

การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์: กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่ง

ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ศิริลักษณ์ โต้พิพัฒน์ชัยกุล¹ และ ปณัทร เรืองเชิงชุม²

Received: May 2, 2024

Revised: September 8, 2024

Accepted: September 16, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร และเพื่อเสนอการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ของโรงงานผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การวิจัยเริ่มจากการวิจัยเชิงปริมาณ โดยเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากผู้ปฏิบัติงาน จำนวน 120 ราย วิเคราะห์ด้วยการหาค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เนื้อหาพร้อมกับการวัดประสิทธิผลโดยรวมและ เทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ โดยใช้การสัมภาษณ์เชิงลึกกับกลุ่มผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาเครื่องจักร จำนวน 28 คน ผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ได้แก่ การเตรียมความพร้อมเครื่องจักร การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง ความชำนาญในการผลิต การหยุดเดินเครื่องจักร เวลาที่ใช้ในการทำงาน และการเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ จึงได้เสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ประกอบด้วย 4 แนวทาง ได้แก่ 1) ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบสภาพ (Sensor) 2) จัดอบรมพนักงาน 3) วางแผนปรับวิธีปฏิบัติงานและซ่อมบำรุงเครื่องจักร และ 4) เขียนโปรแกรมและปรับตั้งค่าเครื่องจักร ผลจากการวิจัยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรจาก 11.23 ตันต่อชั่วโมง เป็น 15.55 ตันต่อชั่วโมง ผู้วิจัยจึงเสนอให้ผู้ประกอบการให้ความสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานต่อไป

คำสำคัญ: การวัดประสิทธิผลโดยรวม, โรงงานผลิตน้ำตาล, เทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์, ประสิทธิภาพ

¹ นักศึกษาปริญญาโท, หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, วิทยาลัยบัณฑิตศึกษากิจการ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น
(Email: sirilakt@kku.ac.th)

² รองศาสตราจารย์, วิทยาลัยบัณฑิตศึกษากิจการ, มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ผู้รับผิดชอบบทความ, Email: rpanut@kku.ac.th)

Increasing Machinery Efficiency with Overall Equipment Effectiveness Combined with Predictive Maintenance: A Case Study of Sugar Factory in the Northeast of Thailand

Sirilak Topipatchaikul¹ and Panutporn Ruangchoengchum²

Received: May 2, 2024

Revised: September 8, 2024

Accepted: September 16, 2024

Abstract

The objective of this research is to study factors affecting machine performance and to propose increasing machine performance by measuring overall effectiveness in combination with predictive maintenance technology of a sugar factory in the northeastern region of Thailand. The research began with quantitative research by collecting data with questionnaires from 120 operators. The data were analyzed by finding the average using the SPSS statistical program. Qualitative data analysis was performed using content analysis in conjunction with overall effectiveness measurement and predictive maintenance technology using In-depth interviews with 28 Machinery maintenance operator. The research results found that the factors affecting the efficiency of the machine were machine preparation, inspection during operation, production expertise, machine stoppage, working time, and programming with inspection. Therefore, we have proposed a way to increase the performance of machines by measuring overall effectiveness together with predictive maintenance technology, consisting of 4 approaches: 1) Install condition checking equipment (Sensor), 2) Organize employee training, 3) Plan to adjust methods for operating and maintaining machines, and 4) Programming and adjusting machine settings. The results of the research were able to increase the efficiency of the machine from 11.23 tons per hour to 15.55 tons per hour. Therefore, the researcher suggests that entrepreneurs should focus on increasing the efficiency of the machine, which will be beneficial to their operations in the future.

Keywords: Efficiency, Overall Equipment Effectiveness, Predictive Maintenance, Sugar Factory

¹ Master student, Master of Business Administration program, College of Graduate Study in Management, Khon Kaen University
(Email: sirilakt@kkumail.com)

² Associate Professor, College of Graduate Study in Management, Khon Kaen University
(Corresponding author, Email: rpanut@kku.ac.th)

บทนำ

การผลิตน้ำตาลเป็นการผลิตที่มีความสำคัญต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ดังจะเห็นได้จากที่ประเทศไทยสามารถผลิตและส่งออกน้ำตาลเป็นลำดับที่ 3 ของโลกรองจากประเทศบราซิลและอินเดีย ส่งผลทำให้ GDP ของประเทศไทยจากปี 2562 ถึงปี 2567 เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 2.5-3.8 (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2567) ผู้ประกอบการโรงงานผลิตน้ำตาลจึงต้องดำเนินการผลิต โดยอาศัยเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพ เพื่อสามารถดำเนินการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งโรงงานผลิตน้ำตาลในประเทศไทย จำเป็นต้องวางแผนและตรวจสอบเครื่องจักรอยู่เสมอ เพื่อให้สามารถผลิตน้ำตาลส่งออกได้ตามความต้องการของตลาด หากเครื่องจักรเกิดปัญหาหรือหยุดการทำงานจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต เป็นเหตุให้เกิดการสูญเสียเวลา กระบวนการผลิตไม่ต่อเนื่อง ซึ่งหากผู้ประกอบการสามารถหามาตรการมารองรับเพื่อป้องกันและดูแลเครื่องจักรจากกระบวนการผลิตนี้ได้ จะช่วยเพิ่มโอกาสการแข่งขันทางธุรกิจกับคู่แข่งในในตลาดเดียวกันได้อย่างดีและเป็นส่วนสนับสนุนที่ส่งผลประกอบการโดยรวมดีขึ้น

โรงงานผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่งกรณีศึกษา เป็นหนึ่งในโรงงานผลิตน้ำตาลที่มีกำลังการผลิตต่อวันสูงถึง 41,000 ตันอ้อยต่อวัน จึงเป็นโรงงานที่มีกำลังการผลิตขนาดใหญ่ที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยการผลิตน้ำตาลจำเป็นต้องอาศัยเครื่องจักรที่มีสภาพพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา อย่างไรก็ตาม ผู้ประกอบการกลับได้เผชิญปัญหาการหยุดเดินเครื่องจักร (Breakdown) ที่เพิ่มขึ้นจาก 1.67 ชั่วโมงในฤดูหีบปี 2562/2563 เป็น 3.58 ชั่วโมง ในฤดูหีบปี 2565/2566 จึงส่งผลกระทบต่อการผลิตน้ำตาลที่ไม่สามารถผลิตได้ตามที่กำหนด ทำให้เกิดมูลค่าความเสียหายสูงถึง 5 ล้านบาทต่อปี (กลุ่มมิตรผล, 2565)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ส่วนใหญ่ได้ศึกษาการหยุดเดินเครื่องจักร ตั้งแต่ประเด็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดการขัดข้องหรือหยุดเดินของเครื่องจักร (วรวิฑู ทองใส และคณะ, 2565) รวมถึงศึกษาทรัพยากรบริหารที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการบำรุงรักษา (สันติ ไชยสีทา และ ธรรมวิมล สุขเสริม, 2565) แนวทางการเสริมสร้างศักยภาพทางการแข่งขันด้านผลิตภาพ (ดลพร เชื้อมกลาง และ ปณัฑพร เรืองเชิงชุม, 2560) การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Basri et al., 2017) การปรับปรุงประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเพื่อลดเวลาการขัดข้อง (สมชาติ วงศ์เทพ และคณะ, 2564) และการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของระบบ (Gargari et al., 2021) แต่ส่วนน้อยยังไม่ได้ศึกษาถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ทั้งที่การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสามารถนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและมาตรการแก้ไขที่ขัดข้องของเครื่องจักร (Kennedy, 2017) เช่นเดียวเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance: PdM) ที่สามารถนำมาป้องกันและลดความเสียหายจากการหยุดเดินเครื่องจักร ทำให้สามารถผลิตได้ตามที่กำหนด (Mobley, 2002)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ โดยศึกษาจากโรงงานผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่งซึ่งเป็นโรงงานที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เป็นกรณีศึกษา ผลจากการวิจัยคาดว่า สามารถนำมาเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ทำให้สามารถผลิตน้ำตาลได้ตามที่กำหนด และลดมูลค่าความเสียหายจากการหยุดเดินเครื่องจักร จึงเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการโรงงานผลิตน้ำตาลกรณีศึกษา รวมถึงโรงงานผลิตน้ำตาลรายอื่นๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ต่อไป ดังนั้นเนื้อหาในบทความจะนำเสนอตั้งแต่ การทบทวนแนวคิดและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร และเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ จากนั้นจะกล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัย ผลการวิจัยและอภิปรายผล ตลอดจนสรุปผลการวิจัย และในตอนท้ายของบทความ ผู้เขียนจะให้ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งนี้อย่างชัดเจนและข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
2. เพื่อเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์

