บทความวิจัย

การลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวม

จตุรงค์ สันพลี และ ปณัทพร เรืองเชิงชุม*
วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 09 0073 9539 อีเมล: rpanut@kku.ac.th
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.09.001
รับเมื่อ 8 เมษายน 2564 แก้ไขเมื่อ 7 มิถุนายน 2564 ตอบรับเมื่อ 15 มิถุนายน 2564 เผยแพร่ออนไลน์ 1 กันยายน 2565
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

การลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้ามีความสำคัญต่อเวลาเดินเครื่องจักร และการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวม ทำให้ลดต้นทุนความสูญเสีย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา โดยใช้การวิจัยแบบผสมผสาน ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณด้วยแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง 140 คน และข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการสังเกตแบบมีส่วนร่วม สัมภาษณ์เชิงลึก และสนทนากลุ่ม จากผู้ให้ข้อมูล 27 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่าและไม่เพิ่มคุณค่า แผนผังสายธาร โมเดลสมการโครงสร้างเพื่อหาปัจจัยเชิงสาเหตุ ร่วมกับการวัดประสิทธิผลโดยรวม ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมกลึงชิ้นส่วนเพลาทำให้เกิดความสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักร โดยการวางแผนเป็นปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดขึ้น จึงได้เสนอแนวทางการลดความสูญเสียด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวม ทำให้เวลาในการหยุดเดินเครื่องจักรลดลงจาก 110.58 เป็น 52.24 นาทีต่อวัน ส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 61.21 เป็นร้อยละ 86.24 ขณะที่ต้นทุนความสูญเสียลดลงจาก 5.26 เป็น 1.70 บาทต่อชิ้น ผู้วิจัยจึงเสนอให้ผู้ประกอบการให้ความสำคัญต่อการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานต่อไป

คำสำคัญ: การลดความสูญเสีย การหยุดเดินเครื่องจักร ชิ้นส่วนเพลา ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

การอ้างอิงบทความ: จตุรงค์ สันพลี และ ปณัทพร เรืองเชิงชุม, "การลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวม," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 33, ฉบับที่ 2, หน้า 671–683, เม.ย.–มิ.ย. 2566.

วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 33 ฉบับที่ 2 เม.ย.–มิ.ย. 2566
The Journal of KMUTNB., Vol. 33, No. 2, Apr.–Jun. 2023

Research Article

Reducing Unplanned Downtime Losses in the Shaft Assembly Process with Overall Effectiveness Measurement

Jaturong Sanpee and Panutporn Ruangchoengchum*
College of Graduate Study in Management, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 09 0073 9539, E–mail: rpanut@kku.ac.th
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.09.001
Received 8 April 2021; Revised 7 June 2021; Accepted 15 June 2021; Published online: 1 September 2022
© 2023 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

Reducing the losses resulting from unplanned equipment downtime is critical to uptime and increasing overall productivity as it can lower the loss cost. The objective of this research was to propose a solution to reduce the losses arising from unplanned downtime in the shaft assembly. This mixed-methods research design was performed. Quantitative data collection was carried out with a sample of 140 respondents who took a survey, while the qualitative data were collected using participatory observations, in-depth interviews, and a focus group of 27 key informants. The data were analyzed by value-added and non-value-added activities, value stream mapping, structural equation model of causal factors, along with Overall Equipment Effectiveness (OEE) measurement. The research found that shaft machining activities caused downtime losses where planning was the causal factor. Therefore, a method for reducing losses was proposed through the OEE measurement. The machine downtime was found to decrease from 110.58 to 52.24 minutes per day, resulting in an increase in the machinery OEE from 61.21 to 86.24 percent. Likewise, the amount of loss cost decreased from 5.26 to 1.70 baht per piece. It is recommended that the entrepreneurs place emphasis on minimizing the losses arising from unplanned downtime, which would further improve manufacturing process efficiency and its operations.

Keywords: Wastes Reducing, Unplanned Downtime, Shaft, Overall Equipment Effectiveness

Please cite this article as: J. Sanpee and P. Ruangchoengchum, "Reducing unplanned downtime losses in the shaft assembly process with overall effectiveness measurement," *The Journal of KMUTNB*, vol. 33, no. 2, pp. 671–683, Apr.–Jun. 2023 (in Thai).

1. บทนำ

ธุรกิจโรงกลึงเป็นธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วนเพลา จึงมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ เนื่องจากชิ้นส่วนเพลาเป็นชิ้นส่วนที่เป็นตัวกลางในการส่งถ่ายกำลังต่อจากชุดเกียร์ไปยังล้อหลัง ซึ่งการผลิตรถยนต์จำเป็นต้องใช้ชิ้นส่วนเพลา [1] ดังนั้น ธุรกิจโรงกลึงจึงเติบโตตามอุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ เห็นได้จากผลการวิจัยของกรุงศรี [2] พบว่า พ.ศ. 2563 อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ได้เติบโตสูงถึง 6.5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ จึงคาดว่าจาก พ.ศ. 2564 ถึง พ.ศ. 2565 การผลิตยานยนต์ในประเทศจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยถึงร้อยละ 3–4 ต่อปี ส่งผลให้ความต้องการชิ้นส่วนเพลาเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 60–80 ของปริมาณชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมด [3] จึงส่งผลให้ธุรกิจโรงกลึงที่ผลิตชิ้นส่วนเพลาเติบโตอย่างต่อเนื่องตามไปด้วย ในการผลิตชิ้นส่วนเพลาจำเป็นต้องใช้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพในการผลิตเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันเวลา

ห้างหุ้นส่วนจำกัด วุฒิพงษ์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ เซอร์วิส จังหวัดขอนแก่น เป็นหนึ่งในธุรกิจโรงกลึงที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วนเพลา อย่างไรก็ตาม กลับพบว่าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาเกิดการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า จึงเกิดความสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรมากถึง 110.58 นาทีต่อวัน ทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานมากถึง 5.67 นาทีต่อชิ้นงาน ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 3.5 นาทีต่อชิ้นงาน จึงส่งผลให้ปริมาณการผลิตชิ้นส่วนเพลาไม่ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดและเกิดต้นทุนความสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรสูงถึง 5.26 บาทต่อชิ้น [4]

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ส่วนใหญ่ได้ศึกษาการหยุดเดินเครื่องจักร ตั้งแต่ประเด็นการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพื่อลดความสูญเปล่า [5], [6] การบำรุงรักษาหรือวางแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน [7] การลดการหยุดการทำงานของเครื่องจักร [8], [9] รวมถึงการจัดตารางการทำงานของเครื่องจักรแบบขนาน [10], [11] แต่ส่วนน้อยยังไม่ได้ศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวกับการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า โดยเฉพาะในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา ร่วมกับการประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model; SEM) และการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness; OEE) ทั้งที่แนวคิดการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า สามารถนำมาวิเคราะห์หามาตรการแก้ไขสาเหตุขัดข้องร่วมกับ SEM เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ และวัด OEE เพื่อนำมาเสนอแนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าได้ ซึ่งจะทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาด้วย SEM ร่วมกับการวัด OEE โดยศึกษาจากธุรกิจโรงกลึงวุฒิพงษ์ เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์เซอร์วิส ในจังหวัดขอนแก่นเป็นกรณีศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา ตั้งแต่ 1) เพื่อศึกษาความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา 2) เพื่อศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา และ 3) เพื่อเสนอแนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาด้วย OEE ผลจากการวิจัยนี้ คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการของธุรกิจโรงกลึงรวมถึงธุรกิจอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed-methods) ด้วยการวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงปริมาณ [12] โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ในส่วนการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) เริ่มจากการเก็บและรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มเป้าหมายโดยสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) ใน

กิจกรรมของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา ตั้งแต่รับคำสั่งซื้อจากลูกค้าจนถึงจัดส่งสินค้าให้ลูกค้า และวัดระยะทางด้วยตลับเมตรพร้อมจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) ของแต่ละกิจกรรมจำนวน 15 ครั้ง ซึ่งคำนวณจำนวนครั้งจากตารางเมย์เท็ก (Maytag) [13] พร้อมบันทึกเวลา และหาเวลาเฉลี่ยของแต่ละกิจกรรม นอกจากนี้ ยังเก็บและรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) จากผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key Informants) จำนวน 27 คน โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลหลักจากที่มีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานกลึงเพลาอย่างน้อย 1 ปี โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) ด้วยคำถามปลายเปิดตั้งแต่ประเด็นกิจกรรมและความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา โดยระหว่างการสัมภาษณ์ได้ใช้เทปบันทึกเสียงทำการเก็บข้อมูลรวมถึงใช้การสนทนากลุ่ม (Focus Group) ถามผู้ที่มีส่วนร่วมในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา จำนวน 27 คน เกี่ยวกับสาเหตุเชิงลึกของความสูญเสีย และแนวทางการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา เพื่อให้ได้ข้อมูลในภาพกว้างที่สามารถนำผลข้อมูลเชิงคุณภาพทั้งหมดไปออกแบบและทดสอบการวิจัยเชิงปริมาณต่อไป

ข้อมูลทุติยภูมิ เก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ รวมถึงบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาและการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า รวมถึงรายงานการผลิตสลักเพลา รวมถึงบันทึกเวลาที่เครื่องจักรหยุดระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน พ.ศ. 2563 ของธุรกิจที่เป็นกรณีศึกษา

ในส่วนการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) มีหน่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล (Unit of Analysis) เป็นระดับองค์กร ได้แก่ ธุรกิจโรงกลึงในจังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 140 คน ซึ่งขนาดตัวอย่างในการวิเคราะห์สมการโครงสร้างอย่างน้อย 10 เท่าของข้อคำถาม [14] โดยใช้แบบสอบถามซึ่งมีคำถามที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยเชิงสาเหตุซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตได้ จำนวน 14 ข้อ โดยกำหนดระดับความสำคัญ 5 ระดับ ตั้งแต่ ระดับต่ำมาก (1) ต่ำมาก (2) ต่ำ (3) ปานกลาง (4) สูง (5) สูงมาก แบบสอบถามชุดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาก (Cronbach's Alpha Coefficient; α) เท่ากับ 0.86 ซึ่งผ่านเกณฑ์คุณภาพดีนำไปใช้ได้ [15]

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพได้วิเคราะห์ และตีความข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) การวัดระยะทางโดยใช้ตลับเมตรร่วมกับการจับเวลา รวมถึงวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต (Flow Process Chart) โดยได้กำหนดสัญลักษณ์ [16] ตั้งแต่ ○ หมายถึง การปฏิบัติงาน □ หมายถึง การตรวจสอบ ⇨ หมายถึง การเคลื่อนย้าย ⊃ หมายถึง รอหรือพักชั่วคราว และ ▽ หมายถึง การหยุดหรือจัดเก็บถาวร

หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คุณค่าตั้งแต่กิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value Added; VA) โดยพิจารณาจากกิจกรรมที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุดิบ กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่าแต่จำเป็นต้องมี (Necessary but Non Value Added; NNVA) โดยพิจารณาจากกิจกรรมที่จำเป็นต้องมีในกระบวนการแต่ไม่เปลี่ยนรูปร่างวัตถุดิบ และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non Value Added; NVA) โดยพิจารณาจากิจกรรมที่สามารถกำจัดทิ้งได้ [17] รวมถึงวิเคราะห์ความสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าจากการวิเคราะห์เวลาที่สูญเสียรวมจากผลรวมของเวลาที่เครื่องจักรหยุดในเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน พ.ศ 2563 ตลอดจนวิเคราะห์ด้วยแผนผังสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping; VSM) ซึ่งแสดงภาพรวมในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาทั้งหมด รวมถึงเวลาการผลิต (Cycle Time; C/T) เวลาการปรับตั้งเครื่องจักร (Change Over Time; C/O) ตลอดจนเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Up Time) และความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (Loss) ลงใน VSM [18]

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis; CFA) โดยพิจารณาค่ามาตรฐานน้ำหนักองค์ประกอบ (Standardized Regression Weights) แล้วจัดตัวแปรเข้าองค์ประกอบตามค่าที่มากที่สุดพร้อมตั้งชื่อองค์ประกอบ [19]

โดยวิเคราะห์ด้วย SEM เพื่อหาปัจจัยเชิงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า โดยใช้โปรแกรม AMOS Version 26 (ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น) พร้อมกำหนดสถิติที่เป็นดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลตั้งแต่ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ (p-value) ของไคสแควร์ มากกว่า 0.05 ($p > 0.05$) ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ (Relative Chi-square: χ^2/df) น้อยกว่า 2.00 ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index; CFI) มากกว่า 0.95 ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดี (Goodness of Fit Index; GFI) มากกว่า 0.95 ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index; AGFI) มากกว่า 0.90 ตลอดจนดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (Root Mean Square Error of Approximation; RMSEA) น้อยกว่า 0.05 และดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (Root Mean Square Residual; RMR) น้อยกว่า 0.05 [20], [21]

หลังจากนั้น จึงวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลร่วมกับข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อเสนอแนวทางการลดความสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า โดยคำนวณประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากสมการที่ (1) ถึง (4) [22] ดังนี้

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

เมื่อ

$$A = OT \times 100/ST \quad (2)$$

$$P = PP \times ICT/OT \quad (3)$$

$$Q = GP \times 100/TP \quad (4)$$

กำหนดให้

OEE แทน ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness)

A แทน อัตราการเดินเครื่อง (Availability)

P แทน อัตราสมรรถนะเครื่อง (Performance)

Q แทน อัตราคุณภาพ (Quality)

OT แทน เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง (Operating Time)

ST แทน เวลาการผลิตที่ได้วางแผนไว้ (Scheduled Time)

PP แทน จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ (Parts Produced)

ICT แทน เวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต (Ideal Cycle Time)

GP แทน จำนวนชิ้นงานที่ดี (Good Pieces)

TP แทน จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ทั้งหมด (Total Pieces)

จากนั้นจึงวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และสถิติทดสอบที (T) กรณีที่ตัวอย่างสัมพันธ์กัน (Paired Sample t-test) เพื่อทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุง ตั้งแต่การวัด OEE รวมถึงเวลาในการหยุดเดินเครื่องจักรและต้นทุนความสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS Version 26 (ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น) โดยกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจก่อนและหลังปรับปรุงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p < 0.05$)

2.3 การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของการวิจัยเชิงคุณภาพ ด้วยการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าด้านวิธีรวบรวมข้อมูล (Methods Triangulation) โดยพิจารณาและเปรียบเทียบข้อมูลจากการใช้วิธีเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วม การสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่ม เพื่อรวบรวมข้อมูลให้เป็นเรื่องเดียวกัน

3. ผลการทดลอง

3.1 ความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา

3.1.1 กิจกรรมและเวลาที่ใช้ในการไหลของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา

ผลจากการวิจัยพบว่า กระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาประกอบด้วย 7 กิจกรรมหลัก ตั้งแต่กิจกรรมรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าจนถึงจัดส่งให้ลูกค้า โดยกิจกรรมตัดและกลึงมี กิจกรรมย่อยรวม 11 กิจกรรม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กิจกรรมและเวลาที่ใช้ในการไหลของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา

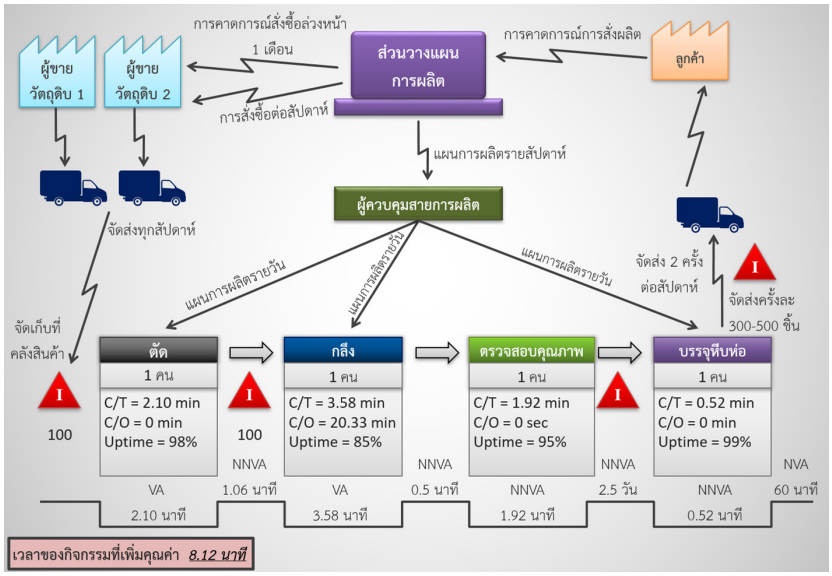
กิจกรรมหลัก	กิจกรรมย่อย	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	แผนภูมิการไหล					การวิเคราะห์กิจกรรม
				○	⇨	□	⊃	▽	
1. รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า		-	-	●	⇨	□	⊃	▽	NNVA
2. ตรวจคลังสินค้า		-	5.08	○	⇨	■	⊃	▽	NNVA
3. ตัด	ขนชิ้นงานมาที่เครื่องตัด	1	1.07	○	➡	□	⊃	▽	NNVA
	เปิดเครื่องตัด	-	3.15	●	⇨	□	⊃	▽	NNVA
	ตัดชิ้นงาน	-	2.10	●	⇨	□	⊃	▽	VA
	วางใส่กล่อง	0.50	0.17	○	➡	□	⊃	▽	NNVA
4. กลึง	ขนชิ้นงานมาที่เครื่องกลึง	2	1.06	○	➡	□	⊃	▽	NNVA
	เขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ	-	25.12	○	⇨	□	⊃	▽	NNVA
	ปรับตั้งค่าเครื่องกลึงพร้อมทำงาน	-	15.21	○	⇨	■	⊃	▽	NNVA
	กลึง	-	3.58	○	⇨	■	⊃	▽	VA
	เป่าทำความสะอาดชิ้นงาน	-	1.15	●	⇨	□	⊃	▽	NNVA
	ตรวจวัดชิ้นงาน	-	0.47	○	⇨	■	⊃	▽	NNVA
	วางใส่กล่อง	1	0.15	○	➡	□	⊃	▽	NNVA
5. ตรวจสอบคุณภาพ		-	1.92	○	⇨	■	⊃	▽	NNVA
6. บรรจุหีบห่อ		-	0.52	○	⇨	□	⊃	▼	NNVA
7. รอจัดส่งให้ลูกค้า		-	59.07	○	⇨	□	▰	▽	NVA
รวม		**4.5**	**119.8**	**5**	**4**	**5**	**1**	**2**	

จากตารางข้างต้น เมื่อวิเคราะห์กิจกรรมพบว่า มีกิจกรรม VA 2 กิจกรรม กิจกรรม NNVA 13 กิจกรรม ส่วนกิจกรรม NVA มีเพียง 1 กิจกรรม อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากิจกรรมรอจัดส่งให้ลูกค้าจะเป็นกิจกรรม NVA ที่ใช้เวลามากที่สุดถึง 59.07 นาที แต่กิจกรรมนี้ไม่ได้กระทบกับความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักร เมื่อเทียบกับกิจกรรม NNVA โดยเฉพาะกิจกรรมเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบที่ใช้เวลาถึง 25.12 นาที เช่นเดียวกับกิจกรรมปรับตั้งค่าเครื่องกลึงพร้อมทำงานที่ใช้เวลา 15.21 นาที กิจกรรมเหล่านี้จึงจำเป็นต้องนำมาวิเคราะห์หาเวลาที่สูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรต่อไป

3.1.2 เวลาที่สูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น เมื่อนำมาวิเคราะห์เวลาที่สูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรพบว่า ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2563 พบเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียในกิจกรรมเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบมากที่สุดถึง 73.83 ชั่วโมง จากการดำเนินงานทั้งหมด 787.50 ชั่วโมง หรือคิดเป็นเวลาสูญเสียเฉลี่ยร้อยละ 9.38 ของเวลาในการดำเนินงานทั้งหมด ขณะที่กิจกรรมปรับตั้งค่าเครื่องกลึงพร้อมทำงานพบเวลาเฉลี่ยที่สูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรถึง 21.75 ชั่วโมง หรือคิดเป็นเวลาสูญเสียเฉลี่ยร้อยละ 2.76 ของเวลาในการดำเนินงานทั้งหมด

จากข้อมูลทั้งหมดข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำวิเคราะห์ด้วยแผนผังสายธารคุณค่า เพื่อให้เห็นภาพรวมความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา โดยวิเคราะห์การไหลของทรัพยากรหรือข้อมูลสารสนเทศในกิจกรรมทั้งหมด รวมถึงเวลาที่สูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักร ดังรูปที่ 1 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าต่อไป



รูปที่ 1 ภาพรวมความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา

จากกิจกรรมที่ทำให้เกิดความสูญเสียข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำมาวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า พบว่า มีองค์ประกอบเชิงยืนยันปัจจัยเชิงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วย ความชำนาญในการกลึงของผู้ปฏิบัติงาน การเขียนโปรแกรมและปรับตั้งค่าเครื่องกลึง แผงควบคุมเครื่องดับ แผงควบคุมเครื่องไหม้ และไฟดับหรือไฟตก โดยตั้งชื่อองค์ประกอบปัจจัยเชิงสาเหตุนี้ว่า การวางแผน (Planning)

