การบำรุงรักษาเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์

MAINTENANCE INCREASE EFFICIENCY TO MACHINES FOR PRODUCTION LINE OF THE VEHICLE WIRING HARNESS

วรวุฒิ ทองใส[1] ศักดิ์ชาย รักการ[2] และ พจนีย์ ศรีวิเชียร[3]
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

Worawut Thongsai[1] Sakchai Rakkharn[2] and Podchanee Sriwichian[3:]
Master of Engineering Program in Engineering Management, Graduate School, Kasem Bundit University
E-Mail: worrawooth_to@hotmail.co.th[1], sakchai.rak@kbu.ac.th[2], podchanee.sri@kbu.ac.th[3]

วันที่รับบทความ 13 มกราคม 2565
วันแก้ไขบทความ 12 พฤษภาคม 2565
วันตอบรับบทความ 15 มิถุนายน 2565

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาปัญหาของการจัดการลดอัตราการหยุดของเครื่องจักร (Downtimes Rate) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟชิ้นส่วน Engine room มีการสูญเสียโอกาสการผลิตที่ 656 ชิ้น/เดือน คิดเป็นมูลค่าสูญเสียโอกาสในการผลิต 3,273,440 บาท/เดือน ซึ่งเครื่องจักรที่พบค่าเวลาในการหยุดเครื่องจักรขัดข้องนอกแผนมากที่สุด 3 ลำดับ คือ 1) Conveyor 63 ชั่วโมง/ปี 2) Grommet 29.67 ชั่วโมง/ปี และ 3) Sub ASSY 29.08 ชั่วโมง/ปี การศึกษาเริ่มจากการดำเนินการศึกษารวบรวมข้อมูล Downtime เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย (Mean Time Between Failures: MTBF) และค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Mean Time to Repair: MTTR) ในการวิเคราะห์คาดการณ์ชิ้นส่วนเครื่องจักรตามปริมาณการผลิตได้ หลังจากนั้นตรวจติดตามสภาพเครื่องจักรและรวมถึงจัดทำระบบเอกสารมาตรฐานต่าง ๆ ประกอบกับการจัดทำตารางมาตรฐานอายุการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหายของเครื่องทั้ง 3 ตัว ในการทำแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่เหมาะสมที่สุด จากผลการศึกษาในช่วง 4 เดือนที่ผ่านมา พบว่า เครื่องจักรทั้ง 3 ตัวมี Downtime ลดลงเป็น 1) Conveyor 30 ชั่วโมง/ปี 2) Grommet 15 ชั่วโมง/ปี 3) Sub ASSY 22 ชั่วโมง/ปี การปรับปรุงประสิทธิภาพเวลาในการหยุดเครื่องจักรเฉลี่ยดีขึ้น 42% นอกจากนี้ในการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) จากการซ่อมบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ พบว่า สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 12 วัน ทำให้ผลการดำเนินงานตามการวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพสูงสุดกับองค์กรเป็นอย่างมาก

คำสำคัญ: การปรับปรุงประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน การซ่อมบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์

ABSTRACT

This research is a study of the problem of the downtime rate reduction management that affects the efficiency of the engine room wiring harness production line. There is a loss of production opportunity at 656 pieces/month, representing a lost value. Opportunity to produce 3,273,440 baht/month, of which the machines found the most unplanned downtime in 3 sequences are 1) Conveyor 63 hours/year 2) Grommet 29.67 hours/year and 3) Sub ASSY 29.08 hours/academic year. The study began with the study to collect Downtime data to analyze the Mean Time between Failures: MTBF and Mean Time to Repair: MTTR data in the component forecast analysis.

machines according to production volume After that, monitoring the condition of the machines and including the preparation of various standard documentation systems, together with the preparation of the standardized table of service life of the damaged parts of the 3 machines in order to make the most suitable preventive maintenance plan. From the results of the study, it was found that during the past 4 months, it was found that Downtime for all 3 machines was reduced to 1) Conveyor 30 hours/year 2) Grommet 15 hours/year 3) Sub ASSY 22 hours/year. The Improvement in average downtime efficiency improved by 42%. Payback Period from predictive maintenance It was found that the capital can be returned within 12 days, making the results of this study the most effective for the organization.

KEYWORDS: Performance improvement, Payback period analysis, Predictive maintenance

1. บทนำ

การผลิตรถยนต์เพื่อจำหน่ายในประเทศและการผลิตรถยนต์เพื่อส่งออกมีแนวโน้มปรับตัวลดลงประมาณร้อยละ –3.0 ถึง -4.0 ภาพรวมอุตสาหกรรมรถยนต์ 8 เดือนแรกของปี 2562 (ม.ค.-ส.ค.) มีปริมาณการผลิตรถยนต์จำนวน 1,403,153 คัน ปรับตัวลดลงร้อยละ -1.25% จากการลดลงของภาคการส่งออกซึ่งเป็นตลาดหลัก โดยมีปริมาณการส่งออก 723,561 คัน ลดลงร้อยละ -4.12% เนื่องจากการส่งออกสำคัญของไทย อย่างออสเตรเลีย และยุโรป กำลังเผชิญปัญหาความเปราะบางทางเศรษฐกิจ (วันนา ยงพรศาลภพ, 2563) เนื่องจากในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า BEV จะมีความต้องการชิ้นส่วนฯ ลดลงอย่างมาก (ในการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า BEV ใช้ชิ้นส่วนฯ ระบบส่งกำลังประมาณ 20 ชิ้น เทียบกับรถยนต์เครื่องยนต์สันดาปภายในซึ่งใช้ชิ้นส่วนฯ มากกว่า 2,000 ชิ้น) แบตเตอรี่จะกลายเป็นชิ้นส่วนฯ หลักในการผลิตรถยนต์แทนเครื่องยนต์โดยคิดเป็นสัดส่วนต้นทุนถึง 30% ของต้นทุนการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า BEV จากการที่เศรษฐกิจไทยกำลังเข้าสู่ช่วงชะลอตัวอย่างชัดเจน ประกอบกับความเข้มงวดของสถาบันการเงินในการปล่อยสินเชื่อที่มากขึ้นขณะที่ภาคการผลิตรถยนต์เพื่อการส่งออกคาดว่า ภาพรวมจะหดตัวต่อเนื่องเป็นปีที่สามติดต่อกัน หากไม่มีปัจจัยบวกที่จะช่วยผลักดันให้อุตสาหกรรมพลิกกลับมาเติบโตได้อีกครั้งหนึ่ง (วันนา ยงพรศาลภพ, 2563)

บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนสายไฟในรถยนต์แห่งหนึ่ง ได้ดำเนินการปรับปรุงด้านประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์อย่างต่อเนื่องโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลการหยุดสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563 มีจำนวน 10 สถานีงาน จากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure: MTBF) และค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Mean Time To Repair: MTTR) พบว่า เครื่องจักรมีค่า Downtime Rate มากที่สุด 3 ลำดับ คือ 1) Conveyor 2) Grommet และ 3) Sub ASSY การศึกษาในครั้งนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาดำเนินการบำรุงรักษาแบบตามรอบเวลาและการบำรุงรักษาตามสภาพเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สายการผลิตหยุดนอกแผนน้อยที่สุด เพื่อให้สายการผลิตมีผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงตามปริมาณการผลิตที่คุ้มค่าได้อย่างเหมาะสมต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการลดอัตราการหยุดของเครื่องจักรในสายการผลิตชุดสายไฟของรถยนต์

2.2 เพื่อลดการสูญเสียโอกาสในการผลิตงานได้ 15%

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้นำเสนอทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัยการศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิต โดยผู้วิจัยทบทวนแนวคิดทฤษฎี วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

