บทความวิจัย

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการวางแผนการบำรุงรักษา: กรณีศึกษาเครื่องจักรสายพานลำเลียงภายในห้องรับ-จ่ายวัตถุดิบ

สมชาย เปรียงพรม* สุชาดี ธำรงสุข และ วรรณลภย์ อนันตเจริญโชติ
ภาควิชาการบริหารอุตสาหกรรมการผลิตและบริการ คณะพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08 6976 9912 อีเมล: somchai.p@bid.kmutnb.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.12.014
รับเมื่อ 21 กรกฎาคม 2563 แก้ไขเมื่อ 1 ตุลาคม 2563 ตอบรับเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2563 เผยแพร่ออนไลน์ 28 ธันวาคม 2563
© 2021 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาหาแนวทางสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรสายพานลำเลียงภายในห้องรับ-จ่ายวัตถุดิบ (บริษัทกรณีศึกษา) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) รวมถึงการลดการสูญเสียจากกระบวนการผลิต จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องพบปัญหาคือรูปแบบการบำรุงรักษาของเครื่องจักรดังกล่าวมีการจัดการการบำรุงรักษาเป็นแบบซ่อมเมื่อเสียหรือซ่อมตามสภาพ อีกทั้งยังมีเศษวัตถุดิบตกหล่นกลายเป็นของเสียในกระบวนจ่ายวัตถุดิบอันเนื่องมาจากชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ใช้งานมาอย่างยาวนาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตและการเสียโอกาสทางการผลิต ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเริ่มด้วยการวางแผนเปลี่ยนและปรับชิ้นส่วนอะไหล่เครื่องจักรที่มีความความเสี่ยงต่อการเกิดการชำรุดเสียหาย ออกแบบใบตรวจเช็คเครื่องจักร รวมถึงออกแบบอุปกรณ์ช่วยลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการจ่ายวัตถุดิบ หลังจากการดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาดังกล่าวข้างต้นพบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ได้ร้อยละ 4 จากเดิมร้อยละ 75 เป็นร้อยละ 79 ซึ่งสามารถเพิ่มระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุด (MTBF) โดยรวมเพิ่มขึ้น และลดระยะเวลาในการซ่อมเฉลี่ย (MTTR) โดยรวมลดลง การติดตั้งอุปกรณ์ช่วยป้องกันเศษวัตถุดิบตกหล่นสามารถลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนแรก คือ การติดตั้งแปลงปัดเศษวัตถุดิบสามารถลดปริมาณของเสียได้ร้อยละ 91.82 จากเดิมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 5.50 กิโลกรัมต่อวัน เหลือ 0.45 กิโลกรัมต่อวัน และส่วนที่สอง คือ การติดตั้งแผ่นประคองวัตถุดิบสามารถลดปริมาณของเสียได้ร้อยละ 93.75 จากเดิมโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 1.60 กิโลกรัมต่อวัน เหลือ 0.10 กิโลกรัมต่อวัน

คำสำคัญ: การวางแผนการบำรุงรักษา ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร การลดของเสียในกระบวนการผลิต

การอ้างอิงบทความ: สมชาย เปรียงพรม, สุชาดี ธำรงสุข และ วรรณลภย์ อนันตเจริญโชติ, "การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการวางแผนการบำรุงรักษา: กรณีศึกษาเครื่องจักรสายพานลำเลียงภายในห้องรับ-จ่ายวัตถุดิบ," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 31, ฉบับที่ 2, หน้า 201–215, เม.ย.–มิ.ย. 2564.

วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 31, ฉบับที่ 2 เม.ย.–มิ.ย. 2564
The Journal of KMUTNB., Vol. 31, No. 2, Apr.–Jun. 2021

Research Article

Increasing Production Efficiency by Maintenance Planning: A Case Study of a Conveyor Belt Machine in the Receiving-distribution Room

Somchai Preangprom*, Suchadee Tumrongsuk and Wonlop Anuntajalearchork
Department of Manufacturing and Service Industry Management, Faculty of Business and Industrial Development, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08 6976 9912, E–mail: somchai.p@bid.kmutnb.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2020.12.014
Received 21 July 2020; Revised 1 October 2020; Accepted 5 November 2020; Published online: 28 December 2020
© 2021 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The main purpose of this study is to increase the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of the machine by using scheduled maintenance on conveyor belts machine in the receiving-distribution room (company case study). Production efficiency can be increased by reducing the loss from the production process. The historical maintenance data shows that the maintenance method for the case study machine was breakdown maintenance, which affects the production system due to the loss of production capacity, caused by the downtime. Therefore, the producer begins with a plan to change spare parts early and re-engineer the machine's components to improve their useful life. Additionally, a machine check sheet was designed, and equipment as designed to help reduce waste from the raw material distribution process. After implementation, the results show the Overall Equipment Effectiveness (OEE) increased by 4%, from 75% to 79% (it could also increase the Meantime Before Failure (MTBF) and Mean Time to Repair (MTTR) as well). The specially designed machine components were installed to prevent raw materials from falling from the conveyor, which can reduce the amount of waste from the production process. In addition, the installation is divided into 2 parts. Firstly, installation of cleaning brushes can reduce waste by 91.82%, from an average of 5.50 kilograms per day, to an average of 0.45 kilograms per day. Secondly, the installation of a raw material supporting plate can reduce waste by 93.75%, from an average of 1.60 kilograms per day to an average of 0.10 kilograms per day.

Keywords: Maintenance Plan, Overall Equipment Effectiveness, Defect Reduction

Please cite this article as: S. Preangprom, S. Tumrongsuk, and W. Anuntajalearchork, "Increasing production efficiency by maintenance planning: A case study of a conveyor belt machine in the receiving-distribution room," *The Journal of KMUTNB*, vol. 31, no. 2, pp. 201–215, Apr.–Jun. 2021 (in Thai).

1. บทนำ

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการจัดการการบำรุงรักษา โดยปกติจะมุ่งเน้นไปที่การหาวิธีการที่ดีที่สุดในการจัดการงานบำรุงรักษาเพื่อสนับสนุนประสิทธิภาพการผลิตโดยรวมของเครื่องจักรด้วยการเตรียมความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร เช่น ความพยายามที่จะจัดโครงสร้างองค์กรการบำรุงรักษารูปแบบใหม่ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูลบำรุงรักษาให้เป็นระบบสารสนเทศ ตลอดจนการจัดการด้านบุคลากรที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบการจัดการการบำรุงรักษา [1]

การจัดการระบบบำรุงรักษาเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพด้านการผลิตได้ รวมถึงการเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness; OEE) ได้แก่ กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance; TPM) การจัดทำแผนการบำรุงรักษา การใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อช่วยแก้ไขปรับปรุงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีปัญหา รวมถึงการลดการสูญเสียด้านอัตราการเดินเครื่องจักรและลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต [2]

การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance; PM) เป็นการวางแผนการบำรุงรักษา โดยการกำหนดระยะเวลาในการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นจากกรณีเครื่องจักรชำรุดเสียหาย ซึ่งเป็นการวางแผนป้องกันไว้ล่วงหน้าและลดความเสี่ยงของการเกิดการเสียหายแบบฉุกเฉินหรือการซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้อง (Break down Maintenance; BM) โดยทั่วไประยะเวลาของการบำรุงรักษาชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์การทำงานของเครื่องจักรสามารถอ้างอิงข้อมูลได้จากคู่มือของผู้ผลิตหรือจากแผนการบำรุงรักษาที่ใช้งานอยู่ ในส่วนของการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงรุก (Proactive Maintenance) คือ การบำรุงรักษาที่เกิดจากการวางแผนเพื่อทำการบำรุงรักษาก่อนที่จะเกิดความเสียหายของเครื่องจักร โดยทั่วไปจะเป็นการทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือการบำรุงรักษาตามสภาพ อย่างไรก็ตาม การบำรุงรักษาเชิงรุกในฐานความรู้หรือมุมมองแบบอื่นอาจจะหมายถึง การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อมุ่งแก้ไขรากของปัญหาหรือหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพื่อกำหนดวิธีการบำรุงรักษาหรือมาตรการอื่นๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดขึ้นซ้ำอีก อาจกล่าวได้ว่า การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นแนวคิดที่ต้องการ “ป้องกัน” การหยุดชะงักของเครื่องจักรอันเนื่องมาจากการชำรุดเสียหายที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้าไม่ว่ากรณีใดๆ [3]