ทบทวนวรรณกรรม

1. ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

ราชบัณฑิตยสถาน (2546) ได้ให้ความหมายของคำว่า “ประสิทธิภาพ” ไว้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถอันทำให้เกิดผลในกระบวนการทำงานได้อย่างสูงสุด การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต คือ การที่ทำให้ผลผลิต (Output - ผลิตภัณฑ์ คุณภาพต้นทุน การส่งมอบ ความปลอดภัย สุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม) มากที่สุด โดยการใส่ปริมาณเข้าไปในการผลิต (Input - คน เครื่องจักร วัตถุดิบ) ในปริมาณน้อยที่สุด ซึ่งในการปรับปรุงประสิทธิภาพ ต้องอาศัยกิจกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร คือ การทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรสูงขึ้น หรือทำให้จำนวนผลผลิตต่อชั่วโมงเพิ่มขึ้นได้มากกว่าเดิม ซึ่ง Gupta and Garg (2012) กล่าวว่า เครื่องจักรที่ดี หมายถึง เครื่องจักรที่เมื่อเดินเครื่องแล้ว ต้องทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เดินเครื่องได้เต็มกำลังความสามารถ และผลิตชิ้นงานที่ได้คุณภาพออกมาและที่สำคัญ ต้องใช้งานได้อย่างปลอดภัย การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรนั้น มีเป้าหมายเพื่อสะท้อนภาพการใช้งานของเครื่องจักร หรือเพิ่มผลผลิต และการกำจัดความสูญเปล่า โดยมีดัชนีชี้วัดซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงความพร้อมของเครื่องจักรในการใช้งานว่ามีสถานะความพร้อมใช้งานเป็นอย่างไร การเดินเครื่องจักรเต็มความสามารถ หรือไม่มีการผลิตชิ้นงานเสียเป็นจำนวนมากน้อยแค่ไหน

2. การวัดประสิทธิผลโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness: OEE)

Stamatis (2017) และ Kennedy (2017) ได้กล่าวถึงการประเมินเพื่อสะท้อนภาพการใช้งานของเครื่องจักร และการกำจัดความสูญเสียโดยการแสดงให้เห็นถึงความพร้อมของเครื่องจักรในการใช้งานว่ามีสถานะความพร้อมใช้งานเป็นอย่างไรการเดินเครื่องจักรเต็มความสามารถ หรือเพื่อให้ทราบถึงการผลิตชิ้นงานเสียเป็นจำนวนมากน้อยเพียงใด เรียกว่า “ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) มีหน่วยเป็นร้อยละ ซึ่งประกอบด้วยดัชนีย่อย 3 ตัว ได้แก่ อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate: A) อัตราสมรรถนะ (Performance Efficiency: P) และอัตราคุณภาพ (Quality Rate: Q)

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เป็นการคำนวณเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานหรือความพร้อมของเครื่องจักรออกมาในรูปแบบของร้อยละ (%) หากค่า OEE ที่ได้มีค่าสูงแสดงว่าสมรรถนะการทำงานของเครื่องจักรสูง สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรได้จากผลคูณของ 3 ปัจจัย ดังนี้

$$OEE = A \times P \times Q$$

กำหนดให้

OEE แทน ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness)

A แทน อัตราการเดินเครื่อง (Availability)

P แทน อัตราสมรรถนะเครื่อง (Performance)

Q แทน อัตราคุณภาพ (Quality)

นอกจากนี้ Stamatis (2017) และ Kennedy (2017) ได้มีการกล่าวถึง การลดเวลาในการปรับตั้งค่าเครื่องจักร ทำให้เพิ่มอัตราการเดินเครื่องจึงส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น และทำให้สามารถลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรได้ เช่นเดียวกับ การเสนอแนวทางให้ปรับช่วงเวลาพักของผู้ปฏิบัติงานเพื่อให้การเดินเครื่องอย่างต่อเนื่อง

จากการศึกษาและทบทวนเกี่ยวกับประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ผู้วิจัยได้ ประยุกต์ใช้การวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ก่อนและหลังการดำเนินการตามแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรและแผนปฏิบัติการ

3. การวัดประสิทธิภาพ

Certo and Certo (2019) ได้กล่าวถึง ประสิทธิภาพ (Efficiency) ว่าเป็นผลการปฏิบัติงานที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจและได้รับผลกำไรจากการปฏิบัติงานนั้น (Human satisfaction and benefit produced) หากการปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพ จะเพิ่มผลกำไรและลดต้นทุนกิจกรรมที่สูงสุด นอกจากนี้ยังเป็นความสำเร็จที่เน้นทั้งปริมาณและคุณภาพ โดยมีปัจจัยอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องเพิ่มเติม เช่น คุณภาพของผลผลิต ตลอดจนเวลาในการผลิต สามารถสะท้อนได้ถึงต้นทุนการผลิตที่คุ้มค่า ตลอดจนผลกำไรที่ดี รวมถึงการทำงานได้ดีเกินความคาดหวังอีกด้วย การเพิ่มประสิทธิภาพต้องได้รับความร่วมมือจากพนักงานทุกคน บางอุตสาหกรรมไม่สามารถเพิ่มราคาสินค้าได้เลยทั้ง ๆ ที่ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากหากต้องเพิ่มราคาสินค้าแล้ว อาจทำให้ลูกค้าเลิกซื้อสินค้า ดังนั้น พนักงานจึงต้องร่วมมือและมุ่งมั่นที่จะใช้ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ เพื่อผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพ และใช้เวลาในการผลิตให้น้อยลง โดยไม่ให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

จากการศึกษาและทบทวนเกี่ยวกับการวัดผลผลิตภาพ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้การวัดผลผลิตภาพของเครื่องจักรเป็นดัชนีชี้วัดความสำเร็จของแนวการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร หลังจากมีการปรับปรุงกระบวนการผลิต

4. เทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ (Predictive Maintenance: PdM)

Mobley (2002) กล่าวว่า เทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ เป็นกลยุทธ์การบำรุงรักษาเชิงรุกโดยใช้วิทยาศาสตร์ข้อมูลและการวิเคราะห์เพื่อประเมินว่าเมื่อไหร่ที่อุปกรณ์ชิ้นหนึ่งอาจจะล้มเหลว เพื่อที่ทีมซ่อมบำรุงจะสามารถกำหนดเวลาเข้าไปซ่อมบำรุงรักษาก่อนที่จะเกิดเหตุขึ้น โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มเวลาทำงานของเครื่องจักรได้ให้สูงที่สุด ปรับปรุงความน่าเชื่อถือและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยลดจำนวนการซ่อมบำรุงโดยไม่มีแผนการวางแผนไว้ (Breakdown Maintenance) ลดต้นทุนการดำเนินงานโดยการบำรุงรักษาก่อนที่จะต้องเสียต้นทุนแรงงานและเสียเวลา รวมถึงยืดอายุการใช้งานทรัพย์สินด้วยการบำรุงรักษาที่อุปกรณ์จะล้มเหลว

เทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์มีความสามารถในการกำหนดเวลางานซ่อมบำรุงตามสภาพปัจจุบันของทรัพย์สิน อย่างไรก็ตามการพิจารณาสภาพที่แน่นอนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ มีความซับซ้อนต้องใช้อุปกรณ์ประกอบหลายส่วน โดยองค์ประกอบหลักสามส่วนที่ช่วยให้การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ที่สามารถติดตามสถานะการดำเนินงานและสภาพของเครื่องจักร และช่วยเตือนช่างซ่อมบำรุง (ฝ่ายซ่อมบำรุง) เกี่ยวกับความล้มเหลวและโอกาสที่ความล้มเหลวของอุปกรณ์จะเกิดขึ้น โดยทั้ง 3 องค์ประกอบได้แก่

1) อุปกรณ์ตรวจสอบสภาพ (Sensor) อุปกรณ์ตรวจสอบสภาพที่ติดตั้งอยู่กับเครื่องจักร จะนำส่งข้อมูลประสิทธิภาพตลอดเวลา เพื่อสื่อสารกับซอฟต์แวร์ในการประเมินความเสี่ยงหรือ อุณหภูมิที่ผิดปกติ ความดัน การสั่นสะเทือน ประสิทธิภาพของน้ำมันหล่อลื่น และการกักตัวของเครื่องจักร

2) อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of things: IoT) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้สามารถสื่อสารระหว่างเครื่องจักร (Sensor) ซอฟต์แวร์ (CMMS) และเทคโนโลยีคลาวด์ เทคโนโลยีเหล่านี้จะช่วยในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

3) การวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ (Predictive Analysis) คือสูตรการคาดการณ์แนวโน้มเป็นอัลกอริทึมที่กำหนดไว้ล่วงหน้าซึ่งเปรียบเทียบกับพฤติกรรมปัจจุบันของเครื่องจักรกับพฤติกรรมที่คาดไว้ โดยสูตรจะระบุแนวโน้มที่จะตรวจพบเมื่อขึ้นส่วนของอุปกรณ์จำเป็นต้องได้รับการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนใหม่

