



ISSN: 2774-0390 (Online)

วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
Journal of Management Science, Sakon Nakhon Rajabhat University
Homepage: <https://so08.tci-thaijo.org/index.php/JMSSNRU>
e-mail: jmssnru@gmail.com



การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ด้วยแนวทางการบำรุงรักษาทีละผล (TPM)

Improving the performance efficiency of an electronic mounting machine through Total Productive Maintenance (TPM)

ศิริรัตน์ รอดทอง^{1*}, ฉัตรชัย เหล่าเขตการณ์²

Kheereerut Rodtong^{1*}, Chatchai Laoketkarn²

^{1,2} คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยธนบุรี

^{1,2} Faculty of Business Administration, Thonburi University

*Corresponding author's e-mail: kheereerut@gmail.com ^{1*}

Received: March 01, 2026

Revised: March 03, 2026

Accepted: April 08, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการบำรุงรักษาทีละผล (TPM) โดยมุ่งเน้นเสาหลักในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เสาหลักการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง เสาหลักการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง และเสาหลักการบำรุงรักษาตามแผน และ 2) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) เพิ่มค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) และลดค่าระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) เครื่องจักร เป็นการวิจัยแบบผสมผสานในรูปแบบกรณีศึกษาเชิงปฏิบัติการในบริษัทผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง ผ่านการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วมและการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 15 คน ประกอบด้วย หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง วิศวกรซ่อมบำรุง วิศวกรผู้ดูแลเครื่องจักร และพนักงานประจำเครื่อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างแบบบันทึกการทำงานของเครื่องจักร แผนภูมิพาเรโต และแผนผังก้างปลา เพื่อวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าของปัญหาโดยเปรียบเทียบดัชนีชี้วัดก่อนและหลังการปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการปรับปรุงเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีเวลาหยุดทำงานรวม 143 ชั่วโมง ผู้วิจัยจึงได้นำ 3 เสาหลัก TPM มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาหลังทำการปรับปรุง ส่งผลให้ค่า OEE เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 82 เป็นร้อยละ 89 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.40) ค่า MTBF เพิ่มขึ้นจาก 53 ชั่วโมง เป็น 67 ชั่วโมง (เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.78) และค่า MTTR ลดลงจาก 151 นาที เป็น 140 นาที (ลดลงร้อยละ 7.49) ซึ่งแสดงถึงการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

และสะท้อนให้เห็นว่าการนำเสาหลัก TPM มาใช้ช่วยลดความสูญเสียและเสริมสร้างความสามารถในการผลิตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, การบำรุงรักษาทีพิล (TPM), ค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE), ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF), ค่าระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR)

Abstract

This research aimed to: 1) investigate Total Productive Maintenance (TPM) guidelines to enhance the performance efficiency of an electric mounting machines, focusing on three core pillars: autonomous maintenance, focused improvement, and planned maintenance, and 2) improve the performance efficiency of the electronic mounting machine by increasing Overall Equipment Effectiveness (OEE), maximizing Mean Time Between Failures (MTBF), and minimizing Mean Time To Repair (MTTR). The research methodology employed a mixed – methods approach in the form of an action-based case study conducted at electronics manufacturing company, integrating participant observation and in-depth interviews with 15 key informants, including maintenance department heads, maintenance engineers, machine engineers, and machine operators. The research instruments included semi-structured interview guides, machine performance records, Pareto charts, and fishbone diagrams used for root cause analysis, comparing key performance metrics before and after the improvement. The results revealed that prior to the improvement, the electronic mounting machines experienced a total downtime of 143 hours. After applying the three TPM pillars to resolve the identified issues, the OEE increased from 82% to 89% (an 8.40% increase), the MTBF extended from 53 to 67 hours (a 26.78% increase), and the MTTR decreased from 151 to 140 minutes (a 7.49% decrease). These findings demonstrate a substantial enhancement in machine performance efficiency, indicating that implementing TPM pillars effectively minimizes product losses and strengthens manufacturing capability within the electronics industry.

Keywords: electronic mounting machine, Total Productive Maintenance (TPM), Overall Equipment Effectiveness (OEE), Mean Time Between Failures (MTBF), Mean Time to Repair (MTTR)

ความสำคัญของปัญหาการวิจัย

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยเริ่มเติบโตอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 ผ่านนโยบายส่งเสริมการลงทุนของคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (The Board of Investment of Thailand: BOI) โดยมีการดึงดูดนักลงทุนต่างชาติให้เข้ามาตั้งฐานการผลิตชิ้นส่วนสำคัญ อาทิ แผงวงจรไฟฟ้าและฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ปัจจัยสนับสนุนหลักมาจากเหตุการณ์ Plaza Accord ปี พ.ศ. 2530 และการจัดตั้งเขตการค้าเสรีอาเซียน (ASEAN free trade area: AFTA) ซึ่งส่งผลให้ไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตที่สำคัญในภูมิภาคอาเซียน (ศุภวัฒน์ โชคสวัสดิ์ไพศาล, 2568) ปัจจุบันอุตสาหกรรมนี้เป็นยุทธศาสตร์หลักภายใต้นโยบายไทยแลนด์ 4.0 โดยประเทศไทยครองอันดับ 13 ของโลก ในฐานะผู้ผลิตและส่งออก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการร่วมทุนและรับจ้างผลิตที่มีความแม่นยำสูง อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมนี้เผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและพฤติกรรมผู้บริโภคที่รวดเร็วอย่างต่อเนื่อง (ไมตรี บุญพันธ์ และคณะ,

2565)

ภายใต้สภาวะการแข่งขันที่รุนแรง บริษัทกรณีศึกษาซึ่งเป็นผู้ให้บริการรับจ้างผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Manufacturing Services: EMS) จึงให้ความสำคัญกับการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ผ่านการประยุกต์ใช้แนวคิดการบำรุงรักษาทีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) มาเป็นนโยบายหลักในกระบวนการประกอบอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Surface Mount Technology: SMT) ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตหัวใจสำคัญ โดยมีเครื่องจักรหลักอันประกอบด้วยเครื่องพิมพ์ตะกั่วเหลว เครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และเตาอบ ซึ่งประสิทธิภาพของเครื่องจักรเหล่านี้คือปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อศักยภาพการผลิตและความสำเร็จขององค์กร

ปัญหาสำคัญที่พบคือการหยุดทำงานของเครื่องจักรนอกแผนงาน (breakdown) ส่งผลให้เกิดความสูญเสียทั้งด้านเวลาหยุดทำงาน ต้นทุนการซ่อมบำรุง และคุณภาพผลิตภัณฑ์จนเกิดภาวะคอขวดในสายการผลิต จากข้อมูลบันทึกเวลาหยุดการผลิต (line downtime record) ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2567 ถึงเมษายน 2568 พบว่าสายการผลิตที่ 1 มีระยะเวลาการหยุดทำงานเฉลี่ยสูงถึง 128 ชั่วโมงต่อเดือน โดยมีค่าสูงสุดที่ 148 ชั่วโมงในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2567 ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการดำเนินกิจกรรม TPM ในปัจจุบันยังขาดประสิทธิภาพในการจัดการปัญหาการหยุดทำงานของเครื่องจักร ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถในการส่งมอบสินค้าตามเป้าหมาย

