

การออกแบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดปริมาณคำสั่งงานโดยใช้หลัก

FMEA: กรณีศึกษาบริษัทพัฒนาระบบแห่งหนึ่ง

Preventive maintenance design to reduce work order volume using FMEA:

A Case Study A System Development Company

ธรรมวิทย์ ประเสริฐ* นพคุณ แสงเขียว สุขุม โฆษิตชัยมงคล พลกฤต วัชรผลานนท์ และ ปวีณัฐ ภาวะดี

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ. นครปฐม 73000 E-mail: Prasert_t@silpakorn.edu*

Thammawit Prasert*, Noppakun Sangkhiew, Sukum Kositchaimongkon,

Ponlakit Watcharaparanon and Paweenut Pawadee

Department of Industrial Engineering and Management, Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University, Muang, Nakornpathom, 73000, E-mail: Prasert_t@silpakorn.edu*

Received 25 Apr 2025; Revised 5 Jun 2025

Accepted 15 Aug 2025; Available online 30 Jun 2026

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการลดอัตราเฉลี่ยการเข้ามาของคำสั่งงานของปัญหาบัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติบนสถานีขนส่งรถไฟฟ้าที่ทำให้ผู้โดยสารไม่สามารถออกจากสถานีได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวได้ถูกวิเคราะห์และเลือกมาดำเนินการด้วยหลักการการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบรวมกับการจัดระดับความสำคัญความเสี่ยง โดยก่อนการปรับปรุงพบว่าแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่มีการกำหนดรายละเอียดขั้นตอนการตรวจสอบของเซนเซอร์และลูกกลิ้งที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดปัญหาบัตรโดยสารติดขัด อีกทั้งไม่มีการกำหนดวันในการปฏิบัติงานที่ชัดเจน งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการกำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสัปดาห์ที่มีการระบุเจ้าหน้าที่แผนกซ่อมบำรุงรักษาให้ปฏิบัติงาน 4 ถึง 5 สถานีต่อวัน โดยให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบเซนเซอร์ด้วยวิธีการควบคุมด้วยการมองเห็น และตรวจสอบลูกกลิ้งบริเวณสกรูที่ยึดระหว่างลูกกลิ้งบนกับลูกกลิ้งล่างตามขั้นตอนปฏิบัติงานที่ได้จัดทำขึ้น ผลการดำเนินงานพบว่าอัตราเฉลี่ยการเข้ามาของคำสั่งงานของปัญหาบัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติบนสถานีขนส่งรถไฟฟ้าลดลงจาก 2.49 คำสั่งงานต่อวัน เหลือ 0.48 คำสั่งงานต่อวัน หรือคิดเป็นสัดส่วนคำสั่งงานที่ลดลง 80.72% ในส่วนของปัญหาบัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติที่ยังเหลืออยู่เป็นสาเหตุมาจากการทำงานขัดข้องของซอฟต์แวร์

คำหลัก: การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ การลดจำนวนคำสั่งงาน การจัดระดับความสำคัญความเสี่ยง

Abstract

The objective of this study is to lower the average rate of ticket jamming orders at BTS automatic doors that restrict passengers from leaving the station. These issues were evaluated and prioritized for response utilizing the principles of failure and impact analysis, as well as risk prioritization. Prior to the upgrade, it was discovered that the preventive maintenance plan did not identify the details of the inspection methods for the sensors and rollers, which were the primary causes of ticket jamming issues. In addition, there was no firm deadline for the job. This study implemented a weekly preventive maintenance plan that required maintenance people to work at four to five stations per day. Personnel were assigned to inspect the sensors using visual control methods, as well as inspect the rollers at the screws that hold the upper and lower rollers, in accordance with the defined work processes. The findings revealed that the average rate of ticket jamming orders at automatic doors at BTS stations was lowered from 2.49 to 0.48 orders per day, or 80.72% of the orders. The remaining ticket jamming orders at automatic doors were the result of software faults.