จากการศึกษาและทบทวนเกี่ยวกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ของเครื่องจักรเป็นแนวการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร หลังจากมีการปรับปรุงกระบวนการผลิต

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดำรง อินทรเสนา และ ศุภชัย ปทุมนากุล (2554) ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาล โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาทีละคนแบบทุกคนมีส่วนร่วม โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือการบำรุงรักษาทีละคนแบบทุกคนมีส่วนร่วมมาใช้บริหารจัดการร่วมกับหลักการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง โดยเน้นกิจกรรมที่ดำเนินการเพื่อลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตให้ต่ำที่สุด โดยพบว่าปัญหาสำคัญ คือ การสูญเสียน้ำตาลในกากน้ำตาลสุดท้าย ซึ่งเกิดในกระบวนการเคี้ยวและการปั่นน้ำตาล จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาโดยใช้เครื่องมือ แผนภาพกังปลา ไบตรวจสอบ และวิธีวิเคราะห์แบบ ทำไม ทำไม (Why Why) พบว่าสาเหตุหลักเกิดจาก คน เครื่องจักรอุปกรณ์ วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ และวิธีการผลิตตามลำดับ และได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานโดยใช้วงจรคุณภาพ ผลลัพธ์จากดำเนินงานวิจัยพบว่า การสูญเสียน้ำตาลในกากน้ำตาลสุดท้ายลดลง โดยค่าประสิทธิภาพการเคี้ยวและการปั่นเท่ากับ 81.87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเพิ่มขึ้น 0.43 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้นเท่ากับ 110.6 กิโลกรัมต่อตันอ้อย เพิ่มขึ้นจากเดิม 3.01 กิโลกรัมต่อตันอ้อย คิดเป็นปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นทั้งปีประมาณ 9,925.61 ตัน เมื่อเปรียบเทียบกับปีการผลิต 2552/2553 ส่งผลให้ บริษัทสามารถลดต้นทุนการผลิตน้ำตาลได้ 1,616.86 บาทต่อตันน้ำตาล

Fauzi and Doloksaribu (2016) ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร โดยมีการประยุกต์ใช้หลักการบำรุงรักษาเชิงทีละคนโดยรวม ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ผลของการศึกษาพบว่า ความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน ความชำนาญในการผลิต การเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ การเตรียมความพร้อมเครื่องจักร การทำความสะอาดขณะเดินเครื่อง การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง และการเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องจักรเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรลดลง การสูญเสียจากการหยุดนิ่ง และการหยุดชะงักของเครื่องจักรเล็กน้อย การติดตั้งและการปรับค่าเป็นสาเหตุให้ค่าประสิทธิผล โดยรวมของเครื่องจักรลดลง ดังนั้น การเดินเครื่องจักรอย่างต่อเนื่อง โดยลดเวลาหยุดเดินเครื่องจักรจะส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นมาก

Nwanya et al. (2017) ได้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพของการหยุดทำงานของเครื่องจักรในการผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินเวลาหยุดทำงานของการผลิต ทั้งหมดสำหรับสายการผลิตแต่ละสายต่อกะ และพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการเพิ่มเวลาทำงานสูงสุด ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการถดถอยพหุคูณ การเปรียบเทียบเวลาหยุดทำงานและตัวแปรอื่นๆ เช่น ไฟดับ / ไฟตก การหยุดเดินเครื่องจักร เวลาที่ใช้ในการทำงาน แฝงควบคุมเครื่องดับ แฝงควบคุมเครื่องใหม่ และประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการปรับอัลกอริทึมที่พัฒนาขึ้น สามารถลดเวลาหยุดทำงานของเครื่องจักร ทำให้เวลาทำงาน เพิ่มขึ้นสูงสุด 332 นาทีต่อการทำงานกะ และการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร สามารถนำมาเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และลดการสูญเสียกำลังการผลิตที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักร โดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าได้

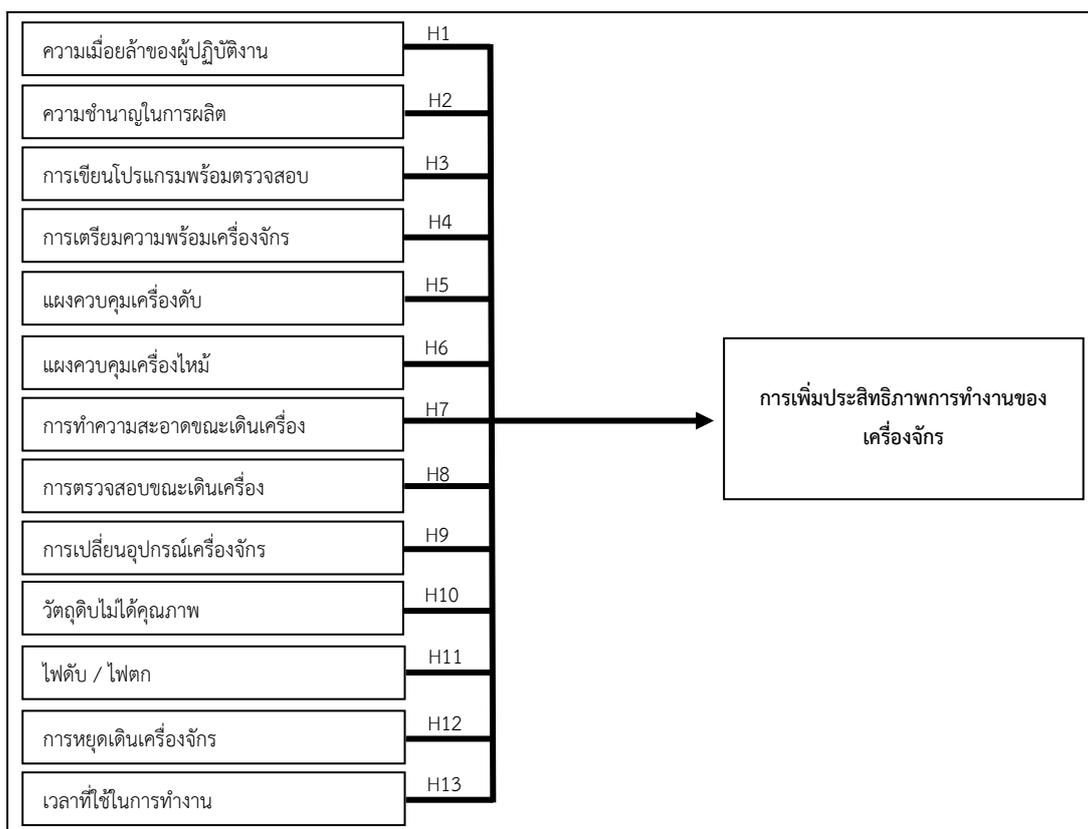
Sulkifli et al. (2022) ได้ศึกษาการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยใช้วิธีการบำรุงรักษาแบบเน้นความน่าเชื่อถือเป็นศูนย์กลาง (Reliability Centered Maintenance: RCM) ที่โรงงานน้ำตาล เพื่อสร้างโปรแกรมการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยกำจัดกิจกรรมการบำรุงรักษาที่ไม่จำเป็น ลดความถี่ในการยกเครื่อง ลดเวลาหยุดทำงานให้เหลือน้อยที่สุด ลดความเสี่ยงของความล้มเหลวกะทันหัน เน้นการบำรุงรักษาส่วนประกอบที่สำคัญ และปรับปรุงความน่าเชื่อถือของส่วนประกอบ จากผลการศึกษาพบว่า ระบบการบำรุงรักษาและแนวคิดเรื่องความน่าเชื่อถือส่งผลให้การทำงานของเครื่องจักรในการผลิตไม่ได้รับการบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม ความเสียหายที่เกิดกับเครื่องจักรในการผลิตทำให้เครื่องจักรหยุดทำงานในระดับสูง ดังนั้นจึงสร้างโปรแกรมการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยกำจัดกิจกรรมการบำรุงรักษาที่ไม่จำเป็น ลดความถี่

ในการยกเครื่อง ลดเวลาหยุดทำงานให้เหลือน้อยที่สุด ลดความเสี่ยงของความล้มเหลวกะทันหัน และเน้นการบำรุงรักษา ส่วนประกอบที่สำคัญ

