

การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ
ในการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อการผลิตหินเจียร
APPLICATION OF FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)
ON MACHINE MAINTENANCE FOR GRINDING STONE PRODUCTION

ฤดี นิยมรัตน์*, เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี, ไสว ศิริทองถาวร, สมเกียรติ กอบัวแก้ว,
พงศ์ระพี แก้วไทรยะ, ภูภัศ ปภานันท์ภาภูมิษ์

Ruedelee Niyomrath*, Benchalak Muangmeesri, Sawai Siritongthaworn,
Somkiat Korbuakaew, Pongrapee Kaewsaiha, Phuphat Prapanapapome
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เขตดุสิต กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10300
Faculty of Engineering and Industrial Technology, Suansunandha Rajabhat University,
Dusit, Bangkok, Thailand, 10300

*Corresponding author e-mail: reudee.ni@ssru.ac.th

วันที่เข้าระบบ 8 เมษายน 2567
วันที่แก้ไขบทความ 3 กันยายน 2567
วันที่ตอบรับบทความ 3 กันยายน 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของเครื่องจักรที่มีต่อกระบวนการผลิตหินเจียร ทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องจักรเพื่อการผลิตหินเจียรของบริษัท มิตรชัยไกรนัฏ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด การดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการค้นหาปัญหาและสาเหตุของการหยุดการทำงานของเครื่องบิ้อัดตามปัจจัยการผลิต 5 ด้าน (4M1E) หลังจากนั้นหาค่าความเสี่ยงของประเด็นความบกพร่องที่มาจากปัจจัยด้านเครื่องจักรโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ นำผลการวิเคราะห์มาวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทดลองปฏิบัติตามแผน และวัดผลการทำงานของเครื่องจักร ผลการวิจัยพบว่า เครื่องจักรหยุดทำงานมาจากสาเหตุที่เป็นข้อบกพร่องจำนวน 14 ประเด็น ที่มีค่าความเสี่ยง 16-392 คะแนน นำทุกประเด็นมาใช้วางแผนการบำรุงรักษาเครื่องบิ้อัดที่ครอบคลุม 3 รอบเวลาและ 4 กิจกรรม ได้แก่ การบำรุงรักษาประจำวันด้วยการทำความสะอาดและการตรวจสอบ การบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ ได้แก่ การหล่อลื่น และการบำรุงรักษาประจำปี ได้แก่ การเปลี่ยนอะไหล่ ภายหลังการใช้แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรพบว่า เครื่องบิ้อัดมีประสิทธิภาพการบำรุงรักษาดีขึ้น ได้แก่ เวลาของเครื่องจักรต่อเนื่องเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 29.25 เวลาหยุดซ่อมเฉลี่ยลดลงร้อยละ 67.86 อัตราการเสียลดลงร้อยละ 0.0034 และอัตราการใช้งานเครื่องจักรเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.5 รวมทั้งเครื่องบิ้อัดมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.11 ที่มาจากการเพิ่มขึ้นของค่าอัตราการเดินเครื่องร้อยละ 0.52 ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.33

และค่าอัตราคุณภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.28 ทั้งนี้ผลของการบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบมีแผนช่วยให้บริษัทลดเวลาและค่าใช้จ่ายเพื่อการบำรุงรักษาเครื่องจักร เป็นการเพิ่มผลผลิตโดยสามารถผลิตสินค้าที่ดีด้วยเวลาและจำนวนตามที่กำหนด

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ, แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน, ประสิทธิภาพของเครื่องจักร, ประสิทธิภาพผลของเครื่องจักร, การผลิตหินเจียร

Abstract

This research aims to analyze machine failures and their effects on the grinding wheel production process, to develop a preventive maintenance plan, and to compare the efficiency and effectiveness of grinding wheel production machines at Mitsui Grinding Technology (Thailand) Co., Ltd. The research was conducted by identifying problems and causes of compressor stoppages based on five production factors (4M1E). Using the failure mode and effects analysis (FMEA) technique, the risk value of failures related to machine factors was assessed. This analysis led to the development of a preventive maintenance plan, experiments relevant to the plan, and measurements of machine performance. The analysis of the causes of machine stoppages, failures, and their effects identified 14 issues, resulting in a comprehensive maintenance plan for the compressor. This plan includes three cycles and four activities: daily maintenance involving cleaning and inspection, weekly maintenance involving lubrication, and annual maintenance involving the replacement of spare parts. Implementing the maintenance plan improved the maintenance efficiency of the compactor machine. Key performance indicators showed an increase in mean time between failures (MTBF), a decrease in mean time to repair (MTTR), a reduction in the failure rate (FR), and an increase in the inherent availability (AI). Additionally, the overall equipment effectiveness (OEE) of the compactor machine improved due to increases in availability rate (A), performance efficiency (P), and quality rate (Q).

Keywords: Failure mode and effect analysis, Preventive maintenance plan, Machine efficiency, Machine effectiveness, Grinding stone production



1. บทนำ

ในอุตสาหกรรมการผลิตทุกองค์กรต้องมีการพัฒนาเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิตให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด มีการลงทุนเพิ่มมากขึ้นโดยนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการกระบวนการผลิต และมีการจัดการทางด้านการบริหารและทางวิศวกรรมเพื่อลดต้นทุนและลดของเสีย เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งเครื่องจักร (Machine) เครื่องมือ (Tools) และอุปกรณ์ (Equipment) เป็นหนึ่งในทรัพยากรที่จำเป็นเพื่อการดำเนินงานทุกประเภทธุรกิจ โดยเฉพาะเครื่องจักรมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตที่ช่วยให้การผลิตเป็นไปได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ช่วยลดจำนวนพนักงาน รวมทั้งช่วยให้ประสิทธิภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพื่อให้เครื่องจักรพร้อมต่อการใช้งาน การบำรุงรักษาเครื่องจักรจึงเป็นสิ่งจำเป็น หากเครื่องจักรเกิดการขัดข้อง ทำงานไม่เต็มสมรรถนะ หรือหยุดเหนือการคาดการณ์ (Breakdown) ย่อมส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต การส่งมอบที่ล่าช้า และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ รวมไปถึงความเชื่อมั่นที่มีต่อองค์กร

