



วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันระบบไอน้ำของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ Preventive maintenance planning: case study of air conditioner testing room

อดิศักดิ์ นาวเหนียว บรรหาญ ลีลา* จักรวาล คุณดิลก

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอมือ จังหวัดชลบุรี 20131

Adisak Nowneow Banhan Lila* Jakrawarn Kunadilok

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University Chonburi 20131

* Corresponding author.

E-mail: Blila@eng.buu.ac.th; Telephone: 0 81864 4784

วันที่รับบทความ 17 ตุลาคม 2568; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 1 ธันวาคม 2568; วันที่ตอบรับบทความ 12 กุมภาพันธ์ 2569

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการประยุกต์หลักการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อลดปัญหาการหยุดการทดสอบกะทันหัน ของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีความถี่การเกิดขึ้นมากที่สุดเฉลี่ย 0.67 ครั้งต่อเดือน ส่งผลเวลาการหยุดการผลิตของห้องทดสอบ 8 วันต่อครั้ง โดยเริ่มจากการค้นหาสาเหตุจากประวัติการซ่อมบำรุงและการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยเทคนิค Why-Why Analysis ทำให้สามารถบ่งชี้ได้ว่าการขัดข้องของระบบไอน้ำ เกิดจากพนักงานปฏิบัติงานบายพาสระบบไอน้ำไม่ถูกต้อง และกำหนดการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เป็นอะไหล่สำคัญของระบบไอน้ำใหม่ที่เหมาะสม จึงกำหนดแนวทางและดำเนินการแก้ไขด้วยการปรับปรุงวิธีการและสร้างมาตรฐานขั้นตอนการบายพาสของระบบไอน้ำใหม่ และกำหนดแผนการบำรุงรักษาตามหลักการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยกำหนดระยะเวลาการเปลี่ยนอุปกรณ์ Reduce Valve และ Motor Valve หลังการใช้งานไปแล้ว 920 วัน และ 950 วัน ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์ฟังก์ชันอันตรายการอยู่รอด ด้วยรูปแบบการแจกแจงแบบไวบูลล์ การติดตามผลการแก้ไขระยะเวลา 1 ปีการผลิต ไม่พบการหยุดห้องทดสอบกะทันหัน เนื่องจากการขัดข้องของระบบไอน้ำ ส่งผลให้สามารถลดเวลาการหยุดการผลิตของห้องทดสอบคิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนการหยุดห้องทดสอบกะทันหัน จึงสรุปได้ว่าการดำเนินการแก้ไขทั้งนี้ด้วยการสร้างมาตรฐานการทำงานและการกำหนดแผนการเปลี่ยนอุปกรณ์ เพื่อป้องกันการล้มเหลวจากการฟังก์ชันอันตรายการอยู่รอด บรรลุตามวัตถุประสงค์และประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาในลักษณะที่คล้ายคลึงกันต่อไป

คำสำคัญ

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ ฟังก์ชันอันตรายการอยู่รอด การแจกแจงแบบไวบูลล์

Abstract

This research presents an approach to applying preventive maintenance principles to mitigate the issue of unexpected test interruptions in an air conditioning test chamber, primarily caused by steam system malfunctions. These malfunctions occurred with an average frequency of 0.67 times per month, resulting in a testing room downtime of 8 days per incident. The study began with identifying the root causes through maintenance history and in-depth analysis using Why-Why Analysis. It was determined that the steam system malfunctions were due to improper steam bypass operations of operators and the inappropriate replacement scheduling of critical components of the steam system. To fix these issues, the study implemented new procedures and standards for steam system bypass operations and established a preventive maintenance plan. This plan included replacing the Reduce Valve and Motor Valve after 920 days and 950 days of usage, respectively, based on survival function analysis using the Weibull distribution. Following the implementation of these corrective measures, there were no further unexpected test interruptions due to steam system failures over a monitoring

period of reliability function with the Weibull distribution model. Consequently, this led to a 100% reduction in unexpected test interruptions in an air conditioning test chamber. This study concludes that the corrective actions, including the establishment of new operational standards and equipment replacement schedules, successfully achieved the objectives and can be applied to similar issues in other contexts.

Keywords

preventive maintenance; air conditioning test chamber; reliability function; weibull distribution model

1. คำนำ

สภาวะการแข่งขันทางธุรกิจอย่างรุนแรงในปัจจุบัน การเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน อยู่รอด ดำเนินธุรกิจอย่างมั่นคงและยั่งยืน สถานประกอบการจำเป็นต้องให้ความสำคัญด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์และการลดต้นทุนในกระบวนการผลิต เพื่อต้นทุนผลิตภัณฑ์ที่สามารถแข่งขันได้และเพิ่มผลกำไร สำหรับพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมต่อไป ซึ่งเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตมีบทบาทและปัจจัยสำคัญต่อกระบวนการผลิตอย่างมาก [1] หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตที่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2] สามารถส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเครื่องจักรย่อมมีคุณภาพและสามารถผลิตได้ตามความต้องการ ซึ่งเครื่องมือสำคัญ เพื่อส่งเสริมให้เครื่องจักรใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การบำรุงรักษาและดูแลเครื่องจักรถูกวิธีและเหมาะสม เพื่อลดความเสียหายและความเสียหายที่เป็นไปได้

การบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นกิจกรรมหรือภาระงานที่กระทำต่อเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต ซึ่งมีความสำคัญอย่างมาก เพื่อดูแลรักษาหรือป้องกันปัญหาความเสียหายที่เป็นไปได้ของเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตให้มีความพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา รวมทั้งยืดอายุการใช้งานให้ยาวนาน ด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำ การบำรุงรักษาเครื่องจักรมี 2 ประเภทหลัก ได้แก่ 1. การบำรุงรักษาหลังเกิดความเสียหาย (Breakdown Maintenance: BM) คือ การซ่อมบำรุงเครื่องจักร หลังเกิดการขัดข้องหรือความเสียหายแล้ว ให้สามารถทำงานต่อ โดยไม่หยุดชะงักในการผลิตหรือการให้บริการ ซึ่งเป็นเทคนิคการบำรุงรักษาที่ง่ายที่สุด ด้วยมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาทันทีหลังจากเครื่องจักรเกิดปัญหา โดยการซ่อมบำรุงให้เครื่องจักรกลับสู่สภาพใช้งานได้ภายในเวลาที่เร็วที่สุด ลดความสูญเสียในการผลิตและความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้จากการหยุดทำงาน เช่น การเปลี่ยนหลอดไฟแสง

สว่างของเครื่องจักรในโรงงาน เมื่อหลอดไฟขาด เป็นต้น ซึ่งข้อดีของการบำรุงรักษาแบบนี้ คือ การใช้ประโยชน์สูงสุด จากอายุการใช้งานของเครื่องจักรอย่างคุ้มค่า ไม่ทรัพยากรบุคคล และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และ 2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) คือ การรักษาเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้แบบปกติโดยตลอดเวลา ลดความเสียหายที่เป็นไปได้ และเพิ่มอายุการใช้งานของเครื่องจักร ซึ่งมุ่งเน้นที่การปฏิบัติการตรวจสอบและบำรุงรักษาตามตารางเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้า [3] เช่น การประยุกต์การบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบเครื่องปรับอากาศและระบบน้ำประปาภายในอาคาร [4] การปรับปรุงงานบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า [5] การพัฒนาโปรแกรมสำหรับวางแผนซ่อมบำรุงเครื่องจักรในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตกระดาษคราฟท์ [6] การจัดทำระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานผลิตเส้นด้าย [7] และการออกแบบและวางแผนการบำรุงเชิงป้องกันในสถานประกอบการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร [8-9] โดยตัวอย่างงานวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานสอดคล้องกัน จากปัญหากระบวนการผลิตขาดประสิทธิภาพ ปริมาณผลิตภาพไม่สอดคล้องต่อความต้องการของลูกค้า ด้วยสาเหตุไม่กำหนดแผนการบำรุงรักษา ส่งผลให้เครื่องจักรชำรุดและหยุดกะทันหันบ่อยครั้ง ซึ่งกระทบต่อต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหา การออกแบบและจัดแผนการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิตตารางเวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้า พร้อมทั้งกำหนดมาตรฐานวิธีการดูแลรักษาเครื่องจักรให้เหมาะสมจึงกำหนดเป็นมาตรการ ซึ่งผลการดำเนินงานพบว่าสามารถลดต้นทุนด้านการซ่อมบำรุงลง สามารถยืดอายุการใช้งาน และลดการเสียหายของเครื่องจักร เป็นต้น

ดังนั้นเพื่อใช้งานเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้หลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

สำหรับการวางแผนป้องกัน ลดเหตุการณ์ และผลกระทบห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ (Room Air Conditioner Test: RAC) และห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแพคเกจ (Package Air Conditioner Test: PAC) กรณีหยุดการทดสอบอย่างกะทันหัน จากประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำ โดยห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศทั้งสอง ทำหน้าที่ทดสอบและวัดสมรรถนะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ จากการปรับอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องให้เหมือนกับอุณหภูมิและความชื้นภายในบ้านหรืออาคารทั่วไป ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC ควรมีสถานะพร้อมใช้งานตลอดช่วงเวลาการผลิต

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฟังก์ชันการแจกแจงแบบไวบูลล์

การแจกแจงแบบไวบูลล์ [10] (Weibull Distribution) เป็นตัวแบบทางสถิติที่มีประสิทธิภาพสูงในการอธิบายพฤติกรรมการขัดข้อง (Failure Behavior) ของระบบและชิ้นส่วนอุปกรณ์ โดยความโดดเด่นของการแจกแจง คือความสามารถในการปรับเปลี่ยนรูปแบบ เพื่อรองรับลักษณะอัตราการขัดข้องที่แตกต่างกันของเครื่องจักร ไม่ว่าจะเป็นกรณีอัตราการขัดข้องลดลงในระยะเริ่มต้น อัตราการขัดข้องคงที่แบบสุ่ม หรืออัตราการขัดข้องที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากการเสื่อมสภาพ ในการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ ซึ่งสามารถอธิบายคุณลักษณะของข้อมูลผ่านฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของไวบูลล์ ดังสมการที่ 1 และฟังก์ชันความหนาแน่นความขัดข้องสะสมหรือฟังก์ชันอัตราการอยู่รอด ดังสมการที่ 2

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta}} \quad (1)$$

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta}} \quad (2)$$

เมื่อ

$f(t)$ คือ ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของไวบูลล์

$R(t)$ คือ ฟังก์ชันความหนาแน่นความขัดข้องสะสมหรือฟังก์ชันอัตราการอยู่รอด

β คือ พารามิเตอร์รูปร่าง (Shape Parameter) ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง ∞

2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดโอกาสการขัดข้อง (Failure) ของระบบผ่านการดำเนินการก่อนที่ความเสียหายจะเกิดขึ้น โดยลักษณะความเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนและองค์ประกอบย่อยในเครื่องจักรสามารถจำแนกตามพฤติกรรมการใช้งานและลักษณะทางกายภาพได้เป็น 2 ประการหลัก ดังนี้