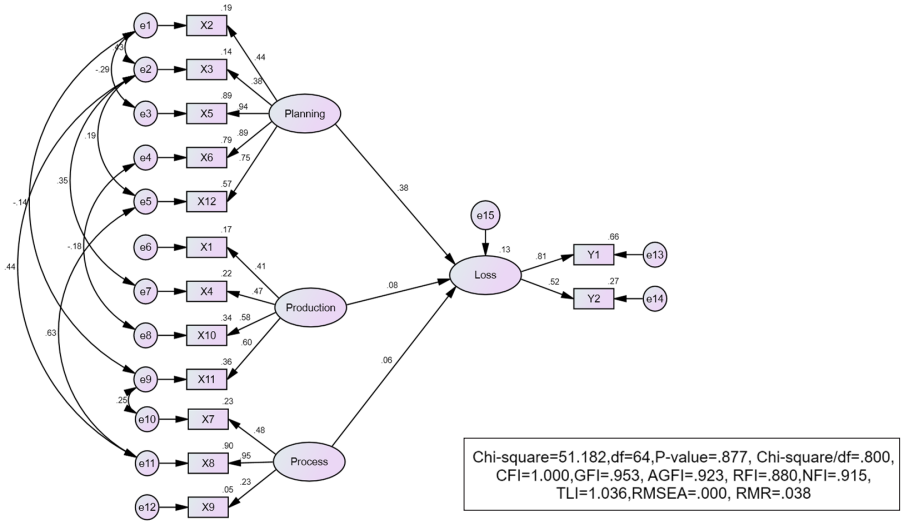
องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วย ความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานทำให้อัตราการป้อนชิ้นงานไม่ต่อเนื่อง การเตรียมความพร้อมเครื่องกลึงในการทำงาน วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพและวัตถุดิบตัดไม่ได้ขนาด โดยตั้งชื่อองค์ประกอบปัจจัยเชิงสาเหตุนี้ว่า การผลิต (Production)

องค์ประกอบที่ 3 ประกอบด้วย การเป่าทำความสะอาดชิ้นงานขณะเดินเครื่อง การวัดชิ้นงานขณะเดินเครื่อง และการเปลี่ยนใบมีดในเครื่องกลึง โดยตั้งชื่อองค์ประกอบปัจจัยเชิงสาเหตุนี้ว่า กระบวนการ (Process)

องค์ประกอบที่ 4 ประกอบด้วย การหยุดเดินเครื่องจักรมีผลทำให้จำนวนผลิตชิ้นส่วนเพลาลดลง และเวลาที่ใช้ในการทำงานเพื่อผลิตชิ้นส่วนเพลาเพิ่มขึ้น โดยตั้งชื่อองค์ประกอบปัจจัยเชิงสาเหตุนี้ว่า ความสูญเสีย (Loss)

เมื่อนำมาวิเคราะห์ SEM ของปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา โดยวิเคราะห์ที่ปรับแก้โมเดลแล้วพบว่า ค่าสถิติไคสแควร์เท่ากับ 51.182 ซึ่งมีระดับนัยสำคัญทางสถิติของไคสแควร์เท่ากับ 0.877 ($p > 0.05$) ค่าไคสแควร์สัมพัทธ์ เท่ากับ 0.800 ขณะที่ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีเชิงเปรียบเทียบเท่ากับ 1.000 ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดี เท่ากับ 0.953 ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีที่ปรับแก้แล้วเท่ากับ 0.923 ดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า เท่ากับ 0.000 และดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ เท่ากับ 0.038 ดังนั้น โมเดลสมการเชิงโครงสร้างจึงมีความเหมาะสมกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังรูปที่ 2

ผลการวิเคราะห์เส้นทาง (Path Analysis) อิทธิพลของปัจจัยเชิงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าพบว่า การวางแผน มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดย



หมายเหตุ: ได้กำหนดความหมายของตัวแปรตั้งแต่

X1 หมายถึงความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานทำให้อัตราการป้อนชิ้นงานไม่ต่อเนื่อง
X2 หมายถึงความชำนาญในการกลึงของผู้ปฏิบัติงาน
X3 หมายถึงเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ
X4 หมายถึงการเตรียมความพร้อมเครื่องกลึงในการทำงาน
X5 หมายถึงแผงควบคุมเครื่องดับ
X6 แผงควบคุมเครื่องไหม้
X7 หมายถึงการเป่าทำความสะอาดชิ้นงานขณะเดินเครื่อง
X8 หมายถึงการวัดชิ้นงานขณะเดินเครื่อง
X9 หมายถึงการเปลี่ยนใบมีดในเครื่องกลึง
X10 หมายถึงวัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ
X11 หมายถึงวัตถุดิบตัดไม่ได้ขนาด
X12 หมายถึงไฟดับ/ไฟตก
Y1 หมายถึงการหยุดเดินเครื่องจักรมีผลทำให้จำนวนผลิตชิ้นส่วนเพลาลดลง
Y2 หมายถึงเวลาที่ใช้ในการทำงานเพื่อผลิตชิ้นส่วนเพลาเพิ่มขึ้น

รูปที่ 2 ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า

ไม่ได้วางแผนล่วงหน้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยได้รับอิทธิพลทางตรงจากการวางแผน 0.38 เป็นอิทธิพลทางตรงไม่มีอิทธิพลทางอ้อมส่วนด้านการผลิตและด้านกระบวนการ ไม่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าอิทธิผลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และผลรวมอิทธิพลระหว่างตัวแปร

ตัวแปรผล	ความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักร (Loss)				
ตัวแปรสาเหตุ	DE	IE	TE	CR	p-value
การวางแผน	0.38	-	0.38	2.739	0.006**
การผลิต	0.08	-	0.08	0.582	0.560
กระบวนการ	0.06	-	0.06	0.638	0.523

หมายเหตุ: DE หมายถึงอิทธิผลทางตรง IE หมายถึง อิทธิพลทางอ้อม TE หมายถึง ผลรวมอิทธิพล CR หมายถึง t-value และ ** หมายถึง $p < 0.01$

3.2 แนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวม

3.2.1 แนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดจากเวลาหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา

ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาข้างต้น พบว่า ด้านการวางแผนมีตัวแปรสังเกตได้ ได้แก่ ความชำนาญในการกลึงของผู้ปฏิบัติงาน การเขียนโปรแกรม และปรับตั้งค่าเครื่องกลึง แผงควบคุมเครื่องดับ แผงควบคุมเครื่องไหม้ และไฟดับ/ไฟตก จึงนำมาวิเคราะห์โดยการสนทนากลุ่ม พบว่าสามารถเสนอแนวทางการลดความสูญเสีย ดังนี้ 1) จัดอบรมพนักงาน เพื่อเพิ่มความเชี่ยวชาญและชำนาญงานเกี่ยวกับ

การเขียนโปรแกรมและการใช้เครื่องจักรในงานกลึง รวมถึงตรวจวัดคุณภาพชิ้นงาน และเทคนิคการแก้ปัญหา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน 2) เขียนโปรแกรมและปรับตั้งค่าเครื่องกลึงสำเร็จรูปด้วยโปรแกรม Master Cam 2020 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต 3) ปรับช่วงเวลาพักเบรกของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้มีการเดินเครื่องจักรอย่างต่อเนื่อง และ 4) สำรองบอร์ดแผงควบคุม เพื่อไม่ต้องรอการสั่งซื้อแผงควบคุมใหม่ เมื่อแผงควบคุมไหม้หรือดับ

3.2.2 ผลการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในการผลิต

ผลจากการเสนอแนวทางข้างต้น เมื่อนำมาวัด OEE ตั้งแต่อัตราการเดินเครื่อง (A) อัตราสมรรถนะเครื่อง (P) และอัตราคุณภาพ (Q) ทั้งก่อนปรับปรุง (เดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2563) และหลังปรับปรุง (เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563) พบว่า สามารถลดเวลาในการหยุดเดินเครื่องจักรจาก 110.58 นาที เป็น 52.24 นาทีต่อวัน หรือลดลงถึงร้อยละ 48.74 ส่งผลให้ค่า OEE เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 61.21 เป็นร้อยละ 86.24 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบ OEE และเวลาที่สูญเสีย

การเปรียบเทียบ	เดือน	A	P	Q	OEE	เวลาที่สูญเสีย (นาทีต่อวัน)
ก่อน	ก.ค.	82.57	72.55	99.54	59.63	112.29
	ส.ค.	83.27	73.04	99.53	60.53	105.40
	ก.ย.	81.90	77.75	99.67	63.46	114.04
	เฉลี่ย	**82.58**	**74.45**	**99.58**	**61.21**	**110.58**
หลัง	ต.ค.	87.60	99.41	99.52	86.66	59.52
	พ.ย.	88.17	99.34	99.77	87.38	56.78
	ธ.ค.	88.64	95.94	99.57	84.67	58.41
	เฉลี่ย	**88.14**	**98.23**	**99.62**	**86.24**	**58.24**
ร้อยละของอัตราการเปลี่ยนแปลง		**6.73**	**31.95**	**0.04**	**40.89**	**–48.74**

จากตารางที่ 3 ข้างต้น พบข้อสังเกตว่าค่า OEE ในเดือนกรกฎาคม 2563 มีค่าต่ำที่สุดถึงร้อยละ 59.63 ขณะที่อัตราสมรรถนะเครื่องต่ำกว่าทุกเดือน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาข้อมูลหลังปรับปรุงในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พบว่าค่า OEE เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุงถึงร้อยละ 40.89 ขณะที่เวลาที่สูญเสียลดลงตาม

ดังนั้น เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงด้วยสถิติทดสอบทีกรณีที่ตัวอย่างสัมพันธ์กัน ผลดังตารางที่ 4 พบว่า ค่า OEE หลังปรับปรุงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการลดความสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า (ก่อนและหลังปรับปรุง)

การเปรียบเทียบ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ความแตกต่าง (หลัง-ก่อน)	t-test	*p*-value
A	82.58	88.14	5.69	9.373	0.011*
P	74.45	98.23	23.67	8.490	0.014*
Q	99.58	99.62	0.04	0.390	0.734
OEE	61.21	86.24	25.03	13.100	0.006**
ระยะเวลาหยุดเดินของเครื่องจักร (นาทีต่อวัน)	110.58	58.24	–52.34	–25.720	0.002**
ต้นทุนความสูญเสีย (บาทต่อชิ้น)	5.26	1.70	–3.56	–10.264	0.009**

หมายเหตุ: *$p < 0.05$ และ **$p < 0.01$

จากตารางที่ 4 พบว่า เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 61.21 เป็นร้อยละ 86.24 นอกจากนี้ อัตราการเดินเครื่องยังเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 82.58 เป็นร้อยละ 88.14 ขณะที่อัตราสมรรถนะเครื่องเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 74.45 เป็นร้อยละ 98.23 โดยอัตราการเดินเครื่อง และอัตราสมรรถนะเครื่องก่อนและหลัง

ปรับปรุงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตาม อัตราคุณภาพเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ระยะเวลาหยุดเดินของเครื่องจักรลดลงจาก 110.58 นาที เป็น 58.24 นาทีต่อวัน ส่งผลให้ต้นทุนความสูญเสียลดลงจาก 5.26 เป็น 1.70 บาทต่อชิ้นงาน ซึ่งระยะเวลาที่หยุดเดินของเครื่องจักรและต้นทุนความสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