บริษัท มิตรชัยไกรนดิ้ง เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ในนิคมอุตสาหกรรมอมตะซิตี้ ชลบุรี จังหวัดชลบุรี เป็นบริษัทที่ผลิตหินเจียรอุตสาหกรรมมา 30 ปี (ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538) มีกำลังการผลิต 250 ตันต่อเดือน สินค้าส่งออกไปหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เวียดนาม จีน มาเลเซีย เป็นต้น การผลิตหินเจียรของบริษัทมีเครื่องจักรจำนวน 121 เครื่องแบ่งเป็น 8 กลุ่ม ตามกิจกรรมการผลิต ได้แก่ เครื่องผสม เครื่องบีบอัด เต้าเผา เต้าอบ เต้าอบไฟฟ้า เครื่องตกแต่ง เครื่องวัดขนาด และเครื่องตรวจสอบ (บริษัท มิตรชัยไกรนดิ้ง เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด, 2566) โดยพบว่า เครื่องจักรกลุ่มที่ 2 เครื่องบีบอัด มีการหยุดและใช้เวลาเพื่อการซ่อมบำรุงสูงกว่าเป้าหมายจำนวน 9 เดือนจาก 12 เดือน (เดือนเมษายน พ.ศ. 2565-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2566) ใช้เวลามากที่สุดสำหรับการซ่อมบำรุงครั้งละไม่เกิน 3 นาที (พนักงานประจำเครื่องสามารถปรับปรุงแก้ไขได้เอง) คือจำนวน 88 ครั้ง หรือคิดเป็นร้อยละ 91.67 เครื่องบีบอัดมีจำนวน 12 เครื่อง ที่มีการหยุด 96 ครั้ง เวลาหยุดซ่อม 165 ชั่วโมง 30 นาที และเครื่องรหัส P1000 มีจำนวนการเสีย 30 ครั้ง หรือคิดเป็นร้อยละ 31.25 ของกลุ่มเครื่องบีบอัด โดยมีเวลาหยุด 47 ชั่วโมง 45 นาทีหรือ 2,865 นาที คิดเป็นร้อยละ 28.85 ของเวลาหยุดรวมทั้งหมด จึงเลือกเครื่อง P1000 เป็นกรณีศึกษาเพื่อการบำรุงรักษาเครื่องจักร

การบำรุงรักษาเครื่องจักร (Machine maintenance) เป็นการรักษาสภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ให้พร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการบำรุงรักษาช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรและเพิ่มผลผลิต การบำรุงรักษาเครื่องจักรของสถานประกอบการส่วนมากเป็นการบำรุงรักษาแบบมีแผน (Planned maintenance) เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาที่สาเหตุที่แท้จริง และป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำ ด้วยการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาการทำงานของเครื่องจักร ก่อนค้นหาสาเหตุที่แท้จริง (Root cause analysis, RCA) เพื่อวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อไป ซึ่งเทคนิคการ

วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure mode and effect analysis, FMEA) เป็นเทคนิคหนึ่ง ที่นิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์ค้นหาสาเหตุของปัญหา ประเมินโอกาสและผลกระทบ หรือความเสี่ยงที่ อาจเกิดขึ้นจากการเกิดปัญหานั้นๆ สามารถวางแผนการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม ตามสภาพและสถานการณ์

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ เป็นการประเมินสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายหรือ เรียกว่า “ลักษณะของความเสียหาย (Failure mode)” และพิจารณาผลกระทบของความเสียหาย (Effect of failure mode) มีการประเมินค่าลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (Risk priority number, RPN) ที่เกิดจากผลลัพธ์ของค่าความรุนแรง (Severity) โอกาสในการเกิดความบกพร่อง (Occurrence) และการตรวจหาความบกพร่อง (Detection) การประเมินความเสี่ยงนี้ช่วยจัดลำดับ ความเสี่ยงก่อนวางแผนเพื่อบำรุงรักษาเครื่องจักรต่อไป เทคนิค FMEA จึงเป็นเครื่องมือในการ บริหารงานเพื่อพัฒนาระบบการผลิตที่เน้นการป้องกันการเกิดข้อบกพร่องต่างๆ ลดความสูญเสียที่ เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า

การประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขปัญหานำมาใช้ในการปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์และวิธีการผลิตที่แตกต่างหลากหลาย ดังเช่น กระบวนการผลิตเครื่องตีสมุนไพรร (เสขสัน และคณะ, 2563) กระบวนการขึ้นรูปแม่พิมพ์ขวด พลาสติก (ไศจิรพักร์ และคณะ, 2564) ลดของเสียในกระบวนการผลิตเสาไฟฟ้า (กิตติชัย และคณะ, 2565) และเพิ่มอัตราคุณภาพสินค้าดีของกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ (เกวลี และจิรพัฒน์, 2565) เป็นต้น

สำหรับการประยุกต์ใช้เทคนิค FMEA ในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษา เครื่องจักร พบว่า มีการใช้เทคนิค FMEA เพื่อระบุแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องเกี่ยว นวดข้าว (ระพี และคณะ, 2563) รวมทั้งใช้พัฒนาระบบการบำรุงรักษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ คอนกรีต (รัฐวุฒิ, 2566) นอกจากนี้ยังพบว่ามีการใช้เทคนิค FMEA เป็นเครื่องมือเพื่อการวิเคราะห์ และจัดการความเสี่ยงขององค์กร เช่น วิเคราะห์ระบบยาแผนกผู้ป่วยในโรงพยาบาล (พรณวิภา, 2565) และการวิเคราะห์ความเสี่ยงระดับปฏิบัติการของโรงงานผลิตถุงพลาสติก (รัชฎาภรณ์ และ ประจวบ, 2565) เป็นต้น

การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อ การผลิตหินเจียร มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของเครื่องจักรที่มีต่อ กระบวนการผลิต นำผลการวิเคราะห์มาพิจารณาเพื่อทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักร วัด ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องจักรเพื่อการผลิตหินเจียรของบริษัท มิตรชัยไกรน์ตั้ง เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ทั้งนี้ผลของการวิจัยจะช่วยลดอัตราการหยุดการทำงานของ

เครื่องจักรและทำให้เครื่องจักรใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง เครื่องจักรมีประสิทธิภาพ (Efficiency) และประสิทธิผล (Effectiveness)

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของเครื่องจักรที่มีต่อกระบวนการผลิตหินเจียร
- 2.2 เพื่อทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรเพื่อการผลิตหินเจียร
- 2.3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องจักรสำหรับการผลิตหินเจียร

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลสภาพการทำงาน of เครื่องจักร โดยให้พนักงานประจำเครื่องบันทึกเวลาเดินเครื่อง จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม เวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน อาการและสาเหตุของการหยุดทำงาน ขึ้นงานเสีย ขึ้นงานดี โดยใช้ใบตรวจสอบ (Check sheet) เป็นระยะเวลา 1 เดือน

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลสภาพการทำงาน of เครื่องจักรดังนี้

3.2.1 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการหยุดทำงานของเครื่องจักรด้วยการระดมสมองกับหัวหน้าช่างฝ่ายซ่อมบำรุง และพนักงานประจำเครื่องบีบอัดในฝ่ายการผลิต รวมจำนวน 13 คน ตามปัจจัยการผลิต 4M1E ซึ่งประกอบด้วย (1) Man (พนักงาน) (2) Machine (เครื่องจักร) (3) Material (วัสดุ) (4) Method (วิธีการทำงาน) และ (5) Environment (สิ่งแวดล้อม)