Ales et al. (2019) เป็นการศึกษาในอุตสาหกรรม 4.0 และการบำรุงรักษา 4.0 เกี่ยวกับวิธีการคำนวณประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและการบำรุงรักษา จากการศึกษาพบว่า การนำ Internet of Things (IOT) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการทำงานในโรงงานอัตโนมัติและการเชื่อมต่อข้อมูลสื่อสารของเครื่องจักรในการผลิตแต่ละเครื่องที่มีความซับซ้อน มีความเกี่ยวข้องในการชี้ให้เห็นถึงข้อเสียของตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยข้อเท็จจริงที่ว่า ตัวชี้วัดเหล่านี้ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ อย่างเช่น ต้นทุนการดำเนินงาน มูลค่าของสินค้าคงเหลือ ผลผลิตของกระบวนการผลิต อายุของอุปกรณ์การผลิต เป็นต้น และมีปัญหาในการค้นหาข้อมูลอินพุตที่จำเป็นทั้งหมดเพื่อคำนวณ OEE

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมากำหนดแนวคิดเพื่อใช้เป็นกรอบในการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิภาพโดยรวม ร่วมกับ เทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ กรณีศึกษา โรงงานผลิตน้ำตาล จังหวัดชัยภูมิ โดยศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งอ้างอิงจาก ดำรง อินทรเสนา และ ศุภชัย ปทุมนากุล (2554) and Fauzi and Doloksaribu (2016) รวมถึง Nwanya et al. (2017) จากนั้นเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ จึงได้แสดงกรอบแนวคิดในการศึกษาดังภาพที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการศึกษา

สมมติฐานการวิจัย

จากกรอบแนวคิดในการศึกษาข้างต้น ผู้การศึกษาได้ออกแบบสมมติฐานการวิจัยเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ดังนี้

- H1: ความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H2: ความชำนาญในการผลิตมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H3: การเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H4: การเตรียมความพร้อมเครื่องจักรมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H5: แผงควบคุมเครื่องดับมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H6: แผงควบคุมเครื่องใหม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H7: การทำความสะอาดขณะเดินเครื่องมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H8: การตรวจสอบขณะเดินเครื่องมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H9: การเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องจักรมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H10: วัสดุดิบไม่ได้คุณภาพมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H11: ไฟดับ / ไฟตกมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H12: การหยุดเดินเครื่องจักรมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร
- H13: เวลาที่ใช้ในการทำงานมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods) โดยเริ่มจากการวิจัยเชิงปริมาณ เพื่อให้ได้ข้อมูลในภาพกว้างที่สามารถวัดระดับปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรมากที่สุด หน่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นหน่วยระดับปัจเจกบุคคล ประชากรในการวิจัย คือ ผู้ที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิตน้ำตาลของโรงงานผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย สำหรับการวิจัยเชิงคุณภาพ ให้เข้าใจสภาพจริงของข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรตามกรอบของโรงงาน โดยนำปัจจัยที่ได้มากำหนดคำถาม ทำการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาเครื่องจักร และนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกมาใช้พัฒนาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ รวมถึงวัดผลประสิทธิภาพก่อนและหลังดำเนินแนวทาง ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

การเก็บและรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ โดยสอบถามผู้ที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิตน้ำตาลของโรงงานผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เป็นประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite Population) คือ กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิตน้ำตาลของโรงงานผลิตน้ำตาลจังหวัดชัยภูมิ ได้แก่ แผนกกลูกทึบ แผนกหม้อต้ม แผนกหม้อเคี้ยว แผนกหม้อปั่น และแผนกซ่อมบำรุง ซึ่งมีประชากรทั้งหมด 160 ราย ดังนั้น การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size) จะใช้วิธีเปิดตารางของ Krejcie and Morgan (1970) กลุ่มตัวอย่างที่เป็นจำนวน 113 ราย เพื่อป้องกันความผิดพลาดจึงได้เลือกกลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้จำนวน 120 ราย โดยใช้แบบสอบถามซึ่งมีคำถามที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยเชิงปัจจัยหรือสาเหตุที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยตัดแปลง คำถามจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ซึ่งทำให้ได้คำถามที่เป็นตัวแปรสังเกตได้ ได้แก่ ความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน ความชำนาญในการผลิต การเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ การเตรียมความพร้อมเครื่องจักร แผงควบคุมเครื่องดับ แผงควบคุมเครื่องใหม่ การทำความสะอาดขณะเดินเครื่อง การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง การเปลี่ยนอุปกรณ์เครื่องจักร วัสดุดิบไม่ได้คุณภาพ ไฟดับ / ไฟตก การหยุดเดินเครื่องจักร เวลาที่ใช้ในการทำงานโดยใช้เวลาตรวจวัดข้อคิดเห็นใน

ระดับต่างๆ ของลิเคิร์ต (Likert Scale) ตั้งแต่ 1 ถึง 5 เพื่อวัดระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ระหว่างเห็นด้วยกับไม่เห็นด้วย โดยที่ระดับไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (1) ไม่เห็นด้วย (2) ไม่แน่ใจ (3) เห็นด้วย (4) และเห็นด้วยอย่างยิ่ง (5)

ประชากรในการวิจัยเป็นประชากรที่มีจำนวนจำกัด (Finite population) คือ กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิตน้ำตาลของโรงงานผลิตน้ำตาล จังหวัดชัยภูมิ ได้แก่ แผนกกลูกหีบ แผนกหม้อต้ม แผนกหม้อเคี้ยว แผนกหม้อปั่น และแผนกซ่อมบำรุง จำนวน 120 คน

วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำแบบสอบถามที่ได้จากการเก็บข้อมูล จำนวน 120 คน ไปทำการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS เวอร์ชัน 28 (IBM SPSS Premium เวอร์ชัน 28 ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น) และกำหนดให้ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรมีค่าเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 3.75 เพื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ต่อไป

ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยนำแบบสอบถามไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทำการทดสอบค่าความเชื่อมั่นของ แบบสอบถามไปทดลองกับธุรกิจน้ำตาลรีไฟน์ที่มีลักษณะของกระบวนการผลิตใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 คน เพื่อทำการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ครอนบาคอัลฟา (Cronbach's α -Coefficient) และแบบสอบถามชุดนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ 0.89 ซึ่งผ่านเกณฑ์ คุณภาพดีนำไปใช้ได้

2. การเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งหมดในข้างต้นมารวบรวมเป็นข้อมูล ร่วมกับ การสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรตามปัจจัยและตัวแปรสังเกตได้ของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาเครื่องจักร ได้แก่ หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุงรักษา วิศวกรซ่อมบำรุงรักษาและช่างเทคนิค จำนวน 28 ราย ซึ่งเป็นประชากรทั้งหมดในแผนกซ่อมบำรุงเครื่องจักร ให้แสดงความคิดเห็น และนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก จากนั้นนำแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์มาทำแผนปฏิบัติการ (Action Plan) โดยมีการกำหนดแนวทางหรือกิจกรรม รวมถึงดัชนีชี้วัดค่าเป้าหมาย ผู้รับผิดชอบ และงบประมาณที่ใช้ รวมถึงวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรจากสมการของ Stamatis (2017) ก่อนและหลังการดำเนินแนวทาง ดังนี้

$$OEE = A \times P \times Q$$

เมื่อ $A = OT \times 100 / ST$

$$P = PP \times ICT / OT$$

$$Q = GP \times 100 / TP$$

กำหนดให้	OEE	แทน ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness)
	A	แทน อัตราการเดินเครื่อง (Availability)
	P	แทน อัตราสมรรถนะเครื่อง (Performance)
	Q	แทน อัตราคุณภาพ (Quality)
	OT	แทน เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง (Operating Time)
	ST	แทน เวลาการผลิตที่ได้วางแผนไว้ (Scheduled Time)
	PP	แทน จำนวนน้ำตาลที่ผลิตได้ (Parts Produced)
	ICT	แทน เวลามมาตรฐานที่ใช้ในการผลิต (Ideal Cycle Time)
	GP	แทน จำนวนน้ำตาลที่ดี (Good Pieces)
	TP	แทน จำนวนน้ำตาลที่ผลิตได้ทั้งหมด (Total Pieces)