4. อภิปรายผลและสรุป

จากผลการวิจัยพบว่า ความสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าเกิดจากกิจกรรมเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ และกิจกรรมปรับตั้งค่าเครื่องกลึงพร้อมทำงาน ทำให้ระยะเวลาหยุดเดินของเครื่องจักรสูงถึง 110.58 นาทีต่อวัน ส่งผลให้เกิดต้นทุนความสูญเสียสูงถึง 5.26 บาทต่อชิ้นงาน โดยเมื่อวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุพบว่าการวางแผนเป็นปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา จึงได้เสนอแนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลาด้วย OEE พบว่า ค่า OEE เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 61.21 เป็นร้อยละ 86.24 ในขณะระยะเวลาหยุดเดินของเครื่องจักรและต้นทุนความสูญเสียลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยระยะเวลาหยุดเดินของเครื่องจักรลดลงจาก 110.58 เป็น 58.24 นาทีต่อวัน ส่งผลให้ต้นทุนความสูญเสียลดลงจาก 5.26 เป็น 1.70 บาทต่อชิ้นงาน

จากผลการวิจัยพบว่า การใช้ SEM ร่วมกับการวัดค่า OEE สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา สอดคล้องกับ Hassani และ Hashemzadeh [23] ได้อ้างว่า SEM สามารถนำมาวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรได้ เช่นเดียวกับ Nwanya และคณะ [24] ที่ได้อ้างว่าการวัดค่า OEE สามารถนำมาปรับปรุงความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าได้

นอกจากนี้ ผลจากการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าพบว่า ด้านการวางแผน โดยเฉพาะเขียนโปรแกรม และปรับตั้งค่าเครื่องกลึงเป็นกิจกรรมที่ต้องดำเนินการใหม่ทุกครั้ง หลังจากที่เครื่องจักรหยุดทำให้ต้องเสียเวลาถึง 25.12 นาที เช่นเดียวกับกิจกรรมเตรียมเครื่องให้พร้อมทำงานที่ต้องเสียเวลาถึง 15.21 นาที จึงส่งผลให้การเดินเครื่องจักรไม่ต่อเนื่อง สอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์ณัฐฐ์ และปณัทพร [5] กับ Wolniak [9] ที่ได้อ้างว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียจากการหยุดเดินเครื่องจักร เนื่องจากการปรับตั้งค่าเครื่องจักร

ผลจากการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้เสนอแนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลา ตั้งแต่จัดอบรมพนักงานเพื่อเพิ่มความเชี่ยวชาญและความชำนาญงาน สอดคล้องกับประเสริฐ และประจวบ [25] รวมถึงชัยพจน์ และคณะ [26] ที่ได้อ้างว่าการเพิ่มทักษะหรือความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานโดยเฉพาะสายการผลิต ทำให้สามารถเพิ่มค่า OEE ส่งผลให้สามารถลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรได้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้เสนอแนวทางให้ปรับปรุงการเขียนโปรแกรมและปรับตั้งค่าเครื่องสำเร็จรูป สอดคล้องกับ Stamatis [22] และธนะรัตน์ [27] ที่ได้อ้างว่า การลดเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร ทำให้เพิ่มอัตราการเดินเครื่องจึงส่งผลให้ค่า OEE เพิ่มขึ้น และทำให้สามารถลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรได้ เช่นเดียวกับการเสนอแนวทางให้ปรับช่วงเวลาพักของผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้การเดินเครื่องอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ Ales และคณะ [28] ที่ยืนยันว่า เวลาพักของผู้ปฏิบัติงานส่งผลให้ค่า OEE ลดลง จึงต้องมีปรับเวลาในการพักของผู้ปฏิบัติงานเพื่อไม่ให้เกิดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักร เช่นเดียวกับ Fauzi และ Doloksaribu [29] และ Hadgaonkar และคณะ [30] ได้อ้างว่าการเดินเครื่องจักรอย่างต่อเนื่อง โดยลดเวลา

หยุดเดินเครื่องจักร จะส่งผลให้ค่า OEE เพิ่มขึ้นมาก รวมถึงผู้วิจัยได้เสนอแนวทางให้สำรองบอร์ดแผงควบคุม เพื่อให้เดินเครื่องจักรได้อย่างต่อเนื่อง สอดคล้อง Prasertrungruang และ Hadikusumo [31] ที่ได้ยืนยันว่าการสำรองเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาในการหยุดเดินเครื่องจักรได้

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ จากผลการวิจัย ผู้วิจัยจึงเสนอให้ผู้ประกอบการธุรกิจโรงกลึงให้ความสำคัญกับการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิต โดยกำหนดนโยบายในการเดินเครื่องจักรให้ชัดเจน รวมถึงเปิดโอกาสให้ผู้ปฏิบัติงานได้มีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายหรือแผนงานเพื่อลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักร ตลอดจนร่วมกันแก้ปัญหาการหยุดเดินเครื่องจักร ขณะที่ผู้ปฏิบัติงานควรพัฒนาศักยภาพในการใช้เครื่องจักร รวมถึงปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตได้ต่อไป อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาถึงความสูญเสียที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรในส่วนอื่นๆ เพื่อสามารถลดปัญหาเครื่องจักรขัดข้องให้เป็นศูนย์ (Method to Zero Machine Failure) รวมทั้งศึกษาการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากความล่าช้า โดยเฉพาะการรอจัดส่งสินค้า

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานจากวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี พ.ศ. 2564

เอกสารอ้างอิง

[1] V. Ravi, *Theory of Machines*. New Delhi: PHI Learning, 2011, p. 40.

