ชัดเจนในการบันทึกและติดตามข้อมูลการบำรุงรักษา	สร้างระบบการแจ้งเตือน
		ความผิดพลาดในการจดบันทึกของพนักงาน	แบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลการบำรุงรักษาใช้ฟอร์มรูปแบบกระดาษ	สร้างระบบการบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ

ทำการประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็นสำหรับการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ จากข้อมูลกำหนดระยะเวลาการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ ที่ระหว่าง 4,000 ถึง 6,000 จำนวนรอบการทำงานของแม่พิมพ์ (Stroke) ทำการแบ่งระยะเวลาในการบำรุงรักษาแม่พิมพ์มีรายละเอียด:

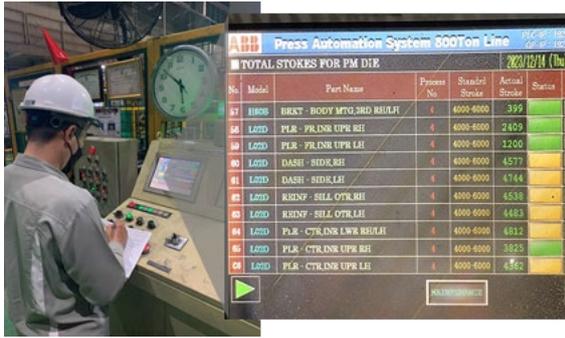
- การบำรุงรักษาที่ 4,000 Stroke: ตรวจสอบความเสียหายของแม่พิมพ์ และการสึกหรอของแม่พิมพ์
- การบำรุงรักษาที่ 5,000 Stroke: ตรวจสอบการทำงานของแม่พิมพ์
- การบำรุงรักษาที่ 6,000 Stroke: ทำการตรวจสอบ ทำความสะอาด และทำการซ่อมแซม

หลังจากนั้นทำระบบการบันทึกข้อมูลและระบบการแจ้งเตือนอัตโนมัติ ทำการติดตั้งระบบ PLC หน้าผู้ควบคุมหลัก ตั้งค่า PLC ให้สามารถรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์จำนวนรอบการทำงานของแม่พิมพ์ (Stroke) เพื่อช่วยควบคุม และใช้แท็บติแสดงสถานะการแจ้งเตือนในระบบงานบำรุงรักษา โดยสามารถเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ ก่อนและหลังการปรับปรุง

ครั้งที่	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	เปอร์เซ็นต์
1	8:43 นาที	4:12 นาที	51.11%
2	9:15 นาที	4:11 นาที	55.07%
3	8:78 นาที	4:07 นาที	53.62%
เฉลี่ย	8:77 นาที	4:10 นาที	53.26%

หลังจากนั้นทำการออกแบบสีเพื่อใช้ในการแสดงสถานะต่าง ๆ เช่น สีเขียว หมายถึง ปกติ; สีเหลือง หมายถึง ถึงเวลานำแม่พิมพ์ไปบำรุงรักษาหรือซ่อมแซม หลังจากนั้นทำการทดสอบระบบ พร้อมจัดอบรมพนักงานในการใช้ระบบ และการอ่านแถบสี แสดงดังรูปที่ 5 แท็บสีเหลืองแสดงการแจ้งเตือนให้พนักงานยกแม่พิมพ์หลังจากทำการผลิตเสร็จ ส่งไปที่แผนกซ่อมบำรุงแม่พิมพ์ เพื่อทำการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ก่อนการผลิตครั้งต่อไป เพื่อลดปัญหาการสูญเสียเวลาในการซ่อมแม่พิมพ์ขณะใช้งาน



รูปที่ 5 แสดงการแจ้งเตือนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันแม่พิมพ์

4.4 การประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการปั๊มขึ้นส่วน 800 ตัน

ทำการเปรียบเทียบผลการดำเนินการก่อนและหลังการปรับปรุง มีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 การทดสอบจับเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์