3.2.2 คำนวณค่าประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักร ได้แก่ ค่าเวลาของเครื่องจักรต่อเนื่องเฉลี่ย (Mean Time Between Failures, MTBF) เวลาหยุดซ่อมเฉลี่ย (Mean Time To Repair, MTTR) อัตราการเสีย (Failure Rate, FR) และอัตราการใช้งานของเครื่องจักร (Inherent Availability, AI) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$MTBF = \text{เวลาของเครื่องจักรต่อเนื่อง} / \text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม} \quad (1)$$

$$MTTR = \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุดซ่อม} / \text{จำนวนครั้งที่หยุดซ่อม} \quad (2)$$

$$FR = (1/MTBF) \times 100 \quad (3)$$

$$AI = (MTBF / (MTBF + MTTR)) \times 100 \quad (4)$$

3.2.3 คำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness, OEE) ที่ประกอบด้วย ค่าอัตราการเดินทางเครื่อง (Availability, A) ประสิทธิภาพการเดินทางเครื่อง (Performance efficiency, P) และอัตราคุณภาพ (Quality rate, Q) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้



$$OEE = APQ \quad (5)$$

$$A = (\text{เวลาเดินเครื่อง} / \text{เวลารับภาระงาน}) \times 100 \quad (6)$$

$$P = ((\text{เวลามาตรฐาน} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}) / \text{เวลาเดินเครื่อง}) \times 100 \quad (7)$$

$$Q = ((\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด} - \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}) / \text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}) \times 100 \quad (8)$$

3.3 วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมกับหัวหน้าช่างในฝ่ายซ่อมบำรุง และพนักงานประจำเครื่องในฝ่ายการผลิต ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1 รวบรวมข้อมูลลักษณะข้อบกพร่องในกระบวนการทำงานจากการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในส่วนของการปฏิบัติงานด้านเครื่องจักร

3.3.2 ประเมินความรุนแรงที่เกิดจากข้อบกพร่อง (Severity, S) โดยใช้เกณฑ์การประเมินความรุนแรงที่เกิดจากข้อบกพร่อง ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินความรุนแรงที่เกิดจากข้อบกพร่อง

ผลกระทบ	ความรุนแรงของผลกระทบ	ระดับ
อันตรายที่เกิดขึ้นโดยปราศจากการเตือน	เมื่อข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกระทบกับความปลอดภัยของพนักงาน โดยไม่มีการเตือน	10
อันตรายที่เกิดขึ้นโดยมีการเตือน	เมื่อข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกระทบกับความปลอดภัยของพนักงาน โดยมีการเตือน	9
สูงมาก	ส่วนสำคัญที่สุดของเครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้	8
สูง	เครื่องจักรทำงานได้ แต่ผลงานลดลงมาก	7
ปานกลาง	เครื่องจักรทำงานได้ แต่ผลงานลดลงปานกลาง	6
ต่ำ	เครื่องจักรทำงานได้ แต่ผลงานลดลงเล็กน้อย	5
ต่ำมาก	เครื่องจักรทำงานได้ แต่ส่วนมากพบปัญหาที่ลูกค้า	4
กระทบทางอ้อม	เครื่องจักรทำงานได้ แต่ส่วนมากพบปัญหาที่ลูกค้าปานกลาง	3
กระทบทางอ้อมมาก	เครื่องจักรทำงานได้ และไม่พบปัญหาที่ลูกค้าร้องเรียน	2
ไม่มีผลกระทบ	เกือบไม่มีผลกระทบ	1

ที่มา: ปรับปรุงจาก Namhata *et al.* (2021); Hartwell (2022)

3.3.3 ประเมินโอกาสของการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence, O) โดยใช้เกณฑ์การประเมินโอกาสของการเกิดข้อบกพร่อง ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินโอกาสของการเกิดข้อบกพร่อง

ความน่าจะเป็นของการเกิด	โอกาสการเกิด	ระดับ
สูงมาก: ข้อบกพร่องเกิดขึ้นแน่นอน	เกิดข้อบกพร่องมากกว่า 2 ครั้งใน 1 วัน	10
	เกิดข้อบกพร่อง 1 ครั้งใน 1 วัน	9
สูง: ข้อบกพร่องเกิดขึ้นบ่อย	เกิดข้อบกพร่องอย่างน้อย 2 ครั้งใน 1 สัปดาห์	8
	เกิดข้อบกพร่อง 1 ครั้งใน 1 สัปดาห์	7
ปานกลาง: ข้อบกพร่องเกิดขึ้นบางครั้ง	เกิดข้อบกพร่องอย่างน้อย 2 ครั้งใน 2 สัปดาห์	6
	เกิดข้อบกพร่อง 1 ครั้งใน 2 สัปดาห์	5
ต่ำ: ข้อบกพร่องเกิดขึ้นน้อย	เกิดข้อบกพร่องอย่างน้อย 2 ครั้งใน 1 เดือน	4
	เกิดข้อบกพร่อง 1 ครั้งใน 1 เดือน	3
แทบไม่เกิด: ข้อบกพร่องไม่น่าเกิดขึ้น	เป็นไปได้ที่จะเกิดข้อบกพร่อง	2
	ไม่เกิดข้อบกพร่องเลย	1

ที่มา: ปรับปรุงจาก Namhata *et al.* (2021); Hartwell (2022)

3.3.4 ประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบสาเหตุของข้อบกพร่อง (Detection, D) โดยใช้เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบสาเหตุของข้อบกพร่อง ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความเป็นไปได้ในการตรวจพบสาเหตุของข้อบกพร่อง

การตรวจพบ	เกณฑ์	ระดับ
แทบเป็นไปไม่ได้	ไม่สามารถตรวจสอบได้	10
เป็นไปได้ยากมาก	เป็นไปได้ยากมากที่จะตรวจพบ	9
เป็นไปได้ยาก	เป็นไปได้ยากที่จะตรวจพบ	8
ต่ำมาก		7
ต่ำ	อาจตรวจพบได้	6
ปานกลาง		5
ปานกลางถึงค่อนข้างสูง	มีโอกาสสูงที่จะตรวจพบ	4
สูง		3
สูงถึงค่อนข้างสูงมาก	มีโอกาสค่อนข้างแน่นอนที่จะตรวจพบ	2
สูงมาก	ตรวจพบได้แน่นอน	1

ที่มา: ปรับปรุงจาก Namhata *et al.* (2021); Hartwell (2022)