เทคนิค FMEA (Failure Mode Effective Analysis) เป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อระบุปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตสูงที่สุด เทคนิค FMEA เป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญความรุนแรง ของความเสียหายความถี่ในการเกิด [4]

การวางแผนจัดสร้างระบบการบำรุงรักษาไม่ว่าจะเป็นการวางแผนการบำรุงรักษาด้วยการกำหนดมาตรการบำรุงรักษาตนเอง การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หรือการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงรุก สำคัญอย่างยิ่งคือหากต้องการประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรที่ดี ความถี่ของการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรน้อยลง รวมถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตให้ลดลงได้ตามวัตถุประสงค์ สิ่งสำคัญคือการเลือกหรือระบุปัญหาให้ถูกต้อง

การชำรุดเสียหายหรือการหยุดชะงักของเครื่องจักรระหว่างการผลิตส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบการผลิตไม่มากก็น้อยขึ้นอยู่กับเหตุการณ์และความรุนแรง เครื่องจักรลำเลียงวัตถุดิบทำหน้าที่ลำเลียงวัตถุดิบส่งเข้าสู่สายการผลิตเปรียบเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของระบบการผลิตที่ขาดไม่ได้เพื่อให้วัตถุดิบเพียงพอต่อความต้องการด้านการผลิตโดยตรง หากมีการชำรุดเสียหายหรือการหยุดชะงักของเครื่องจักรสายพานลำเลียงวัตถุดิบดังกล่าว จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบการผลิต ซึ่งเป็นต้นเหตุของปัญหาการผลิตสินค้าไม่ได้ตามความต้องการ

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงเลือกใช้เทคนิค FMEA มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อระบุปัญหาของเครื่องจักรตามผลกระทบและระดับความรุนแรง วิเคราะห์หาต้นตอหรือสาเหตุของปัญหาด้วยเครื่องมือ Why Why Analysis รวมถึงการใช้สถิติค่าเวลา

เฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุด (Mean Time Between Failure; MTBF) และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร (Mean Time to Repair; MTTR) มาเป็นแนวทางสำหรับการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การออกแบบตารางตรวจเช็ค การวางแผนการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ชิ้นส่วนเครื่องจักรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตการวัดผลการดำเนินงานเปรียบเทียบจากประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร OEE และปริมาณของเศษวัตถุดิบของเสียที่สามารถลดได้แล้วทำการประมาณการมูลค่าการเสียโอกาสทางการผลิตที่เกิดจากเศษวัตุดิบ [5]

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็นหัวข้อสำคัญดังนี้ 1) ศึกษาวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรเดิม 2) ศึกษาข้อมูลการชำรุดของเครื่องจักร

2.1.1 ศึกษาวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรเดิม ทำการศึกษาข้อมูลการบำรุงรักษาที่ใช้ ซึ่งได้รับข้อมูลจากพนักงานภายในห้องรับ-จ่าย วัตถุดิบ มีแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรอยู่ 2 แบบ คือ

1) การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน (PM) เคยมีการใช้แต่ในปัจจุบันได้ทำการยกเลิกใช้แผนนี้ไปแล้ว เนื่องจากทีมช่างที่ทำการซ่อมบำรุงมีจำนวนคนจำกัดแต่ในขณะเดียวกันเครื่องจักรของกองการใบยา 5 มีจำนวนมาก

2) การบำรุงรักษาเครื่องจักรตามสภาพ (Condition Based Maintenance; CBM) คือเมื่อเครื่องจักรเริ่มมีการชำรุด เครื่องจักรจะแสดงสัญญาณบางอย่างออกมา หากสามารถจับสัญญาณนั้นออกก็สามารถซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรได้ก่อนเครื่องจักรจะชำรุด โดยการใช้ประสาทสัมผัสของผู้ตรวจเช็ค เช่น การใช้มือสัมผัส การใช้ตาสังเกต การใช้หูฟังเสียง และจมูกดมกลิ่น ซึ่งในปัจจุบันสายพานลำเลียงจำนวน 15 เครื่อง ภายในห้องรับ-จ่ายวัตถุดิบของหน่วยงานนั้น ได้ใช้แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรตามสภาพ

2.1.2 ข้อมูลการชำรุดของเครื่องจักร ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอาการชำรุดเสียหายของสายพานลำเลียงเพื่อใช้เป็นข้อมูลก่อนที่จะดำเนินการวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2561 เพื่อใช้ในการศึกษาลักษณะอาการชำรุด ปรับปรุงวิธีการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร และใช้เปรียบเทียบข้อมูลก่อน-หลังดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่วางไว้ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่า มีสายพานที่ชำรุดเสียหาย จำนวน 10 เครื่อง จากสายพานทั้งสิ้น 15 เครื่อง ที่มีการชำรุดเสียหายดังต่อไปนี้

2.2 วิเคราะห์ปัญหา

2.2.1 การวิเคราะห์ความถี่ในการชำรุด และระยะเวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักร

นำข้อมูลอาการชำรุดของสายพานมาจัดทำเป็นกราฟผสมเพื่อใช้จัดลำดับความสำคัญของปัญหา ให้ทราบถึงลักษณะอาการชำรุดที่ควรแก่การปรับปรุงแก้ไขปัญหาก่อน ในรูปที่ 1 แสดงกราฟข้อมูลจากตารางที่ 1 กราฟแสดงให้เห็นว่าอาการเฟืองขับ-ตามสายพานชำรุด มีความถี่ในการชำรุดมากที่สุดเป็นอันดับที่ 1 จำนวน 7 ครั้ง/ปี แต่ในขณะเดียวกันระยะเวลาในการซ่อมแซมนั้นเป็นอันดับที่ 3 โดยใช้ระยะเวลาในการซ่อมทั้งสิ้น 140 นาที เพื่อให้สายพานนั้นสามารถกลับมาทำงานได้ตามปกติ และอาการสายพานชำรุดฉีกขาดมีความถี่ในการชำรุดรองลงมาเป็นอันดับที่ 2 จำนวน 5 ครั้ง แต่ในขณะเดียวกันนั้นก็ใช้ระยะเวลาในการซ่อมแซมมากที่สุดเป็นอันดับที่ 1 โดยใช้ระยะเวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักรทั้งสิ้น 450 นาที เป็นต้น