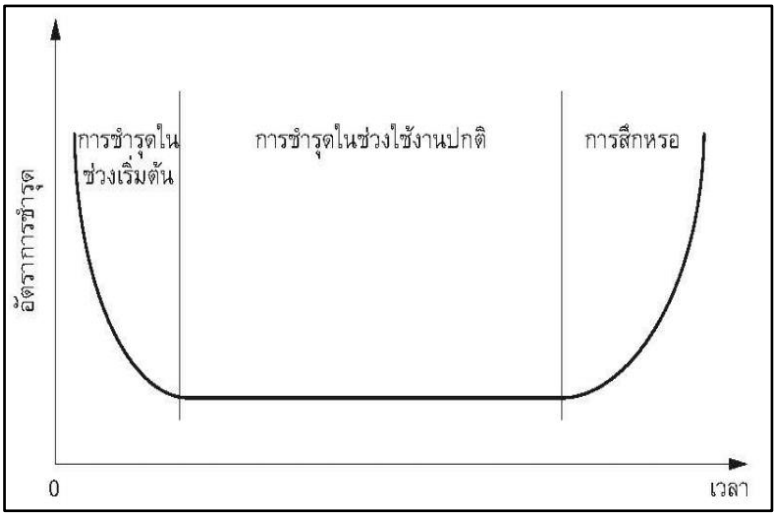
3.1 วิธีการบำรุงรักษา

3.1.1 ระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หมายถึง ระบบบำรุงรักษา ประกอบด้วย กิจกรรมประจำ เช่น การตรวจสอบ การตรวจจับ และการแก้ไขความล้มเหลวต่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ โดยเริ่มต้นก่อนที่ความล้มเหลวจะเกิดขึ้น ถูกจัดประเภทเพิ่มเติมเป็นระยะ (Time การซ่อมบำรุงรักษาตามรอบเวลา การเปลี่ยนชิ้นส่วนหรือ Overhaul ตามที่กำหนดในแผนซ่อมบำรุง) การคาดการณ์ (การเฝ้าระวัง การตรวจสอบ การทดสอบและการตรวจสอบเชิงปริมาณทางวิศวกรรม) และการวางแผน (การบำรุงรักษาตามเงื่อนไข การเปลี่ยนชิ้นส่วน Overhaul การปรับปรุงใหม่ การปรับตั้งค่าเครื่องจักร) วัตถุประสงค์หลัก คือ การปรับปรุงยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์และลดความสูญเสียในการผลิตอันเป็นผลมาจากความล้มเหลวของเครื่องจักรและเพื่อความปลอดภัยของคนงาน (Cogent Engineering, 2021) องค์ประกอบบางประการของการป้องกัน การบำรุงรักษา คือ การดูแลตามปกติ การตรวจสอบตามปกติ การเปลี่ยนเชิงป้องกัน และการตรวจสอบ การวัดค่าต่าง ๆ การใช้ระบบบำรุงรักษาประเภทนี้มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพคือ จะต้องทำการเปลี่ยนระหว่างการตรวจสอบ แต่อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายนี้จะถูกชดเชยด้วยอายุการใช้งานของเครื่องจักรที่ยาวนานขึ้น การบำรุงรักษาแก้ไขแบบนี้คือ การดำเนินการแก้ไขเมื่อเกิดความล้มเหลวหรือข้อบกพร่องที่ค้นพบระหว่างการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อซ่อมแซมอุปกรณ์หรือรายการที่เสียหายนั้นให้อยู่ในสภาพการทำงานเป็นประเภทของการบำรุงรักษาที่ไม่ได้กำหนดไว้

วิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดเวลาหยุดทำงานของระบบเครื่องจักรและค่าบำรุงรักษาที่สอดคล้องกัน คือ กำหนดกลยุทธ์การบำรุงรักษาที่เหมาะสมโดยการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง (CM) และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) เป็นสองกลยุทธ์ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการกำหนดการตัดสินใจบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งกำหนดเป้าหมายไปยังการชี้วัดเครื่องจักรได้ดีที่สุด โดยการบำรุงรักษาประเภทนี้มักจะลดต้นทุนการบำรุงรักษาได้โดยรวม

3.1.2 วงจรชีวิตของเครื่องจักรและการเสื่อมสภาพวงจรชีวิตของเครื่องจักรกล (Machinery Life Cycle) ซึ่งเป็นวิธีการที่จะนำมาอธิบายวงจรชีวิตของเครื่องจักรในช่วงเวลาต่าง ๆ โดยเริ่มตั้งแต่การประกอบขึ้นของเครื่องจักร การเสื่อมสภาพของเครื่องจักรการชำรุด และการหมดสภาพการใช้งานของเครื่องจักรซึ่งเป็นที่ยอมรับในทางวิศวกรรมการบำรุงรักษา คือ กราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve) ซึ่งเป็นกราฟที่จะใช้อธิบายลักษณะเฉพาะทีเกิดขึ้นโดยทั่วไปกับเครื่องจักร

3.1.3 จุดมุ่งหมายของการบำรุงรักษาเพื่อให้เครื่องมือเครื่องใช้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิผล (Effectiveness) คือ สามารถใช้เครื่องมือได้เต็มความสามารถและตรงกับวัตถุประสงค์มากที่สุด ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve) แสดงอาการชำรุดของเครื่องจักร
ที่มา: (ประดิษฐ์ หมู่เมืองทอง. สุชญาณ หรรษสุข, 2556).

3.1.4 ประเภทของการบำรุงรักษาในทางปฏิบัติสามารถแยกประเภทของการบำรุงรักษาได้เป็น 2 ประเภท คือ

3.1.4.1 การบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาตามกำหนด ตามระบบที่วางไว้ สามารถเตรียมการไว้ล่วงหน้า สามารถกำหนดระยะวัน เวลา สถานที่ และจำนวนผู้ปฏิบัติงานที่จะเข้าดำเนินการได้

3.1.4.2 การบำรุงรักษานอกแผน (Unplanned Maintenance) หมายถึง เป็นการบำรุงรักษานอกระบบงานที่วางไว้ เนื่องจากเครื่องเกิดการขัดข้องชำรุดเสียหายอย่างกะทันหันต้องเร่งรีบทำการซ่อมแซมทันทีให้เสร็จเรียบร้อยทันการใช้งาน

3.1.5 การวางแผนบำรุงรักษาที่มีประสิทธิผลสามารถป้องกันการเกิดงานซ้ำซ้อนที่ส่งผลกระทบต่อเวลาการเดินเครื่องจักรและคุณภาพผลิตภัณฑ์ บางองค์กรอาจมอบหมายให้ผู้ควบคุมงานบำรุงรักษาได้มีบทบาทในกระบวนการวางแผนและช่างเทคนิคจะมีส่วนร่วมวางแผนและแก้ปัญหางานเร่งด่วนรวมทั้งดำเนินแผนงานประจำวันมากกว่าการวางแผนงานล่วงหน้า

3.1.6 ชนิดของการซ่อมบำรุง

3.1.6.1 การซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (Breakdown Maintenance) การบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเกิดชำรุดและต้องหยุดโดยฉุกเฉินวิธีการนี้ แม้ว่าจะเป็นวิธีการดั้งเดิมในการบำรุงรักษา แต่ยังจำเป็นต้องนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากเครื่องจักรทั้งหลายแม้ว่าจะได้รับการบำรุงป้องกันรักษาเยี่ยมเพียงใด ก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุเสียโดยฉุกเฉินขึ้นได้ตลอดเวลา เป็นการซ่อมเครื่องจักรหลังจากมีสิ่งขัดข้องเกิดขึ้นกับเครื่องจักรและหยุดโดยฉุกเฉิน

3.1.6.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) จะเป็นการวางแผนโดยกำหนดระยะเวลาในการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่หรือการโอเวอร์ฮอลเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น จะเป็นการวางแผนการป้องกันไว้ล่วงหน้าทำให้ไม่ต้องหยุดการใช้งานสินทรัพย์หรืออุปกรณ์แบบฉุกเฉิน โดยทั่วไประยะเวลาในการทำงานสามารถหาข้อมูลอ้างอิงได้จากคู่มือของผู้ผลิตหรือจากแผนการบำรุงรักษาที่ใช้งานอยู่ เช่น การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องและกรองน้ำมัน การเปลี่ยนกรองอากาศรถยนต์

3.1.6.3 การบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance: TPM) เป็นกรรมวิธีการบำรุงรักษาที่นำอาการบำรุงรักษาที่ 1–2 มาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมการปฏิบัติงานขององค์กรให้เกิดผลสูงสุดโดยการบำรุงรักษาที่ดีจะใช้ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ประกอบเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดการ “ทวีผล” และมีสัมฤทธิภาพสูงสุด