3.3.5 คำนวณค่าลำดับคะแนนความเสี่ยง (Risk Priority Number, RPN) โดยใช้สมการ (9) ดังนี้

$$RPN = S \times D \times O \quad (9)$$



- เมื่อ S = ความรุนแรงของผลกระทบ
 O = โอกาสของการเกิดข้อบกพร่อง
 D = ความเป็นไปได้ในการตรวจพบสาเหตุของข้อบกพร่อง

การพิจารณาค่าคะแนนความเสี่ยงโดยการเลือกคะแนนความเสี่ยงที่มีค่าตั้งแต่ 100 ขึ้นไป ร่วมกับการพิจารณาระดับของความรุนแรง (S) ระดับโอกาสในการเกิด (O) และระดับของการตรวจจับ (D) ของทุกประเด็น

3.4 ทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรจากข้อมูลสภาพการทำงานเครื่องจักร ผลการวิเคราะห์ FMEA ค่าประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักร และประสิทธิผลของเครื่องจักร

3.5 นำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรไปใช้จริงกับกระบวนการผลิตหินเจียร และเก็บข้อมูลการทำงานเครื่องจักรเป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยใช้ใบตรวจสอบ

3.6 คำนวณหาประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักร และคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร หลังการดำเนินงานตามแผน

3.7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องจักร ก่อนและหลังการดำเนินงานตามแผน

4. ผลการวิจัย

จากการเก็บข้อมูลเครื่องปั๊มอัดเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า เครื่องจักรทำงานวันละ 2 กะ ได้แก่ เวลา 08.00-17.00 นาฬิกา และเวลา 20.00-05.00 นาฬิกา มีเวลาที่เครื่องจักรหยุดตามแผนตั้งแต่ เวลา 12.00-13.00 นาฬิกา และเวลา 00.00-01.00 นาฬิกา ดังนั้นเวลาในการทำงานวันละ 18 ชั่วโมง มีเวลาหยุดตามแผน 2 ชั่วโมงต่อวัน เวลาให้บริการงานคือ 16 ชั่วโมงต่อวันหรือ 960 นาทีต่อวัน เครื่องปั๊มอัดเกิดขัดข้องโดยมีจำนวนครั้งที่หยุดซ่อม 3 ครั้ง รวมเวลาหยุดซ่อม 140 นาที เวลาเดินเครื่อง 20,020 นาที เครื่องจักรผลิตชิ้นงานได้ 310 ชิ้น ชิ้นงานดี 308 ชิ้น หรือร้อยละ 99.35 และชิ้นงานเสีย 2 ชิ้นหรือร้อยละ 0.65 ดังแสดงข้อมูลการทำงานเครื่องจักรตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ข้อมูลการทำงาน ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องปีบอัดก่อนการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษา

วัน/เดือน/ปี	จำนวนหยุด ซ่อม (ครั้ง)	เวลา หยุด (นาท)	เวลา เดินเครื่อง (นาท)	สาเหตุการ หยุด	จำนวนที่ ผลิตได้ (ชิ้น)	งานดี (ชิ้น)	งานเสีย (ชิ้น) (ร้อยละ)	ประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักร*				ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร**			
								MTBF (นาท)	MTTR (นาท)	FR (%)	AI (%)	A (%)	P (%)	Q (%)	OEE (%)
1/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
4/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
5/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
6/09/2566	-	-	960	-	13	13	0 (0.00)					100.00	86.67	100.00	86.67
7/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
8/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
11/09/2566	1	50	910	เครื่องไม่หมุน	15	15	0 (0.00)	6,670.00	50.00	0.0150	99.3	94.79	105.49	100.00	100.00
12/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
13/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
14/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
15/09/2566	1	50	910	เครื่องสะดุด	15	14	1 (6.67)	5,230.00	50.00	0.0191	99.1	94.79	105.49	93.33	93.33
18/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
19/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
20/09/2566	-	-	960	-	12	12	0 (0.00)					100.00	80.00	100.00	80.00
21/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
22/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
25/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
26/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
27/09/2566	1	40	920	แรงดันผิดปกติ	15	14	1 (6.67)	6,033.33	46.67	0.0166	99.2	95.83	104.35	93.33	93.33
28/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
29/09/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
รวม 21 วัน	3	140	20,020	3 สาเหตุ	310	308	2 (0.65)	6,673.33	46.67	0.015	99.3	99.31	99.10	99.35	97.78

หมายเหตุ: *คิดเวลาสะสมถึงเครื่องจักรหยุดซ่อม **เวลามาตรฐานเพื่อการผลิต (Takt time) = 64 นาทีต่อชิ้น



จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักร พบว่า เครื่องปั๊มอัดมีค่าเวลาของเครื่องจักรต่อเนื่องเฉลี่ย (MTBF) 6,673.33 นาฬิกา เวลาหยุดซ่อมเฉลี่ย (MTTR) 46.67 นาฬิกา อัตราการเสีย (FR) ร้อยละ 0.015 และอัตราการใช้งานของเครื่องจักร (AI) ร้อยละ 99.3 สำหรับด้านประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) มีค่าเท่ากับร้อยละ 97.78 ที่ประกอบด้วยอัตราการเดินเครื่อง (A) ร้อยละ 99.31 ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P) ร้อยละ 99.10 และอัตราคุณภาพ (Q) ร้อยละ 99.35

ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุการหยุดของเครื่องจักรตามปัจจัยการผลิต (4M) ได้แก่ Man (พนักงาน) Machine (เครื่องจักร) Material (วัสดุ) Method (วิธีการ) และ 1E ได้แก่ Environment (สิ่งแวดล้อม) ของ 3 ปัญหา ได้แก่ (1) เครื่องไม่หมุน (2) เครื่องสะดุด และ (3) แรงดันผิดปกติ แสดงตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการหยุดของเครื่องปั๊มอัด

4M1E	สาเหตุ		
	เครื่องไม่หมุน	เครื่องสะดุด	แรงดันผิดปกติ
พนักงาน	1. พนักงานขาดประสบการณ์ในการทำงาน 2. พนักงานไม่ตรวจสอบสภาพก่อนใช้งานเครื่องจักร 3. พนักงานไม่ทำความสะอาดก่อนใช้งาน		
เครื่องจักร	1. เฟืองเสียหาย	1. อายุการใช้งานนาน (เกินกว่า 10 ปี)	1. น้ำมันไฮดรอลิกเสื่อมสภาพ
	2. เฟืองขับเคลื่อนสึกหรอ	2. สารความหนืดไม่เพียงพอ	2. ปัมไฮดรอลิกเสีย
	3. มอเตอร์ไฮดรอลิกเสีย	3. ลูกเบริงแตก	3. เครื่องขัดข้อง
	4. น็อตขาด	4. มอเตอร์ไฮดรอลิกทำงานผิดปกติ	4. สายน้ำมันรั่ว
		5. ลูกเบริงสึกหรอ	
		6. จารบีแห้ง	
วัสดุ	1. หินมีความชื้นสะสม		
	2. หินมีสิ่งเจือปน	-	-
วิธีการทำงาน	1. วิธีการทำงานไม่ครบถ้วนหรือไม่ครอบคลุมงาน ต้องลองผิดลองถูก		
	2. เวลาการทำงานต่อเนื่องยาวนาน		2. กำหนดมาตรฐานแรงดันมากหรือน้อยเกินไป
สิ่งแวดล้อม	1. ฝุ่นภายในโรงงาน		
	-	2. สารเคมีปริมาณมากเกินไป	-