เมื่อพิจารณาในสายการผลิตที่ 1 พบว่าเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (mounting machine) เป็นสาเหตุหลักของการหยุดชะงัก โดยมีระยะเวลาหยุดทำงานสะสมรวม 6 เดือนสูงถึง 234 ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 30.4 ของเวลาหยุดทำงานทั้งหมด และส่งผลให้เกิดผลิตภัณฑ์บกพร่อง (defect) จำนวน 127,490 ชิ้น เนื่องจากเครื่องวางอุปกรณ์เป็นเครื่องจักรลำดับต้นในกระบวนการ SMT การหยุดทำงานของเครื่องจักรนี้จึงส่งผลกระทบต่อเนื่องไปยังสถานีงานถัดไปทันที ทำให้สายการผลิตทั้งหมดไม่สามารถดำเนินการได้ ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการควบคุมต้นทุนและเสถียรภาพในการผลิต

งานวิจัยนี้จึงมุ่งปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านแนวทาง TPM ที่เน้นการลดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของบุคลากร (Ribeiro, et al., 2019) การศึกษาใช้แผนภูมิพาเรโตและแผนผังก้างปลาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) เพิ่มระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (Mean Time Between Failures: MTBF) และลดระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Mean Time To Repair: MTTR) ทั้งนี้ผลการศึกษาที่ได้จะเป็นแนวทางสำคัญในการลดความสูญเสียและเสริมสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันให้แก่อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในระยะยาว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการบำรุงรักษาทีผล (TPM) โดยมุ่งเน้นสาเหตุหลักในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สาเหตุหลักการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง สาเหตุการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง และสาเหตุการบำรุงรักษาตามแผน
2. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) เพิ่มค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) และลดค่าระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) เครื่องจักร

การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ด้วยแนวทางการบำรุงรักษาทีละขั้น (TPM) ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดกรอบแนวคิด ดังนี้

กระบวนการผลิตแบบ SMT

Parvizomran et al. (2020) กล่าวว่า เทคโนโลยีการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ บนผิวหน้าของแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือ SMT เป็นวิธีการขั้นสูงในกระบวนการผลิตทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งใช้ครีมบัดกรี หรือตะกั่วเหลว (solder paste) ในการเชื่อมต่อทางไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบติดผิว (Surface Mount Components: SMCs) กับแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย กระบวนการหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ กระบวนการพิมพ์ด้วยบล็อกสแตนซิล (Stencil Printing Process: SPP) กระบวนการหยิบและวาง (Pick and Place process: P&P) และการบัดกรีแบบรีโฟลว์ (reflow soldering) นิกร กำทอง (2565) อธิบายว่า กระบวนการผลิตแบบ SMT คือ การประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบ SMD (Surface Mount Device) เข้าด้วยกัน ซึ่งกระบวนการผลิตนี้ ประกอบด้วย 3 เครื่องจักรหลัก ได้แก่ 1) เครื่องพิมพ์ตะกั่วเหลว (stencil machine หรือ solder paste printer) 2) เครื่องหยิบและวางอุปกรณ์ SMD (pick and place หรือ mounting machine) และ 3) เตาอบ (reflow oven machine) จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า กระบวนการผลิตแบบ SMT คือ กระบวนการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบ SMD ลงบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เทคโนโลยีการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ลงบนผิวหน้าของแผ่นวงจรโดยตรง ซึ่งแตกต่างจากการผลิตแบบเดิม ที่มีการเจาะรูและบัดกรี (through-hole) โดยเครื่องจักรหลักที่ใช้ในการผลิตแบบ SMT ประกอบด้วย เครื่องพิมพ์ตะกั่วเหลว เครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และเตาอบรีโฟลว์

แนวคิดการบำรุงรักษาทีละขั้น (Total Productive Maintenance: TPM)

Nakajima (1988) กล่าวว่า TPM คือ ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วม เพื่อบรรลุผลลัพธ์ zero accidents, zero defects, และ zero breakdowns ในการผลิต โดยเน้นว่า แนวคิด TPM ไม่ใช่เพียงการบำรุงรักษาเครื่องจักร แต่เป็นแนวคิดการจัดการแบบองค์รวม ที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของทุกคนในองค์กร ทั้งฝ่ายผลิต ฝ่ายซ่อมบำรุง และฝ่ายบริหาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กร หนึ่งฤทัย ชวดเปี้ย (2557) ระบุว่า วัตถุประสงค์หลักของการบำรุงรักษา คือ การที่เครื่องจักรมีความพร้อมในการทำงานตลอดเวลา พร้อมทั้งสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลผลิตที่มีคุณภาพ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากในการจัดการกิจกรรมการบำรุงรักษาให้ดำเนินไปอย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ฉัตรเฉลิม วงศ์รัฐนันท์ (2552) อธิบายว่า ระบบ TPM คือ ระบบการบำรุงรักษาที่ส่งเสริมให้ทุกคนร่วมมือกันหลาย ๆ ฝ่าย โดยมีเป้าหมายร่วมกันคือประสิทธิภาพโดยรวมสูงสุด ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเน้นในส่วนของการผลิต หรือฝ่ายที่ควบคุมดูแลเครื่องจักรโดยตรงเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันสามารถนำระบบ TPM มาใช้กับหน่วยงานอื่น ๆ ภายในองค์กรอย่างแพร่หลาย สุพิชญา ฉัตรพัฒนศิริ (2566) เน้นว่า TPM คือ การทำงานที่ร่วมมือกันเป็นทีมในการบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องจักร อย่างเป็นขั้นเป็นตอน ส่งผลให้มีความพร้อมที่จะใช้งานอยู่เสมอเมื่อเครื่องจักรหยุด และมีความน่าเชื่อถือได้ในขณะที่เครื่องจักรนั้นกำลังทำงาน จุดประสงค์เพื่อให้กระบวนการมีประสิทธิภาพและตรงตามเป้าหมาย นอกจากนี้ยังกล่าวอีกว่า ในการทำกิจกรรม TPM เปรียบเสมือนเป็นบ้านที่จะต้องมีส่วนหลักเพื่อยึดถือเป็นแนวทางในการทำกิจกรรม การบริหาร ซึ่งมีเสาหลักทั้งหมด 8 เสาหลัก ดังนี้

เสาหลักที่ 1 การบำรุงรักษาด้วยตัวเอง (Autonomous Maintenance: AM) มุ่งเน้นในการพัฒนาผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมดูแลเครื่องให้มีความรู้ความสามารถในการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สามารถควบคุมด้วยตนเองได้

เสาหลักที่ 2 การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Focus Improvement: FM) เป็นวิธีการที่ต้องดำเนินการทั้งในระยะสั้นและระยะยาวเพื่อเพิ่มความสามารถของอุปกรณ์ เครื่องจักรให้มีความพร้อมในการใช้งาน มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