3.1.6.4 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) คือ การดำเนินการเพื่อการดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรหรือส่วนของเครื่องจักรเพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื้อรังของเครื่องจักรให้หมดไปโดยสิ้นเชิงและปรับปรุงสมรรถภาพของเครื่องจักรให้สามารถ "ผลิต" ได้ด้วยคุณภาพ และหรือปริมาณที่สูงขึ้น

3.1.6.5 การบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) คือ การบำรุงรักษาแบบทวีผลโดยเป็นศาสตร์ในการรักษาและบรูณาการเครื่องจักร (Medical Science of Machines) ซึ่งเป็นโปรแกรมในการบริหารและจัดการงานซ่อม โดยมีรากเป้าหมาย (Root Objective) ไปที่ “เครื่องจักรกล” (Machining) ในโรงงาน

3.1.6.6 การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention) คือ การดำเนินการใด ๆ ก็ตามที่จะให้ได้มาซึ่งเครื่องจักรที่ไม่ต้องการการบำรุงรักษา หรือต้องการแต่น้อยที่สุด สามารถดำเนินการได้โดยการออกแบบเครื่องจักรให้แข็งแรงทนทาน บำรุงรักษาง่าย ใช้เทคนิคและวัสดุ ซึ่งจะทำให้เครื่องจักรมีความเชื่อถือได้สูง รู้จักเลือกซื้อเครื่องจักรที่ดี ทนทาน ซ่อมง่าย และมีราคาที่เหมาะสม (อนุศักดิ์ ฉิ่นไพศาล, 2561)

3.2 วิธีการบำรุงรักษา (ศิริพร วันฟั่น, 2556)

3.2.1 ชนิดของการซ่อมบำรุงการบำรุงรักษาเป็นประจำ (Routine Maintenance) เป็นการตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน หรือประจำปี โดยพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงเป็นผู้ดำเนินการ เช่น การหล่อลื่นเครื่องจักร การทำความสะอาด

3.2.2 การบำรุงรักษา หรือตรวจซ่อมตามแผนที่กำหนดไว้ (Periodic Scheduled Repair) เป็นการดำเนินการตามที่ได้กำหนดไว้ แบ่งย่อยได้ ดังนี้

3.2.2.1 การซ่อมเพียงเล็กน้อย (Minor Repair) เป็นการซ่อมแซมให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้ปกติ โดยไม่ซับซ้อน ใช้บุคลากรไม่มากไม่มีการเคลื่อนย้ายเครื่องจักร

3.2.2.2 การซ่อมขนาดปานกลาง (Medium Repair) เป็นการดำเนินงานโดยพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง มีลักษณะการทำงาน ดังนี้ ต้องมีการหยุดการทำงานของเครื่องจักร มีการถอดอุปกรณ์บางอย่างเพื่อออกมาซ่อมแซม และปรับตำแหน่งให้ถูกต้อง เวลาในการหยุดซ่อมต้องไม่เกินระยะเวลาที่กำหนดไว้ในตารางการซ่อม

3.2.2.3 การซ่อมขนาดปานกลาง (Medium Repair) เป็นการดำเนินงานโดยพนักงานการซ่อมใหญ่ (Major Overhaul) เป็นการวางแผนการซ่อมล่วงหน้า เป็นการซ่อมขนาดใหญ่ ต้องใช้บุคลากรในการซ่อมมาก มีลักษณะการทำงาน ดังนี้ มีการถอดชิ้นส่วนของเครื่องจักรออกมาเกือบทั้งหมด มีการประกอบอุปกรณ์ให้เข้าที่ ทดลองเดินเครื่องจักร และตรวจสอบโดยการทำการผลิต

3.2.3 การซ่อมฉุกเฉิน (Emergency Maintenance) เป็นงานซ่อมแซมเครื่องจักรที่เกิดการชำรุด ขัดข้อง โดยไม่มีการคาดการณ์ล่วงหน้ามาก่อน มีลักษณะการทำงาน ดังนี้ มีการซ่อมแซมเมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย ทำการแก้ไขเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง ทำการยกเครื่องใหม่ เนื่องจากการซ่อมบำรุงไม่ดีพอ

3.2.4 การบำรุงรักษา หรือตรวจซ่อมตามแผนที่กำหนดไว้ (Periodic Scheduled การซ่อมเพื่อดัดแปลง (Recovery Overhaul) เนื่องจากเครื่องจักรเก่าเกินไป หรือเป็นเครื่องจักรที่มีการซ่อมแซมบ่อย แต่ยังสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องทำการปรับปรุงให้เหมาะกับการใช้งาน

3.3 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขปรับปรุง (ศิริพร วันฟั่น, 2556)

3.3.1 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance: CM) หรือเรียกว่า การบำรุงรักษาหลังเกิดการเสียหาย หรือใช้งานจนกระทั่งเสียหาย หรือเรียกว่า Breakdown Maintenance โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

3.3.1.1 งานปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพในการผลิตสูงกว่าที่เป็นอยู่

3.3.1.2 งานดัดแปลงแก้ไขเครื่องจักรให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีการควบคุมเช่นเดียวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันการบำรุงรักษาแบบแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) นี้มักจะมีเป้าหมายในการลดการสูญเสีย ลดต้นทุนในการซ่อมบำรุง ลดเวลาในการซ่อม ยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร

3.3.2 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขชนิดมีแผนและไม่มีแผน (Planned and Unplanned Connective Maintenance) คือ การบำรุงรักษาทั้งหมดที่กระทำเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในเครื่องจักร การบำรุงรักษาแบบแก้ไขไม่จำเป็นต้องเป็นการบำรุงรักษาเมื่อเสียหาย หรือการบำรุงรักษาแบบฉุกเฉินเท่านั้น โดยการบำรุงรักษาแบบแก้ไขสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

3.3.2.1 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขชนิดมีแผน (Planned corrective Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาต่อเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีอาการ หรือสิ่งบ่งบอกถึงการชำรุดเสียหายที่จะเกิดขึ้นแต่ยังสามารถใช้งานต่อไปได้อีกระยะหนึ่งที่เพียงพอในการวางแผนและเตรียมการบำรุงรักษา

3.3.2.2 การบำรุงรักษาแบบแก้ไขชนิดไม่มีแบบแผน (Unplanned Corrective Maintenance) การบำรุงรักษาแบบแก้ไขชนิดไม่มีแบบแผน คือ การบำรุงรักษาที่ไม่สามารถวางแผนได้ เช่น กรณีฉุกเฉินหรือมีความเสียหายเกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิดมาก่อน

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยการนำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้เพื่อลดอัตราการเสียของอุปกรณ์เชื่อมต่อในสายการผลิตกล้องถ่ายรูปดิจิตอลนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาในการหยุดการทำงานของเครื่องทดสอบของบริษัทกรณีศึกษาโรงผลิตกล้องถ่ายรูปดิจิตอล (ประโยชน์ ยลวิลาศ. ศุภรัชชัย วรรัตน์, 2555)

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาวิธีบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงในอุตสาหกรรมการผลิตอัญมณี หรือเครื่องประดับที่เป็นชิ้นงานเครื่องเงินและเพื่อลดการชำรุดของเครื่องจักรและเพิ่มค่าเวลาเฉลี่ยก่อนการชำรุดของเครื่องจักร (Mean time between failure: MTBF) มีขั้นตอนดังนี้ คือ รวบรวมข้อมูลเครื่องจักร โดยใช้แนวทางของ 7QC tools และประยุกต์ใช้หลักการของระบบการซ่อมบำรุงแบบทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) (วสันต์ จันทร์นวล. ศุภรัชชัย วรวรัตน์, 2560)

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาวิธีบริหารต้นทุนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร เครื่องมือ ตลอดจนต้นทุนแรงงานที่สูงขึ้นส่งผลต่อประสิทธิภาพกระบวนการผลิตและความสามารถในการทำกำไรของบริษัท (ปิยฉัตร จันทิวา. วรรณลักษณ์ เหล่าทวีทรัพย์ และสุพิชชา ชีวพฤกษ์, 2558)

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาวิธีบริหารต้นทุนการซ่อมบำรุงรักษาการพัฒนารูปแบบการบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมการผลิตขนาดกลางและขนาดย่อมมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาองค์ประกอบในการบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมการผลิตขนาดกลางและขนาดย่อม (ธีรวัช บุณยโสภณ สักรินทร์ อยู่ผ่อง และ ปรีดา อัตวินิจตระการ, 2557)

งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นศึกษาการบำรุงรักษาตามสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องดื่ม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียที่เกิดจากปัญหาการขดขัดข้องและความเสียหายของเครื่องจักรในระหว่างการผลิตและกำหนดงานบำรุงรักษาให้กับเครื่องจักรของโรงงานตัวอย่าง อาศัยหลักการบำรุงรักษา ด้วยทฤษฎีการบำรุงรักษาตามสภาพ (ธีระศักดิ์ พรหมเสน, 2556)

4. วิธีดำเนินการวิจัย/ระเบียบวิธีวิจัย/Research Methodology

วิธีดำเนินการขั้นตอนและรายละเอียดดังนี้

4.1 กระบวนการดำเนินงาน

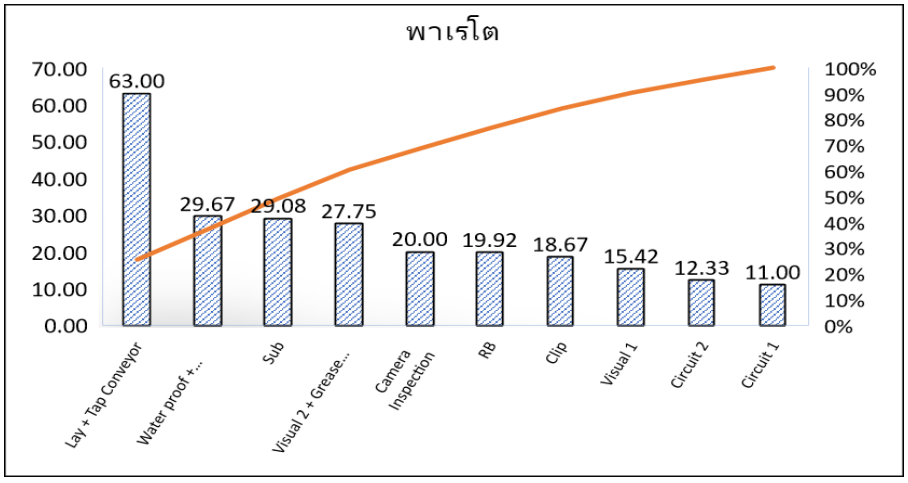
ในกระบวนการดำเนินการวิจัยนี้ได้เริ่มจากการทำการศึกษาปัญหา ค้นคว้าข้อมูล ศึกษาสภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหาหาสาเหตุ กำหนดวิธีการในการแก้ปัญหาและวิเคราะห์ผลแผนกซ่อมบำรุงในบริษัทผลิตสายไฟในรถยนต์ โดยประยุกต์ใช้หลักการและทฤษฎีการจัดการงานวิศวกรรม เศรษฐศาสตร์วิศวกรรมมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ โดยใช้ข้อมูล MTBF และ MTBR ตามปริมาณการผลิตแทนการกำหนดแผนซ่อมบำรุงแบบเดิม

4.2 การศึกษาสภาพปัญหา

จากการเก็บข้อมูลบริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนสายไฟในรถยนต์แห่งหนึ่ง ประกอบด้วย สถานีงานทั้งหมด 10 สถานีงาน มีกำลังการผลิต 615 ชิ้น/ต่อวัน และมีกำลังการผลิตชิ้นส่วนสายไฟในรถยนต์ 15,375 ชิ้นต่อเดือน จากการเก็บข้อมูลระยะเวลา 1 ที่ผ่านมา พบว่า มีอัตราการหยุดเครื่องนอกแผนการผลิตเฉลี่ย 20.5 ชั่วโมงต่อเดือน ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตและสมรรถนะของสายการผลิตลดลงคิดเป็นมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยประมาณ 39,281,280 ล้านบาทต่อปี

4.3 การวิเคราะห์ปัญหา

จากที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการหยุดสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563 มีจำนวน 10 สถานีงาน เพื่อวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร (Mean Time Between Failure: MTBF) และ ค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (Mean Time To Repair: MTTR) โดยมีรายละเอียด จำนวนครั้งที่เสียหาย และเวลาในการหยุดเครื่องจักรของสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ นำเวลาการเสียของเครื่องจักรทำกราฟพาโต แสดงสัดส่วนของเวลาที่เครื่องจักรที่เสียหาย 80% ของเวลาที่เครื่องจักรเสียหายทั้งหมด มีเครื่องจักรดังนี้ 1. Conveyor 2. Grommet 3. Sub ASSY ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภูมิพาเรโตเวลาที่เครื่องจักรเสียหายตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563

4.3.1 รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องจักรที่มี Downtime สูง

ผู้วิจัยใช้แนวทางการแก้ไขปัญหาโดยทำการสำรวจและกำหนดขอบเขตเครื่องจักรที่สำคัญต่อสายการผลิต โดยในการกำหนดแผนการซ่อมบำรุงตามระยะเวลา (Preventive Maintenance) ได้มีการจัดทำตารางการบำรุงรักษาเครื่องจักรซึ่งแบ่งระยะเวลาการตรวจสอบตามระดับความสำคัญของเครื่องจักร มี 3 ระดับ ดังนี้ 1) Rank A (1 เดือน/1 ครั้ง) = เครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมาก (ไม่มีอุปกรณ์ใช้แทนชั่วคราวได้) 2) Rank B (3 เดือน/1 ครั้ง) = เครื่องจักรที่สามารถทดแทนกันได้โดยไม่กระทบกับสายการผลิต และ 3) Rank C (6 เดือน/1 ครั้ง) = เครื่องจักรที่ไม่เข้าเงื่อนไขข้อกำหนดของ Rank A และ Rank B ซึ่งจากภาพประกอบที่ 2 แผนภูมิพาเรโตเวลาที่เครื่องจักรเสียหายตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563 สามารถสรุปข้อมูลเครื่องจักรที่มีจำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)/ปี เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง)/ปี ค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหาย (ชั่วโมง) MTBF และค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (ชั่วโมง) MTTR ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของเครื่องจักรที่มีจำนวน Downtime สูงของสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์

เครื่องจักรรับภาระงานทั้งปี 5,700 ชั่วโมง	**จำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)/ปี**	**เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง)/ปี**	**ค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหาย (ชั่วโมง) MTBF**	**ค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม (ชั่วโมง) MTTR**
Sub ASSY	36.00	29.08	158.33	0.808
Conveyor	39.00	63.00	146.15	1.62
Grommet	23.00	29.67	247.83	1.29

จากตารางที่ 1 เป็นการแสดงให้เห็นถึงค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย MTBF และค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม MTTR ซึ่งเป็นค่าก่อนการดำเนินการวิจัย และเป็นข้อมูลในการชี้วัดการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายที่แสดงถึงประสิทธิผลของระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน โดยมีการแสดงรายละเอียดตัวอย่างการคิดคำนวณของกระบวนการ Sub ASSY ดังนี้

เวลารับภาระงาน (ชั่วโมง) = เวลาทำงานทั้งหมดทั้งปี (ชั่วโมง) - รวมเวลาเครื่องจักรหยุดตามแผนทั้งปี x เวลาทำงานทั้งหมดต่อปี

= เวลาทำงาน 24 (ชั่วโมง) x 25 วัน x 12 เดือน

= 7,200 (ชั่วโมง)/ปี

เวลาหยุด (ชั่วโมง) = ((ประชุมก่อนเริ่มงาน 10 นาที+ ตรวจสอบเครื่องจักรก่อนเริ่มงาน 10 นาที +พักเบรกเช้า 10 นาที + พักเบรก ช่วงกลางวัน 10 นาที + พักเบรกบ่าย 10 นาที +ทำความสะอาดก่อนเลิกงาน เวลาปกติ 10 นาที + พักเบรก ช่วงเย็น 30 นาที +ทำความสะอาดก่อนเลิกงาน เวลา OT 10 นาที)/60) x 2 กะ x 25 วัน x 12 เดือน

= 1,500 (ชั่วโมง)/ปี

เวลารับภาระงาน = (7,200 (ชั่วโมง)/ปี - 1,500 (ชั่วโมง)/ปี)