1. การบำรุงรักษาตามกำหนดเวลาหรือปริมาณการใช้งาน (Time-based/Use-based Maintenance) ใช้สำหรับชิ้นส่วนที่เสื่อมสภาพจนไม่สามารถฟื้นฟูสภาพได้และจำเป็นต้องเปลี่ยนตามวงจรชีวิตที่กำหนด เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นโดยไม่คาดคิด

2. การบำรุงรักษาตามสภาพ (Condition-based Maintenance) ใช้สำหรับชิ้นส่วนที่แสดงดัชนีชี้วัดความเสื่อมสภาพ (Degradation Indicators) ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ด้วยประสาทสัมผัสหรือเครื่องมือวัดเฉพาะทาง เพื่อประเมินระดับความผิดปกติก่อนนำไปสู่การตัดสินใจซ่อมบำรุง

ดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด งานวิจัยมุ่งเน้นประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาตามกำหนดเวลา ผ่านแบบจำลองคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) เพื่อคำนวณหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ทั้งในมิติของช่วงเวลาการบำรุงรักษา (Optimum Interval) หรือปริมาณการใช้งานสะสม โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างสมดุลระหว่างค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษากับระดับความเชื่อมั่นของระบบในกระบวนการผลิตด้วยแบบจำลองการเปลี่ยนชิ้นส่วนองค์ประกอบย่อยตามแผนโดยไม่รวมพิจารณาเวลาหยุดสำหรับการซ่อมแซม สมการแบบจำลองสำหรับการวิเคราะห์ [11] ดังสมการที่ 3

$$UEC(t_p) = \frac{C_p R(t_p) + C_f [1 - R(t_p)]}{\int_0^{t_p} R(t_p)} \quad (3)$$

เมื่อ UEC คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับเปลี่ยนชิ้นส่วนองค์ประกอบ ต่อหน่วยเวลา

C_p คือ ค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนชิ้นส่วนองค์ประกอบตามแผน PM

C_f คือ ค่าใช้จ่ายการแก้ไขซ่อมแซมความขัดข้อง

3. ระเบียบวิธีวิจัย

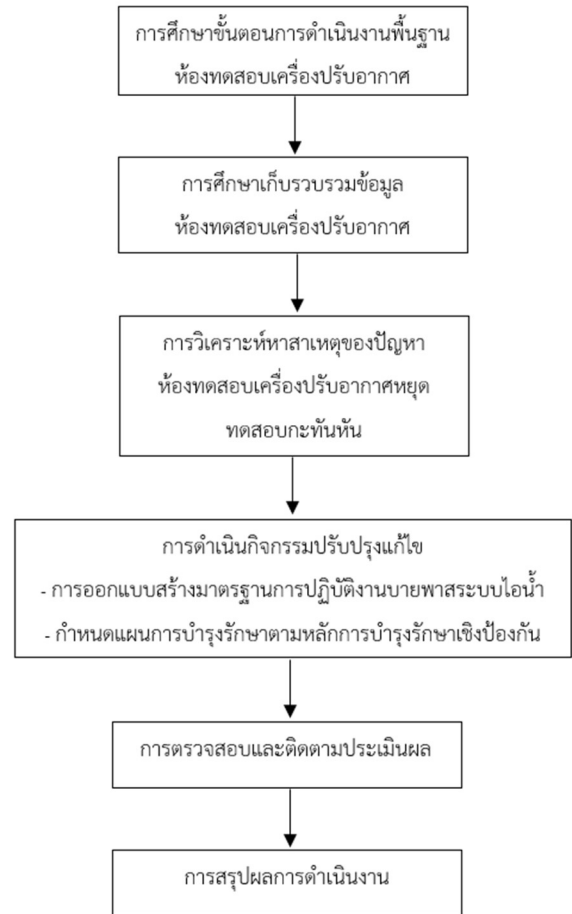
งานวิจัยมุ่งเน้นประยุกต์ใช้หลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกันสำหรับการวางแผนป้องกัน ลดเหตุการณ์ และผลกระทบห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC กรณีหยุดการทดสอบอย่างกะทันหัน จากประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำมีขั้นตอนดำเนินงาน 6 ขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 1 และมีรายละเอียด ดังนี้

1. การศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานพื้นฐานห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ เพื่อทราบกระบวนการทดสอบและสภาพโดยรวม ซึ่งศึกษาจากเอกสารควบคุมกระบวนการทดสอบและสำรวจพื้นที่ฝั่งห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

2. การศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ เพื่อบ่งชี้ปัญหาห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดทดสอบอย่างกะทันหัน

3. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดทดสอบกะทันหัน เพื่อบ่งชี้สาเหตุที่แท้จริงของปัญหา ด้วยการศึกษาระวัติข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษาระบบและการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเชิงลึกด้วยเทคนิค Why-Why Analysis

4. การดำเนินกิจกรรมปรับปรุงแก้ไข ปัญหาของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดทดสอบอย่างกะทันหัน จากประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำ ด้วยการออกแบบสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานนายพาสระบบไอน้ำ และกำหนดแผนการบำรุงรักษาตามหลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จากการวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชันอัตราการอยู่รอด รูปแบบการแจกแจงแบบไวบูลล์



รูปที่ 1 ขั้นตอนดำเนินงาน

5. การตรวจสอบและติดตามประเมินผล เพื่อเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน ตามแนวทางกิจกรรมปรับปรุงแก้ไขปัญหาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเหตุการณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดทดสอบอย่างกะทันหัน

6. การสรุปผลการดำเนินงาน เพื่อสรุปผลการดำเนินงานเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของงานวิจัย

3.1 การศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานพื้นฐาน

การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องปรับอากาศ ดำเนินการทดสอบทุกเครื่อง จากห้องทดสอบภายในสถานประกอบการกรณีศึกษา โดยสามารถจำแนกการลักษณะการทดสอบ ตามห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ 4 ห้อง ดังนี้

1. ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ (RAC) เป็นห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ซึ่งเป็นเครื่องปรับอากาศใช้งานในที่พักอาศัย

2. ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแพคเกจ (PAC) เป็นห้องทดสอบทดสอบเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นเครื่องปรับอากาศใช้งานในอาคารขนาดใหญ่ เช่น บริษัท และสถานประกอบการต่างๆ

ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC มีจำนวนห้องรวม 32 ห้อง องค์กรประกอบภายในห้องทดสอบเหมือนกัน ประกอบด้วย ห้องควบคุม (Control Room) ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์และแสดงผลการทดสอบ ห้องทดสอบในห้อง (Indoor Side) ทำหน้าที่ทดสอบด้านอุณหภูมิและความชื้นภายในจำลองลักษณะการใช้งานภายในที่พักอาศัย และห้องทดสอบนอกห้อง (Outdoor Side) ทำหน้าที่ทดสอบด้านอุณหภูมิและความชื้นภายนอก จำลองลักษณะการใช้งานภายนอกที่พักอาศัย

3. ห้องทดสอบเสียง (Sound Testing Room) เป็นห้องทดสอบทดสอบเสียงรบกวนต่อผู้ใช้งาน เมื่อเปิดการใช้งานเครื่องปรับอากาศ

4. ห้องทดสอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility Test: EMC) เป็นห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

อากาศ ด้านการส่งและรับคลื่นความถี่รบกวน จากอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดอื่น เมื่อเปิดการทำงานพร้อมกัน

3.2 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาข้อมูลการใช้งานห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ ทั้ง 4 ห้อง เป็นระยะเวลา 1 ปี ระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม พบความบกพร่องของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC จากปัญหาการหยุดการทดสอบกะทันหัน 28 ครั้ง โดยสามารถจำแนกประเภทความขัดข้องเป็น 9 ประเภท ได้แก่ เครื่องควบคุมกระแสไฟฟ้า เครื่องอัดอากาศ ระบบไอน้ำ ระบบน้ำ เครื่องควบคุมอากาศ คอมเพรสเซอร์ คอมพิวเตอร์และโปรแกรม อุณหภูมิระบบควบคุม และหัวฉีดและพัดลมดูดอากาศ แสดงผลการดำเนินงานดังตารางที่ 1

พิจารณาตารางที่ 1 พบ ความถี่ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC หยุดการทดสอบกะทันหันมากที่สุด จากประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำ ซึ่งเกิดขึ้น 8 ครั้งต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 28.57 ของความถี่ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ หยุดการทดสอบกะทันหันทั้งหมด ดังนั้น เพื่อป้องกันประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุ

หลักที่ส่งผลต่อห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดการทดสอบกะทันหัน งานวิจัยมุ่งเน้นแก้ไขปัญหาห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC หยุดการทดสอบกะทันหัน ประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำ การวิเคราะห์หาสาเหตุที่แท้จริง พร้อมกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาดังกล่าวแสดงรายละเอียดการวิจัยอธิบายในหัวข้อ 3.3

ตารางที่ 1 ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC หยุดการทดสอบกะทันหัน ตามประเภทความขัดข้อง

ประเภทความขัดข้อง	ความถี่ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ หยุดการทดสอบกะทันหัน (ครั้งต่อปี)
เครื่องควบคุมกระแสไฟฟ้า	3
เครื่องอัดอากาศ	2
ระบบไอน้ำ	8
ระบบน้ำ	1
เครื่องควบคุมอากาศ	2
คอมเพรสเซอร์	2
คอมพิวเตอร์และโปรแกรม	3
อุณหภูมิระบบควบคุม	2
หัวฉีดและพัดลมดูดอากาศ	5
รวม	28

3.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหามีลำดับขั้นตอนการดำเนินงาน 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การศึกษาประวัติข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษาระบบ เพื่อสืบค้นประวัติการซ่อมบำรุงและสาเหตุของปัญหาเบื้องต้น และ 2. การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเชิงลึก ด้วยเทคนิค Why-Why Analysis เพื่อบ่งชี้สาเหตุที่แท้จริง พร้อมนำเสนอมาตรการแก้ไขปัญหาดังกล่าวตามลำดับ ซึ่งแสดงรายละเอียดผลการดำเนินงาน ดังนี้

3.3.1 การศึกษาประวัติการซ่อมบำรุง

การศึกษาประวัติการซ่อมบำรุง พบห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC หยุดการทดสอบกะทันหันจากประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำ 4 สาเหตุหลัก ดังนี้

1. วาล์วลดแรงดันไอน้ำไม่ทำงาน
2. ระบบการควบคุมมอเตอร์วาล์วไม่ทำงาน
3. การรั่วซึมบริเวณวาล์วไอน้ำหลัก

4. การรื้อซ่อมบริเวณมอเตอร์เซ็นเซอร์วาล์ว

3.3.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิค Why-Why Analysis เพื่อป้องกันสาเหตุที่แท้จริง ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ดังรูปที่ 2

พิจารณารูปที่ 2 การวิเคราะห์หาสาเหตุ ด้วยเทคนิค Why-Why Analysis พบสาเหตุหลักของปัญหาประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำ 2 สาเหตุ ได้แก่ 1. พนักงานปฏิบัติงาน

บายพาสระบบไอน้ำไม่ถูกต้อง และ 2. แผนการเปลี่ยนอุปกรณ์ (อะไหล่) ห้องทดสอบไม่สมบูรณ์

ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC หยุดการทดสอบกะทันหัน ประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำ งานวิจัยจึงมุ่งเน้นแก้ไขปัญหาจาก 2 สาเหตุหลักข้างต้น ด้วยการปรับปรุงการสร้างความมาตรฐานการปฏิบัติงานบายพาสระบบไอน้ำและการปรับปรุงแผนการเปลี่ยนอุปกรณ์ห้องทดสอบ ด้วยการประยุกต์หลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งแสดงรายละเอียดผลการดำเนินงานในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 2 การวิเคราะห์หาสาเหตุ ด้วยเทคนิค Why-Why Analysis

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 การดำเนินกิจกรรมปรับปรุงแก้ไข

4.1.1 การปรับปรุงการสร้างความมาตรฐานการปฏิบัติงานบายพาสระบบไอน้ำ

การปรับปรุงการสร้างความมาตรฐานการปฏิบัติงานบายพาสระบบไอน้ำ กำหนดเป็นมาตรการแก้ไขปัญหา ประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำที่ส่งผลให้ห้องทดสอบหยุด จากสาเหตุพนักงานปฏิบัติงานบายพาสระบบไอน้ำดำเนินงานไม่ถูกวิธีการศึกษาข้อมูลวิธีการปฏิบัติงานของพนักงาน พบว่าไม่มีแผนหรือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน การปฏิบัติงานของพนักงานดำเนินการตามประสบการณ์การทำงานเฉพาะรายบุคคล ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์ค้อนน้ำ (Water Hammer) ซึ่งเป็น ปรากฏการณ์ที่ความดันในท่อน้ำมีการ

เปลี่ยนแปลง อย่างรุนแรงและฉับพลัน โดยมีความดันเพิ่มขึ้นและลดลงจากความดันเดิมในลักษณะคลื่นขึ้น-ลง สลับกันเป็นอนุกรม [12] ส่งผลต่อความแข็งแรงลดอายุการใช้งานของข้อต่อ รอยเชื่อม ข้องอ ข้อแยก เกิดการรั่วซึมในท่อ และใช้ระยะเวลาปรับแต่งเครื่องนาน [13] ดำเนินการเก็บและศึกษาข้อมูลประสิทธิภาพ ด้านความพร้อมใช้งานห้องทดสอบก่อนการปรับปรุง พบว่าห้องทดสอบมีความพร้อมใช้งานร้อยละ 97.40 ของปริมาณความต้องการใช้งานห้องทดสอบ ดังนั้นเพื่อยกระดับประสิทธิภาพด้านความพร้อมใช้งานห้องทดสอบให้สูงขึ้น ผู้วิจัยออกแบบการวิธีทำงานให้เป็นมาตรฐาน พร้อมออกแบบเอกสารตรวจสอบระบบไอน้ำ เพื่อลดปัญหาการขัดข้องระบบไอน้ำที่ส่งผลให้ห้องทดสอบหยุด แสดงตัวอย่างเอกสารตรวจสอบระบบไอน้ำ ดังรูปที่ 3

อุปกรณ์ทั้งสองมีค่านัยสำคัญสูงสุดเป็น 25 ในระดับ H โดยเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญการป้องกันสูง จำเป็นต้องมีแผนการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ครอบคลุม

2. การเปรียบเทียบต้นทุนการจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC

การเปรียบเทียบต้นทุนการจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC ดำเนินการจากการปรับปรุงแผนการเปลี่ยนอุปกรณ์ เพื่อประเมินความสำคัญของอุปกรณ์ ซึ่งพบว่าอุปกรณ์ Reduce Valve และ Motor Valve เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญ ดังนั้นเพื่อศึกษาต้นทุนการจัดทำแผนการบำรุงรักษาที่เหมาะสม ผู้วิจัยนำเสนอแผนการเปลี่ยน 2 แผนการ ได้แก่ 1. แผนการบำรุงรักษาปัจจุบัน ซึ่งดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์เมื่อเสีย และ 2. แผนการเปลี่ยนอุปกรณ์เชิงป้องกัน ซึ่งดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์ ตามอายุการใช้งานก่อนอุปกรณ์เสีย แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบต้นทุนการจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์ Reduce Valve

รายการต้นทุนการจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ	แผนการบำรุงรักษาปัจจุบัน	แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
	การเปลี่ยนอุปกรณ์เมื่อเสีย	การเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานก่อนอุปกรณ์เสีย
ต้นทุนอุปกรณ์ (บาทต่อเครื่อง)	44,200	44,200
ต้นทุนการจัดเตรียมอุปกรณ์ (บาทต่อครั้ง)	41,000	41,000
ต้นทุนค่าแรงงาน (บาทต่อครั้ง)	50,400	50,400
ต้นทุนค่าเสียโอกาสการผลิต (บาทต่อวันหยุดผลิต)	40,000	40,000
ระยะเวลาการหยุดการผลิตของห้องทดสอบ (วัน)	8	1
รวม (บาท)	455,600	175,600
ผลต่างของต้นทุนรวม (บาท)	455,600 - 175,600 = 280,000	

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบต้นทุนการจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์ Motor Valve

รายการต้นทุนการจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ	แผนการบำรุงรักษาปัจจุบัน	แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
	การเปลี่ยนอุปกรณ์เมื่อเสีย	การเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานก่อนอุปกรณ์เสีย
ต้นทุนอุปกรณ์ (บาทต่อเครื่อง)	84,600	84,600
ต้นทุนการจัดเตรียมอุปกรณ์ (บาทต่อครั้ง)	60,800	60,800
ต้นทุนค่าแรงงาน (บาทต่อครั้ง)	49,600	49,600
ต้นทุนค่าเสียโอกาสการผลิต (บาทต่อวันหยุดผลิต)	40,000	40,000
ระยะเวลาการหยุดการผลิตของห้องทดสอบ (วัน)	15	1
รวม (บาท)	795,000	235,000
ผลต่างของต้นทุนรวม (บาท)	795,000 - 235,000 = 560,000	