เสาหลักที่ 3 การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance: PM) เสาหลักนี้มุ่งเน้นในการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อทำงานได้เต็มประสิทธิภาพและลดการขัดข้องของเครื่องจักรในระหว่างปฏิบัติงาน

เสาหลักที่ 4 การบำรุงรักษาตั้งแต่เริ่มต้น (initial phase management) เป็นการออกแบบการทำงานที่เริ่มต้นระหว่างการวางตำแหน่ง และติดตั้งเครื่องมือใหม่ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เครื่องมือดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือสูง

เสาหลักที่ 5 การบำรุงรักษาคุณภาพ (quality maintenance) เป็นการกำหนดและตรวจเช็คเพื่อให้นโยบายข้อบกพร่องเป็นศูนย์บรรลุเป้าหมาย โดยปัจจัยสำคัญมุ่งเน้นไปที่การกำหนดมาตรฐานการตรวจสอบ

เสาหลักที่ 6 การศึกษาและการฝึกอบรม (training) เพื่อให้พนักงานมีความรู้และความชำนาญในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานที่รับผิดชอบ และสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรในเบื้องต้นได้

เสาหลักที่ 7 TPM ในสำนักงาน (office TPM) เป็นการดำเนินกิจกรรมในหน่วยงานที่มีหน้าที่สนับสนุนการผลิต ทำให้การดำเนินกิจการไม่เป็นสิ่งที่สูญเปล่า และเกิดการพัฒนาลดเวลา

เสาหลักที่ 8 ความปลอดภัย สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม (safety, health and environment) มุ่งเน้นการบำรุงรักษาเพื่อลดความเสียหายจากสิ่งต่าง ๆ ในด้านการเกิดอุบัติเหตุ สุขภาพอนามัย และสิ่งแวดล้อม

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การบำรุงรักษาทวิผล (TPM) คือ แนวทางการบำรุงรักษาที่มุ่งเน้นให้พนักงานทุกระดับในองค์กรมีส่วนร่วมในการดูแล รักษา และปรับปรุงเครื่องจักรอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เครื่องจักรมีความพร้อมใช้งานสูงสุด ลดความสูญเสียจากการหยุดทำงานโดยไม่คาดคิด ลดของเสีย และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โดยมีเป้าหมายร่วมกันในการพัฒนาอุปกรณ์ บุคลากร และองค์กรให้มีประสิทธิผลสูงสุด นอกจากนี้งานวิจัยในระดับนานาชาติได้ยืนยันประสิทธิผลของ TPM ในหลากหลายบริบทการผลิต Pinto et al. (2020) ประยุกต์ใช้ TPM กับเครื่อง CNC ในโรงงานผลิตระบบไฮดรอลิกในยุโรป พบว่าอัตราการชำรุดลดลงร้อยละ 23-38 และค่า OEE เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 5 ในขณะที่ Abedin (2023) แสดงให้เห็นว่า TPM สามารถยกระดับค่า OEE ในอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่มได้อย่างมีนัยสำคัญ ผ่านการใช้เสาหลัก AM ร่วมกับ 5S และ PM สอดคล้องกับ Al Farihi et al. (2023) ที่พัฒนาระบบการบำรุงรักษาแบบลีน (Lean Maintenance: LM) โดยอิงเสาหลัก TPM สำหรับสายการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และสามารถลดความสูญเสียจากการหยุดชะงักของเครื่องจักรได้อย่างเป็นระบบ

แนวคิดการวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักร

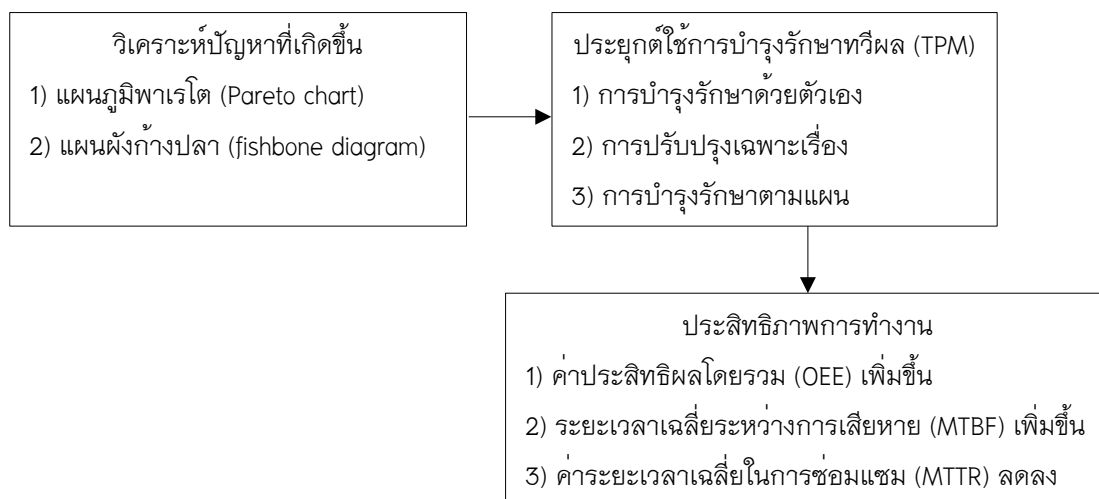
Gupta & Garg (2012) ได้ให้ความหมายว่า เครื่องจักรที่ดี หมายถึง เครื่องจักรที่เมื่อเดินเครื่องแล้วต้องทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เดินเครื่องได้เต็มกำลังความสามารถ และผลิตชิ้นงานที่ได้คุณภาพออกมาและที่สำคัญ ต้องใช้งานได้อย่างปลอดภัย การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรนั้น มีเป้าหมายเพื่อสะท้อนภาพการใช้งานของเครื่องจักร หรือเพิ่มผลผลิต และการกำจัดความสูญเปล่า โดยมีดัชนีชี้วัดซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงความพร้อมของเครื่องจักรในการใช้งานว่ามีสถานะความพร้อมใช้งานเป็นอย่างไร การเดินเครื่องจักรเต็มความสามารถ หรือไม่มีการผลิตชิ้นงานเสียเป็นจำนวนมากน้อยแค่ไหน ศิริวิทย์ ปุสสิโร (2566) อธิบายว่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย เวลาเฉลี่ยในการซ่อม เวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหาย และเวลาเฉลี่ยในการวินิจฉัยเสียหาย เป็นค่าที่มีความสำคัญในการวัดความเสถียรและความพร้อมใช้ในการทำงานของเครื่องจักร ความสามารถในการทำงานของเครื่องจักร มีผลต่อประสิทธิภาพและความสำเร็จในกระบวนการผลิต ช่วยให้องค์กรวางแผนและดำเนินการแผนการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมได้อย่างเหมาะสม และช่วยลดความเสียหายทางด้านต้นทุน

ของกระบวนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตขององค์กรอย่างยั่งยืน กล่าวโดยสรุป การวัดประสิทธิภาพของเครื่องจักรเป็นกระบวนการตรวจสอบและประเมินความสามารถของเครื่องจักรในการทำงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการผลิตอย่างมีคุณภาพ ปลอดภัย และลดความสูญเสีย โดยพิจารณาจากความพร้อมใช้งาน ประสิทธิภาพของการทำงาน และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมถึงการใช้ค่าต่าง ๆ ในการวัดความเสถียรและความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร ซึ่งช่วยให้องค์กรวางแผนบำรุงรักษา ลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้อย่างยั่งยืน

สรุปการทบทวนวรรณกรรม จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาทีพิผล (TPM) ผู้วิจัยเลือกใช้เสาหลักที่มุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยนำหลักการของเสาหลักการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง และการบำรุงรักษาตามแผน เป็นแนวทางในการปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหยุดทำงานของเครื่องจักร และลดการสูญเสียเนื่องจากการขัดข้องของเครื่องจักร และจากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่างานวิจัยทุกชิ้นต่างประยุกต์ใช้เสาหลัก TPM 3 ด้าน ร่วมกันได้แก่ การบำรุงรักษาด้วยตัวเอง การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง และการบำรุงรักษาตามแผน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าเสาหลักทั้งสามนี้เป็นแกนกลางสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักรทั้งในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ (ธนกฤต แสงสินธุ์, 2562; คิวะ วงษ์ดี, 2566) อุตสาหกรรมการผลิตในยุโรป (Pinto et al., 2020) อุตสาหกรรมสายไฟรถยนต์ (Al Farihi et al., 2023) และอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม (Abedin, 2023) ขณะที่เสาหลักด้านอื่น เช่น การศึกษาและฝึกอบรม และการบำรุงรักษาคุณภาพ พบเฉพาะในบางงานวิจัยและมักทำหน้าที่สนับสนุนมากกว่าเป็นแกนหลัก อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่มุ่งเน้นกลุ่มอุตสาหกรรมเครื่องกล ยานยนต์ และอาหารเครื่องดื่ม โดยยังขาดการศึกษาในบริบทของกระบวนการผลิตอิเล็กทรอนิกส์แบบ SMT ซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่ซับซ้อน และต้องการความแม่นยำสูง งานวิจัยนี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าวโดยนำเสาหลักทั้งสามไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในกระบวนการ SMT

กรอบแนวคิดของการวิจัย

การกำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์แนวคิดจากการทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เสาหลักของแนวคิดการบำรุงรักษาทีพิผล (TPM) เพื่อส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ที่เสาหลัก TPM แต่ละด้านส่งผลต่อดัชนีชี้วัดได้ดังนี้ 1) การบำรุงรักษาด้วยตัวเอง (AM) ช่วยให้พนักงานมีส่วนร่วมและเพิ่มทัศนคติความเป็นเจ้าของเครื่องจักร ทำให้พนักงานตรวจพบความผิดปกติได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น ส่งผลต่อการเพิ่มค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) 2) การบำรุงรักษาตามแผน (PM) สร้างการจัดการเชิงป้องกันตามรอบเวลาที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการสึกหรอของอะไหล่ตามรอบเวลา ส่งผลให้ลดความถี่การเสียและรักษาระดับ MTBF ให้คงที่ 3) การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (FI) เพื่อกำจัดสาเหตุรากเหง้าของปัญหาอย่างเป็นระบบ ช่วยลดความซับซ้อนและเวลาในการซ่อมแซม ส่งผลให้ค่าระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) ลดลง เมื่อทั้งสามเสาหลักทำงานร่วมกัน จะส่งผลลัพธ์เชิงบวกต่อค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ให้เพิ่มขึ้น จากผลรวมของความพร้อมใช้งาน สมรรถนะ และคุณภาพ ที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (mixed methods research) ในรูปแบบกรณีศึกษาเชิงปฏิบัติการ ในบริษัทผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง (action-based industrial case study) โดยผสมผสานการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพเครื่องจักร เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยเสาหลัก TPM โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มเป้าหมายหรือผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (key informants) ในการวิจัยครั้งนี้คือ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตและซ่อมบำรุงในสายการผลิตที่ 1 ของบริษัทกรณีศึกษา จำนวน 15 คน ประกอบด้วย หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง วิศวกรซ่อมบำรุง วิศวกรผู้ดูแลเครื่องจักร และพนักงานประจำเครื่อง ซึ่งคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากผู้ที่มีประสบการณ์และมีส่วนร่วมโดยตรงกับเครื่องจักรอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1) แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) เพื่อสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับปัญหา สาเหตุ และแนวทางการปรับปรุงตามเสาหลัก TPM

2) แบบบันทึกการทำงานของเครื่องจักร (machine downtime record) เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ เวลาหยุดทำงาน (downtime) จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ และจำนวนของเสีย

3) เครื่องมือคุณภาพ (quality tools) ได้แก่ แผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) และแผนผังก้างปลา (fishbone diagram) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา

การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ โดยส่งแบบสัมภาษณ์ให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน ตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การวิจัย

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ และการสัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ การเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ 1) ระยะก่อนการปรับปรุง เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและจัดลำดับความสำคัญของความสูญเสีย และ 2) ระยะหลังการปรับปรุง เพื่อประเมินผลลัพธ์จากการนำเสาหลัก TPM (AM, FI, PM) ไปปฏิบัติจริงในพื้นที่ผลิต

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่รวบรวมได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการดังนี้

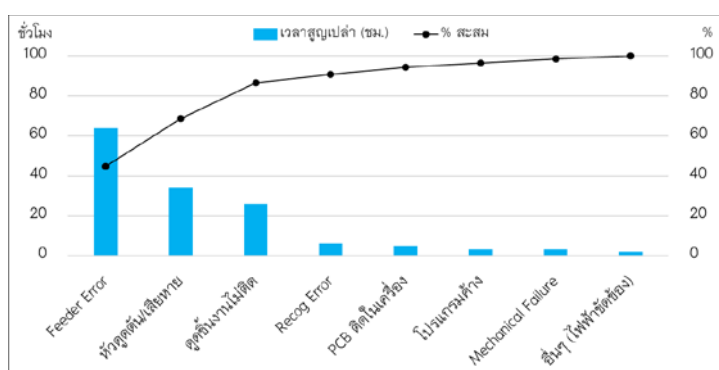
4.1 การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) จากข้อมูลการสัมภาษณ์และการสังเกตการณ์เพื่อสรุปแนวทางการปรับปรุงเครื่องจักร

4.2 สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ใช้เปรียบเทียบค่าดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพก่อนและหลังการปรับปรุง ได้แก่ ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) และระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) ซึ่งสอดคล้องกับแนวปฏิบัติของงานวิจัยในสาขาการบำรุงรักษาที่ผลที่นิยมใช้การเปรียบเทียบเชิงพรรณนาเป็นมาตรฐาน ทั้งงานวิจัยในประเทศ (ธนภุต แสงสินธุ์, 2562; จิรพันธุ์ วงศ์ชัย, 2563; ศิระ วงษ์ดี, 2566) และงานวิจัยต่างประเทศ (Pinto et al., 2020; Abedin, 2023)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ด้วยแนวทางการบำรุงรักษาที่ผล (TPM) กรณีศึกษา บริษัทผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการสำรวจปัญหาโดยการสังเกต เป็นการสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม (participant observation) แบบสังเกตเป็นตารางบันทึกการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และผู้ปฏิบัติงาน ระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – กันยายน พ.ศ. 2568 ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการหยุดของเครื่องจักรมาจำแนกตามสาเหตุ และนำเสนอในรูปแบบของแผนภูมิพารेट (Pareto chart) เพื่อทำความเข้าใจและจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดเวลาสูญเสีย และชี้ให้เห็นถึงปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 2