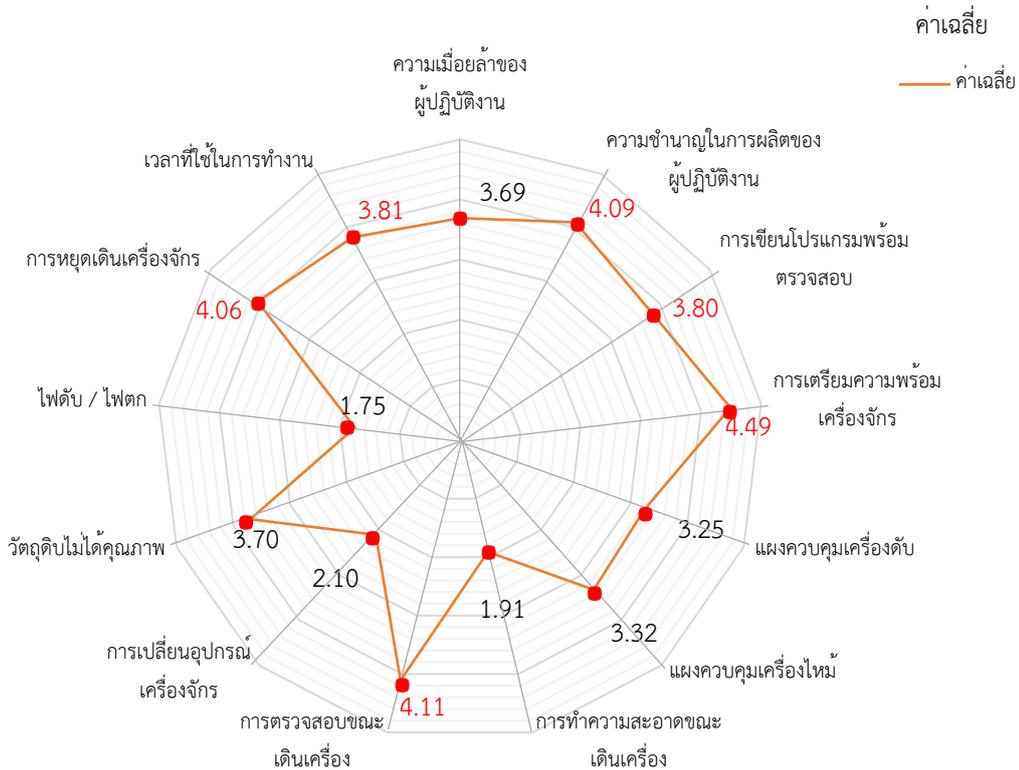
ทั้งนี้มีการติดตามและประเมินผลโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพเครื่องจักรที่คำนวณได้การวัดจากจำนวนชิ้นที่ผลิตได้ และเวลาที่ใช้ในการผลิต ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องจักร ผู้วิจัยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิภาพก่อนและหลังดำเนินการตามแผนปฏิบัติการ และนำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพก่อนและหลังปรับปรุง โดยใช้สถิติ Pair t-test ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลใช้หลักเกณฑ์ในการตรวจสอบเพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของข้อมูลให้มีความถูกต้อง โดยการรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลที่มีความแตกต่างกันโดยตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ด้วยการตรวจสอบข้อมูลด้านวิธีรวบรวมข้อมูล (Methodological Triangulation) ซึ่งเป็นวิธีที่จะสามารถพิสูจน์ได้ว่าข้อมูลที่ได้รับมานั้นมีความถูกต้อง จากผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาเครื่องจักร ได้แก่ หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุงรักษา วิศวกรซ่อมบำรุงรักษาและช่างเทคนิคพบว่าข้อมูลจากทั้งสามด้านนั้นมีความสอดคล้องกัน

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

จากการเก็บและรวบรวมข้อมูลของปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร เป็นผลการการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามที่เก็บรวบรวมจากผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิตน้ำตาลของโรงงานผลิตน้ำตาล จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 120 ราย ทำการวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยใช้สถิติการหาค่าเฉลี่ย พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรมากที่สุด คือ การเตรียมความพร้อมเครื่องจักร มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.49 การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.11 ความชำนาญในการผลิต มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.09 การหยุดเดินเครื่องจักร มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.06 เวลาที่ใช้ในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.81 และการเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.80 รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรรองลงมา ได้แก่ วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.70 ความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.69 แผงควบคุมเครื่องใหม่ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.32 แผงควบคุมเครื่องดับ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.25 การเปลี่ยนอุปกรณ์ในเครื่องจักร มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 2.10 การทำความสะอาดขณะเดินเครื่อง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.91 และไฟดับ / ไฟตก มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.75 ด้วยเหตุนี้ จึงได้เลือกทั้งหมด 6 ปัจจัย ได้แก่ การเตรียมความพร้อมเครื่องจักรในการทำงาน การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง ความชำนาญในการผลิตของผู้ปฏิบัติงาน การหยุดเดินเครื่องจักรมีผลทำให้จำนวนผลิตน้ำตาลลดลง เวลาที่ใช้ในการทำงานเพื่อผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้น และการเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ (ดังภาพที่ 2) เพื่อนำไปใช้หาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ต่อไป



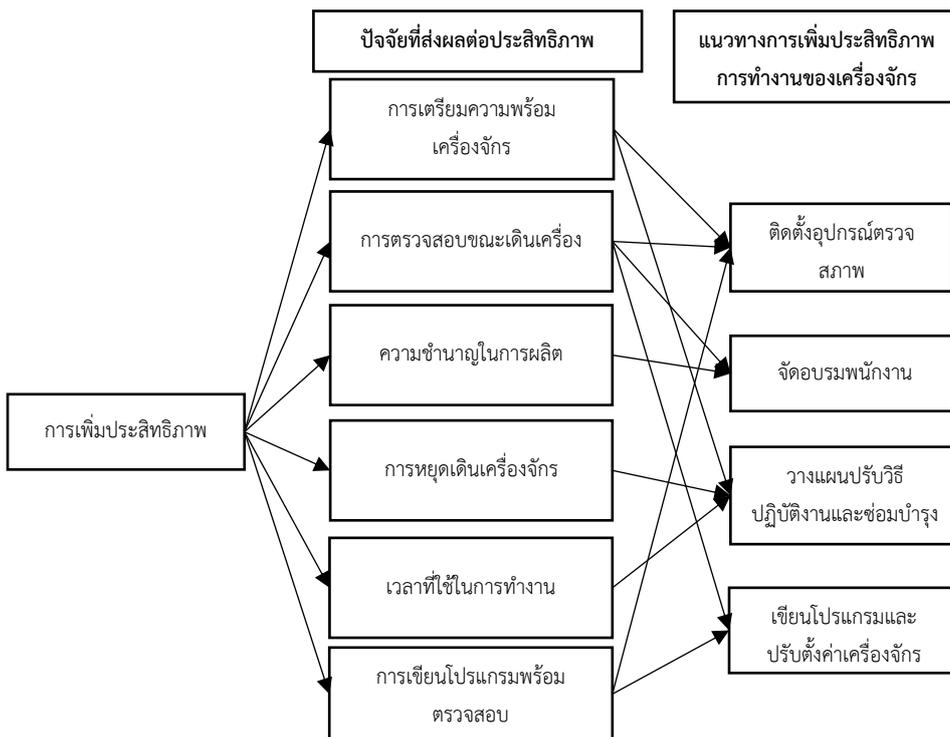
ภาพที่ 2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

2. ผลการเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์

ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรข้างต้น รวมถึงผลการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาเครื่องจักร ได้แก่ หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุงรักษา วิศวกรซ่อมบำรุงรักษาและช่างเทคนิค จำนวน 28 คน ให้แสดงความคิดเห็นในประเด็นแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์และนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก ทำการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ก่อนและหลังจากดำเนินแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์

ผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรข้างต้น รวมถึงผลการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาเครื่องจักร ผู้ศึกษาจึงนำมาสรุปเป็นแผนภาพโดยเน้นไปที่การวางแผนมีตัวแปรสังเกตได้ ประกอบด้วย การเตรียมความพร้อมเครื่องจักร การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง ความชำนาญในการผลิตของผู้ปฏิบัติงาน การหยุดเดินเครื่องจักร เวลาที่ใช้ในการทำงานและการเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบร่วมกับการนำเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์มาประยุกต์ใช้องค์ประกอบหลักสามส่วนได้แก่ อุปกรณ์ตรวจสอบสภาพ อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง และการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ เพื่อออกแบบแผนปฏิบัติการและเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรต่อผู้ปฏิบัติงานได้ 4 แนวทาง ได้แก่ 1) ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบสภาพ 2) จัดอบรมพนักงาน 3) วางแผนปรับวิธีปฏิบัติงานและซ่อมบำรุงเครื่องจักร 4) เขียนโปรแกรมและปรับตั้งค่าเครื่องจักร ซึ่งแต่ละแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรจะมีความสัมพันธ์กันกับปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพ (ดังภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