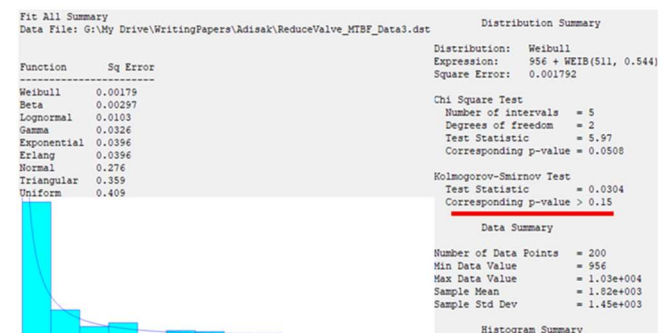
พิจารณาตารางที่ 3 และ 4 พบต้นทุนรวมการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันลดลง โดยแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์ Reduce Valve ลดลง 280,000 บาท และอุปกรณ์ Motor Valve คิดเป็นต้นทุนรวม 560,000 บาท ดังนั้นแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ด้วยการเปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งานก่อนอุปกรณ์เสีย จึงกำหนดเป็นแผนการบำรุงรักษาหลักของสถานประกอบการ ดังนั้นเพื่อระยะเวลาการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เหมาะสม ตามอายุการใช้งานและต้นทุนแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC การศึกษาลำดับต่อไป คือ การศึกษาอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ซึ่งผู้วิจัยประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ฟังก์ชันอัตราการอยู่รอด [10] เพื่อประเมินอายุการใช้งานที่เหมาะสมและการศึกษาต้นทุนการเปลี่ยนอุปกรณ์

3. การจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ด้วยการเปลี่ยนอุปกรณ์ ตามอายุการใช้งานก่อนอุปกรณ์เสีย

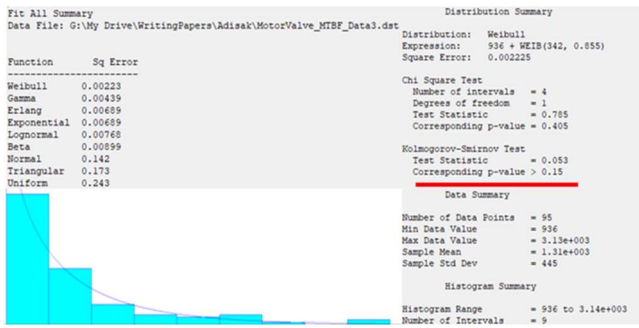
แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สำหรับงานวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานย่อย 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การศึกษาพฤติกรรมการล้มเหลวของอุปกรณ์ และ 2. การศึกษาต้นทุนการเปลี่ยนอุปกรณ์ ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. การศึกษาพฤติกรรมการล้มเหลวของอุปกรณ์

ผู้วิจัยประยุกต์วิเคราะห์ฟังก์ชันอัตราการล้มเหลวของอุปกรณ์ จากข้อมูลประวัติการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ด้วยการทดสอบ Chi-Square และ KS (Kolmogorov Smirnov) ได้ผลดังรูปที่ 5 และ 6 สำหรับ Reduce Value และ Motor Vale ตามลำดับ



รูปที่ 5 ผลการวิเคราะห์การทดสอบรูปแบบการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ Reduce Valve



รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์การทดสอบรูปแบบการแจกแจงที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ Motor Valve

พิจารณารูปที่ 5 และ รูปที่ 6 พบการแจกแจงแบบไวบูลล์ มีค่าเฉลี่ยของค่ากำลังสองของข้อผิดพลาด (Square Error) น้อยที่สุด ประกอบกับผลการทดสอบทั้ง Chi-Square และ KS มีค่า P-Value มากกว่าระดับความมีนัยสำคัญซึ่งกำหนดเท่ากับ 0.05 จึงไม่มีหลักฐานที่จะปฏิเสธว่ารูปแบบอัตราการล้มเหลวของอุปกรณ์ Reduce Valve และ Motor Valve แจกแจงแบบไวบูลล์

ดังนั้น งานวิจัยจึงประยุกต์ใช้ฟังก์ชันอัตราการอยู่รอด (Reliability) ซึ่งวิเคราะห์บนพื้นฐานของอัตราการล้มเหลวแจกแจงแบบไวบูลล์ [14-18]

ฟังก์ชันอัตราการอยู่รอด ด้วยรูปแบบการแจกแจงแบบไวบูลล์ สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีการถดถอยลำดับและสหสัมพันธ์ ซึ่งแสดงสมการฟังก์ชันอัตราการอยู่รอดของอุปกรณ์ Reduce Valve และ Motor Valve ดังสมการที่ 4 และ 5

$$R(t_p) = e^{-\left(\frac{t_p}{\eta}\right)^\beta} = e^{-\left(\frac{t_p}{1652.43}\right)^{4.35}} \quad (4)$$

$$R(t_p) = e^{-\left(\frac{t_p}{\eta}\right)^\beta} = e^{-\left(\frac{t_p}{1571.84}\right)^{5.00}} \quad (5)$$

2. การศึกษาต้นทุนการเปลี่ยนอุปกรณ์

การศึกษาด้านต้นทุนการเปลี่ยนอุปกรณ์ งานวิจัยประยุกต์สมการค่าประมาณค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วยเวลา $UEC(t_p)$ เพื่อ