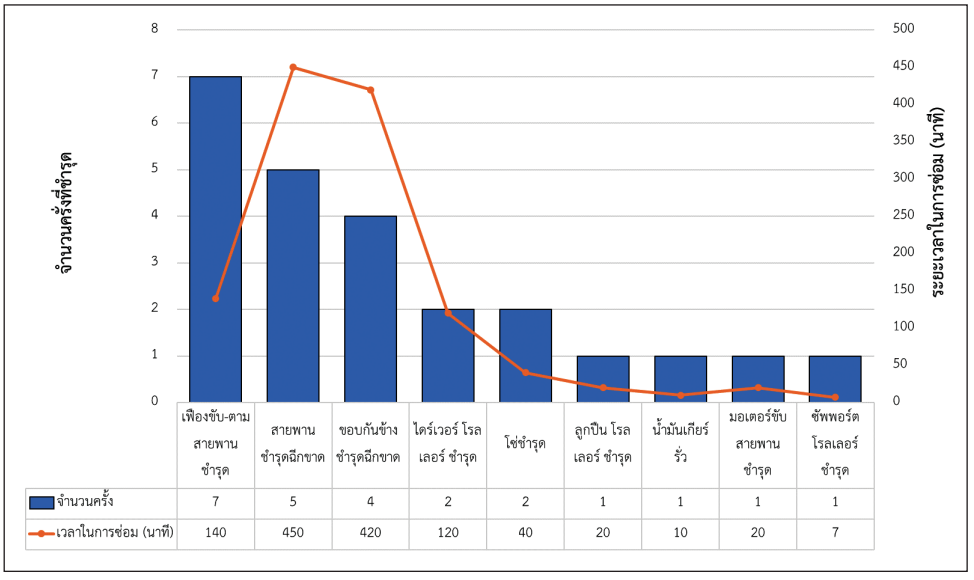
2.2.2 การวิเคราะห์ผลกระทบของการชำรุด

เทคนิค FMEA เป็นเทคนิคที่ใช้เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น ดังนั้นผู้ศึกษาจึงกำหนดขั้นตอนการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนการวิเคราะห์ FMEA ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำการรวบรวมข้อมูลการชำรุดของเครื่องจักรซึ่งประกอบไปด้วยรูปแบบการชำรุด สาเหตุของการชำรุดและผลกระทบที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 ทำการระดมสมองเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของรูปแบบการชำรุดเสียหายและแนวโน้มของผลกระทบที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 ทำการประเมินตัวเลขมูลค่าของผลกระทบการ



รูปที่ 1 ความถี่ในการชำรุดและระยะเวลาในการซ่อมแซม

ตารางที่ 1 ผลกระทบการชำรุดของสายพานตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2561

หัวข้อ	เฟืองขับ-ตามชำรุด	สายพานฉีกขาด	ขอบกันข้างฉีกขาด	ไดร์เวอร์โรเวอร์ชำรุด	โซ่ขับสายพานชำรุด	ลูกปืนโรลเลอร์ชำรุด	น้ำมันเกียร์รั่ว	มอเตอร์ขับสายพานชำรุด	ซัพพอร์ตโรลเลอร์ชำรุด
ค่าประมาณการสูญเสียโอกาสในการจ่ายวัตถุดิบ (กก.)	4,000	10,000	8,000	730	3,500	880	440	880	85
ค่าประมาณการปริมาณการผลิต (ชิ้น)	5,200,000	13,000,000	10,400,000	949,000	4,550,000	1,144,000	572,000	1,144,000	110,500

ชำรุดที่มีต่อระบบการผลิตแต่ละรูปแบบ

เมื่อนำอาการชำรุดต่างๆ มาประมาณการสูญเสียโอกาสในการจ่ายวัตถุดิบให้แก่เครื่องผลิตพบว่า กรณีสายพานชำรุดฉีกขาดนั้น มีค่าสูญเสียโอกาสในการจ่ายวัตถุดิบสูงที่สุด โดยประมาณ 10,000 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนั้นทางผู้ศึกษาเห็นว่า อาการชำรุดที่สมควรที่จะได้รับการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงรุก คือ สายพานชำรุดฉีกขาด เนื่องจากส่งผลกระทบต่อการเสียโอกาสในการจ่ายวัตถุดิบมากที่สุด รวมถึงการพิจารณาแก้ไขส่วนอื่นๆ เพื่อเป็นการป้องกันการชำรุดเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นภายหลังได้

2.2.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรชำรุด

การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรชำรุดหรือรากของปัญหาการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงรุก (Proactive Maintenance) ของสายพานลำเลียง คือ วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้สายพานชำรุดฉีกขาด ผู้ศึกษาเลือกใช้เครื่องมือ Why Why Analysis มาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุหรือรากของปัญหาที่แท้จริง [6] โดยผ่านการระดมความคิด (Brainstorming) ของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ประกอบด้วยผู้ศึกษา พนักงานคุมเครื่องจักร และทีมช่างที่ทำการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุต้นตอของปัญหาหรือรากของปัญหา (Root Cause) ที่แท้จริงได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำ พร้อมทั้งหาแนวทางป้องกันหรือมาตรการปรับปรุงแก้ไขปัญหาดังกล่าว

จากการวิเคราะห์ Why Why Analysis เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาที่ทำให้สายพานชำรุดฉีกขาดมาจาก 3 สาเหตุ ดังนี้ 1) สายพานแกว่งเนื่องจากยืดตามอายุการใช้งาน 2) สายพานเสียดสีกับขอบข้างเนื่องจากมีเศษวัตถุดิบติดสะสมบนลูกกลิ้ง และ 3) เปลือกลูกกลิ้งชำรุดตามอายุการใช้งาน จากสาเหตุของปัญหาแสดงให้เห็นว่ารากของปัญหาที่ส่งผลให้สายพานชำรุดฉีกขาดที่สามารถแก้ไขหรือป้องกันได้คือกรณีที่ 2 สายพานเสียดสีกับขอบข้างเนื่องจากมีเศษวัตถุดิบติดสะสมบนลูกกลิ้ง จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยเทคนิคการระดมสมองพบว่า เศษวัตถุดิบที่สะสมบนสายพานเกิดจาก 2 สาเหตุ คือ 1) เศษวัตถุดิบที่ไหลย้อนกลับเข้ามาใต้สายพาน ในขณะที่สายพานลำเลียงวัตถุดิบหรือขณะที่จ่ายวัตถุดิบให้สายพานถัดไป ซึ่งจะมีเศษวัตถุดิบที่ติดสายพานไหลย้อนกลับเข้ามาใต้สายพานโดยเฉลี่ย 5.50 กิโลกรัมต่อวัน และ 2) เศษวัตถุดิบที่ติดค้างขอบกันค้างสายพาน และตกหล่นลงใต้สายพานโดยเฉลี่ย 1.60 กิโลกรัมต่อวัน ทำให้เข้าไปจับตัวเป็นก้อนพอกที่ผิวของโรลเลอร์ (Roller) ส่งผลให้ระดับของผิวโรลเลอร์แต่ละลูกไม่เท่ากัน ทำให้สายพานเกิดการเบียดข้าง และเสียดสีเป็นสาเหตุที่ทำให้สายพานชำรุดฉีกขาด

2.2.4 การวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

ในขั้นตอนต่อไปนี้จะแสดงวิธีคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ก่อนดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยยกตัวอย่างการคำนวณมาจากเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ของสายพานทั้ง 15 เครื่องเท่านั้น การหาประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต้องหาค่าที่ใช้ในการคำนวณหาประกอบด้วยอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ

โดยประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) หาได้จากสมการดังนี้

OEE = อัตราการเดินเครื่อง × ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง × อัตราคุณภาพ

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาที่เครื่องหยุด}}{\text{เวลารับภาระงาน}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลามาตรฐาน} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}}$$

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด} - \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}}$$

ตารางที่ 2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2561

เดือน	อัตราการเดินเครื่อง	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง	อัตราคุณภาพ	ประสิทธิผลโดยรวม
ม.ค.	0.98	0.78	0.99	0.76
ก.พ.	0.99	0.73	0.99	0.72
มี.ค.	0.98	0.75	0.99	0.73
เม.ย.	1.00	0.81	0.99	0.80
พ.ค.	0.99	0.75	0.99	0.74
มิ.ย.	1.00	0.74	0.99	0.73
ก.ค.	0.99	0.70	0.99	0.69
ส.ค.	1.00	0.61	0.99	0.60
ก.ย.	1.00	0.69	0.99	0.68
ต.ค.	0.99	0.74	0.99	0.73
พ.ย.	0.96	0.69	0.99	0.66
ธ.ค.	0.98	0.66	0.99	0.64
เฉลี่ย	0.99	0.72	0.99	0.71

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนการดำเนินการในช่วง พ.ศ. 2561 ประกอบด้วยอัตราการเดินเครื่องจักรเฉลี่ย 0.99 ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักรเฉลี่ย 0.72 และอัตราคุณภาพเฉลี่ย 0.99 คิดเป็นประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 0.71 หรือร้อยละ 71

2.2.5 ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุด (MTBF) และระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมเครื่องจักร (MTTR)

ในตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของการชำรุดเสียหายเท่ากับ 1.6 ครั้ง ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร

เท่ากับ 88.47 นาที ค่า MTBF เฉลี่ยเท่ากับ 88,894.27 นาที และค่า MTTR เฉลี่ยเท่ากับ 34.80 นาที

ตารางที่ 3 ระยะเวลาก่อนเครื่องจักรชำรุด (MTBF) และระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อมเครื่องจักร (MTTR) ก่อนดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2561

รหัสเครื่อง	เวลาทำงานรวมต่อปี (นาที)	จำนวนครั้งที่ชำรุด (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (นาที)	MTBF (นาที)	MTTR (นาที)
813	130,140	2	150	64,995.00	75
814		1	7	130,133.00	7
607/1		0	0	130,140.00	0
607/2		2	140	65,000.00	70
607/3		0	0	130,140.00	0
607/4		0	0	130,140.00	0
608/1		4	245	32,474.00	61
608/2		0	0	130,140.00	0
608/3		2	110	65,015.00	55
608/4		2	40	65,050.00	20
608/5		2	30	65,055.00	15
611/1		4	225	32,479.00	56
611/2		0	0	130,140.00	0
611/3		1	90	130,050.00	90
611/4		4	290	32,463.00	73
ค่าเฉลี่ย	1.60	88.47	88,894.27	34.80	

2.3 ออกแบบและกำหนดวิธีการแก้ไขปัญหา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความถี่ของการชำรุด ผลกระทบการชำรุด สาเหตุที่ทำให้เกิดการชำรุด ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร สามารถกำหนดแนวทางของการบำรงรักษาเชิงป้องกันได้ดังนี้ 1) วางแผนเปลี่ยนปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนที่สึกหรอตามอายุการใช้งาน 2) ออกแบบอุปกรณ์ป้องกันการสะสมเศษวัตถุดิบ และ 3) จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.3.1 วางแผนเปลี่ยนและปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนที่สึกหรอตามอายุการใช้งาน

เริ่มจากการพิจารณาข้อมูลความถี่จำนวนครั้งในการชำรุดดังแสดงในรูปที่ 2 คือ ชุดเฟืองขับ-ตามของสายพานชำรุด รองลงมาเป็น สายพานชำรุดฉีกขาด ขอบกันข้างชำรุดฉีกขาด ไดร์เวอร์โรลเลอร์ชำรุด (Drive Roller) โซ่ขับสายพานชำรุด ลูกปืนโรลเลอร์ชำรุด (Bearing Roller) น้ำมันเกียร์รั่ว มอเตอร์ขับสายพานชำรุด (Motor Gear) และซับพอร์ตโรลเลอร์ชำรุด (Support Roller) ตามลำดับ

2.3.2 ออกแบบอุปกรณ์ป้องกันการสะสมเศษวัตถุดิบ

เริ่มจากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่ส่งผลต่อการทำให้สายพานฉีกขาดหรือชำรุดเสียหายด้วยเทคนิค Why Why Analysis และสรุปประเด็นของปัญหาด้วยเทคนิคการระดมสมองสามารถกำหนดแนวทางการแก้ไขเพื่อลดปริมาณการสะสมเศษวัตถุดิบบนลูกกลิ้ง ดังนี้

2.3.2.1 เศษวัตถุดิบที่ไหลย้อนกลับใต้สายพานโดยเฉลี่ย 5.50 กิโลกรัมต่อวัน วิธีแก้ไขทำการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้เศษวัตถุดิบไหลย้อนกลับ

การออกแบบอุปกรณ์ป้องกันเศษวัตถุดิบที่ไหลย้อนมีขั้นตอนการออกแบบตามลำดับดังนี้ [7]

1) รับรู้ความต้องการของการใช้งาน ในขั้นตอนนี้คือต้องการป้องกัน หรือกำจัดเศษวัตถุดิบไม่ให้ติดอยู่บนสายพานลำเลียงและไหลย้อนกลับไปติดสะสมบนลูกกลิ้ง ซึ่งเป็นต้นเหตุของการชำรุดฉีกขาดของสายพานลำเลียง

2) ศึกษาลักษณะจำเพาะ เป็นขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการป้องกันหรือวิธีการกำจัดเศษวัตถุดิบที่ติดมากับสายพาน ซึ่งเริ่มจากการพิจารณาว่าเศษวัตถุดิบที่ติดอยู่บนสายพานมีลักษณะอย่างไร และสามารถป้องกันหรือกำจัดได้ด้วยวิธีใดบ้าง

3) ศึกษารายละเอียด โดยเริ่มจากการศึกษาลักษณะของเศษวัตถุดิบที่ติดอยู่บนสายพานพบว่า เศษวัตถุดิบดังกล่าวมีลักษณะร่วนและมีความชื้นปะปนอยู่เล็กน้อย อันเนื่องมาจากการผสมตัวประสานระหว่างการลำเลียง

4) การสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดรูปแบบการป้องกันที่สามารถป้องกันหรือ

กำจัดออกได้ด้วยการทำความสะอาด เช่น การเช็ด การปัดด้วยแปลง หรือการทำให้เกิดการสั่นสะเทือน

5) การออกแบบเบื้องต้น หลังจากการศึกษาลักษณะจำเพาะ รายละเอียด และสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์แล้ว รูปแบบการป้องกันและการกำจัดเศษวัตถุดิบติดบนสายพาน คือ การติดตั้งแปรงปัด สำหรับทำความสะอาดผิวหน้าสายพานด้วยการหมุนรอบแกนเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบด้านอายุการใช้งานของสายพาน ซึ่งสามารถหมุนทำความสะอาดได้ขณะเครื่องจักรทำงานโดยไม่ต้องหยุดเครื่อง และสามารถจัดหาวัสดุได้ตามท้องตลาดทั่วไป การออกแบบเบื้องต้นต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ ปัจจัยแรก คือ ส่งผลกระทบต่ออายุการใช้งานของสายพานน้อยที่สุด ปัจจัยที่สอง คือ สามารถทำความสะอาดได้ในขณะเครื่องจักรกำลังทำงาน และปัจจัยที่สาม คือ สามารถจัดหาวัสดุได้ง่าย

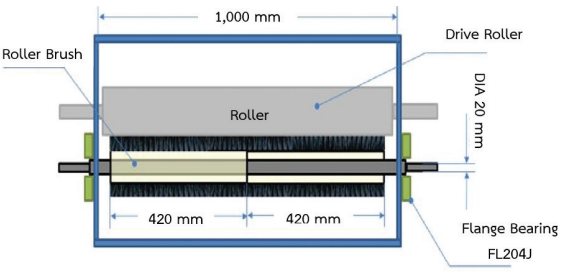
6) การออกแบบรายละเอียด หลังจากสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบเบื้องต้นแล้ว ขั้นตอนนี้ต้องคำนึงถึงการออกแบบตามหลักวิศวกรรม 3 ประการ ดังนี้ ประการที่หนึ่ง คือ การออกแบบโครงสร้างการรับน้ำหนักต้องคำนึงถึงความแข็งแรง รวมถึงอายุการใช้งาน ประการที่สอง คือ การเลือกใช้วัสดุที่ประหยัดและเป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน และประการที่สาม คือ คำนึงถึงการซ่อมบำรุงและการถอดประกอบง่าย

7) สร้างต้นแบบและทดสอบ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการจัดสร้างและจัดหาอุปกรณ์ที่มีลักษณะตามต้องการ รวมถึงการทดสอบโดยทีมช่างซ่อมบำรุง

8) การออกแบบสำหรับผลิต ขั้นตอนนี้เป็นขั้นของการทบทวนความถูกต้องของการออกแบบสำหรับสั่งผลิต เช่น ขนาด รูปร่าง และอื่นๆ เพื่อป้องกันผิดพลาดด้านการออกแบบ

รูปที่ 2 แสดงลักษณะการติดตั้งแปรงปัดใต้สายพานเพื่อป้องกันไม่ให้เศษวัตถุดิบ-ฝุ่นไหลย้อนกลับ ซึ่งป็นต้นตอหรือสาเหตุที่ทำให้สายพานชำรุดฉีกขาด