ทำการจับเวลาการเปลี่ยนแม่พิมพ์ระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง โดยทำการเก็บข้อมูลหลังปรับปรุงตั้งแต่เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2566 ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 9 พบว่าเวลาในการเปลี่ยนแม่พิมพ์ลดลงจากเดิมเฉลี่ย 53.26%

4.4.2 การทดสอบจับเวลาการแก้ไขปัญหาเศษเหล็กไม่ไหล

หลังจากทำการปรับปรุงรางลำเลียงเศษเหล็ก แม่พิมพ์ทั้ง 3 รุ่น ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 10 พบว่าเวลาในการกำจัดเศษเหล็กลดลงจากเดิมเฉลี่ย 82.76%

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการกำจัดเศษเหล็กก่อนและหลังการปรับปรุง

รุ่นที่	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	เปอร์เซ็นต์
1	5:44 นาที	1:12 นาที	79.41%
2	4:21 นาที	1:31 นาที	68.88%
3	4:51 นาที	0 นาที	100%
เฉลี่ย	4:72 นาที	0:81 นาที	82.76%

4.4.3 การทดสอบการซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิต

ทำการเปรียบเทียบเวลาที่สูญเสียเนื่องจากการซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิต จากจำนวนครั้งที่ทำการ

ผลิตได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 11 พบว่าปัญหาที่พนักงานต้องหยุดกระบวนการผลิตเพื่อซ่อมแม่พิมพ์ลดลงจาก 41 ครั้ง เหลือเพียง 11 ครั้ง และเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตลดลง จากเดิม 1,404 นาที เหลือเพียง 448 นาที คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 68.09%

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการผลิตก่อนและหลังการปรับปรุง

ปัญหา	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
จำนวน(ครั้ง)	41 ครั้ง	11 ครั้ง
เวลาสูญเสีย	1,404 นาที	448 นาที

จากตารางที่ 9-11 ค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบนำมาจากโปรแกรม Thingworx ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับการบันทึกประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ข้อมูลเวลาสูญเสียเป็นข้อมูลแบบ real time ใช้สำหรับการคำนวณค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร เครื่องปั๊มขึ้นรูป 800 ตัน วิเคราะห์ข้อมูล ผ่านระบบเซ็นเซอร์ PLC ที่ติดตั้งไว้ที่เครื่องจักรแต่ละเครื่อง และเก็บบันทึกข้อมูลที่ได้ไว้ในฐานข้อมูลของแผนกปั๊มขึ้นส่วนดังรูปที่ 6 และสรุปผลการปรับปรุงดังตารางที่ 12



รูปที่ 6 โปรแกรมแสดงค่า OEE

ตารางที่ 12 แสดงค่า %OEE ของเครื่องจักรหลังปรับปรุง

เดือน/ปี	%A	%P	%Q	%OEE
ม.ค.-66	65.94	98.50	100.00	64.95
ก.พ.-66	67.91	97.89	99.80	66.34
สรุป	66.93	98.20	99.90	65.65

จากข้อมูลที่ถูกบันทึกจากโปรแกรม Thingworx ระหว่างเดือน มกราคม-กุมภาพันธ์ 2566 พบว่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร เครื่องบ่มขึ้นรูป 800 ตัน เท่ากับ 65.65% ตรงกับค่าเป้าหมายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรจากเดิม 55.85% เป็น 65% ภายในระยะเวลาที่กำหนด อีกทั้งค่า %A เพิ่มขึ้นเฉลี่ยจาก 60.50% เป็น 66.93% และ %P เพิ่มขึ้นเฉลี่ยจาก 92.45 เป็น 98.20% จากการทำกิจกรรมปรับปรุง เปลี่ยนแม่พิมพ์ ที่สามารถลดเวลาสูญเสียในกระบวนการส่วน %Q เพิ่มขึ้นเฉลี่ยจาก 99.70% เป็น 99.90% เนื่องจากการทำกิจกรรมปรับปรุงรางลำเลียงเศษเหล็ก และกิจกรรมซ่อมแม่พิมพ์ระหว่างกระบวนการสามารถช่วยลดผลกระทบต่อชิ้นงานไม่ได้คุณภาพในกระบวนการจากการบ่ม และสามารถช่วยบริษัทลดต้นทุนจากค่าใช้จ่ายที่ทางโรงงานต้องเสียจากสาเหตุการหยุดเครื่องจักรในระหว่างกระบวนการผลิตโดยเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 298,025 บาท