แนวทางที่ 1 ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบสภาพ จากข้อมูลแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรตามผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ ได้แก่ การเตรียมความพร้อมเครื่องจักรในการทำงาน การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง และการเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ ในองค์ประกอบนี้ จึงได้เสนอแนวทางติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบเพื่อติดตั้งอยู่กับเครื่องจักรให้สามารถนำส่งข้อมูลประสิทธิภาพตลอดเวลา รวมถึงสื่อสารกับซอฟต์แวร์เพื่อประเมินการสึกหรอ อุณหภูมิที่ผิดปกติ ความดัน การสั่นสะเทือน ประสิทธิภาพของน้ำมันหล่อลื่นและสามารถพยากรณ์ให้พนักงานสามารถเตรียมบำรุงรักษาและซ่อมแซมก่อนที่เครื่องจักรชำรุดเสียหาย และช่วยเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักรจากอัตราการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากเวลาที่ใช้ในการผลิตจริงที่เป็นเวลาการผลิตที่ได้วางแผน โดยมีการกำหนด เวลาที่หยุดทำงานของเครื่องจักรกรณีเครื่องเกิดการชำรุดลดลงร้อยละ 20 เป็นเป้าหมายและดัชนีชี้วัดความสำเร็จ มีระยะเวลาตรวจสอบเดือนละ 1 ครั้ง

แนวทางที่ 2 จัดอบรมพนักงาน จากข้อมูลแนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรตามผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ ได้แก่ การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง และความชำนาญในการผลิตของผู้ปฏิบัติงาน ด้วยในการทำงานพนักงานยังขาดความรู้ ความชำนาญ และไหวพริบการแก้ปัญหา รวมทั้งความแม่นยำตรวจสอบเครื่องจักรขณะทำงาน จึงเสนอให้มีการจัดอบรมพนักงาน เพื่อเพิ่มความเชี่ยวชาญและชำนาญงานเกี่ยวกับการตรวจสอบ ดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักร และเทคนิคการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน และการประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซมเครื่องจักร รวมถึงข้อมูลที่น่าสนใจให้เกิดประโยชน์และทำให้คุณภาพการผลิตมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นโดยช่วยเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักรจากอัตราการเดินเครื่องเพิ่มขึ้นจากเวลาที่ใช้ในการผลิตจริง มีการวัดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการทำงาน ก่อนและหลังการฝึกอบรม โดยที่พนักงานมีทักษะ ความรู้ ความชำนาญ และไหวพริบการแก้ปัญหา หลังการฝึกอบรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับก่อนอบรม จำนวนครั้งที่พนักงานทำงานผิดพลาดไม่เกินเดือนละ 5 ครั้ง และเวลาที่ใช้เครื่องจักรผลิตน้ำตาลเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 5 นาทีต่อตัน เป็นเป้าหมายและดัชนีชี้วัดความสำเร็จ มีระยะเวลาจัดอบรม ปีละ 3 ครั้ง

แนวทางที่ 3 วางแผนปรับวิธีปฏิบัติงานและซ่อมบำรุงเครื่องจักร จากข้อมูลแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรตามผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ ได้แก่ การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง การหยุดเดินเครื่องมีผลทำให้จำนวนผลิตน้ำตาลลดลง และเวลาที่ใช้ในการทำงานเพื่อผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้น ด้วยในการทำงานของเครื่องจักรจำเป็นต้องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง จึงเสนอให้มีการจัดวางแผนปรับวิธีปฏิบัติงานและซ่อมบำรุงเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ยังเป็นการป้องกันการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการหยุดทำงานของเครื่องจักร และเป็นการแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรได้อย่างเต็มที่ โดยเวลาที่ใช้เครื่องจักรผลิตน้ำตาลเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 5 นาทีต่อตันและจำนวนครั้งการหยุดทำงานของเครื่องจักรไม่เกินเดือนละ 5 ครั้ง เป็นเป้าหมายและดัชนีชี้วัดความสำเร็จ

แนวทางที่ 4 เขียนโปรแกรมและปรับตั้งค่าเครื่องจักร จากข้อมูลแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรตามผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์เพื่อวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ ซึ่งมีตัวแปรสังเกตได้ ได้แก่ การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง และการเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ ในองค์ประกอบนี้ จึงได้เสนอแนวทางการเขียนโปรแกรมและปรับตั้งค่าเครื่องจักร เพื่อปรับการทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้เพิ่มประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักรจากอัตราการทำงานของเครื่องจักร และอัตราสมรรถนะเพิ่มขึ้นจากเวลาที่ใช้ในการผลิตจริงและจำนวนน้ำตาลที่ผลิตได้เพิ่มขึ้น โดยเวลาที่ใช้เครื่องจักรผลิตน้ำตาลเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 5 นาทีต่อตันและจำนวนครั้งการหยุดทำงานของเครื่องจักรไม่เกินเดือนละ 5 ครั้ง เป็นเป้าหมายและดัชนีชี้วัดความสำเร็จ

2.2 การติดตามและประเมินผล

2.2.1 ผลการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและประสิทธิภาพก่อนและหลังปรับปรุง

ผลจากการเสนอแนวทางข้างต้น เมื่อนำมาวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ตั้งแต่อัตราการเดินเครื่อง (A) อัตราสมรรถนะเครื่อง (P) และอัตราคุณภาพ (Q) ทั้งก่อนปรับปรุง เดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม 2565 และหลังปรับปรุง เดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน 2565 จากการคำนวณประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จากสมการจึงได้ผลลัพธ์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

	ก่อนเสนอแนวทาง			หลังเสนอแนวทาง		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
OT	245.25	254.21	264.00	235.00	210.00	205.54
ST	280.00	290.00	295.00	265.00	255.00	245.00
PP	3,000.00	3,150.00	3,575.00	3,820.00	3,950.00	4,100.00
ICT	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
GP	2,950.00	3,125.00	3,550.00	3,815.00	3,948.00	4,197.00
TP	3,000.00	3,150.00	3,575.00	3,820.00	3,950.00	4,200.00
A	87.59	87.66	89.49	88.68	82.35	83.89
P	61.16	61.96	67.71	81.28	94.05	99.74
Q	98.33	99.21	99.30	99.87	99.95	99.93
OEE	54.48	54.74	61.02	72.17	77.49	83.73
เวลาผลิตต่อ ตัน	5.82	5.73	5.40	4.12	4.10	4.00

หมายเหตุ	OEE	แทน ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness)
	A	แทน อัตราการเดินเครื่อง (Availability)
	P	แทน อัตราสมรรถนะเครื่อง (Performance)
	Q	แทน อัตราคุณภาพ (Quality)
	OT	แทน เวลาที่ใช้ในการผลิตจริง (Operating Time)
	ST	แทน เวลาการผลิตที่ได้วางแผนไว้ (Scheduled Time)
	PP	แทน จำนวนน้ำตาลที่ผลิตได้ (Parts Produced)
	ICT	แทน เวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต (Ideal Cycle Time)
	GP	แทน จำนวนน้ำตาลที่ดี (Good Pieces)
	TP	แทน จำนวนน้ำตาลที่ผลิตได้ทั้งหมด (Total Pieces)

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (ดังตารางที่ 2) พบว่าค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 56.75 เป็นร้อยละ 77.80 พบข้อสังเกตว่าค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรในเดือนมิถุนายน 2565 มีค่าต่ำที่สุดถึงร้อยละ 54.48 ขณะที่อัตราสมรรถนะเครื่องต่ำกว่าทุกเดือน อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาข้อมูลหลังปรับปรุงในเดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน พบว่าค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงกว่าก่อนปรับปรุงถึงร้อยละ 21.05

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

	ก่อนเสนอแนวทาง				หลังเสนอแนวทาง				อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	เฉลี่ย	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	เฉลี่ย	
อัตราการเดินเครื่อง (A)	87.59	87.66	89.49	88.25	88.68	82.35	83.89	84.97	3.27
อัตราสมรรถนะเครื่อง (P)	61.16	61.96	67.71	63.61	81.28	94.05	99.74	91.69	28.08
อัตราคุณภาพ (Q)	98.33	99.21	99.30	98.95	99.87	99.95	99.93	99.92	0.97
ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)	54.48	54.74	61.02	56.75	72.17	77.49	83.73	77.80	21.05