จากผลการวิเคราะห์หาสาเหตุการหยุดของเครื่องจักรตามปัจจัยการผลิต (ตารางที่ 5) เลือกสาเหตุการหยุดจากปัจจัยด้านเครื่องจักร (Machine) จำนวน 14 ประเด็นมาเป็นตัวแปรป้อนเข้า (Cause of failure or Input) หลังจากนั้นจึงระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น (Potential failure mode)



และผลกระทบที่เกิดขึ้น (Potential failure effect) ก่อนการประเมินระดับของความรุนแรง (Severity, S) ระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential causes) เพื่อประเมินระดับโอกาสในการเกิด (Occurrence, O) และระบุการควบคุมในปัจจุบัน (Action taken) เพื่อประเมินระดับของการตรวจจับ (Detection, D) นำผลการประเมินมาใช้คำนวณค่าคะแนนความเสี่ยง (RPN) ดังแสดงตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของเครื่องปั๊มอัด

ตัวแปรป้อนเข้า (Cause of failure or Input)	ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น (Potential failure mode)	ผลกระทบที่เกิดขึ้น (Potential failure effect)	ความรุนแรง (S)	สาเหตุที่เป็นไปได้ (Potential causes)	โอกาสการเกิด (O)	การควบคุมในปัจจุบัน (Action taken)	การตรวจจับ (D)	RPN = SOD
1. อายุการใช้งานของเครื่องจักร	เครื่องทำงานผิดปกติ	เครื่องทำงานผิดพลาด	8	ไม่ควบคุมตามที่กำหนด	7	ตรวจสอบเครื่องจักรทุกปี	7	392
2. เครื่องขัดข้อง	เครื่องทำงานผิดปกติ	เครื่องทำงานผิดพลาด	8	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	2	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	7	112
3. มอเตอร์ไฮดรอลิกเสีย	ทำงานหนักต่อเนื่อง	เครื่องจักรหยุดทำงาน	8	ไม่ควบคุมตามที่กำหนด	7	ตรวจสอบเครื่องจักรทุกปี	7	392
4. มอเตอร์ไฮดรอลิกทำงานผิดปกติ	การเสื่อมสภาพ	เครื่องจักรหยุดทำงาน	8	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	2	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	7	112
5. น้ำมันไฮดรอลิกเสื่อมสภาพ	การเสื่อมสภาพ	เครื่องทำงานผิดพลาด	8	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	1	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	2	16
6. ปัมไฮดรอลิกเสีย	การเสื่อมสภาพ	เครื่องจักรหยุดทำงาน	8	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	2	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	7	112
7. เฟืองเสียหาย	ทำงานหนักเกินไป	เครื่องทำงานผิดพลาด	8	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	2	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	7	112
8. เฟืองขับเคลื่อนสึกหรอ	การเสื่อมสภาพ	เครื่องทำงานผิดพลาด	7	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	6	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	2	84
9. ลูกแบริ่งแตก	ทำงานหนักต่อเนื่อง	เครื่องจักรหยุดทำงาน	7	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	6	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	2	84
10. ลูกแบริ่งสึกหรอ	การเสื่อมสภาพ	เครื่องทำงานผิดพลาด	7	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	6	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	2	84
11. น็อตขาด	การเสื่อมสภาพ	เครื่องจักรหยุดทำงาน	8	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	2	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	7	112
12. สารความหนืดไม่เพียงพอ	การเสื่อมสภาพ	เครื่องทำงานผิดพลาด	8	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	1	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	2	16
13. สายน้ำมันรั่ว	การเสื่อมสภาพ	เครื่องจักรหยุดทำงาน	8	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	1	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	2	16
14. จารบีแห้ง	การเสื่อมสภาพ	เครื่องทำงานผิดพลาด	8	เสื่อมสภาพตามการใช้งาน	1	ตรวจสอบก่อนเดินเครื่อง	2	16

จากตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของเครื่องบีบอัดจากปัจจัยด้านเครื่องจักรจากจำนวนข้อบกพร่อง 14 ประเด็น พบว่า มี 7 ประเด็น ที่มีค่า RPN มากกว่า 100 คะแนน โดยทุกประเด็นมีค่าความรุนแรงระดับสูงถึงสูงมาก (คะแนน 7-8) จึงเลือกข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทั้ง 14 ประเด็นมาทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร ที่กำหนดให้มีการตรวจสอบเครื่องจักรจำนวน 4 กิจกรรม ได้แก่ (1) วิธีการทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องจักร (2) การตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องจักร (3) การหล่อลื่นอุปกรณ์และเครื่องจักร และ (4) การเปลี่ยนอะไหล่ แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรประกอบด้วย แผนระยะสั้น (1 วัน และ 1 สัปดาห์) และแผนระยะยาว (1 ปี) โดยมีพนักงานผู้ปฏิบัติงานและพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงเป็นผู้รับผิดชอบ ดังแสดงแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกันตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องบีบอัด

ตำแหน่ง	กิจกรรม/วิธีการ	ความถี่			ผู้ตรวจสอบ
		1/D	1/W	1/Y	
การทำความสะอาด					
ตัวเครื่อง	เช็ดทำความสะอาด	✓			พนักงานผู้ปฏิบัติงาน
การตรวจสอบ					
เฟือง	ไม่เสียหาย	✓			พนักงานผู้ปฏิบัติงาน
นอต	ไม่ชำรุด ไม่ขาด	✓			พนักงานผู้ปฏิบัติงาน
แกนหมุนปรับ	ปรับได้ปกติ	✓			พนักงานผู้ปฏิบัติงาน
ลูกเบี้ยว	ไม่สึกหรอ	✓			พนักงานผู้ปฏิบัติงาน
สายน้ำมัน	ไม่รั่ว ไม่ชำรุด	✓			พนักงานผู้ปฏิบัติงาน
น้ำมันไฮดรอลิก	เปลี่ยนน้ำมันไฮดรอลิก	✓			พนักงานผู้ปฏิบัติงาน
การหล่อลื่น					
แกนหมุนปรับ	หยอดจารบี		✓		พนักงานผู้ปฏิบัติงาน
แกนบีบอัด	เพิ่มสารความหนืด		✓		พนักงานผู้ปฏิบัติงาน
การเปลี่ยนอะไหล่					
มอเตอร์ไฮดรอลิก	เปลี่ยนมอเตอร์ไฮดรอลิก			✓	พนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง
ปั๊มไฮดรอลิก	เปลี่ยนปั๊มไฮดรอลิก			✓	พนักงานฝ่ายซ่อมบำรุง