= 5,700 (ชั่วโมง)/ปี

จำนวนครั้งที่เสียหาย = 36 ครั้ง)/ปี (จากตารางที่ 4.6 ข้อมูลเครื่องจักร Sub ASSY แสดงค่าจำนวนครั้งที่เสียหายเป็นระยะเวลา 12 เดือน)

เวลาที่สูญเสีย (ชั่วโมง) = (ตัวเครื่องไกด์นำเสียบ CPG 1 ครั้ง 2.5 ชั่วโมง + หม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟชำรุด 1 ครั้ง 2.5 ชั่วโมง + ระบบเชื่อมต่อสายไปยังจุดเก็บ Memory 6 ครั้ง 1.5 ชั่วโมง + หัว Probe หัก 12 ครั้ง 8 ชั่วโมง + ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้า JIG กับตัว Unit 8 ครั้ง 3.52 ชั่วโมง + Pin Probe ที่เชื่อต่อกับตัว JIG ไม่เชื่อมต่อ 6 ครั้ง 6 ชั่วโมง + ระบบโปรแกรมเลือกผลิตไม่อ่าน 2 ครั้ง 5.02 ชั่วโมง

= 29.08 (ชั่วโมง)/ปี

เวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหาย MTBF (ชั่วโมง) = (เวลารับภาระงาน / จำนวนครั้งที่อุปกรณ์เสียหาย)
= (5,700 (ชั่วโมง)/ปี) / (36 (ครั้ง)/ปี)
= 158.33 (ชั่วโมง)/ครั้ง

เวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม MTTR (ชั่วโมง) = (ผลรวมเวลาหยุดเครื่อง/ จำนวนครั้งที่อุปกรณ์เสียหาย)
= (29.08 (ชั่วโมง)/ปี) / (36 (ครั้ง)/ปี)
= 0.808 (ชั่วโมง)/ครั้ง

จากข้อมูลของเครื่องจักรทั้ง 3 ตัว ที่ทางแผนกซ่อมบำรุงได้ทำการเก็บรวมรวมข้อมูลลงบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักร โดยแยกตามรายการอุปกรณ์อาการเสียต่าง ๆ ของเครื่องจักรตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาสามารถสรุปข้อมูลชิ้นส่วนอุปกรณ์ความถี่ที่เสียหาย ดังนี้

4.3.2 Conveyor จากข้อมูลจำนวนครั้งที่เสียหายและเวลาในการหยุดเครื่องจักรของสถานีงาน Conveyor ในปี 2563 ที่ผ่านมา สามารถแสดงเป็นรายการอุปกรณ์ที่เสียหาย ดังตารางที่ 2 การวิเคราะห์ พบว่า อุปกรณ์ PIN - BOLT (แกนเหล็กข้อต่อโซ่) มีจำนวนครั้งเสียหาย 18 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักร เป็นเวลา 36 ชั่วโมง/ปี เป็นรายการอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อโอกาสในการผลิตมากที่สุด

ตารางที่ 2 ข้อมูลรายการอุปกรณ์ที่มีจำนวนครั้งที่เสียหายของสถานีงาน Conveyor ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

Conveyor	ลำดับ	อุปกรณ์ที่เสียหาย	จำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)/ปี	เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง)/ปี
ชุดขับเคลื่อน	1	MOTOR (มอเตอร์)	4	6
	2	REDUCTION GEAR (เกียร์ทดรอบ)	2	4
	3	CHAIN (โซ่)	-	-
	4	SPROCKET (จานโซ่)	-	-
	5	COUPLING	7	7
ชุดชักลาก	6	SPROCKET (จานโซ่)	-	-
	7	CHAIN (โซ่)	-	-
	8	ARM BAR (เหล็กที่ยึด Board กับโซ่)	6	6
	9	PIN - BOLT (แกนเหล็กข้อต่อโซ่)	18	36
ชุดรถบอร์ดเคลื่อนที่	10	STAND WAGON WHEEL	-	-
	11	CLAMP (ตัวยึดบอร์ด)	-	-
	12	CASTER (ล้อ)	-	-
	13	SUPPORT ARM (แผ่นเหล็กรองรับแขนต่อกับโซ่)	-	-
	14	BEARING PLUMMER BLOCK HOUSING	2	4
	15	APRON (ผ้ารองรับสายไฟ)	-	-
รวม			39	63

จากตารางที่ 2 เป็นการจัดเก็บข้อมูลความถี่จำนวนครั้งที่เสียหายของอุปกรณ์สถานีงาน Conveyor จากแบบฟอร์มลงบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรโดยแยกตามรายการอุปกรณ์ ที่มีจำนวนครั้งเสียหายรวม 39 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักรเป็นเวลารวม 63 ชั่วโมง/ปี ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

4.3.3 Grommet จากข้อมูลจำนวนครั้งที่เสียหายและเวลาในการหยุดเครื่องจักรของสถานีงาน Grommet ในปี 2563 ที่ผ่านมา สามารถแสดงเป็นตารางรายการอุปกรณ์ที่เสียหาย ดังตารางที่ 3 จากการวิเคราะห์พบว่า อุปกรณ์ Low-pressure pump set มีจำนวนครั้งเสียหาย 7 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักร เป็นเวลา 14 ชั่วโมง/ปี เป็นรายการอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อโอกาสในการผลิตมากที่สุด

ตารางที่ 3 ข้อมูลรายการอุปกรณ์ที่มีจำนวนครั้งที่เสียหายของสถานีงาน Grommet ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

Grommet	ลำดับ	อุปกรณ์ที่เสียหาย	จำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)/ปี	เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง)/ปี
ระบบปั๊มไฮดรอลิกส์	1	Low pressure pump set	7	14
	2	oil seal, Nok S22358	2	4
	3	Needle bearing	-	-
	4	Nedle bearing	4	8
	5	Cam shaft set	-	-
	6	Groove upper ball bearing	-	-
	7	Bearing holder	-	-
	8	Deep groove ball bearing	-	-
	9	สายไฮดรอลิกส์ 4800 PSI 330 BAR 3/8	6	3
Control Box	10	Relay Switch (สวิตซ์รีเลย์)	2	0.35
	11	Switch On-Off (สวิตซ์หุบ-ถ่าง)	2	0.32
	12	Emergency Button (ปุ่มหยุดฉุกเฉิน)	-	-
	13	ระบบไฟแสดงสถานะการทำงาน	-	-
	14	ระบบนิวเมติกส์ล็อคตัวเครื่อง	-	-
	15	อุปกรณ์ไฟฟ้าในตู้ควบคุม	-	-
รวม			23	29.67

จากตารางที่ 3 เป็นการจัดเก็บข้อมูลความถี่จำนวนครั้งที่เสียหายของอุปกรณ์สถานีงาน Grommet จากแบบฟอร์มลงบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรโดยแยกตามรายการอุปกรณ์ที่มีจำนวนครั้งเสียหายรวม 23 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักร เป็นเวลารวม 29.67 ชั่วโมง/ปี ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม - เดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

4.3.4 Sub ASSY จากข้อมูลจำนวนครั้งที่เสียหายและเวลาในการหยุดเครื่องจักรของสถานีงาน Sub ASSY ในปี 2563 ที่ผ่านมา สามารถแสดงเป็นรายการอุปกรณ์ที่เสียหาย ดังตารางที่ 4 จากการวิเคราะห์พบว่า อุปกรณ์ ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับหัว Probe เช็คส่วนต่าง ๆ มีจำนวนครั้งเสียหาย 12 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักร เป็นเวลา 8 ชั่วโมง/ปี เป็นรายการอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อโอกาสในการผลิตมากที่สุด

ตารางที่ 4 ข้อมูลรายการอุปกรณ์ที่มีจำนวนครั้งที่เสียหายของสถานีงาน Sub ASSY ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม - เดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