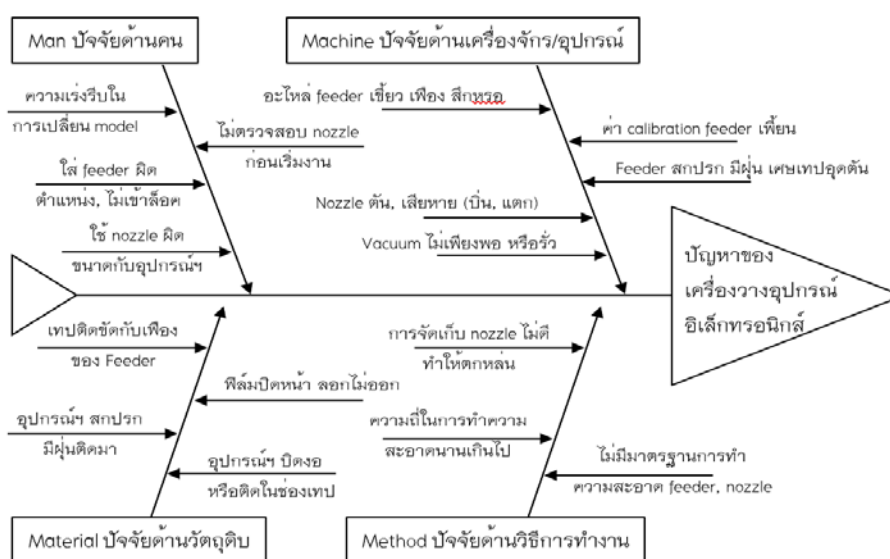


ภาพที่ 2 แผนภูมิพารेट แสดงลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดเวลาสูญเสีย

ผลการสำรวจปัญหาโดยการสังเกต พบว่า ปัญหาส่วนใหญ่เป็นไปตามหลักการพารेट (80/20) โดยสาเหตุหลักเพียง 3 อันดับแรก ได้แก่ 1) feeder error (ชุดป้อนอุปกรณ์ขัดข้อง) ทำให้เกิดเวลาสูญเสีย 64 ชั่วโมง (คิดเป็น 44.8%) 2) หัวดูดตัน/เสียหาย (nozzle clogged/damaged) ทำให้เกิดเวลาสูญเสีย 34 ชั่วโมง (คิดเป็น 23.8%) และ 3)

จุดชิ้นงานไม่ติด (component pick-up error) ทำให้เกิดเวลาสูญเสียไป 26 ชั่วโมง (คิดเป็น 18.2%) เมื่อรวมเวลาสูญเสียไปของปัญหาหลักทั้ง 3 รายการนี้ จะคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สะสมสูงถึง 86.7% ของเวลาสูญเสียไปทั้งหมด ในขณะที่สาเหตุที่เหลือรวมกันคิดเป็นเพียง 13.3% ของเวลาสูญเสียไป

2. ผลการสำรวจโดยการสัมภาษณ์เชิงลึก (in-depth interview) แบบสัมภาษณ์เป็นแบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structured interview) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ผลการสัมภาษณ์ ของแต่ละข้อคำถามจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ ผู้วิจัยได้นำแต่ละปัจจัยมาทำเป็นแผนผังก้างปลา ซึ่งจะช่วยให้แยกแยะสาเหตุต่าง ๆ ที่มาจากคน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการทำงาน ได้อย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนผังก้างปลา ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกและวิเคราะห์ด้วยผังก้างปลา (4M) พบว่า สาเหตุหลักมาจาก 1) ด้านคน (man) พนักงานขาดความชำนาญและความเร่งรีบในการเปลี่ยนรุ่น (model) ทำให้ติดตั้งอุปกรณ์ไม่สมบูรณ์ 2) ด้านเครื่องจักร (machine) อะไหล่ภายใน feeder ลึกหรือตื้น และหัวดูด (nozzle) อุดตันจากฝุ่นหรือคราบพลัคซ์ 3) ด้านวัตถุดิบ (material) เทปอุปกรณ์ติดขัดและชิ้นส่วนปิดตอจากคุณภาพของผู้ส่งมอบ 4) ด้านวิธีการ (method) ขาดมาตรฐานการทำความสะอาดประจำวัน (AM) และรอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) ไม่เหมาะสม

3. ผลการกำหนดแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการบำรุงรักษาทีละขั้น (TPM) เสาหลักการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง และการบำรุงรักษาตามแผน ให้เข้ากับปัจจัยทั้ง 4 ด้าน (4M) จากนั้นได้ดำเนินการแก้ไขปัญหาตามแนวทางที่กำหนด ผลการศึกษาสรุปตามหัวข้อได้ดังนี้

3.1 แนวทางการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance: AM) มุ่งเน้นความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน (operator) ให้มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาเครื่องจักร โดยการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานประจำวัน ได้แก่ การจัดทำใบตรวจสอบรายวัน (daily check sheet) สำหรับชุดป้อนอุปกรณ์และหัวดูดอุปกรณ์ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความพร้อมและความผิดปกติก่อนการเดินเครื่อง และการฝึกอบรมเพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในการทำความสะอาดและการตรวจสอบอุปกรณ์ ซึ่งจะช่วยให้สามารถ

พบข้อบกพร่องเล็กน้อยได้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น

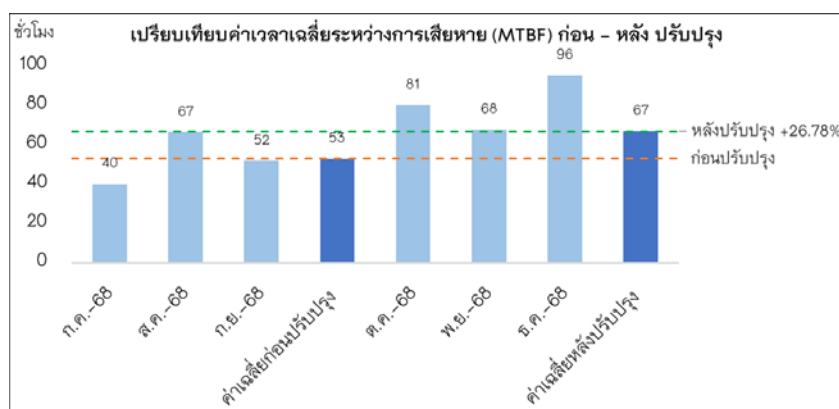
3.2 แนวทางการบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance: PM) มุ่งเน้นการพัฒนาระบบงานซ่อมบำรุง เพื่อลดโอกาสการขัดข้องของเครื่องจักร (breakdown) โดยการจัดทำแผนการบำรุงรักษาและแผนการสอบเทียบ (calibration) ที่มีกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับชุดปั๊มอุปกรณ์และหัวดูดอุปกรณ์ พร้อมทั้งดำเนินการจัดทำคู่มือการบำรุงรักษา เพื่อลดความผิดพลาดในการปฏิบัติงานของช่างซ่อมบำรุง รวมถึงการทบทวนรอบเวลาการบำรุงรักษา ให้มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริง

3.3 การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Focused Improvement: FI) มุ่งเน้นการจัดความสูญเสีย ที่เกิดจากขั้นตอนการทำงาน โดยประยุกต์ใช้หลักการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง ในการออกแบบและจัดทำอุปกรณ์จัดเก็บหัวดูดอุปกรณ์ (nozzle tray) เพื่อป้องกันความเสียหายจากการตกหล่นและเพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติงาน อุปกรณ์สำหรับจัดเก็บหัวดูดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อควบคุมความสะอาดและความเป็นระเบียบ รวมถึงสร้างการจัดการคุณภาพวัตถุดิบ โดยสร้างช่องทางการแจ้งปัญหาคุณภาพวัตถุดิบไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุและลดการหยุดทำงานของเครื่องจักรที่เกิดจากปัจจัยด้านวัตถุดิบ (material)

4. ผลก่อนและหลังปรับปรุง โดยใช้ดัชนีชี้วัดของการบำรุงรักษา และค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเป็นตัวชี้วัดในการวัดประสิทธิภาพการดำเนินการบำรุงรักษาทีผล (TPM) โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

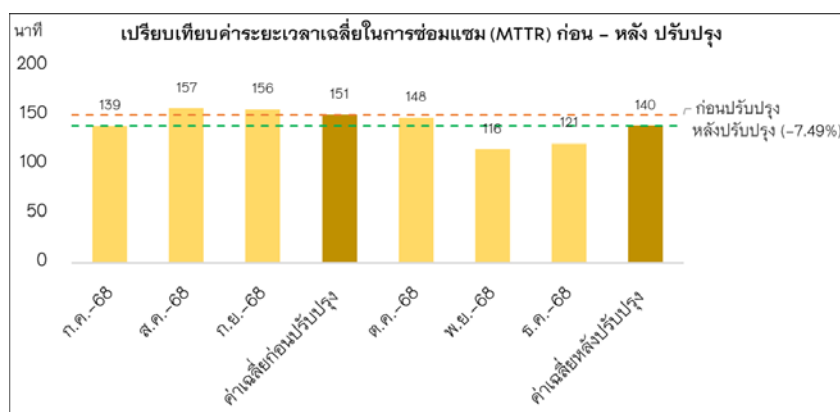
4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีชี้วัดของการบำรุงรักษา

1) ค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) ก่อนปรับปรุง 3 เดือน กรกฎาคม – กันยายน พ.ศ. 2568 มีเวลาทำงานเครื่องจักรรวม 1,377 ชั่วโมง มีจำนวนครั้งที่เสียรวม 27 ครั้ง และค่าเฉลี่ย MTBF ก่อนปรับปรุง เท่ากับ 53 ชั่วโมง หลังปรับปรุง 3 เดือน ตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2568 มีเวลาทำงานเครื่องจักรรวม 1,436 ชั่วโมง มีจำนวนครั้งที่เสียรวม 18 ครั้ง ค่าเฉลี่ย MTBF หลังปรับปรุง เท่ากับ 67 ชั่วโมง เพิ่มขึ้น 26.78% ดังแสดงในภาพที่ 4



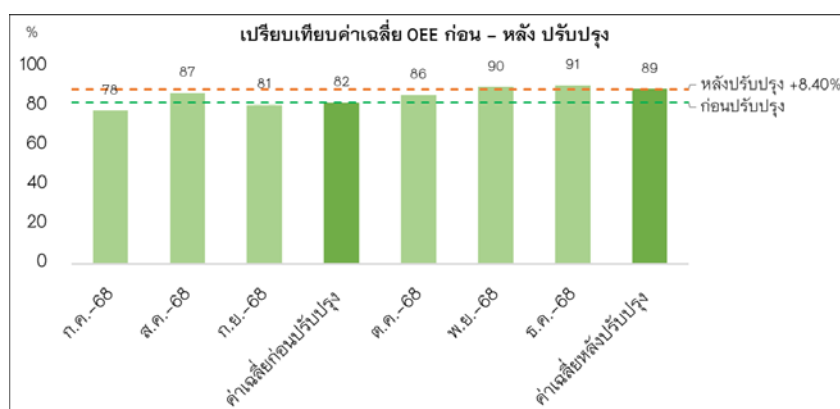
ภาพที่ 4 กราฟเปรียบเทียบค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) ก่อน - หลัง ปรับปรุง

2) ค่าระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) ก่อนปรับปรุง 3 เดือน กรกฎาคม – กันยายน พ.ศ. 2568 มีผลรวมของเวลาที่ใช้ในการซ่อมทั้งหมด 4,040.40 นาที มีจำนวนครั้งที่ซ่อมรวมกัน 27 ครั้ง และค่าเฉลี่ย MTTR ก่อนปรับปรุง เท่ากับ 151 นาที หลังปรับปรุง 3 เดือน ตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2568 มีเวลาสูญเสียของเครื่องจักรรวม 2,305 นาที มีจำนวนครั้งที่ซ่อมรวมกัน 18 ครั้ง ค่าเฉลี่ย MTTR หลังปรับปรุง เท่ากับ 140 นาที ลดลง 7.49% ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กราฟเปรียบเทียบค่าระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) ก่อน - หลัง ปรับปรุง

4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) ก่อนปรับปรุง 3 เดือน กรกฎาคม - กันยายน พ.ศ. 2568 มีค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ย 82% และหลังปรับปรุง 3 เดือน ตุลาคม - ธันวาคม พ.ศ. 2568 มีค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ย 89% เพิ่มขึ้น 8.40% ซึ่งแสดงถึงการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กราฟเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย OEE ก่อน - หลัง ปรับปรุง

การอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ด้วยแนวทางการบำรุงรักษาทีละขั้น (TPM) สามารถนำผลการศึกษามาอภิปรายได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังนี้

1) จากการศึกษานำทางการบำรุงรักษาทีละขั้น (TPM) โดยมุ่งเน้นเสาหลักในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เสาหลักการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง และการบำรุงรักษาตามแผน พบว่า การนำเสาหลัก TPM มาใช้ช่วยลดความสูญเสียและเสริมสร้างความสามารถในการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของธนกฤต แสงสินธุ์ (2562) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ TPM เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในโรงงานรีไซเคิลที่ประสบปัญหาค่า OEE ต่ำที่ร้อยละ 81.25 จากความสูญเสียด้านเวลาและคุณภาพ ผู้วิจัยได้นำเสาหลักการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง การบำรุงรักษาด้วยตัวเอง การบำรุงรักษา