ผลการทดลองปฏิบัติตามแผนการบำรุงรักษาเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า เครื่องบีบอัดเกิดความขัดข้องของอุปกรณ์และระบบการทำงานจำนวน 2 ครั้ง จาก 1 สาเหตุคือแรงดันผิดปกติ รวมเวลาหยุดซ่อม 30 นาที เวลาเดินเครื่อง 17,250 นาที เครื่องจักรผลิตชิ้นงานได้ 268 ชิ้น ชิ้นงานดี 267 ชิ้น หรือร้อยละ 99.63 และชิ้นงานเสีย 1 ชิ้นหรือร้อยละ 0.37 ดังแสดงตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ข้อมูลการทำงาน ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องปีบอัดหลังการดำเนินงานตามแผนการบำรุงรักษา

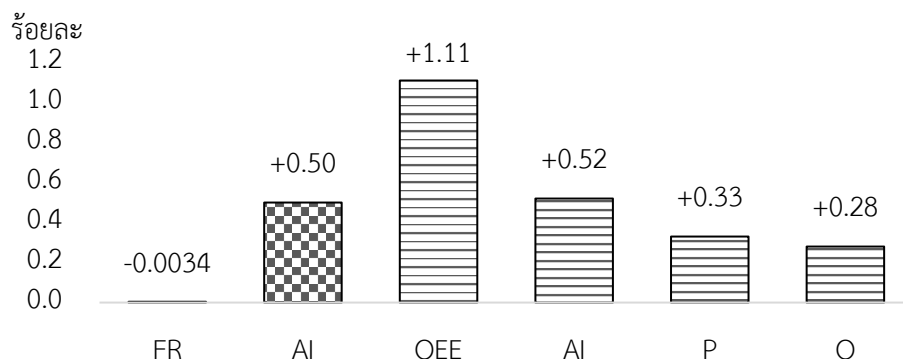
วัน/เดือน/ปี	จำนวนหยุดซ่อม (ครั้ง)	เวลาหยุด (นาทีก)	เวลาเดินเครื่อง (นาทีก)	สาเหตุการหยุด	จำนวนที่ผลิตได้ (ชิ้น)	งานดี (ชิ้น)	งานเสีย (ร้อยละ)	ประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักร*				ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร**			
								MTBF (นาทีก)	MTTR (นาทีก)	FR (%)	AI (%)	A (%)	P (%)	Q (%)	OEE (%)
1/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
4/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
6/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
7/12/2566	-	-	960	-	14	14	0 (0.00)					100.00	93.33	100.00	93.33
8/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
12/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
13/12/2566	1	20	940	แรงดันผิดปกติ	15	14	1 (6.67)	6,700	20.00	0.0149	99.7	97.92	102.13	93.33	93.33
14/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
15/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
18/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
19/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
20/12/2566	-	-	960	-	14	14	0 (0.00)					100.00	93.33	100.00	93.33
21/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
22/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
25/12/2566	1	10	950	แรงดันผิดปกติ	15	15	0 (0.00)	7,185	15.00	0.0139	99.8	98.96	101.05	100.00	100.00
26/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
27/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
28/12/2566	-	-	960	-	15	15	0 (0.00)					100.00	100.00	100.00	100.00
รวม 18 วัน	2	30	17,250	1 สาเหตุ	268	267	1 (0.37)	8,625	15.00	0.0116	99.8	99.83	99.43	99.63	98.89

หมายเหตุ: *คิดเวลาสะสมถึงเครื่องจักรหยุดซ่อม **เวลามาตรฐานเพื่อการผลิต (Takt time) = 64 นาทีต่อชิ้น

จากตารางที่ 8 พบว่าค่าประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักร มีค่าเวลาของเครื่องจักร ต่อเนื่องเฉลี่ย (MTBF) 8,625 นาที หรือเพิ่มขึ้น 1,951.67 นาที (ร้อยละ 29.25) เวลาหยุดซ่อมเฉลี่ย (MTTR) 15 นาที หรือลดลง 31.67 นาที (ร้อยละ 67.86) อัตราการเสีย (FR) ร้อยละ 0.0116 หรือ ลดลงร้อยละ 0.0034 และอัตราการใช้งานของเครื่องจักร (AI) 99.8 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.5 สำหรับ ด้านประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) มีค่าร้อยละ 98.89 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.11 ที่ ประกอบด้วยอัตราการเดินเครื่อง (A) ร้อยละ 99.83 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.52 ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P) ร้อยละ 99.43 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.33 และอัตราคุณภาพ (Q) ร้อยละ 99.63 หรือ เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.28 แสดงตามตารางที่ 9 และภาพที่ 1

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องจักรก่อนและหลังดำเนินงานตามแผน

ประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักร	ก่อน	หลัง	เพิ่ม/ลด
เวลาของเครื่องจักรต่อเนื่องเฉลี่ย (MTBF) (นาที)	6,673.33	8,625	เพิ่ม 1,951.67
เวลาหยุดซ่อมเฉลี่ย (MTTR) (นาที)	46.67	15	ลด 31.67
อัตราการเสีย (FR) (ร้อยละ)	0.015	0.0116	ลด 0.0034
อัตราการใช้งานของเครื่องจักร (AI) (ร้อยละ)	99.3	99.8	เพิ่ม 0.5
ประสิทธิผลของเครื่องจักร	ก่อน	หลัง	เพิ่ม/ลด
ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) (ร้อยละ)	97.78	98.89	เพิ่ม 1.11
อัตราการเดินเครื่อง (A) (ร้อยละ)	99.31	99.83	เพิ่ม 0.52
ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P) (ร้อยละ)	99.10	99.43	เพิ่ม 0.33
อัตราคุณภาพ (Q) (ร้อยละ)	99.35	99.63	เพิ่ม 0.28



ภาพที่ 1 ร้อยละของประสิทธิภาพและประสิทธิผลของเครื่องจักรหลังดำเนินงานตามแผน

(- หมายถึง มีค่าลดลง + หมายถึง มีค่าเพิ่มขึ้น)