Sub Assy	ลำดับ	อุปกรณ์ที่เสียหาย	จำนวนครั้งที่เสียหาย (ครั้ง)/ปี	เวลาในการหยุดเครื่องจักร (ชั่วโมง)/ปี
เชื่อมต่อตัวเครื่อง	1	ตัวเครื่องไกด์นำเสียบ CPG	1	2.5
	2	ชุดระบบสาย RJ45	-	-
	3	ระบบปุ่มกดเลือกฟังก์ชั่น	-	-
	4	หม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟ	1	2.5
	5	ระบบเชื่อมต่อสายไปยังจุดเก็บ Memory	6	1.5
ระบบเชื่อมต่อกับ JIG	6	ระบบเชื่อมต่อสายไปยัง Unit Driver Output	-	-
	7	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับหัว Probe เช็คส่วนต่าง ๆ	12	8
	8	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้า JIG กับตัว Unit	8	3.52
	9	Pin Probe ที่เชื่อต่อกับตัว JIG	6	6
	10	ระบบโปรแกรมเลือกใช้ในการผลิต	2	5.02
รวม			36	29.04

จากตารางที่ 4 เป็นการจัดเก็บข้อมูลความถี่จำนวนครั้งที่เสียหายของอุปกรณ์สถานีงาน Sub ASSY จากแบบฟอร์มลงบันทึกประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักรโดยแยกตามรายการอุปกรณ์ ที่มีจำนวนครั้งเสียหายรวม 36 ครั้ง/ปี และมีเวลาในการหยุดเครื่องจักรเป็นเวลารวม 29.04 ชั่วโมง/ปี ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2563 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง

4.4 วิธีการปรับปรุง

ผู้วิจัยใช้การบำรุงรักษาแบบตามรอบเวลาและการบำรุงรักษาตามสภาพ คือ การซ่อมบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) เพื่อดำเนินการป้องกันก่อนที่จะเกิดเหตุขัดข้องหรือความชำรุดเสียหาย ซึ่งไม่เพียงแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นประจำวันเท่านั้น แต่มีการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อดำเนินการแก้ไขและป้องกันไม่ให้ปัญหาเดิมเกิดขึ้นอีกกับเครื่องจักร 3 ตัว สำหรับความรับผิดชอบของวิศวกรบำรุงรักษาจะต้องมุ่งค้นหาและจำแนกสาเหตุหลักของปัญหาเพื่อระบุแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการและเครื่องมือหลัก โดยเฉพาะการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักความชำรุดเสียหาย (Root Cause Failure Analysis) ของเครื่องจักร 3 ตัว ซึ่งในแง่ของการบำรุงรักษาเชิงรุกจะมุ่งแนวทางบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ สามารถสร้างความน่าเชื่อถือให้กับระบบสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ โดยมีแนวทางระบบลีน (Lean) และกิจกรรมบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนในสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์มีส่วนร่วม หรือที่เรียกว่า Total Productive Maintenance: TPM อย่างต่อเนื่อง

4.4.1 รายละเอียดวิธีการแก้ไขปัญหาเครื่องจักรที่มี Downtime สูง

หลังจากที่ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องจักรที่มี Downtime สูงได้แล้ว นำอาการเสียหายของแต่ละชิ้นส่วนจากประวัติการซ่อมเครื่องจักรมาจัดทำตารางบำรุงรักษาชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหายเชิงป้องกัน ตามกำหนดเวลาเป็นตารางระบุถึงชั่วโมงระยะการใช้งานตามปริมาณการผลิตที่ต้องทำการซ่อมบำรุงตามกำหนด โดยอ้างอิงจากค่าเฉลี่ย MTBF ที่ได้จากผลวิเคราะห์ เพื่อให้ฝ่ายซ่อมบำรุงทำการเปลี่ยนและซ่อมภายในเดือนที่กำหนด ซึ่งในตารางจะระบุเครื่องจักร ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหาย อายุการใช้งาน (ชั่วโมง) เพื่อให้ผู้ทำการตรวจซ่อมสามารถดูได้จากแผนการซ่อมบำรุงและปฏิบัติได้ตามที่กำหนดเอาไว้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ตารางระบุถึงชั่วโมงระยะการใช้งานตามปริมาณการผลิตของพาร์ทที่ต้องทำการซ่อมบำรุงตามกำหนด

ชิ้นส่วนอุปกรณ์	ลำดับ	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหาย	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)	หมายเหตุ
Conveyor	1	MOTOR (มอเตอร์)	2,500	
	2	REDUCTION GEAR (เกียร์ทดรอบ)	4,500	
	3	COUPLING (ชุดต่อระหว่างมอเตอร์กับเกียร์)	1,200	
	4	ARM BAR (เหล็กที่ยึด Board กับโซ่)	1,500	
	5	PIN - BOLT (แกนเหล็กข้อต่อโซ่)	9,000	*มี 24 ตัว,แผนทยอยเปลี่ยน
	6	BEARING PLUMMER BLOCK HOUSING (ตลับลูกปืนพร้อมเสื้อตุ๊กตา)	4,500	
Grommet	7	Low pressure pump set	1,200	
	8	Oil seal, Nok S22358	4,500	
	9	Nedle bearing	2,500	
	10	สายไฮดรอลิกส์ 4800 PSI 330 BAR 3/8	1,500	
	11	Relay Sswitch (สวิตซ์รีเลย์)	4,500	
	12	Switch On-Off (สวิตซ์หุบ-ถ่าง)	4,500	
Sub assy	13	ตัวเครื่องไกด์นำเสียบคอมแพค	10,000	*ใช้จนกว่าจะเสีย
	14	หม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟ	10,000	*ใช้จนกว่าจะเสีย
	15	ระบบเชื่อมต่อสายไปยังจุดเก็บ Memory	1,500	
	16	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับหัว Probe และเช็คส่วนต่าง ๆ	1,000	
	17	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้า JIG กับตัว Unit	1,200	
	18	Pin Probe ที่เชื่อต่อกับตัว JIG	1,500	
	19	ระบบโปรแกรมเลือกใช้ในการผลิต	4,500	

4.4.2 รายละเอียดวิธีการแก้ไขปัญหาเครื่องจักรโดยอ้างอิงตารางบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน

การถอดเปลี่ยนตามรอบเวลาและการบำรุงรักษาตามสภาพ เป็นการบำรุงรักษาโดยการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามเวลาที่กำหนดไว้ ตามวัฏจักรหรือวงรอบที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากผลที่ได้จริงในอดีต (ตารางที่ 5) ค่าทฤษฎี ให้ชิ้นส่วนของเครื่องจักรทำงานได้ดีตลอดเวลา นำมาจัดทำตารางบำรุงรักษาชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหายเชิงป้องกันใหม่ ตามปริมาณการผลิตที่เกิดขึ้นจริงอย่างเหมาะสม ดังรูปที่ 3

ตารางบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน																															
ชิ้นส่วนอุปกรณ์	ลำดับ	ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหาย	ปี 2564																												
			ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		พ.ค.		มิ.ย.		ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.	
			1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15
Conveyor	1	MOTOR (มอเตอร์)	X						X						X						X					
	2	REDUCTION GEAR (เกียร์ทดรอบ)													X										X	
	3	COUPLING (ชุดต่อระหว่างมอเตอร์กับเกีย	X			X			X			X			X			X			X			X		
	4	ARM BAR (เหล็กที่ยึด Board กับโซ่)			X				X				X				X				X			X		
	5	PIN - BOLT (แกนเหล็กข้อต่อโซ่)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6	BEARING PLUMMER BLOCK											X												X	
Grommet	7	Low pressure pump set	X			X			X			X			X			X			X			X		
	8	Oil seal, Nok S22358													X										X	
	9	Nedle bearing	X						X						X						X					
	10	สายไฮดรอลิกส์ 4800 PSI 330 BAR 3/8			X				X				X				X				X			X		
	11	Relay Sswitch (สวิตช์รีเลย์)											X												X	
	12	Switch On-Off (สวิตช์หุบ-ถ่าง)											X												X	
Sub assy	13	ตัวเครื่องไกด์นำเสียบคอมแพค	X																							
	14	หม้อแปลงแหล่งจ่ายไฟ	X																							
	15	ระบบเชื่อมต่อสายไปยังจุดเก็บ Memory			X				X				X				X				X			X		
	16	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับหัว Probe	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
	17	ระบบเชื่อมต่อสายไฟเข้า JIG กับตัว Unit	X			X			X			X			X			X			X			X		
	18	Pin Probe ที่เชื่อต่อกับตัว JIG			X				X				X				X				X			X		
	19	ระบบโปรแกรมเลือกใช้ในการผลิต											X												X	