2.3.2.2 เศษวัตถุดิบที่ติดค้างขอบกันค้างสายพาน และตกหล่นลงใต้สายพานโดยเฉลี่ย 1.60 กิโลกรัมต่อวัน วิธีแก้ไขคือทำการติดตั้งแผ่นประคองวัตถุดิบสำหรับควบคุมตำแหน่งการตกวัตถุดิบให้ลงตรงกลางสายพาน



รูปที่ 2 ลักษณะแปรงปัดเศษวัตถุดิบและลักษณะการติดตั้ง (หน่วย : มิลลิเมตร)

การออกแบบแผ่นประคองวัตถุดิบ มีขั้นตอนการออกแบบตามลำดับดังนี้ [7]

1) รับรู้ความต้องการ เพื่อลดปริมาณเศษวัตถุดิบที่ติดค้างบริเวณขอบกันข้างสายพานและตกหล่นลงใต้สายพานโดยเฉลี่ย 1.60 กิโลกรัมต่อวัน

2) ศึกษาลักษณะจำเพาะ หลังจากรับรู้ความต้องการของการแก้ปัญหาเศษวัตถุดิบที่ติดค้างบริเวณขอบกันข้างสายพานและตกหล่นลงใต้สายพาน มีลักษณะจำเพาะคือ เศษวัตถุดิบเป็นฝุ่นผงติดอยู่ตามร่องสายพาน

3) ศึกษารายละเอียด เป็นการศึกษารายละเอียดของการตกหล่นของเศษวัตถุดิบ ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการลำเลียงวัตถุดิบจากห้องเก็บวัตถุดิบส่งต่อไปยังสายพานลำเลียงวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการผลิต สาเหตุการตกหล่นของเศษวัตถุดิบเกิดจากการกระเด็นของวัตถุดิบที่ถูกป้อนจากสายพานที่อยู่ต่างระดับกัน รวมถึงไม่สามารถควบคุมวัตถุดิบให้หล่นลงตรงกลางสายพานได้

4) การสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบขั้นตอนนี้เริ่มจากการสังเคราะห์รูปแบบและแนวทางของการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ การตกหล่นของวัตถุดิบดังกล่าว มีแนวทางสำหรับการแก้ปัญหาได้สองลักษณะ 1) การบังคับทิศทางการไหลของวัตถุดิบให้อยู่ตรงกลางสายพานมากที่สุด และ 2) การควบคุมการกระเด็นของวัตถุดิบที่ตกลงบนสายพานต่างระดับระหว่างการลำเลียง

5) การออกแบบเบื้องต้น จากการสังเคราะห์รูปแบบและแนวทางของการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้สองรูปแบบดังนี้ 1) การติดตั้งแผ่นบังคับทิศทางการไหลของวัตุดิบให้อยู่

ตรงกลางสายพาน (ติดตั้งบนสายพานลำเลียงวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนผลิต) และ 2) ติดตั้งแผ่นประคองวัตถุดิบให้หล่นลงตรงกลางสายพานลำเลียงเข้าสู่กระบวนการผลิต (ติดตั้งที่สายพานลำเลียงวัตถุดิบในห้องเก็บวัตถุดิบ) หลังจากการวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดพบว่าแนวคิดสำหรับการออกแบบการติดตั้งแผ่นประคองวัตถุดิบเป็นแนวคิดที่ส่งผลดีมากกว่าผลเสีย

6) การออกแบบรายละเอียด หลังจากการการออกแบบเบื้องต้นแล้วจึงเลือกการติดตั้งแผ่นประคองวัตถุดิบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น ขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบอุปกรณ์โดยคำนึงถึงการออกแบบตามหลักวิศวกรรม 3 ประการ ดังนี้ ประการที่หนึ่ง คือ การออกแบบโครงสร้างการรับน้ำหนักและการออกแบบกลไกการใช้งาน โดยต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของชิ้นส่วนและกลไกการใช้งานต้องสามารถปรับได้อย่างยืดหยุ่น ประการที่สอง คือ การเลือกใช้วัสดุที่สามารถจัดหาได้ง่าย ประหยัดและเป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน และประการที่สาม คือ คำนึงถึงการซ่อมบำรุงและการปรับตั้งได้อย่างยืดหยุ่น รวมถึงประกอบติดตั้งได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 3

7) สร้างต้นแบบและทดสอบ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการจัดสร้างและจัดหาอุปกรณ์ที่มีลักษณะตามต้องการ รวมถึงการทดสอบโดยทีมช่างซ่อมบำรุง

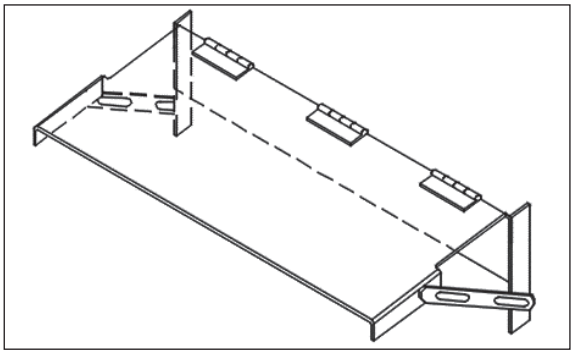
8) การออกแบบสำหรับผลิต ขั้นตอนนี้เป็นขั้นของการทบทวนความถูกต้องของการออกแบบสำหรับสั่งผลิต เช่น ขนาด รูปร่าง และอื่นๆ เพื่อป้องกันผิดพลาดด้านการออกแบบ

ดังนั้นหลังจากทำการออกแบบอุปกรณ์ทั้งแปรงปัดและแผ่นประคองสำเร็จ จึงประสานงานกองผลิตชิ้นส่วนอะไหล่และอุปกรณ์ เพื่อจัดสร้างอุปกรณ์สำหรับติดตั้งจำนวน 1 ชุด สำหรับทดลอง (Prototype)

2.3.3 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมุ่งเน้นการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเพื่อให้การดูแลรักษาเป็นไปอย่างต่อเนื่อง โดยจัดทำเป็นตารางแผนการตรวจเช็ครายสัปดาห์ (สำหรับพนักงานควบคุมเครื่องจักรและสำหรับทีมช่าง) และตารางแสดงบันทึกการชำรุดเครื่องจักร ดังนี้

2.3.3.1 แผนการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำสัปดาห์



รูปที่ 3 ลักษณะแผ่นประคองวัตถุดิบ สำหรับควบคุมตำแหน่งการตกของวัตถุดิบ

(สำหรับพนักงานควบคุมเครื่องจักร)

การจัดทำแผนการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำสัปดาห์สำหรับพนักงานควบคุมเครื่องจักรเริ่มจากพิจารณาเลือกหัวข้อที่มีความสำคัญในลำดับต้นๆ และพนักงานสามารถตรวจเช็คได้ด้วยตนเอง จากการประชุมกลุ่มผู้ที่มีความเกี่ยวข้องทั้งระบบแล้วสามารถสรุปได้ว่าควรมีการตรวจเช็คชิ้นส่วนต่างๆ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ 1) การตรวจเช็คสายพาน เช่น การสังเกตุความตึง ความเอียง การฉีกขาด และ 2) อุปกรณ์ขับเคลื่อน เช่น มอเตอร์มีเสียงดัง เฟืองขับเฟืองตาม มีเสียงดัง ลูกกลิ้งสกปรก

การจัดทำแผนการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำสัปดาห์สำหรับผู้ควบคุมเครื่องจักรกำหนดให้ทำการตรวจเช็ควันละ 3 เครื่อง จากทั้งหมด 15 เครื่อง การตรวจเช็คใช้เวลาประมาณ 5 นาทีต่อเครื่อง เริ่มตรวจเช็คก่อนเริ่มปฏิบัติงาน 15 นาที โดยใช้สัญลักษณ์สีบอกถึงวันที่ต้องทำการตรวจเช็ค และให้พนักงานคุมเครื่องจักรรับผิดชอบ ดังนี้