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

5.1 ปัญหาเครื่องจักรหยุดทำงานจากเครื่องไม่หมุน เครื่องสะดุด และแรงดันผิดปกติ ที่เกิดในส่วนขับเคลื่อน และส่วนบีบอัดของเครื่องจักร โดยมีข้อบกพร่องที่เป็นสาเหตุของการหยุดทำงานจำนวน 14 ประเด็น มีความรุนแรงระดับสูง (7 คะแนน) ถึงสูงมาก (8 คะแนน) ทุกประเด็น แต่โอกาสการเกิดข้อบกพร่องจำนวน 9 ประเด็น (ร้อยละ 64.29) แทบไม่เกิดหรือไม่่าเกิดขึ้น (1 และ 2 คะแนน) และประเด็นที่มีความเป็นไปได้ยากที่จะตรวจพบ (7 คะแนน) เท่ากับประเด็นที่สามารถตรวจพบได้ค่อนข้างแน่นอน (2 คะแนน) ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวนี้ส่งผลให้มีความเสี่ยง (RPN) แตกต่างกันไปตั้งแต่ 16 ถึง 392 คะแนน ทั้งนี้ประเด็นดังกล่าวล้วนส่งผลต่อการหยุดทำงานของเครื่องจักร และอยู่ในส่วนของเครื่องจักรเดียวกันจึงนำไปพิจารณาทำแผนการบำรุงรักษาให้เหมาะสมกับแต่ละประเด็น

ในการระบุความเสี่ยงด้วยวิธีการ FMEA ข้อผิดพลาดที่เป็นไปได้จะถูกนำมาพิจารณาเพื่อค้นหาทุกโอกาสในการเกิดข้อผิดพลาดและผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่ใช้พารามิเตอร์ (Parameter) จำนวน 3 ตัว ได้แก่ S, O และ D ได้เป็นค่าความเสี่ยง (RPN) ก่อนพิจารณาเลือกค่า RPN นำไปใช้ในการออกแบบหรือวางแผนการควบคุม ดังเช่น Namhata *et al.* (2021) ได้ประเมินความเสี่ยงของเครื่อง Buffering Machine ในโรงงานผลิตรถยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 8 คน วิเคราะห์และประเมินค่า O, S, และ D ได้ประเด็นข้อบกพร่องจำนวน 5 ประเด็น และทุกประเด็นมีค่า RPN มากกว่า 100 มีค่า O, S, และ D ที่มีการกระจายสูง จึงใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินเพื่อโอกาสการเลือกที่เหมาะสมที่สุด

นอกจากนี้ Mascia *et al.* (2020) ได้ประเมิน S, O และ D ด้วยผู้เชี่ยวชาญก่อนคำนวณหา ค่า FMEA โดยกำหนดพิจารณาเลือกค่า RPN ของห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาที่มีค่ามากกว่า 100 ซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 50 ของข้อผิดพลาดที่พบ โดยใช้ประสบการณ์เพื่อการประเมินและการมีส่วนร่วมของผู้ตรวจสอบ ก่อนให้ข้อเสนอแนะเพื่อการดำเนินการ ซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ การจัดการเครื่องมือและวัสดุ และการฝึกอบรมบุคลากร เช่นเดียวกับ Ceylan *et al.* (2023) ที่ประเมินความเสี่ยงของมลพิษทางอากาศจากเรือ โดยใช้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวนสองกลุ่มเพื่อวิเคราะห์ O, S, และ D ก่อนเลือกค่าความเสี่ยง (RPN) ที่สูงที่สุดเพื่อดำเนินการให้เหมาะสมสอดคล้องกับข้อบกพร่อง ได้แก่ ทำคู่มือการใช้งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ และสร้างขั้นตอนการเปลี่ยนเชื้อเพลิง

5.2 การทำแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร กำหนดให้มีการตรวจสอบเครื่องจักรก่อนทำงานทุกครั้ง ครอบคลุม 4 กิจกรรม ได้แก่ การทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องจักร การตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องจักร การหล่อลื่นอุปกรณ์ และการเปลี่ยนอะไหล่ โดยทำแผนการบำรุงรักษาตามระยะเวลา ประกอบด้วยแผนระยะสั้น (รายวัน รายสัปดาห์) มีพนักงานผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้ดำเนินงาน และแผน

ระยะยาว (1 ปี) มีพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงเป็นผู้ดำเนินงาน ซึ่งแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรดังกล่าวนี้เป็นระบบเอกสารที่มีเอกสารอื่นประกอบ ได้แก่ คู่มือการดำเนินงาน (Work manual) และขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work instruction) รวมทั้งการกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องอย่างครบถ้วน

การวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรตามระยะเวลา พบว่า จารุวรรณ และธีรภัทร (2563) วางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรในกระบวนการอัดเม็ดของโรงงานชีวมวลอัดเม็ด เป็นแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันก่อนเกิดการขัดข้อง และให้แผนวิศวกรรมตรวจสอบเครื่องจักรเป็นรายวัน รายสัปดาห์และรายเดือน ตามลำดับความเสี่ยง ทำใบตรวจสอบ และคู่มือของเครื่องจักร แต่ทั้งนี้การวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร มีการพิจารณาเวลาของการทำแผนเพื่อทดลองใช้งานที่แตกต่างกัน กำหนดให้ผู้มีบทบาทหน้าที่ในการดำเนินงานตามแผน และควบคุมติดตามแผนที่แตกต่างกัน ดังเช่น สมชาย และคณะ (2564) วางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรสายพานลำเลียงภายในห้องรับ-จ่าย วัตถุดิบ โดยกำหนดรอบเวลาของแผนเป็นรายสัปดาห์ ที่ตรวจสอบโดยพนักงานประจำเครื่องจักรและทีมช่าง เป็นต้น

5.3 ผลการใช้แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรพบว่า เครื่องบิอัดมีประสิทธิภาพการบำรุงรักษาดีขึ้น โดยเวลาของเครื่องจักรต่อเนื่องเฉลี่ย (MTBF) เพิ่มขึ้น เวลาหยุดซ่อมเฉลี่ย (MTTR) ลดลง อัตราการเสีย (FR) ลดลง และอัตราการใช้งานของเครื่องจักร (AI) เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของรังสรรค์ และคณะ (2563) ที่ศึกษาและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรจำนวน 2 ชนิด ด้วยการนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ในการปฏิบัติงาน มีเป้าหมายเพื่อให้เครื่องจักรมีค่าประสิทธิผลโดยรวมเพิ่มมากขึ้น แต่ทั้งนี้แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้ทดลองใช้งานเพียง 1 เดือนจึงครอบคลุมเพียงการบำรุงรักษาระยะสั้น (ประจำวันและประจำสัปดาห์) ด้วยพนักงานประจำเครื่อง (Self-maintenance) และยังคงพบปัญหาการหยุดของเครื่องจักรจากสาเหตุที่ต้องใช้การตรวจสอบและเปลี่ยนอะไหล่ประจำปี