เชิงวางแผน การศึกษาและฝึกอบรม และ การบำรุงรักษาคุณภาพ มาใช้เพื่อขจัดความสูญเสียและแก้ปัญหาเครื่องจักรหยุดบ่อยอย่างเป็นระบบ ผลการปรับปรุงสามารถลดเวลาสูญเสียในทุกมิติ ทั้งการรอวัตถุดิบ การปรับตั้ง การเสียของเครื่องจักร และจำนวนของเสียลงอย่างชัดเจน ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 88.12 ซึ่งบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของคิระ วงษ์ดี (2566) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ TPM ในเครื่องฉีดขึ้นรูปชิ้นส่วนรถกระบะเพื่อลดเวลาหยุดเครื่องจากปัญหาคุณภาพและงานซ่อมแม่พิมพ์ ซึ่งเดิมมีค่า OEE เฉลี่ยร้อยละ 80.22 ผู้วิจัยได้นำเสนอหลักด้านการบำรุงรักษาด้วยตนเอง การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง และการบำรุงรักษาตามแผน ร่วมกับกิจกรรม 5ส มาใช้แก้ไขปัญหา ผลการดำเนินงานพบว่าอัตราความพร้อมเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 92.97 และค่า OEE เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 89.50 ช่วยลดอัตราการผลิตต่อชิ้นลงอย่างมีนัยสำคัญและบรรลุเป้าหมายของโรงงาน

2) จากการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยการเพิ่มค่าประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) เพิ่มค่าระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (MTBF) และลดค่าระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) เครื่องจักร พบว่า ค่า MTBF เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 26.78 ซึ่งสะท้อนถึงความสำเร็จของเสาหลักการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง (AM) ในการเปลี่ยนบทบาทพนักงานจากการเป็นเพียงผู้คุมเครื่องให้กลายเป็นเจ้าของเครื่องจักร การที่พนักงานสามารถตรวจพบสิ่งผิดปกติเบื้องต้นและทำความสะอาดเครื่องจักรอย่างเป็นระบบ ช่วยลดอัตราการเสียลูกเงินได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ค่า MTTR จะลดลงร้อยละ 7.49 แต่สามารถอธิบายได้ว่าผลลัพธ์นี้เกิดจากเสาหลักการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (FI) ที่ช่วยให้วิศวกรและพนักงานซ่อมบำรุงสามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงจุดมากขึ้น ลดเวลาการลองผิดลองถูกในระหว่างการซ่อมแซม ส่งผลให้กระบวนการผลิต SMT มีความคล่องตัวสูงขึ้น และการที่ค่า OEE เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.40 เป็นผลโดยตรงจากการนำเสาหลักการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (AM) และการบำรุงรักษาตามแผน (PM) เข้าไปลดความสูญเสียหลัก (six big losses) ในด้านเวลาหยุดเครื่องและการปรับตั้ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจิรพันธุ์ วงศ์ชัย (2563) ได้ศึกษาการเพิ่มค่า MTBF ในกระบวนการบรรจุเครื่องดื่มผ่านการประยุกต์ใช้ 3 เสาหลักของ TPM การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง และการบำรุงรักษาตามแผน เพื่อแก้ปัญหาเครื่องจักรหยุดลูกเงินจากการขาดการดูแลรักษาสถานะพื้นฐาน ผู้วิจัยได้ปรับปรุงระบบการหล่อลื่น การขันแน่น และการทำความสะอาด ร่วมกับการใช้ใบสอนงานเฉพาะจุด (OPL) และใบตรวจสอบเครื่องจักร ผลการดำเนินงานพบว่าค่า MTBF เพิ่มขึ้นร้อยละ 32.60 และค่า MTTR ลดลงร้อยละ 24.83 ส่งผลให้อัตราการใช้งานเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 98.02 ซึ่งยืนยันถึงประสิทธิภาพของการบูรณาการเสาหลัก TPM ในการสร้างเสถียรภาพให้กระบวนการผลิต

ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยในระดับนานาชาติ โดย Pinto et al. (2020) และ Abedin (2023) ต่างพบว่าการบูรณาการเสาหลักการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (AM) และการบำรุงรักษาตามแผน (PM) อย่างเป็นระบบส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในหลากหลายบริบทอุตสาหกรรม ซึ่งยืนยันความเป็นสากลของแนวทางการบำรุงรักษาทีละขั้น (TPM) ผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้ด้วยกลไกเชิงทฤษฎีที่ระบุไว้ในกรอบแนวคิดของการวิจัย กล่าวคือ การที่ค่า MTBF เพิ่มขึ้นร้อยละ 26.78 เป็นผลโดยตรงจากกลไกของเสาหลัก AM ที่เปลี่ยนพฤติกรรมของพนักงานจากการรอให้เครื่องเสียก่อนจึงแจ้งซ่อม มาเป็นการตรวจพบและแก้ไขความผิดปกติเล็กน้อยได้ด้วยตนเอง ซึ่งตัดวงจรการเสียลูกเงินออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่การลดลงของ MTTR ร้อยละ 7.49 สะท้อนผลของเสาหลัก FI ที่ทำให้วิศวกรสามารถระบุสาเหตุและแก้ไขได้ตรงจุดโดยไม่ต้องลองผิดลองถูก และเมื่อทั้งสองเสาหลักทำงานร่วมกับ PM ที่ลดความถี่การเสียโดยรวม ค่า OEE จึงเพิ่มขึ้นจากผลรวมของความพร้อมใช้งาน สมรรถนะ และคุณภาพที่ดีขึ้นพร้อมกัน อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ TPM ในกรณีนี้ไม่ได้เกิดจากเครื่องมือหรือแผนการบำรุงรักษาเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากปัจจัยองค์การที่สนับสนุน

ได้แก่ การที่พนักงานได้รับการฝึกอบรมและมีส่วนร่วมในการตรวจสอบรายวัน ทำให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของเครื่องจักร และการที่ฝ่ายซ่อมบำรุงและฝ่ายผลิตทำงานร่วมกันในการวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา ทำให้การแก้ไขปัญหาเป็นระบบมากกว่าการซ่อมตามอาการ สอดคล้องกับแนวคิดของ Nakajima (1988) ที่ระบุว่า TPM เป็นการจัดการแบบองค์รวมที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของทุกฝ่าย มิใช่เพียงกิจกรรมของฝ่ายซ่อมบำรุงเท่านั้น ทั้งนี้ผลการศึกษามีข้อจำกัดสำคัญที่ควรพิจารณา ประการแรก การศึกษาครั้งนี้เป็นกรณีศึกษาจากโรงงานผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์เพียงแห่งเดียว ทำให้ผลการวิจัยอาจไม่สามารถสรุปอ้างอิง (generalize) ไปยังโรงงานที่มีบริบทแตกต่างกันได้โดยตรง ประการที่สอง ระยะเวลาการเก็บข้อมูลก่อนและหลังปรับปรุงเพียง 3 เดือนต่อช่วงอาจไม่เพียงพอที่จะสะท้อนความยั่งยืนของผลการปรับปรุงในระยะยาว ประการที่สาม ยังมีตัวแปรภายนอกที่อาจส่งผลกระทบต่อ OEE เช่น ความแปรปรวนของคุณภาพวัตถุดิบและการเปลี่ยนรุ่นการผลิต ซึ่งไม่ได้รับการควบคุมในการศึกษาครั้งนี้ งานวิจัยในอนาคตควรขยายขอบเขตไปยังหลายโรงงานและเก็บข้อมูลในระยะ 6-12 เดือน เพื่อยืนยันความยั่งยืนและความสามารถในการถ่ายโอนผลการวิจัย