แสดงต้นทุนการเปลี่ยนอุปกรณ์รวมและอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่เหมาะสม แสดงไว้ดังสมการที่ 3

การคำนวณค่าประมาณค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วยเวลา $UEC(t_p)$ จากสมการที่ 3 สำหรับอุปกรณ์ Reduce Valve และ Motor Valve ดำเนินการคำนวณหาค่าระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการเปลี่ยนอุปกรณ์จากการเปรียบเทียบต้นทุนการจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ RAC และ PAC อุปกรณ์ Reduce Valve และฟังก์ชันอัตราการอยู่รอด จากสมการที่ 4 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าประมาณค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วยเวลา $UEC(t_p)$ ที่ระยะเวลา 100 วัน ดังสมการที่

$$UEC(100) = \frac{98,600 \left(e^{-\left(\frac{100}{1652.43}\right)^{4.35}} \right) + 455,600 \left[1 - \left(e^{-\left(\frac{100}{1652.43}\right)^{4.35}} \right) \right]}{\int_0^{100} \left(e^{-\left(\frac{t}{1652.43}\right)^{4.35}} \right) dt} \quad (6)$$

พบค่าประมาณค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วยเวลาที่ระยะเวลา 100 วัน เท่ากับ 986 บาทต่อวัน ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณค่าประมาณค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วยเวลาที่ระยะเวลามากกว่า 100 - 1,000 วัน พบค่าประมาณค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วยเวลาต่ำสุด ที่ 134.48 บาทต่อวัน ที่ระยะเวลา 920 วัน ของอุปกรณ์ Reduce Valve ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการเปลี่ยนอุปกรณ์หลังการใช้งานไปแล้ว 920 วัน สำหรับอุปกรณ์ Motor Valve ดำเนินการลักษณะเดียวกัน ดังสมการที่ 7 โดยพบว่าค่าประมาณค่าใช้จ่ายรวมต่อหน่วยเวลาต่ำสุด ที่ 257.67 บาทต่อวัน ที่ระยะเวลา 950 วัน ของอุปกรณ์ Motor valve ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการเปลี่ยนอุปกรณ์หลังการใช้งานไปแล้ว 950 วัน

$$UEC(100) = \frac{195,000 \left(e^{-\left(\frac{100}{1571.84}\right)^{5.00}} \right) + 795,000 \left[1 - \left(e^{-\left(\frac{100}{1571.84}\right)^{5.00}} \right) \right]}{\int_0^{100} \left(e^{-\left(\frac{t}{1571.84}\right)^{5.00}} \right) dt} \quad (7)$$

4.2 การตรวจสอบและติดตามประเมินผล

การตรวจสอบและติดตามประเมินผลการดำเนินงานตามมาตรการทั้ง 2 มาตรการที่กำหนดไว้ ได้แก่ 1. การปรับปรุงการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานบายพาสระบบไอน้ำ และ 2. การปรับปรุงแผนการเปลี่ยนอุปกรณ์ห้องทดสอบ RAC และ PAC พบว่าปัญหาห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดการทดสอบกะทันหัน ประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำไม่เกิดขึ้น จากเดิมห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดการทดสอบกะทันหันเฉลี่ย 0.67 ครั้งต่อเดือน จากระยะเวลาการทดสอบในรอบ 1 ปีการผลิตที่ผ่านมา

5. สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อแก้ไขปัญหาห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดการทดสอบกะทันหัน ประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำ ซึ่งขั้นตอนการทดสอบเป็นขั้นตอนสำคัญของกระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศ เพื่อการันตีผลิตภัณฑ์ ด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานและสมรรถนะการทำงานตามมาตรฐานสากล การหยุดการทดสอบกะทันหันนำไปสู่ความสูญเสียด้านเวลาการผลิต ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น จากต้นทุนค่าแรงล่วงเวลาการทำงานและค่าปรับจากการส่งงานไม่ทันกำหนด การเก็บข้อมูลด้านการสูญเสียเวลาการผลิต พบว่าห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดการทดสอบกะทันหัน จากจากประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำเฉลี่ย 0.67 ครั้งต่อเดือน หรือคิดเป็นระยะเวลาการผลิตสูญเสียประมาณ 8 วันต่อครั้ง ลำดับต่อมา คือ การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเบื้องต้น ด้วยการศึกษาประวัติข้อมูลการซ่อมบำรุงรักษา เพื่อสืบค้นประวัติการซ่อมบำรุงและหาสาเหตุของปัญหาเบื้องต้น พบว่าสาเหตุความขัดข้อง 4 สาเหตุหลัก ได้แก่ 1. วาล์วลดแรงดันไอน้ำไม่ทำงาน 2. ระบบการควบคุมมอเตอร์วาล์วไม่ทำงาน 3. การรั่วซึมบริเวณวาล์วไอน้ำหลัก และ 4. การรั่วซึมบริเวณมอเตอร์เซ็นเซอร์วาล์ว จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาเชิงลึก ด้วยเทคนิค Why-Why Analysis เพื่อปองชี้สาเหตุที่แท้จริง 4 สาเหตุหลัก พร้อมนำเสนอแนวทางแก้ไขปัญหา พบสาเหตุหลักของปัญหาประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำ 2 สาเหตุ ได้แก่ 1. พนักงานปฏิบัติงานบายพาสระบบไอน้ำไม่ถูกต้อง และ 2. แผนการ