นอกจากนี้ผลการใช้แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรพบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพิ่มขึ้น ที่มาจากการเพิ่มขึ้นของค่าอัตราการเดินเครื่อง (A) ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (P) และอัตราคุณภาพ (Q) หากพิจารณาในแต่ละประเด็นพบว่า อัตราการเดินเครื่องเป็นค่าที่แสดงความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงานที่มีผลกระทบจากเวลาที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรไม่ได้ทำงานหรือเวลาหยุดที่ไม่ได้วางแผนไว้ สำหรับประสิทธิภาพการเดินเครื่องเป็นสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักรในการผลิตสินค้าด้วยเวลาและจำนวนตามที่กำหนด และอัตราคุณภาพเป็นความสามารถในการผลิตของดีตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักร

การหาค่า OEE เป็นค่าที่บอกถึงความพร้อมของเครื่องจักร ความสามารถในการผลิต และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเครื่องจักร มีการประยุกต์ใช้การหาค่า OEE นี้เพื่อแสดงถึงการ

ยกระดับการทำงานของเครื่องจักร ดังเช่น จตุรงค์ และปณัทร (2566) วัดประสิทธิผลโดยรวม (OEE) ของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลลา ที่พบว่าภายหลังการดำเนินงานตามแผนเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตแล้วเครื่องจักรมีค่า OEE เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 61.21 เป็นร้อยละ 86.24 เช่นเดียวกับ สุชาติ และวิชญาพร (2566) เพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องบรรจุของจากเดิมร้อยละ 67.65 เพิ่มเป็นร้อยละ 76.16

6. กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินงานและการเผยแพร่งานวิจัยได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิชาการจัดการวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา และบริษัทมิติซูเปอร์ไกรนด์ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

7. เอกสารอ้างอิง

- กิตติชัย อธิกุลรัตน์, ศิริรัตน์ แจ้รักษ์สกุล, และเจษฎา พลายชุมพล. (2565). การประยุกต์รูปแบบความล้มเหลวและการวิเคราะห์ผลกระทบเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตเสาไฟฟ้า. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณเจ้าทหารลาดกระบัง**, 38(3), 63-64.
- เกวลี วรรณันท์, และจิรพัฒน์ เจาประเสริฐวงศ์. (2565). การเพิ่มอัตราคุณภาพสินค้าของกระบวนการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ชนิดสั้น. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**, 28(3), 112-125.
- จตุรงค์ สันพลี, และปณัทร เรืองเชิงชุม. (2566). การลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนเพลลาด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวม. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. 33(2), 671-683.
- จารุวรรณ พรหมเงิน, และธีรภัทร จงรักษ์. (2563). การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรในกระบวนการอัดเม็ดด้วยเทคนิค FMEA กรณีศึกษาโรงงานชีวมวลอัดเม็ด. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา**, 8(1), 1-12.
- บริษัท มิติซูเปอร์ไกรนด์ เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด. (2566). **คู่มือผลิตภัณฑ์บริษัท**. ชลบุรี: ม.ป.ท.
- พรณวิภา ลามจิตตร. (2565). การใช้เครื่องมือ FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) ในการจัดการความเสี่ยงของระบบยาแผนกผู้ป่วยในโรงพยาบาลสนม. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ท วิทยาลัยนอร์ทเทิร์น**, 7(4), 117-128.

- ระพี กาญจนะ, สุรัตน์ ตรียวนพงศ์, และกิตติพงษ์ กิมะพงศ์. (2563). การระบุแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องเกี่ยวนวดข้าวโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี**, 18(2), 35-45.
- รังสรรค์ ไชยเชษฐ์, ประภากรณ แสงวิจิตร, และชฎาภรณ์ แสงตามี. (2563). การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษาสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ กรป.กลาง โพนยางคำ จำกัด. **วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.**, 14(1), 79-89.
- รัชฎาภรณ์ ภู่อ้อย, และประจวบ กลุ่มจิตร. (2565). การวิเคราะห์ความเสี่ยงระดับปฏิบัติการ กรณีศึกษาโรงงานผลิตถุงพลาสติก. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม**, 15(4), 120-128.
- รัฐภูมิ วงษ์วิทย์. (2566). การพัฒนาระบบการบำรุงรักษาด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์การขัดข้องและผลกระทบ กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์คอนกรีต. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม**, 16(3), 59-69.
- โศจิรพักร์ บุตรคำโชติพร, วิษณุตร์ งามสะอาด, ประพันธ์ศักดิ์ บุรณะประภา, และอำนาจ แก้วใส. (2564). การปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้แนวคิด FMEA ในกระบวนการขึ้นรูปแม่พิมพ์ขวดพลาสติก กรณีศึกษาบริษัท GP. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยกรุงเทพ ตะวันออกเฉียงใต้**, 1(3), 30-44.
- สมชาย เปรียงพรม, สุชาติ อารังสุข, และวรรณลภย์ อนันตเจริญโชติ. (2564). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการวางแผนการบำรุงรักษา: กรณีศึกษาเครื่องจักรสายพานลำเลียงภายในห้องรับ-จ่ายวัตถุดิบ. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**, 31(2), 201-215.
- สุชาติ อารังสุข, และวิษญาพร เครือเอี่ยม. (2566). การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตมอลต์สก็ด. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**, 33(4), 1-15.
- เสขสัน นาคพ่วง, ศักดิ์ชาย รักการ, และจิรวัฒน์ ปล้องใหม่. (2563). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเครื่องต้มสมุนไพร. **วารสารวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต**, 10(2), 131-132.
- Ceylan, B.O., Akyar, D.A., & Celik, M.S. (2023). A novel FMEA approach for risk assessment of air pollution from ships. **Marine Policy**, 150, n.p. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X23000635>
- Hartwell, J. (2022). **FMEA RPN-Risk Priority Number. How to Calculate and Evaluate?**. Retrieved from <https://www.iqasystem.com/news/risk-priority-number/>
- Mascia, A., Cirafici, A.M., Bongiovanni, A., Colotti, G., Lacerra, G., Carlo, M.Di., Digilio, F. A., Liguori, G.L., Lanati, A., & Kisslinger, A. (2020). A Failure Mode and Effect



Analysis (FMEA)-based approach for risk assessment of scientific processes in non-regulated research laboratories. **Accreditation and Quality Assurance**, 25, 311-321. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s00769-020-01441-9>

Namhata, P., Rakshit, A., Naskar, S. K., Bose, D., & Chatterjee, S. (2021). Risk Priority Number (RPN) assessment in design Failure Modes and Effective Analysis for the Automobile Plant using factor analysis. **Instant Journal of Mechanical Engineering**, 20-24. Retrieved from <https://doi.org/10.36811/ijme.2021.110006>