ก) สีเหลืองทำการตรวจเช็คทุกวันจันทร์

ข) สีชมพูทำการตรวจเช็คทุกวันอังคาร

ค) สีเขียวทำการตรวจเช็คทุกวันพุธ

ง) สีส้มทำการตรวจเช็คทุกวันพฤหัสบดี

จ) สีฟ้าทำการตรวจเช็คทุกวันศุกร์

2.3.3.2 แผนการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำสัปดาห์ (สำหรับทีมช่าง)

การกำหนดหัวข้อการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำ

สัปดาห์สำหรับทีมช่างพิจารณาจากอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่อยู่นอกเหนือการดูแลของพนักงานควบคุมเครื่องจักร หรือหากเกิดการชำรุดเสียหายแล้วส่งผลกระทบต่อระบบการผลิตค่อนข้างสูง หรือเมื่อชำรุดแล้วเกิดการหยุดชะงักของเครื่องจักรทั้งระบบ เช่น ระบบโครงสร้าง ระบบไฟฟ้า การปรับตั้งอุกรณ์ ฯลฯ การออกแบบตารางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรสำหรับทีมช่าง กำหนดการตรวจเช็คเครื่องจักรเป็นระยะเวลา 3 วัน โดยใช้สัญลักษณ์สีบอกถึงวันที่ต้องทำการตรวจเช็ค และให้ทีมช่างเป็นผู้รับผิดชอบดังนี้

ก) สีชมพูทำการตรวจเช็คและบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวันวันอังคาร

ข) สีส้มทำการตรวจเช็คและบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวันพฤหัสบดี

ค) สีม่วงทำการตรวจเช็คและบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวันเสาร์

2.3.3.3 การจัดทำป้ายแท็กรายงานอาการชำรุด (Tag) สำหรับพนักงานควบคุมเครื่องจักร เนื่องจากทีมช่างหรือกำลังคนมีจำนวนจำกัด จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนกำลังคนให้เหมาะสมกับงาน การจัดทำป้ายการแท็กรายงานอาการชำรุดเป็นการช่วยลดภาระการตรวจเช็คของทีมช่าง เพิ่มความรวดเร็วในการตัดสินใจแก้ไขปัญหารวมถึงเป็นการรวบรวมข้อมูลเพื่อวางแผนการเข้าไปแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที หากเกิดการชำรุดเสียหายก่อนเกิดการชำรุดเสียหายในวงกว้าง

2.4 ดำเนินการแก้ปัญหา

ในขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาเป็นการดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาที่ได้ทำการวางแผนและออกแบบไว้ดังกล่าวข้างต้น รวมถึงกำหนดระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลระหว่างก่อนและหลังปรับปรุง การดำเนินการแก้ปัญหาสามารถแบ่งลำดับการอธิบายได้ดังนี้ 1) เปลี่ยนและปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนที่สึกหรอตามอายุการใช้งาน 2) ติดตั้งอุกรณ์ป้องกันการสะสมเศษวัตถุดิบที่ออกแบบแก้ไข และ 3) แจ้งกำหนดการเริ่มใช้แผนการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำสัปดาห์ให้กับพนักงานควบคุมเครื่องจักรและทีมช่าง หลังจากนั้นเริ่มเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุงต่อไป

2.4.1 เปลี่ยนและปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนที่สึกหรอตามอายุการใช้งาน การดำเนินการเปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆ ที่มีการชำรุดดังนี้ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 รายงานการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่ตามแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันของสายพานลำเลียงทั้ง 15 เครื่อง

รหัสเครื่องจักร	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน						
	สายพาน	ขอบกันข้าง	ชุดเฟืองโซ่ขับสายพาน	ลูกปืน	โรลเลอร์ชุดขับ	โรลเลอร์ซัพพอร์ต	มอร์เตอร์เกียร์
813	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓
814	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓
607/1		✓	✓				
607/2		✓	✓		✓		
607/3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
607/4			✓				
608/1		✓	✓				
608/2		✓	✓		✓	✓	
608/3	✓	✓	✓				
608/4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
608/5			✓			✓	✓
611/1		✓	✓				✓
611/2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
611/3							
611/4	✓	✓	✓	✓			
ความหมายสัญลักษณ์							
✓	ดำเนินการเปลี่ยนอะไหลใหม่แล้ว						
	ยังไม่ดำเนินการเปลี่ยนอะไหล่						
×	เครื่องจักรไม่ใช้ชิ้นส่วนนี้						

2.4.1.1 ดำเนินการเปลี่ยนชุดเฟืองขับ-ตามที่มีอาการหลวมและส่งผลกระทบต่อการชำรุดเสียหาย

2.4.1.2 ดำเนินการเปลี่ยนสายพานชำรุดฉีกขาด

2.4.1.3 ขอบกันข้างชำรุดฉีกขาด

2.4.1.4 ไดร์เวอร์โรลเลอร์ชำรุด

2.4.1.5 โซ่ขับสายพานชำรุด

2.4.1.6 ลูกปืนโรลเลอร์ชำรุด

2.4.1.7 น้ำมันเกียร์รั่ว

2.4.1.8 มอเตอร์ขับสายพานชำรุด

2.4.1.9 ซับพอร์ตโรลเลอร์ชำรุด

2.5 เก็บผลและสรุปผล

การเก็บผลและสรุปผลดำเนินการหลังจากการกำหนดให้ 1) เปลี่ยนและปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนที่สึกหรอตามอายุการใช้งาน 2) ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการตกหล่นของเศษวัตถุดิบที่ออกแบบแก้ไข 3) แจ้งกำหนดการเริ่มใช้แผนการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำสัปดาห์ให้กับพนักงานควบคุมเครื่องจักรและทีมช่าง เพื่อนำข้อมูลผลการดำเนินงานมาเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุด (MTBF) ระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อม (MTTR) ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) และปริมาณวัตถุดิบที่สูญเสียจากกระบวนการผลิต [8]

3. ผลการทดลอง

ผลการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่นำมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการดำเนินการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ 1) ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุด (MTBF) และระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อม (MTTR) 2) ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และ 3) ปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต

3.1 ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุด (MTBF) และระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อม (MTTR)

ในตารางที่ 5 แสดงค่า MTBF และ MTTR หลังการดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร เป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2562 สายพานลำเลียงทั้ง 15 เครื่อง มีผลการคำนวณ MTBF ที่ได้เต็ม 42,120 นาที และไม่มีการชำรุดเสียหาย

การเลือกเฉพาะสายพานลำเลียงที่มีค่า MTBF ก่อนดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาไม่เกิน 42,120 นาที หรือไม่เกิน 4 เดือน เนื่องจากคาดการณ์ได้ว่าอายุการใช้งานของเครื่องจักรนั้นจะมีการชำรุดภายในระยะเวลา 4 เดือนนี้ อย่างน้อยจำนวน 1 ครั้ง มาใช้ในการเปรียบเทียบผลก่อน-หลังดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร ได้แก่ สายพานรหัส 608/1 สายพานรหัส 611/1 และสายพานรหัส 611/4 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ค่า MTBF และ MTTR หลังดำเนินการปรับปรุงตามแผนทั้งหมด 15 เครื่อง

รหัสเครื่อง	เวลาทำงานรวม (นาที)	จำนวนครั้งที่ชำรุด (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (นาที)	MTBF (นาที)	MTTR (นาที)
813	42,120	0	0	42,120	0
814		0	0	42,120	0
607/1		0	0	42,120	0
607/2		0	0	42,120	0
607/3		0	0	42,120	0
607/4		0	0	42,120	0
608/1		0	0	42,120	0
608/2		0	0	42,120	0
608/3		0	0	42,120	0
608/4		0	0	42,120	0
608/5		0	0	42,120	0
611/1		0	0	42,120	0
611/2		0	0	42,120	0
611/3		0	0	42,120	0
611/4		0	0	42,120	0

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบค่า MTBF และ MTTR ก่อน-หลังดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