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรกระบวนการผลิตบ่มขึ้นรูปขึ้นส่วนยานยนต์ โดยดำเนินการด้วยการใช้เทคนิค มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินกิจกรรม ผลการดำเนินงานที่พบคือ พบว่าเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนแม่พิมพ์เฉลี่ยลดลงจากเดิม 60.22% เวลาที่ใช้ในการจัดเศษเหล็กเฉลี่ยลดลงจากเดิม 82.76% และเวลาที่ใช้ในการซ่อมแม่พิมพ์จากเดิม 68.09% ส่งผลทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร เครื่องบ่มขึ้นรูป 800 ตัน จากเดิมร้อยละ 55.85 เป็นร้อยละ 65.65 คิดเป็นร้อยละที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 9.8 และสามารถลดค่าใช้จ่ายเนื่องจากการหยุดกระบวนการผลิตลงได้ 298,025 บาท/เดือน

5. อภิปรายผลการดำเนินงานวิจัย

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ผลที่ได้จากการทำวิจัยในครั้งนี้เห็นได้ว่าการนำเทคนิค Why-why analysis มาประยุกต์ใช้สามารถช่วยในการวิเคราะห์และหาสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดการหยุดเดินเครื่องจักร และเครื่องมือเดินสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดความสูญเสียไป จากกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่า และกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าแต่มีความจำเป็น ด้วยการใช้ขั้นตอนต่าง ๆ ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยสามารถช่วยลดเวลาสูญเสียจัด

ขั้นตอนที่ไม่จำเป็น และลดเวลาในการรอคอยลง ระหว่างกระบวนการผลิตบ่มขึ้นรูปขึ้นส่วนยานยนต์โรงงานกรณีศึกษาได้ตามระยะเวลาที่กำหนด นอกจากนี้เห็นได้ว่าการประยุกต์ใช้เทคนิคและเครื่องมือเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่สำคัญมากในอุตสาหกรรมที่มีสภาพการแข่งขันที่รุนแรงและเศรษฐกิจปัจจุบัน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ [11] ได้นำเทคนิคอื่น โดยเฉพาะนำหลักการเทคนิคการปรับเปลี่ยนงาน SMED (Single-Minute Exchange of Die) SMED มาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะงานภายในและงานภายนอกมาปรับปรุงกระบวนการปรับตั้งเครื่องจักร ทำการลดขั้นตอนในกระบวนการเพื่อลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรในกระบวนการเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ให้เหลือน้อยที่สุด ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน นอกจากนี้ในงานวิจัยของ [12] ทำการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ Why-why analysis เทคนิคการปรับปรุงงาน และเทคนิคอื่น เพื่อลดความสูญเสียและเพิ่มอัตราคุณภาพในกระบวนการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดบริษัทกรณีศึกษา ก่อนปรับปรุงพบความสูญเสียไปหลายกิจกรรม เช่น ใช้เวลานานในกระบวนการทำความสะอาดเครื่องจักร การติดตั้งอุปกรณ์ และการเคลื่อนที่ และพบค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต่ำ สาเหตุหลักเกิดจากยังไม่มีระบบอัตโนมัติและเครื่องมือช่วยที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน ผลการปรับปรุงพบว่าค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรทั้งกระบวนการเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 56.94 เป็น 90.69 และสามารถช่วยลดต้นทุนลงได้ 181,284 บาท

นอกจากนี้พบว่าการนำเทคนิค Why-Why analysis และเดินมาใช้ภายในองค์กร ช่วยให้องค์กรสามารถสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน และช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง สร้างวัฒนธรรมของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องให้กับพนักงานทุกคน