รูปที่ 3 แผนการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามกำหนดเวลาของเครื่องจักรแต่ละตัวเชิงป้องกัน

4.4.3 รายละเอียดตัวอย่างชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้เวลาซ่อมนาน เมื่อมีการเสียหาย ผู้วิจัยใช้แนวทางการแก้ไขโดย เลือกเครื่องจักร กำหนดวิธีการและเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อนำไปสู่การพยากรณ์คำนวณกำหนดแผนซ่อมบำรุงที่แม่นยำได้ ดังรูปที่ 4

รูปที่ 4 ตัวอย่างปัญหาชุดเกียร์สายการผลิตหยุดนอกแผนการซ่อมบำรุง

4.4.4 การติดตามสภาพเครื่องจักร

จากการแก้ไขปรับปรุงชิ้นส่วนของเครื่องจักรทั้ง 3 ตัว ในสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ ประกอบด้วย เครื่องจักรตัวที่ 1) Conveyor 2) Grommet และ 3) Sub ASSY โดยมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลภายหลังการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุง ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2564 ในตารางที่ 6 สถิติเก็บข้อมูลและนำผลที่ได้มาสรุปหาค่าเฉลี่ยวิเคราะห์เปรียบเทียบ การลดอัตราการหยุดของเครื่องจักรในสายการผลิตชุดสายไฟของรถยนต์ ค่าระยะเวลาก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง (Mean Time between Failure: MTBF) ค่าระยะเวลาในการซ่อมบำรุง (Mean Time to Repair: MTTR) และการเปรียบเทียบมูลค่าความสูญเสียโอกาสในการผลิตที่เกิดจากการไม่พร้อมทำงานของเครื่องจักรในตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ที่มีการกล่าวถึงการสูญเสียโอกาสในการผลิตและมูลค่าสูญเสียโอกาสในการผลิตที่ลดลง ภายหลังที่มีการใช้แผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

ตารางที่ 6 สถิติเก็บข้อมูลภายหลังการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุง

เครื่องจักรทำงานทั้งปี 5,700 ชั่วโมง	ภาระเฉลี่ย(ชม.)/เดือน	สถิติภายหลังการปรับปรุง เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2564									
		ม.ค.		ก.พ.		มี.ค.		เม.ย.		รวม	
		จำนวนขัดข้อง(ครั้ง)	เวลาขัดข้อง(ชม.)	จำนวนขัดข้อง(ครั้ง)	เวลาขัดข้อง(ชม.)	จำนวนขัดข้อง(ครั้ง)	เวลาขัดข้อง(ชม.)	จำนวนขัดข้อง(ครั้ง)	เวลาขัดข้อง(ชม.)	จำนวนขัดข้อง(ครั้ง)	เวลาขัดข้อง(ชม.)
Conveyor	475	2	200	2	120	1	200	1	100	6	10.3
Grommet	475	1	100	1	100	0	0	1	100	3	5
Sub ASSY	475	4	120	3	120	6	150	2	50	5	7.3

ตารางที่ 7 สถิติเก็บข้อมูลภายหลังการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุง

LINE	สรุป									
กระบวนการผลิต	จำนวนครั้งที่เสียหาย ครั้ง/ปี		เวลาในการหยุดเครื่อง ชั่วโมง/ปี		MTBF			MTTR		
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง %	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง%
Conveyor	39.0	18.0	63.0	30.0	146.2	316.7	54	1.6	1.7	3
Grommet	23.0	9.0	29.7	15.0	247.8	633.3	61	1.3	1.7	29
Sub ASSY	36.0	15.0	29.1	22.0	158.3	380.0	58	0.8	1.5	81
เฉลี่ย	32.67	14.00	40.60	22.33	184.1	443.3	58	1.24	1.60	38

จากตารางที่ 6 และ 7 เป็นข้อมูลสถิติภายหลังการปรับปรุง เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2564 และจะใช้ข้อมูลนี้ทำการเปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ยระหว่างการชำรุดเสียหาย MTBF และค่าเฉลี่ยการซ่อมแซม MTTR โดยการประมาณการเฉลี่ยทั้งปี ข้อมูลอายุการใช้งานชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหายบ่อยของเครื่องจักรทั้ง 3 ตัว ที่มีผลกระทบต่อ Downtime ของสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์

สามารถสรุปผลเปรียบเทียบค่า MTBF และค่า MTTR ก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง และรวมถึงข้อมูลความถี่จำนวนครั้งที่เสียหาย ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2564 ที่ผ่านมาของหน่วยงานซ่อมบำรุง สรุปได้ดังนี้

4.4.4.1 Conveyor มีจำนวนขัดข้อง 6 ครั้ง เวลาขัดข้อง 10.3 ชั่วโมง MTBF ดีขึ้น 54% และ MTTR ดีขึ้น 3%

4.4.4.2 Grommet มีจำนวนขัดข้อง 3 ครั้ง เวลาขัดข้อง 5 ชั่วโมง MTBF ดีขึ้น 61% และ MTTR ดีขึ้น 29%

4.4.4.3 Sub ASSY มีจำนวนขัดข้อง 5 ครั้ง เวลาขัดข้อง 7.3 ชั่วโมง MTBF ดีขึ้น 58% และ MTTR ดีขึ้น 81%

4.4.5 ผลการเปรียบเทียบชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิตก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง

ตั้งแต่เริ่มดำเนินการปรับปรุง แสดงให้เห็นว่าเวลาของการเกิดการสูญเสียของเครื่องจักรทั้ง 3 ตัวนี้ มีแนวโน้มที่ลดลง MTBF เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 58% และ MTTR เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 38% ซึ่งภายหลังการปรับปรุงได้มีการสรุปเปรียบเทียบชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิตก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง ดังตารางที่ 8 ที่มีการกล่าวถึงการสูญเสียโอกาสในการผลิตและมูลค่าสูญเสียโอกาสในการผลิตที่ลดลง ภายหลังจากเริ่มมีการใช้แผนในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิตก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง

LINE	เปรียบเทียบชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิต ก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุง					
กระบวนการผลิต	สูญเสียโอกาสในการผลิต ชิ้น/ปี (1 ชม.=32 ชิ้น)			มูลค่าสูญเสียโอกาสในการผลิต บาท/ปี (1 ชิ้น= 4,990 บาท)		
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง (ชิ้น)	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง (บาท)
Conveyor	2,016	960	1,056	10,059,840.00	4,790,400.00	5,269,440
Grommet	949	480	469	4,737,173.33	2,395,200.00	2,341,973
Sub ASSY	931	704	227	4,644,026.67	3,512,960.00	1,131,067
รวม	3,896	2,144	1,752	19,441,040	10,698,560	8,742,480

จากตารางที่ 8 เป็นการเปรียบเทียบชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสในการผลิตก่อนและหลังดำเนินการปรับปรุงของอุปกรณ์ทั้ง 3 สถานีงาน โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ ตั้งแต่ช่วงเดือนมกราคม-เดือนเมษายน 2564 ประมาณการคูณ 3 เท่า ประมาณการระยะเวลาตลอดทั้งปี 2564 ซึ่งถ้าเป็นไปตามจริงที่ได้คาดการณ์ไว้ สามารถสรุปจำนวนชิ้นงานและมูลค่าการสูญเสียโอกาสได้ดังนี้

Conveyor มีโอกาสในการผลิตงานเพิ่มขึ้น 1,056 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าโอกาสในการผลิตงาน 5,269,440 บาท/ปี

Grommet มีโอกาสในการผลิตงานเพิ่มขึ้น 469 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าโอกาสในการผลิตงาน 2,341,973 บาท/ปี

Sub ASSY มีโอกาสในการผลิตงานเพิ่มขึ้น 227 ชิ้น คิดเป็นมูลค่าโอกาสในการผลิตงาน 1,131,067 บาท/ปี

5. ผลลัพธ์

จากการศึกษาปัญหาการจัดการปัญหาอัตราการหยุดของเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ไม่สามารถทำการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง จึงเกิดปัญหาอัตราการหยุดนอกแผนของเครื่องจักร (Unplan Downtimes Rate) ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์เฉลี่ย 20.5 ชั่วโมงต่อเดือน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยประมาณ 3,273,440 บาทต่อเดือน ผู้วิจัยได้ใช้วิธีแก้ไข โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีและหลักการด้านการจัดการงานวิศวกรรม มาวิเคราะห์และจัดการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance) จากผลการวัดโดยใช้เครื่องมือทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถคาดคะเน ทำนาย