องค์ความรู้ใหม่

จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ความล้มเหลวของเครื่องจักรไม่ใช่เรื่องของความเสื่อมสภาพตามกาลเวลาเพียงอย่างเดียว แต่เป็นเรื่องของการบริหารจัดการความร่วมมือ การบูรณาการเสาหลัก TPM อย่างเป็นระบบ ช่วยเปลี่ยนวัฒนธรรมการทำงานจากการทำงานแบบแยกส่วน มาเป็นการแก้ปัญหาร่วมกัน ส่งผลให้เครื่องวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีความพร้อมใช้งานสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นรูปแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะการผลิตใกล้เคียงกันได้ทั่วประเทศ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

- 1.1 บริษัทควรนำแนวทางการทำใบตรวจสอบรายวัน (AM) และแผน PM ของ feeder และ nozzle ไปประยุกต์ใช้กับไลน์ผลิตอื่น ๆ (ไลน์ผลิตที่ 2 และ 3) เพื่อลดเวลาหยุดทำงานในภาพรวมของโรงงาน
- 1.2 ควรมีการบังคับใช้ระบบเอกสารแจ้งปัญหาคุณภาพวัตถุดิบ (Product Material Abnormal: PMA) อย่างต่อเนื่อง และมีการประชุมร่วมกับซัพพลายเออร์เพื่อลดปัญหาอุปกรณ์บิดงอหรือเทปติดขัดจากต้นทาง
- 1.3 ควรจัดทำใบสอนงานเฉพาะจุด (OPL) สำหรับพนักงานเข้าใหม่ เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการใช้ nozzle ผิดขนาด หรือการติดตั้ง feeder ที่ไม่เข้าล็อค

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรมีการศึกษาการประยุกต์ใช้เสาหลัก TPM ในด้านการบำรุงรักษาคุณภาพ (quality maintenance) เพื่อลดปริมาณของเสีย (defect) ให้เข้าใกล้ศูนย์มากยิ่งขึ้น
- 2.2 ควรศึกษาเกี่ยวกับการนำระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) มาใช้ในการติดตามสถานะเครื่องจักรแบบเรียลไทม์ เพื่อช่วยในการบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition-Based Maintenance: CBM) สอดคล้องกับแนวทางของอนัญญา มะโนวงศ์ และประจวบ กล่อมจิตร (2567)
- 2.3 ควรมีการติดตามผล OEE และ MTBF ในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น (6-12 เดือน) เพื่อประเมินความยั่งยืนของกิจกรรม TPM ภายในองค์กร

เอกสารอ้างอิง

- จิรพันธุ์ วงค์ชัย. (2563). การเพิ่มระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร กรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องดื่ม. การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ฉัตรเฉลิม วงศ์รัฐนันท์. (2552). การวัดสมรรถนะระบบการจัดการบำรุงรักษาทรัพย์สินโดยทุกคนมีส่วนร่วม กรณีศึกษา: อุตสาหกรรมกระดาษ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ธนกฤต แสงสินธุ์. (2562). การประยุกต์ใช้การจัดการบำรุงรักษาเชิงทรัพย์สินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต กรณีศึกษา โรงงานผู้ผลิตรีดรีนเจอร์. การศึกษารายบุคคลวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- นิกร กำทอง. (2565). การปรับปรุงกระบวนการประกอบแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิดแผ่นบาง ด้วยวิธีซีพิกซ์ ซิกม่า. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ไมตรี บุญพันธ์, สานิต ศิริวิศิษฐ์กุล และเกียรติชัย วีระญาณนท์. (2565). การเพิ่มผลผลิตภาพและนวัตกรรมในการผลิต ของผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย. วารสารวิจัยราชภัฏกรุงเทพ, 9(3), 185–194. <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/rdi-arua/article/view/254973>.
- ศิริวิทย์ ปุสสิโร. (2566). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำของโรงงานผลิตน้ำขนาดใหญ่ สำหรับประเทศไทย. คุุณิพนธ์ปริญญาคุุณิบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ศิระ วงษ์ดี. (2566). การบำรุงรักษาแบบทรัพย์สินของเครื่องจักรสำหรับผลิตชิ้นส่วนบันไดขึ้นท้ายรถกระบะ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศุภวัฒน์ โชคสวัสดิ์ไพศาล. (2568). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2568–2570: อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์. วิจัย กรุงเทพฯ. สืบค้น 10 เมษายน 2568 จาก <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/hi-tech-industries/electronics/io/Electronics-2025-2027>.
- สุพิชญา ฉัตรพัฒนศิริ. (2566). การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มบรรจุขวดแก้ว โดยใช้การบำรุงรักษาด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- หนึ่งฤทัย ขวดเปีย. (2557). การพัฒนาระบบการจัดการซ่อมบำรุงรักษาสำหรับกระบวนการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนัญญา มะโนวงศ์ และประจวบ กล่อมจิตร. (2567). การปรับปรุงการเก็บข้อมูลและควบคุมการผลิตบรรจุภัณฑ์ โดยใช้อินเทอร์เน็ตออฟติงส์ตามแนวทางการบำรุงรักษาแบบทรัพย์สินทุกคนมีส่วนร่วม. วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต, 14(3), 19–34. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/kbej/article/view/256537>.
- Abedin, A. (2023). Improvement of overall equipment efficiency with root cause analysis and TPM strategy: A case study. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 12(3), 205–220. <https://doi.org/10.22105/riej.2023.393216.1388>.

- Al Farihi, A. H., Sumartini, S., & Herdiman, L. (2023). Designing lean maintenance using Total Productive Maintenance method: A case study at wiring harness production. *E3S Web of Conferences*, 465, 02016. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346502016>.
- Gupta, A. K., & Garg, R. K. (2012). OEE improvement by TPM implementation: A case study. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research*, 1(1), 115–124. <https://www.semanticscholar.org/paper/12c4244ee94852ebd6cd5c79789e60e8f700c292>.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total productive maintenance*. Productivity Press.
- Parviziomran, I., Cao, S., Yang, H., Park, S., & Won, D. (2019). Optimization of passive chip components placement with self-alignment effect for advanced surface mounting technology. *Procedia Manufacturing*, 39, 202–209. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.313>.
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Fernandes, N. O., Casais, R., Baptista, A., & Carvalho, C. (2020). Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(3), 192–204. <https://doi.org/10.24867/IJIEEM-2020-3-264>.
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574–1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>.