เปลี่ยนอุปกรณ์ (อะไหล่) ห้องทดสอบไม่สมบูรณ์ งานวิจัยจึงมุ่งเน้นแก้ไขปัญหาดังกล่าว ด้วยการปรับปรุงการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานบายพาสระบบไอน้ำและการปรับปรุงแผนการเปลี่ยนอุปกรณ์ห้องทดสอบ RAC และ PAC ด้วยการประยุกต์หลักการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ก่อนเสีย ด้วยการประมาณอายุการใช้งานที่เหมาะสม จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ฟังก์ชันอัตราการอยู่รอด รูปแบบการแจกแจงแบบไวบูลล์ ซึ่งผลการดำเนินงานตามแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว พบว่าปัญหาห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดการทดสอบกะทันหัน ประเภทความขัดข้องของระบบไอน้ำไม่เกิดขึ้น จากเดิมห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศหยุดการทดสอบกะทันหันเฉลี่ย 0.67 ครั้งต่อเดือน จากระยะเวลาการทดสอบในรอบ 1 ปีการผลิตที่ผ่านมา หรือสามารถคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ ต้นทุนรวมการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันลดลง โดยแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์ Reduce Valve ลดลง 280,000 บาท และอุปกรณ์ Motor Valve คิดเป็นต้นทุนรวม 560,000 บาท

6. อภิปรายผลการดำเนินงาน

การประยุกต์หลักการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สามารถลดปัญหาการหยุดการทดสอบกะทันหันของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศได้

การประยุกต์หลักการการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ก่อนเสีย จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ฟังก์ชันอัตราการอยู่รอด รูปแบบการแจกแจงแบบไวบูลล์สามารถประมาณอายุการใช้งานของอุปกรณ์ที่เหมาะสมได้

สถานประกอบการสามารถลดต้นทุนรวม สำหรับดำเนินการบริหารแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันลง ซึ่งส่งผลต่อการแข่งขันในทางธุรกิจปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] รังสรรค์ ไชยเชษฐ์. การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันกรณีศึกษาสหกรณ์การเลี้ยงปศุสัตว์ ทรบ. กลาง. โพนยางคำ จำกัด. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2564;14(1):79-89.

- [2] รักน้อย อัครรุ่งเรืองกุล, ศศิวิมล จันทรงษ์. การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร. ใน: *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 สาขาสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2552. หน้า 152–159.
- [3] สมชาย เปரியพรม, สุชาติ อารงสุข, วรรณภย์ อนันตเจริญติ. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการวางแผนบำรุงรักษา: กรณีศึกษาเครื่องจักรสายพานลำเลียงภายในห้องรับ-จ่ายวัตถุดิบ. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 2564;31(2):201–215.
- [4] สืบพงษ์ มาลี. การบริหารงานซ่อมบำรุงระบบภายในอาคารเชิงป้องกัน กรณีศึกษาสถาบันแห่งชาติเพื่อการพัฒนาเด็กและครอบครัว มหาวิทยาลัยมหิดล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2554.
- [5] Singthanu S, Pipatthattakul M, Nasawat P. Improvement of machine maintenance to increase reliability: a case study of a transformer manufacturing company. *Journal of Advanced Development in Engineering and Science*. 2024;14(40):52–69.
- [6] อิติพันธ์ เกษกาญจน์, กิตติชัย อธิกุลรัตน์. การพัฒนาโปรแกรมสำหรับวางแผนซ่อมบำรุงเครื่องจักรในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตกระดาษคราฟท์. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม*. 2566;16(2):11–28.
- [7] วรพล สิมพัฒน์พงศ์, ปุณณมี สัจจกมล. วัฏจักรของการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในโรงงานผลิตเส้นด้าย. ใน: *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 31*. ชลบุรี: ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม; 2556.
- [8] ปิยฉัตร จันทิวา, วรรณลักษณ์ เหล่าทวีทรัพย์, สุพิชชา ชิวพฤกษ์. การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตจากการวิเคราะห์การซ่อมบำรุงฉุกเฉินเมื่อเครื่องจักรขัดข้อง. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*. 2558;25(3):485–492.
- [9] วรวิมล ทองใส, ศักดิ์ชาย รักการ, พจนีย์ ศรีวิเชียร. การบำรุงรักษาเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตชุดสายไฟในรถยนต์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*. 2565;2(1):65–80.
- [10] Weibull W. *The New Weibull Handbook*. Florida (USA): Robert B. Abernethy; 2000.
- [11] Barlow RE, Hunter LC. Optimal preventive maintenance policies. *Operations Research*. 1960;8(1):90–100.
- [12] ประยงค์ กิรติอุไร, ชวินทร์ ลิ้มศิริ, ปฎิภาณ พรหมดี, ภูริพัฒน์ วิจิตรปัทมวงศ์. การลดผลกระทบจากค้อนน้ำด้วยถังลดความดัน. *วารสารมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล*. 2565;35(1):76–90.
- [13] เอลิเซอร์. คนใช้น้ำควรรู้ Water Hammer คืออะไร?. เข้าถึงได้จาก: <https://elixir.scgchemicals.com/> [เข้าถึงเมื่อ 2567].
- [14] จันทรทา นาควชิระตระกูล. การศึกษาการยืดอายุการใช้งานชิ้นส่วนเครื่องจักรโดยพิจารณาจากความเชื่อถือได้. ใน: *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ครั้งที่ 30*. เพชรบุรี: ข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม; 2555.
- [15] จันทรทา นาควชิระตระกูล. *เทคโนโลยีการจัดการบำรุงรักษาอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์; 2555.
- [16] Dodson B, Nolan D. *Reliability Engineering Handbook*. Arizona (USA): QA Publishing; 1999.
- [17] Abernethy RB. *The New Weibull Handbook*. Florida (USA): Robert B. Abernethy; 2004.
- [18] Ebeling CE. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. New York (USA): McGraw-Hill; 1997.