2.2.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

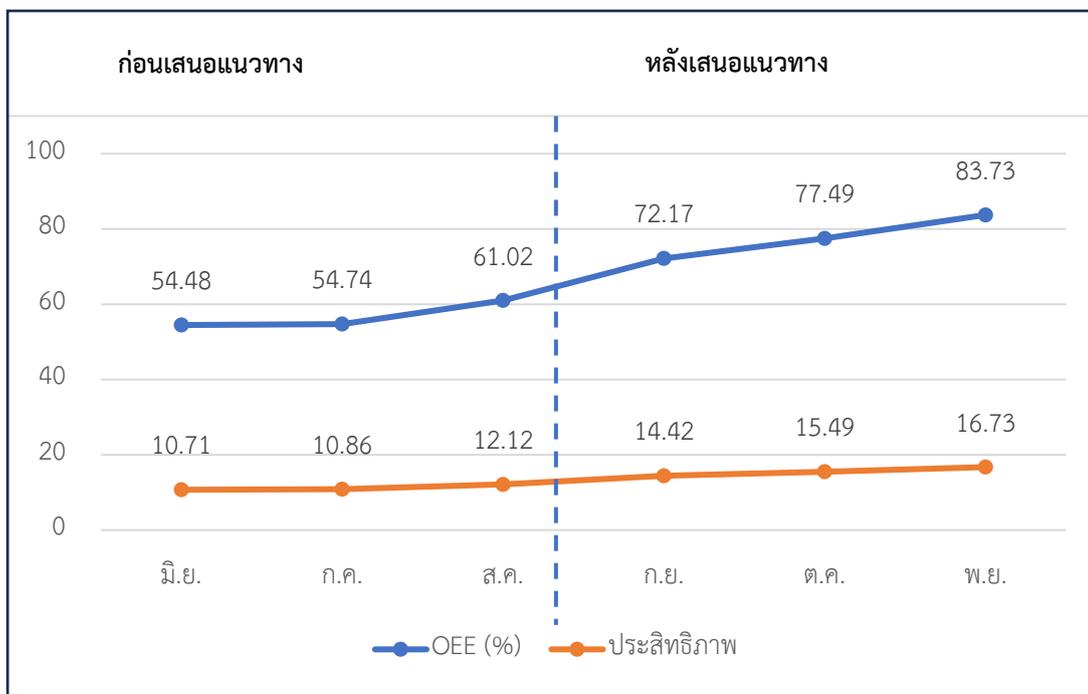
นอกจากนี้ ผู้วิจัยทำการวัดข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ พบว่า ประสิทธิภาพก่อนทำการปรับปรุงเฉลี่ยเท่ากับ 11.23 ต้นต่อชั่วโมง หลังปรับปรุงประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเป็น 15.55 ต้นต่อชั่วโมง คิดเป็นเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.72 (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

	ก่อนเสนอแนวทาง				หลังเสนอแนวทาง				อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	เฉลี่ย	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	เฉลี่ย	
เวลาที่ใช้ในการผลิต (ชั่วโมง)	280	290	295	288	265	255	245	255	1.13

	ก่อนเสนอแนวทาง				หลังเสนอแนวทาง				อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	เฉลี่ย	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	เฉลี่ย	
จำนวนน้ำตาลที่ผลิตได้ (ต่อตัน) (PP)	3,000	3,150	3,575	3,242	3,820	3,950	4,100	3,957	0.82
ประสิทธิภาพ (ต้นต่อชั่วโมง)	10.71	10.86	12.12	11.23	14.42	15.49	16.73	15.55	0.72

จากผลการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและประสิทธิภาพก่อนและหลังปรับปรุง ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2563 พบว่า หลังปรับปรุงวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและประสิทธิภาพได้มากกว่าก่อนทำการปรับปรุง (ดังภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและประสิทธิภาพก่อนและหลังปรับปรุง

เมื่อนำมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพก่อนและหลังปรับปรุง โดยใช้สถิติ Pair t-test (ดังตารางที่ 4) พบว่าเวลาที่ใช้ในการผลิต หลังการปรับปรุงมีค่า (M=75.17, SD=4.425) ต่ำกว่าก่อนปรับปรุง (M=83.93, SD=9.453) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=6.179$, $df=28$) และจำนวนน้ำตาลที่ผลิตได้และประสิทธิภาพการผลิตมีค่า (M=164.83, SD=17.954 และ M=94.14, SD=8.745 ตามลำดับ) สูงกว่าก่อนปรับปรุง (M=154.14, SD=12.217 และ M=90.66, SD=7.301 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=2.926$, $df=28$ และ $t=2.065$, $df=28$ ตามลำดับ)

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพก่อนและหลังปรับปรุง โดยใช้สถิติ
Pair t-test

ตัวแปร	M	SD	df	t	p
เวลาที่ใช้ในการผลิต					
ก่อนปรับปรุง	83.93	9.453	28	6.179	.000*
หลังปรับปรุง	75.17	4.425			
จำนวนน้ำตาลที่ผลิตได้					
ก่อนปรับปรุง	154.14	12.217	28	2.926	.007*
หลังปรับปรุง	164.83	17.954			
ประสิทธิภาพการผลิต					
ก่อนปรับปรุง	90.66	7.301	28	2.065	.048*
หลังปรับปรุง	94.14	8.745			

*p<.05

สรุปผลการวิจัย

1. สรุปผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรมากที่สุด คือ การเตรียมความพร้อมเครื่องจักรในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.49 การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.11 ความชำนาญในการผลิตของผู้ปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.09 การหยุดเดินเครื่องจักรมีผลทำให้จำนวนผลิตน้ำตาลลดลง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.06 เวลาที่ใช้ในการทำงานเพื่อผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้น มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.81 และการเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.80 ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรรองลงมาได้แก่ วัตถุประสงค์ไม่ได้คุณภาพ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.80 ความเมื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานทำให้อัตราการป้อนวัตถุดิบไม่ต่อเนื่อง แผงควบคุมเครื่องใหม่ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.32 แผงควบคุมเครื่องดับ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 3.25 การเปลี่ยนอุปกรณ์ในเครื่องจักร มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 2.10 การทำความสะอาดขณะเดินเครื่อง มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.91 และไฟดับ / ไฟตก มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 1.75 ซึ่งสามารถตอบสนองมาตรฐานของการศึกษาได้ว่า มีปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ยอมรับสมมติฐาน H2, H3, H4, H8, H12, และ H13 เนื่องจากได้กำหนดให้ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรมีค่าเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 3.75 ด้วยเหตุนี้ จึงได้เลือกทั้งหมด 6 ปัจจัย ได้แก่ การเตรียมความพร้อมเครื่องจักรในการทำงาน การตรวจสอบขณะเดินเครื่อง ความชำนาญในการผลิตของผู้ปฏิบัติงาน การหยุดเดินเครื่องจักรมีผลทำให้จำนวนผลิตน้ำตาลลดลง เวลาที่ใช้ในการทำงานเพื่อผลิตน้ำตาลเพิ่มขึ้น และการเขียนโปรแกรมพร้อมตรวจสอบ เพื่อนำไปใช้หาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ต่อไป

2. สรุปผลการเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวมร่วมกับเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ จากการนำปัจจัยที่ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพข้างต้น และผลการสัมภาษณ์เชิงลึก ร่วมกับการนำเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์มาประยุกต์ใช้องค์ประกอบหลักสามส่วนได้แก่ อุปกรณ์ตรวจสอบสภาพอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพลัง และการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ เพื่อออกแบบแผนปฏิบัติการ และแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรต่อผู้ปฏิบัติงานได้ 4 แนวทาง ได้แก่ 1) ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบสภาพ 2) จัดอบรมพนักงาน 3) วางแผนปรับวิธีปฏิบัติงานและซ่อมบำรุงเครื่องจักร และ 4) เขียนโปรแกรมและปรับตั้งค่าเครื่องจักร หลังดำเนินโครงการเทียบกับก่อนดำเนินโครงการพบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจากก่อนดำเนินโครงการ โดยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 56.75 เป็นร้อยละ 77.80 เมื่อพิจารณาข้อมูลหลังปรับปรุงในเดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน ปี 2566 พบว่า เมื่อนำข้อมูลมาวัดเพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ พบว่า ประสิทธิภาพก่อนทำการปรับปรุง เฉลี่ยเท่ากับ 11.23 ต้นต่อชั่วโมง หลังปรับปรุง

ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเป็น 15.55 ต้นต่อชั่วโมง คิดเป็นเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.72 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพก่อนและหลังปรับปรุง โดยใช้สถิติ Pair t-test พบว่าเวลาที่ใช้ในการผลิต หลังการปรับปรุงมีค่า ($M=75.17, SD=4.425$) ต่ำกว่าก่อนปรับปรุง ($M=83.93, SD=9.453$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t=6.179, df=28$) และจำนวนน้ำตาลที่ผลิตได้และประสิทธิภาพการผลิตมีค่า ($M=164.83, SD=17.954$ และ $M=94.14, SD=8.745$ ตามลำดับ) สูงกว่าก่อนปรับปรุง ($M=154.14, SD=12.217$ และ $M=90.66, SD=7.301$ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t=2.926, df=28$ และ $t=2.065, df=28$ ตามลำดับ)

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาพบว่า การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสามารถนำมาวิเคราะห์ เพื่อหาปัจจัยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สอดคล้องกับ Nwanya et al. (2017) ที่ได้อ้างว่าการวัดค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร สามารถนำมาแสดงผลที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้าได้