พยากรณ์อาการชำรุดในปัจจุบัน เพื่อสามารถจัดวางแผนเพื่อทำการบำรุงรักษาในอนาคต โดยอาจใช้วิธีการวิเคราะห์ผลการบำรุงรักษาจากประวัติเครื่องจักร ประวัติการซ่อมบำรุง ตรวจวัดสภาพเครื่องจักร บันทึกผลการตรวจวัด วิเคราะห์ผลการตรวจวัด และแก้ไขปัญหา ทำให้สามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ตามปริมาณการผลิตการได้อย่างเหมาะสม ทำให้สามารถใช้เครื่องจักรอุปกรณ์การผลิตอย่างคุ้มค่าเวลาการทำงานมากที่สุด

โดยวิเคราะห์สร้างรูปแบบพยากรณ์ความต้องการการเปลี่ยนชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหายตามการแก้ปรับปรุงค่าระยะเวลาก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง (Mean Time between Failure: MTBF) และค่าระยะเวลาในการซ่อมบำรุง (Mean Time to Repair: MTTR) และการเปรียบเทียบมูลค่าความสูญเสียโอกาสในการผลิตที่เกิดจากการไม่พร้อมทำงานของเครื่องจักรสรุปได้ว่า เครื่องจักรตัวที่ 1) Conveyor 2) Grommet และ 3) Sub ASSY ในช่วง 4 เดือน พบว่า Downtime มีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อย ๆ ค่า MTBF เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 58 และค่า MTTR เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 38 โดยมีการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามปริมาณการผลิต ดังนั้นจึงตั้งเป้าหมายไว้อีก 8 เดือนข้างหน้า สายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์จะต้องมีประสิทธิภาพสายการผลิตและมูลค่าสูญเสียโอกาสภายหลังการปรับปรุงระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันตามเป้าหมายที่ = ((19,441,040 - 10,698,560) ÷ 10,698,560) x 100% = 81.7% ต่อปี และเพื่อหาระยะเวลาคืนทุนจากแผนซ่อมบำรุงประจำปีก่อนทำการปรับปรุงมีค่าใช้จ่าย 216,120.00 บาท/ปี และแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันประจำปีภาย หลังการปรับปรุงมีค่าใช้จ่าย 267,920.00 บาท/ปี มีส่วนต่างค่าใช้จ่ายจากการสูญเสียเครื่องจักร 51,800.00 บาท/ปี พบว่า ระยะเวลาคืนทุน = (51,800 ÷ 1,311,372) = 0 เดือน 12 วัน

6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปัญหาการจัดการปัญหาอัตราการหยุดของเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์ ที่ทำให้ไม่สามารถทำการผลิตได้อย่างต่อเนื่องโดยการบริหารการจัดการซ่อมบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) สามารถดำเนินการป้องกันก่อนที่จะเกิดเหตุขัดข้องหรือความชำรุดเสียหาย รวมถึงการคาดคะเนอัตราการเสื่อมของเครื่องจักรได้ และจากข้อมูลที่สามารถคาดคะเน ทำนายพยากรณ์อาการชำรุดในปัจจุบัน สามารถจัดวางแผนเพื่อทำการบำรุงรักษาในอนาคต โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ผลการบำรุงรักษาจากประวัติเครื่องจักร ประวัติการซ่อมบำรุง ตรวจวัดสภาพเครื่องจักร บันทึกผลการตรวจวัด วิเคราะห์ผลการตรวจวัด และแก้ไขปัญหา ทำให้สามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุดได้ตามระยะเวลาการใช้งานอย่างเหมาะสม ทำให้สามารถใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตอย่างคุ้มค่าเวลาการทำงาน โดยที่เครื่องจักร 1) Conveyor 2) Grommet และ 3) Sub ASSY ในช่วง 4 เดือน พบว่า Downtime มีแนวโน้มที่ลดลงเรื่อย ๆ ค่า MTBF เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 58 และค่า MTTR เฉลี่ยดีขึ้นร้อยละ 38 และมูลค่าสูญเสียโอกาสการผลิตภายหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้น 81.7% รวมถึงส่วนต่างค่าใช้จ่ายจากการสูญเสียเครื่องจักร 51,800.00 บาท/ปี พบว่า ระยะเวลาคืนทุน = 51,800 ÷ 1,311,372 = 0 เดือน 12 วัน

7. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาที่ได้จากการซ่อมบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) ที่มุ่งเน้นแนวทางการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ของสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์จากค่าเฉลี่ย MTBF และ MTTR ควรปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักร ที่มีอุปกรณ์เสียหายชำรุดบ่อยครั้ง อันเนื่องมาจากการออกแบบโดยวิเคราะห์ความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์เมื่อเทียบกับค่าอะไหล่ที่เสียหายบ่อยครั้งและรวมถึงการลดต้นทุนของสายการผลิตและป้องกันอะไหล่ขาดแคลน ควรคำนวณหาแนวโน้มของปริมาณความต้องการของอะไหล่คงคลัง และปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดของปีถัดไป ดังนั้นสามารถนำไปประยุกต์ประยุกต์ใช้เพื่อดำเนินการแก้ไขบำรุงรักษาเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต ในงานด้านวิศวกรรมไปยังสายการผลิตอื่น ๆ ภายในบริษัทที่มีเงื่อนไขการผลิตที่คล้ายกันได้ เช่น สายการผลิตชุดสายในไฟรถยนต์ ฝั่งพวงมาลัยขับซ้าย

8. เอกสารอ้างอิง

วันนา ยงพรศาลภพ. (2563). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.krungsri.com/ th/research /industry/industry-outlook/Hi-tech-Industries /Automobiles/IO/io-automobile-20. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 15 ธันวาคม 2563).

Cogent Engineering. (2021). Manufacturing productivity analysis by applying overall equipment effectiveness metric in a pharmaceutical industry. [Online]. Available: https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/23311916.2021.1953681. (Retrieve: 15 March 2021).

ประดิษฐ์ หมู่เมืองทอง. สุชญาณ หรรษสุข. (2556). การวิเคราะห์การสั่นสะเทือน. ซีเอ็ดยูเดชั่น หน้า 13–34.

อนุศักดิ์ ฉิ่นไพศาล. (2561). งานบำรุงรักษาทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม. ซีเอ็ดยูเดชั่น หน้า 13–35.

ศิริพร วันฟั่น. (2556). การบำรุงรักษาเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน (ตอนที่ 2). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_ preview.php?cid=19299. (วันที่สืบค้นข้อมูล: 20 ธันวาคม 2563).

ประโยชน์ ยลวิลาศ. ศุภรัชชัย วรรัตน์. (2555). การนำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้เพื่อลดอัตราการเสียของอุปกรณ์เชื่อมต่อในสายการผลิตกล้องถ่ายรูปดิจิตอล. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ, ประจำปี 2555 วันที่ 17-19 ตุลาคม 2555 ชะอำ เพรชบุรี หน้า 2057-2063.

วสันต์ จันทร์นวล. ศุภรัชชัย วรวรัตน์. (2560). การลดอัตราชำรุดเครื่องจักร กรณีศึกษางานซ่อมบำรุงในสายการผลิตเครื่องประดับและอัญมณี. สารนิพนธ์, สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ปิยฉัตร จันทิวา. วรรณลักษณ์ เหล่าทวีทรัพย์ และสุพิชชา ชีวพฤกษ์. (2558). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตจากการวิเคราะห์การซ่อมบำรุงฉุกเฉินเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 25(3), 485-492.

ธีรวัช บุณยโสภณ สักรินทร์ อยู่ผ่อง และ ปรีดา อัตวินิจตระการ. (2557). การการพัฒนารูปแบบการบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาในอุตสาหกรรมการผลิตขนาดกลางและขนาดย่อม. กรณีศึกษา โรงงานเครื่องปรับอากาศ. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 24(3), 657-666.

ธีระศักดิ์ พรหมเสน. (2556). การบำรุงรักษาตามสภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องดื่ม. วิทยานิพนธ์, สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.