5.2 ข้อเสนอแนะ

นอกจากการวัดผลประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรการนำเทคนิคการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน และเครื่องมืออื่น ๆ ของเดิน สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของ

พนักงานเป็นสิ่งจำเป็น เช่นหลักการศึกษางาน (Work Study) และ การยศาสตร์ (Ergonomics) เพื่อช่วยวิเคราะห์ และปรับปรุงกระบวนการทำงานของพนักงาน ออกแบบ การทำงานของพนักงานได้อย่างถูกต้อง ลดการเคลื่อนไหว ของพนักงานที่ไม่เหมาะสม และอาจช่วยลดอุบัติเหตุและ ปัญหาสุขภาพในระยะยาวที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษา โรงงานผลิต ชิ้นส่วนยานยนต์ ในการสนับสนุน และอนุเคราะห์ข้อมูล สำหรับการวิจัย นอกจากนี้ควรให้ความสำคัญและให้อิสระ กับพนักงานในการแสดงความคิดเห็นและจัดตั้งทีมงาน เพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง

- [1] C. Anderson and M. Bellgran, "On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity," *Journal of Manufacturing System*, vol. 35, pp. 144–154, 2014, doi: 10.1016/j.jmsy.2014.12.003.
- [2] P. Pornnoppadol, "Strategy in Increasing Overall Efficiency for The Can Making Industry," M.E. Thesis, Dept Industrial Eng., Chulalongkorn Univ., Bangkok, Thailand, 1998.
- [3] K. Kidmai, "A Loss of Fin Welding Process by Using the Analysis of Overall Equipment Effective Technique: A Case Study of Moto Frame Manufacturing," M.E. Thesis, Dept. Industrial Eng., Rajamangala Univ. Technology Thanyaburi, Pathum Thani, Thailand, 2013.
- [4] T. Ratanawilai and V. Srisuk, "Improvement of Overall Equipment Effectiveness on the Process of Wood Plank Packaging," *Naresuan University Journal: Science and Technology*, vol. 23, no. 1, pp. 133–141, 2015.
- [5] K. Chumpolwong and S. Siripattarasophon, "Application of Lean Manufacturing to Reduce the Production Cost of Collagen Powder," *Journal of Education Innovation and Research*, vol. 2, no. 1, pp. 27–36, 2018.
- [6] K. Dopanya, "Reduced Bottle-Filling Machine Setup Time Waste Using Single-Minute Exchange of Die (SMED): A Case Study of a Fish Sauce Plant," *Journal of Professional Routine to Research*, vol. 11, no. 1, pp. 29–39, 2024.
- [7] A. Vatcharanurak, "An Application of Lean System to Garment Manufacturing: Polo Shirt Production Line," M.E. Thesis, Dept Textile Engineering, Rajamangala Univ. Technology Thanyaburi., Pathum Thani, Thailand, 2009.
- [8] K. Vittaya "Improvement of Support Table to Reduce Loss in Changeover Machine: A Case Study of Tenneco Automotive," B.E. Project, Dept. Engineering, Thai-Nichi Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 2018.
- [9] B. Ulutas, "An Application of SMED Mrthodology," *Journal of Mechanical, Aerospace, Mechatronic and Manufacturing*, vol. 5, no. 7, pp. 1194–1197, 2011.
- [10] J. Rodd, "Pareto's law of income distribution, or the 80/20 rule," *Internation of Journal of Nonprofit and Voluntary Sector Maketing*, vol. 1, no. 1, pp. 77–89, 1996, doi: 10.1002/nvsm.6090010111.
- [11] S. Charoenprasit, C. Onkhet and K. Leecharoensuk, "Reduction of Machine Setup Time in the Packing Size Changing Process," *Jornal of Business and Industrial Development*, vol. 2, no. 2, pp. 32–45, 2022, doi: 10.14416/j.bid.2022.07.003.
- [12] J. Intano, "Waste Reduction in Condition Improvement Process Using Lean Techniques," M.E. Thesis, Dept. of Logistic Engineering and Supply Chain Management, Chiang Mai Univ., Chiang Mai, Thailand, 2022