นอกจากนี้ ผลจากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ มาใช้ติดตั้งร่วมกับเครื่องจักรทำให้สามารถ ป้องกันการชำรุดของเครื่องจักรและลดความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดทำงานของเครื่องจักร สอดคล้องกับ Ales et al. (2019) ที่ได้อ้างว่าการนำ IOT มาประยุกต์ใช้กับโรงงาน เพื่อให้เครื่องจักรสามารถบอกข้อมูลการเกิดปัญหาขึ้นในอนาคต

การเสนอแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสภาพ สอดคล้องกับ Ales et al. (2019) ที่ได้อ้างว่าสามารถพยากรณ์ปัญหาของเครื่องจักรได้ และการนำนวัตกรรมและเครื่องจักรมาใช้ในการผลิต ส่งผลให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร ในขณะที่การจัดอบรมพนักงานเพื่อเพิ่มความเชี่ยวชาญและความชำนาญงาน สอดคล้องกับ Sulikfli et al. (2022) ที่ได้อ้างว่าการเพิ่มทักษะหรือความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน ทำให้สามารถเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เช่นเดียวกับการวางแผนปรับวิธีปฏิบัติงานและซ่อมบำรุงเครื่องจักรและเขียนโปรแกรมและปรับตั้งค่าเครื่องจักร สอดคล้องกับ Fauzi and Doloksaribu (2016) รวมถึงตำรา อินทรเสนา และ ศุภชัย ปทุมนากุล (2554) ได้อ้างว่า การวางแผนการบำรุงรักษา และการบำรุงรักษาตามแผน ส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งนี้

จากผลการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวม ร่วมกับ เทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอสำหรับธุรกิจโรงงานผลิตน้ำตาล ดังนี้

1. ผู้ปฏิบัติงานธุรกิจโรงงานผลิตน้ำตาล ควรพัฒนาศักยภาพในการใช้เครื่องจักรรวมถึงเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตได้ต่อไป
2. ผู้บริหารธุรกิจโรงงานผลิตน้ำตาล ควรมีการวางแผนเกี่ยวกับการใช้เครื่องจักรให้เกิดประโยชน์สูงสุดให้สามารถผลิตน้ำตาลได้อย่างต่อเนื่อง และมีการวางแผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรล่วงหน้า
3. ธุรกิจโรงงานผลิตน้ำตาล ควรให้พนักงานมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา ในการสนับสนุนช่วงเวลาในการทำกิจกรรมกลุ่มย่อยของพนักงาน เพื่อมุ่งเน้นการทำงานเป็นทีมและมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา ร่วมกันแสวงหาแนวทางใหม่ๆ เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรด้วยการวัดประสิทธิผลโดยรวม ร่วมกับ เทคโนโลยีการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ผู้ศึกษามีข้อเสนอสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ควรศึกษาในประเด็นความสูญเสียที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรในส่วนอื่นๆ เพื่อสามารถลดปัญหาเครื่องจักรขัดข้องให้เป็นศูนย์
2. ควรศึกษาในประเด็นการลดความสูญเสียที่เกิดจากความล่าช้า โดยเฉพาะการรอในขณะเครื่องจักรหยุดทำงาน โดยผู้บริหารควรกำหนดนโยบายในดูแลเครื่องจักร การประสานงานกับแผนกต่างๆ ที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้า ด้วยการนำเอาแนวคิดดิจิทัลลิ้นเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยการดำเนินงานมีความรวดเร็วมากขึ้น
3. ควรศึกษาในประเด็นการปรับปรุงในกระบวนการผลิตและบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเลือกใช้เครื่องมือในการปรับปรุงให้สอดคล้องกับงานในการศึกษา เช่น การศึกษาแบบสลับและการศึกษาแบบ โคเซ็น เพื่อจะวิเคราะห์ปรับปรุงกระบวนการลดความสูญเสียในกระบวนการในด้านการผลิตและบำรุงรักษาเครื่องจักรให้ครอบคลุมทุกความสูญเสียและนำไปใช้ให้มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงกระบวนการผลิตในครั้งต่อไปในอนาคต
4. ควรนำปัญญาประดิษฐ์ (AI) มาใช้ในการจับภาพหาความผิดปกติของเครื่องจักรมาต่อยอด เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ได้มีการพัฒนาให้สามารถตรวจสอบจุดบกพร่องของเครื่องจักรด้วยความแม่นยำระดับสูงและรวดเร็ว สามารถแจ้งเตือนผู้ดูแลได้ก่อนที่จะเกิดความเสียหายในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ปฏิบัติงานบำรุงรักษาเครื่องจักร หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุงรักษา วิศวกรซ่อมบำรุงรักษา และช่างเทคนิค ผู้ที่ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจักรในกระบวนการผลิตน้ำตาลของโรงงานผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ พร้อมทั้งเข้าร่วมโครงการ และให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรมในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ วิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มมิตรผล. (2565, 15 พฤศจิกายน). รายงานความยั่งยืน ประจำปี 2565 - กลุ่มมิตรผล. <https://sustainability.mitrphol.com/wp-content/uploads/2024/09/Sustainability-Report-2565-TH.pdf>
- ดลพร เชื่อมกลาง และ ปณิทัพร เรืองเชิงชุม. (2560). แนวทางการเสริมสร้างศักยภาพทางการแข่งขันด้านผลิตภาพของผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปจากข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: กรณีศึกษากลุ่มจังหวัดร้อยแก่นสารสินธุ์. *วารสารเกษตรศาสตร์ธุรกิจประยุกต์*, 11(14), 19-37.
- ดำรง อินทรเสนา และ ศุภชัย ปทุมนากุล. (2554). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาล โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาทีละคนแบบทุกคนมีส่วนร่วม กรณีศึกษา: บริษัทรวมเกษตรกรรม จำกัด (สาขามิตรภูเวียง). *วารสารวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 4(2), 19-34.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- วรุฒิ ทองใส, ศักดิ์ชาย รักการ และ พงนิย ศรีวีเชียร. (2565). การบำรุงรักษาเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*, 2(1), 66-80.
- สมชาติ วงศ์เทพ, ศักดิ์ชาย รักการ และ พงนิย ศรีวีเชียร. (2564). การปรับปรุงประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องต่อมูมกรณีศึกษาโรงงานผลิตขบอยางกระจกประตูลยนต์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ*, 5(1), 113-122.

- สันติ ไชยสีทา และ ธรรมวิมล สุขเสริม. (2565). การศึกษาประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของส่วนงานด้านบำรุงรักษาการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 2 (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารร้อยแก่นสาร*, 7(5), 140-155.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. (2567, 12 มกราคม). รายงานสถานการณ์การปลูกอ้อยปีการผลิต-2566-67. <https://www.ocsb.go.th/2024/reports-articles/area-yield/27524/>
- Ales, Z., Pavlu, J., Legat, V., Mosna, F., & Jurca, V. (2019). Methodology of overall equipment effectiveness calculation in the context of Industry 4.0 environment. *Maintenance and Reliability*, 21(3), 411-418.
- Basri, E. I., Razak, I. H. A., Ab-Samat, H., & Kamaruddin, S. (2017). Preventive maintenance (PM) planning: a review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23(2), 114-143.
- Certo, S. C., & Certo, S. T. (2019). *Modern Management: Concepts and Skills (14th Edition)*. Pearson.
- Fauzi, A., & Doloksaribu, G. (2016). Efforts in Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Weaving Machine in Tire Cord Division at Tire Manufacturing Company in Indonesia. *International Journal of Science and Research*, 5(7), 730-735.
- Gargari, M. Z., Hagh, M. T., & Zadeh, S. G. (2021). Preventive maintenance scheduling of multi energy microgrid to enhance the resiliency of system. *Energy*, 221, 119782.
- Gupta, A. K., & Garg, R. K. (2012). OEE improvement by TPM implementation: a case study. *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)*, 1(1), 115-124.
- Kennedy, R. K. (2017). *Understanding, Measuring, and Improving Overall Equipment Effectiveness: How to Use OEE to Drive Significant Process Improvement*. Productivity Press.
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and psychological measurement*, 30(3), 607-610.
- Mobley, R. K. (2002). An introduction to predictive maintenance. *Elsevier Science google schola*, 2, 485-520.
- Nwanya, S. C., Udofia, J. I., Ajayi, O. O., & Peng, T. (2017). *Optimization of machine downtime in the plastic manufacturing*. Cogent Engineering, 4(1), 1-12.
- Stamatis, D. H. (2017). *The OEE primer: understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*. CPR Press.
- Sulkifli, S., Lantara, D., & Hafid, M. F. (2022). Machine Maintenance Planning Using the Reliability Centered Maintenance (RCM) Method at PT Perkebunan Nusantara XIV Camming Sugar Factory in Bone Regency. *Journal of Sustainability Industrial Engineering and Management System*, 1(1), 34-42.