รหัสเครื่อง	เวลาทำงานรวม (นาที)	MTBF (นาที)			MTTR (นาที)		
		ก่อนการดำเนินการตามแผน	หลังการดำเนินการตามแผน	เพิ่ม (นาที)	ก่อนการดำเนินการตามแผน	หลังการดำเนินการตามแผน	ลดลง (นาที)
608/1	42,120	32,474.00	42,120	9,646	61	0	61
611/1		32,479.00	42,120	9,641	56	0	56
611/4		32,463.00	42,120	9,657	73	0	73
	เฉลี่ย	32,472.00	42,120.00	9,648.00	63.33	0.00	63.33

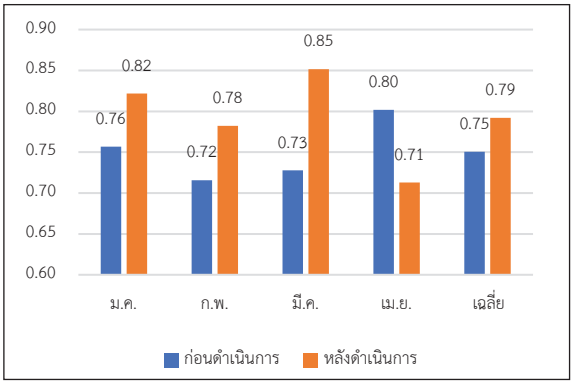
ตารางที่ 7 แสดงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนการดำเนินการ จะเห็นได้ว่าอัตราการเดินเครื่องเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 99 ประสิทธิภาพการเดินเครื่องเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 77 อัตราคุณภาพเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 99 และประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 75 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ควรจะเป็นอันเนื่องมาจากประสิทธิภาพการเดินเครื่องต่ำ

ตารางที่ 7 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนดำเนินการ (เดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2561)

เดือน	อัตราการเดินเครื่อง	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง	อัตราคุณภาพ	ประสิทธิผลโดยรวม
ม.ค.	0.98	0.78	0.99	0.76
ก.พ.	0.99	0.73	0.99	0.72
มี.ค.	0.98	0.75	0.99	0.73
เม.ย.	1.00	0.81	0.99	0.80
เฉลี่ย	0.99	0.77	0.99	0.75

ตารางที่ 8 แสดงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรหลังจากดำเนินการปรับปรุงเครื่องจักรและการวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร จะเห็นได้ว่าอัตราการเดินเครื่องเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 100 ประสิทธิภาพการเดินเครื่องเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 80 อัตราคุณภาพเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 99 และประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ79

ตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในเดือนมกราคม เพิ่มขึ้นร้อย 6 ในเดือนกุมภาพันธ์ เพิ่มขึ้นร้อยละ 6 ในเดือนมีนาคม เพิ่มขึ้นร้อยละ 12 ในเดือนเมษายน ลดลงร้อยละ 9 ในเดือนเมษายน ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรลดลง เนื่องจากประสิทธิภาพการเดินเครื่องของเครื่องจักรลดลงอันเนื่องมาจากความต้องการวัตถุดิบ

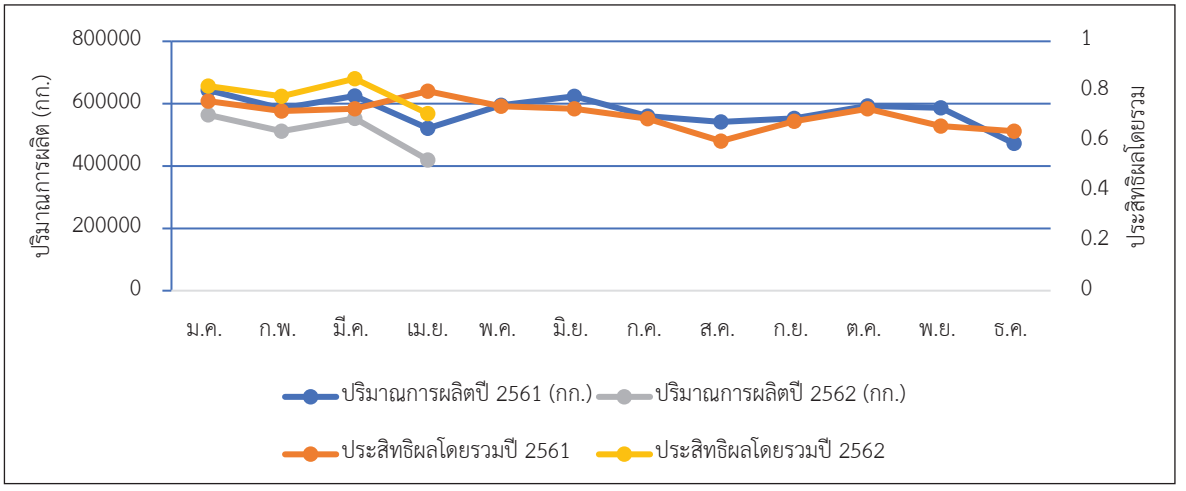


รูปที่ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อน-หลังดำเนินการ (เดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562)

ในส่วนของการผลิตในช่วงเวลาดังกล่าวน้อยเพราะเครื่องจักรในส่วนของการผลิตชำรุดเสียหาย จึงทำให้เครื่องจักรสายพานลำเลียงไม่สามารถป้อนวัตถุดิบได้เป็นปกติ ทั้งนี้ ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรหลังดำเนินการปรับปรุงยังคงเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 4 ดังกราฟแสดงผลเปรียบเทียบในรูปที่ 4

ตารางที่ 8 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรหลังดำเนินการ (เดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2562)

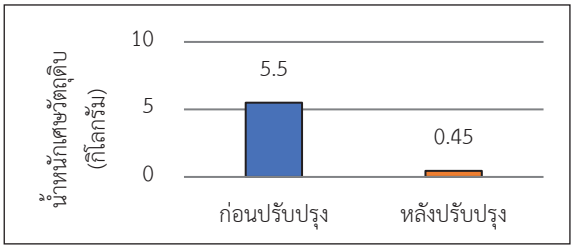
เดือน	อัตราการเดินเครื่อง	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง	อัตราคุณภาพ	ประสิทธิผลโดยรวม
ม.ค.	1.00	0.83	0.99	0.82
ก.พ.	1.00	0.79	0.99	0.78
มี.ค.	1.00	0.86	0.99	0.85
เม.ย.	1.00	0.72	0.99	0.71
เฉลี่ย	1.00	0.80	0.99	0.79



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตและค่าเฉลี่ยของประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนดำเนินการ (เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2561) และหลังดำเนินการ (เดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2562)

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อน-หลังดำเนินการ (เดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2561 และ พ.ศ. 2562)

เดือน	ก่อนดำเนินการ	หลังดำเนินการ	ผลต่าง
ม.ค.	0.76	0.82	0.06
ก.พ.	0.72	0.78	0.06
มี.ค.	0.73	0.85	0.12
เม.ย.	0.80	0.71	–0.09
ค่าเฉลี่ย	0.75	0.79	0.04



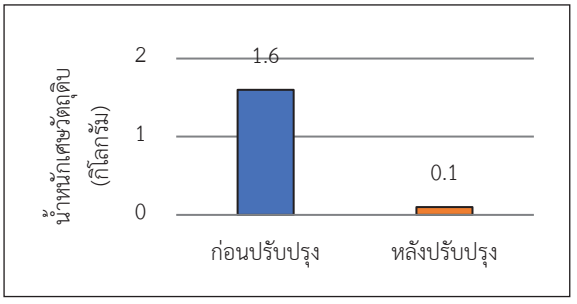
รูปที่ 6 ปริมาณเศษวัตถุดิบก่อนและหลังการดำเนินการติดตั้งแปรงปัด (กิโลกรัมต่อวัน)