[2] W. Yongpisanphob. (2020, September). *Business/Industry Outlook 2020-16: Auto Parts Industry* [Online]. Available: https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Hi-tech-Industries/Auto-Parts/IO/Industry-Outlook-Auto-Parts

[3] Thansettakij. (2021, January). *Insight into "Thai AutomotiveIndustry" 2021–2023 Opportunities for 4%*. [Online]. Available: https://www.thansettakij.com/content/motor/463939

[4] Vutthipong Engineering and Service Part, Ltd., "Daily report," Vutthipong Engineering and Service Part, Ltd., Khon Kaen, Thailand, 2020 (in Thai).

[5] P. Suttikulsombat and P. Ruangchoengchum, "The loss reduction from downtime by improving overall equipment effectiveness and speed controlling in the offset printing process," *Journal of Accountancy and Management, Mahasarakham Business School, Mahasarakham University*, vol. 12, no. 3, pp. 143–156, 2020 (in Thai).

[6] S. Preangprom, S. Tumrongsuk, and W. Anuntajalerchork, "Increasing production efficiency by maintenance planning: A case study of a conveyor belt machine the receiving-distribution room," *The Journal of KMUTNB*, vol. 30, no. 4, pp. 201–215, 2020.

[7] 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 (in Thai).

[8] F. K. De-La-Cruz-Arcela, J. S. Martinez-Castillo, E. Altamirano-Flores, and J. C. Alvarez-Merino, "Application of lean manufacturing tools to

reduce downtime in a small metalworking facility," presented at the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Macao, China, Dec. 15–18, 2019.

[9] R. Wolniak, "Downtime in the automotive industry production process-cause analysis," *Quality Innovation Prosperity*, vol. 23, no. 2, pp. 101–118, 2019.

[10] Y. Yin, Y. Wang, T. C. E. Cheng, and J. Li, "Parallel-machine scheduling of deteriorating jobs with potential machine disruptions," *Omega*, vol. 69, pp. 17–28, 2017.

[11] Y. Yin, T. C. E. Cheng, and D. J. Wang, "Rescheduling on identical parallel machines with machine disruptions to minimize total completion time," *European Journal of Operational Research*, vol. 252, no. 3, pp. 737–749, 2016.

[12] A. Tashakkor, R. B. Johnson, and C. Teddlie, *Foundations of Mixed Methods Research*, 2nd ed. New York: Sage, 2020, p. 101.

[13] R. Kanjanapanyakom, *Industrial Work Study*. Bangkok: Top Publishing, 2019 (in Thai).

[14] R. B. Kline, *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*, 4th ed. New York: The Guilford Press, 2015, p. 16.

[15] U. Sekaran and U. Bougie, *Research Methods for Business: A skill-building approach*, 7th ed. Handdington: John Wiley and Sons, 2016, pp. 113.

[16] R. B. Khanna, *Production and Operations Management*. Delhi: PHI Learning Private, 2015, p. 122.

[17] S. Bell, *Run Grow Transform: Integrating Business and Lean* IT. New York: CRC Press, 2017, pp. 24–25.

[18] P. L. King and J. S. King, *Value Stream Mapping for the Process Industries: Creating a Roadmap for Lean Industries*. Florida: CRC Press, 2017, pp. 96–98.

[19] N. Blunch, *Introduction to Structural Equation Modeling Using IBM SPSS Statistics and Amos*. London: Sage, 2012, p. 294.

[20] M. R. R. Adam, *A Practical Guide of the Integrated SEM (Structural Equation Modeling) with Lisrel & Amos for Marketing & Social Sciences*. Yogyakarta: Deepublish Publisher, 2018, p. 102.

[21] K. Singh, M. Junnarkar, and J. Kaur, *Measures of Positive Psychology: Development and Validation*. New Delhi: Springer, 2016 pp. 28–29.

[22] D. H. Stamatis, *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. New York: CPR Press, 2017, pp. 39–41.

[23] L. Hassani and G. Hashemzadeh, "The impact of overall equipment effectiveness on production losses in Moghan cable & Wire manufacturing," *International Journal for Quality Research*, vol. 9, no. 4, pp. 565–576, 2015.

[24] S. C. Nwanya, J. I. Udofia, O.O. Ajayi, and T. Peng, "Optimization of machine downtime in the plastic manufacturing," *Cogent Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2017.

[25] P. Boonrod and P. Klomjit, "Efficiency improvement for powder coating process in brake lining factory," *Journal of Engineering, RMUTT*, vol. 18, no. 1, pp. 1–12, 2020 (in Thai).

[26] C. Maksuk, S. Thepchit, and S. Srikijsuwan, "Business development model for metal part manufacturing for the aerospace industry,"

Journal of KMUTNB, vol. 30, no. 1, pp. 170–181, 2020 (in Thai).

[27] T. Rattanakool, "Total productive maintenance for improving overall equipment effectiveness in steel manufacturing," *Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal*, vol. 10, no. 1, pp. 50-62, 2017 (in Thai).

[28] Z. Ales, J. Pavlu, V. Eagat, F. Mosna, and V. Jurca, "Methodology of overall equipment effectiveness calculation in the context of industry 4.0 environment," *Maintenance and Reliability*, vol. 21, no. 3, pp. 411–418, 2019.

[29] A. Fauzi and G. Doloksaribu, "Efforts in improving overall equipment effectiveness (OEE) of weaving machine in tire cord division at tire manufacturing company in Indonesia," *International Journal of Science and Research*, vol. 5, no. 7, 2016, Art. no. 7303735.

[30] A. Hadgaonkar, S. Sapkal, and A. Arora, "Downtime reduction of end of line pump testing machine," *Proceedings of International Conference in Mechanical and Energy Technology*, 2020, pp. 145–156.

[31] T. Prasertrungruang and B. H. Hadikusumo, "Study of factors influencing the efficient management and downtime consequences of highway construction equipment in thailand," *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 135, no. 1, pp. 2–11, 2009.