รูปที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณการผลิตและค่าเฉลี่ยของประสิทธผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนและหลังดำเนินการ ก่อนดำเนินการ พ.ศ. 2561 ข้อมูลมีความสัมพันธ์แปรไปตามกันอย่างมีนัยสำคัญ มีเพียงช่วงเดือนเมษายนและธันวาคมที่มีค่าผกผันกันเนื่องจากเครื่องจักรในส่วนของการผลิตเกิดการชำรุดเสียหายและหยุดชะงักส่งผลให้ปริมาณการผลิตมีความต้องการน้อย แต่ในขณะเดียวกันในช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องสูง ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสูงด้วยเช่นกัน ส่วนใน พ.ศ. 2562 ปริมาณการผลิตและประสิทธิผลโดยรวมมีความสัมพันธ์แปรไปในทิศทางเดียวกันในทุกๆ เดือนตลอดระยะเวลาของการเก็บผล ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าการวางแผนการบำรุงรักษาด้วยการเปลี่ยนและปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนอะไหล่ที่สึกหรอตามอายุการใช้งานของเครื่องจักรดังกล่าว สามารถทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเป็นไปในทางที่ดีขึ้น

3.2 ปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต

ผลการดำเนินการที่สามารถแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการของการบำรุงรักษาอีกอย่างหนึ่งก็คือการลดปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตให้มีปริมาณลดน้อยลง

รูปที่ 6 กราฟแสดงปริมาณเศษวัตถุดิบ-ฝุ่นตกค้างใต้สายพาน ก่อนและหลังดำเนินการติดตั้งแปรงปัด ก่อนดำเนิน



รูปที่ 7 ปริมาณเศษวัตถุดิบก่อนและหลังการดำเนินการติดตั้งแผ่นประคองวัตถุดิบ (กิโลกรัมต่อวัน)

การมีปริมาณเศษวัตถุดิบ-ฝุ่นตกค้างโดยเฉลี่ย 5.50 กิโลกรัมต่อวันหลังดำเนินการพบว่า ปริมาณเศษวัฏุดิบ-ฝุ่นตกค้างโดยเฉลี่ย 0.45 กิโลกรัมต่อวัน ลดลงจากเดิม ร้อยละ 91.82 หรือเฉลี่ย 5.05 กิโลกรัมต่อวัน สามารถเพิ่มโอกาสการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปได้ประมาณ 6,550 ชิ้นต่อวัน ประมาณเป็นมูลค่าอยู่ที่ 18,000 บาทต่อวัน

รูปที่ 7 กราฟแสดงปริมาณเศษวัตถุดิบที่ติดค้างบริเวณขอบกันข้างสายพานก่อนและหลังดำเนินการติดตั้งแผ่นประคองวัตถุดิบ ก่อนดำเนินการมีปริมาณเศษวัตถุดิบติดค้างบริเวณขอบกันข้างสายพานโดยเฉลี่ย 1.60 กิโลกรัมต่อวัน หลังดำเนินการมีปริมาณเศษวัตถุดิบติดค้างบริเวณขอบกันข้างสายพานเฉลี่ย 0.10 กิโลกรัมต่อวัน ลดลงจากเดิมร้อยละ 93.75 หรือเฉลี่ย 1.50 กิโลกรัมต่อวัน สามารถเพิ่มโอกาสการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปได้ประมาณ 1,950 ชิ้นต่อวัน คิดเป็นมูลค่าประมาณอยู่ที่ 5,350 บาทต่อวัน

4. สรุป

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการวางแผนการบำรุงรักษา กรณีศึกษาเครื่องจักรสายพานลำเลียงภายในห้องรับ-จ่ายวัตถุดิบ สามารถสรุปได้ตามหัวข้อของการดำเนินการแก้ไขดังนี้

4.1 ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรชำรุด (MTBF)

โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 9,648 นาที และระยะเวลาในการซ่อมเฉลี่ย (MTTR) โดยเฉลี่ยลดลง 61.33 นาที

4.2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)

เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 4 จากเดิมร้อยละ 75 เป็นร้อยละ 79 ซึ่งแบ่งอธิบายตามตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้ ดังนี้ 1) อัตราการเดินเครื่องเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 1 2) ประสิทธิภาพการเดินเครื่องเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 3 และ 3) อัตราคุณภาพโดยเฉลี่ยเท่าเดิม จะเห็นได้ว่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากตัวชี้วัดสองส่วนคือ อัตราการเดินเครื่องเพิ่มขึ้นได้เนื่องจากการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงรุกด้วยการเปลี่ยนและปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนอะไหล่ที่สึกหรอตามอายุการใช้งาน ทำให้เครื่องจักรไม่ชำรุดเสียหาย และประสิทธิภาพการเดินเครื่องเพิ่มขึ้นได้เนื่องจากเครื่องจักรสามารถลำเลียงวัตถุดิบได้มากขึ้น ตามลำดับ

4.3 ปริมาณเศษวัตถุดิบที่ตกหล่นในกระบวนการจ่ายวัตถุดิบ

แบ่งอธิบายตามการออกแบบอุปกรณ์ป้องกัน ดังนี้ 1) การติดตั้งแปรงปัดสามารถลดการสูญเสียวัตถุดิบได้เฉลี่ย 5.05 กิโลกรัมต่อวัน 2) การติดตั้งตัวประคองวัตถุดิบสามารถลดการสูญเสียวัตถุดิบได้เฉลี่ย 1.50 กิโลกรัมต่อวัน จากการแก้ปัญหาด้วยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยป้องกันทั้งสองวิธีดังกล่าวสามารถประมาณการเป็นมูลค่าการสูญเสียโดยรวมได้ประมาณ 23,350 บาทต่อวัน

การจัดการการบำรุงรักษาดังกล่าวข้างต้นเป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบการผลิตหากต้องการลดความสูญเสียจากกระบวนการผลิตให้ได้มากกว่านี้ ควรมีการศึกษาผลกระทบด้านการบำรุงรักษาทั้งกระบวนการที่มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบการผลิตทั้งระบบ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาและเอื้อเฟื้อจากสถานประกอบการ บริษัทกรณีศึกษา ที่ได้ให้ข้อมูลและคำปรึกษาเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการเขียนงานวิจัยครั้งนี้ ทั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้บริหาร หัวหน้างานฝ่ายผลิต หัวหน้าพนักงาน รวมถึงพนักงานและผู้ปฏิบัติงานที่มีความเกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวถึงมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Phoolee and P. Chutima, "Maintenance improvement to increase energy efficiency in a production process," *Journal of Energy Research*, vol. 9, no. 1, pp. 30–46, 2012 (inThai).

[2] S. Singthanu, J. Pinthong, P. Kajonwutnuntharchai, and N. Thumprasit, "Improvement of machinery maintenance efficiency in production line: KZL model gear kick spindle part a case study of auto part production industries," *Journal of Industrial Technology*, vol. 10, no. 3, pp. 45–60, 2015 (inThai).

[3] S. Talabgaew, "The machine maintenance strategies based on operating conditions," *The Journal of KMUTNB*, vol. 10, no. 1, pp. 45–60, 2015 (inThai).

[4] S. Wongjirattikarn and S. Ratanakuakangwan, "Improvement of preventive maintenance planning of an automobile shaft manufacturer by FMEA technique," *The Journal of KMUTNB*, vol. 23, no. 3, pp. 643–653, 2013 (inThai).

[5] N. Ponsri, K. Sri-surin, and V. Viphoouparakhot, "Increasing the efficiency of machinery by using principle of preventive maintenance: Case study of ethanal plant," in *Proceedings RTUNC2019 The 4th National Conference*, 2016, pp. 1905–1918.

[6] N. Wuttisak, "Performance machine improve kraft paper manufacture (TPM) in an kraft paper manufactures," M.S. thesis, Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering. Thammasat University, 2015 (inThai).

[7] N. Ratchawut, P. Vongyuttakrai, and O. Sukwan, "Design and construction of engine parts oil cleaning machine," *Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology),* vol. 4, no. 7, 2012 (in Thai).

[8] T. Manavid, "Waste reduction in blow molding bottle manufacturing," M.S. thesis, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, 2010 (in Thai).