Keywords: Preventive maintenance, FMEA, Reducing Work Orders, Risk Matrix

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

โครงการรถไฟฟ้าสายสีชมพู ช่วงแคราย - มีนบุรี เป็นระบบขนส่งมวลชนสายรองประเภทโมโนเรลแบบ คร่อมราง (Staddle Monorail) ตามแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในกรุงเทพฯ และปริมณฑล มีระยะทาง 34.5 กิโลเมตร รวม 30 สถานี เส้นทางเริ่มจากศูนย์ราชการนนทบุรี ผ่านถนนติวานนท์ แจ้งวัฒนะ และรามอินทรา ไปสิ้นสุดที่สถานีมีนบุรี ระบบนี้ช่วยกระจายความหนาแน่นของกิจกรรมเมืองและเชื่อมโยงการเดินทางระหว่างเส้นทางหลัก ที่มีจอดแล้วจรใกล้สถานีมีนบุรี รองรับรถยนต์กว่า 3,000 คัน เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการ [1]

โครงการรถไฟฟ้าสายสีชมพู ดำเนินการโดยเอกชน ภายใต้สัญญาสัมปทานจากการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) ในรูปแบบความร่วมมือภาครัฐและเอกชน (Public Private Partnership; PPP) เป็นรถไฟฟ้าสายยกระดับแบบโมโนเรล เริ่มก่อสร้างใน พ.ศ. 2559 แต่หยุดชั่วคราวเนื่องจากการระบาดของโควิด-19 ภาครัฐลงทุนด้านที่ดินและการเวนคืน ขณะที่เอกชนรับผิดชอบงาน

โยธา ระบบรถไฟฟ้า และการดำเนินงานจนถึงสิ้นสุดสัญญา [2]

บริษัทกรณิศศึกษา เป็นบริษัทที่ให้บริการด้านการเงินอิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบศูนย์บริหารจัดการรายได้กลาง (Central Clearing House; CCH) และระบบเก็บเงินอัตโนมัติ (Auto Fare Collection System; AFC) ที่ใช้ในระบบขนส่งมวลชนทั่วโลก โดยแผนกที่ศึกษา คือ แผนกบริหารจัดการโครงการรถไฟฟ้ามหานครสายสีเหลือง-ชมพู (Project Management Transit) ซึ่งดูแลการจัดการระบบชำระเงินสำหรับขนส่งสาธารณะในโครงการดังกล่าว

โครงการรถไฟฟ้าสายสีชมพูเปิดให้บริการทดลองเดินรถเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2566 และให้บริการอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 7 มกราคม 2567 บริษัทกรณิศศึกษาได้รับประกันคุณภาพอุปกรณ์และระบบที่ส่งมอบในช่วงระยะเวลารับประกันความชำรุดบกพร่อง (Defect Liability Period) ครอบคลุมระบบ CCH, AFC และอุปกรณ์สำคัญต่างๆ ขั้นตอนการรับประกันเริ่มจากนายสถานีรายงานปัญหาไปยังทีมซ่อมบำรุงของ BTS ซึ่งจะส่งต่อเป็นคำสั่งงาน (Work Order) ไปยังบริษัท และหากปัญหามีความถี่สูงและ

ส่งผลกระทบต่อบริการ จะถูกนำเข้าสู่ที่ประชุมเพื่อวิเคราะห์และแก้ไข

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลคำสั่งงานที่มีความถี่และส่งผลกระทบต่อการใช้บริการมากที่สุด คือ คำสั่งงานของปัญหาบัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติ มีอัตราเฉลี่ยการเข้ามาของคำสั่งงาน 2.49 คำสั่งงานต่อวัน โดยพบว่าแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่มีการกำหนดรายละเอียดขั้นตอนการตรวจสอบของเซนเซอร์และลูกกลิ้ง อีกทั้งไม่มีการกำหนดวันในการปฏิบัติงานที่ชัดเจน ดังนั้นจึงเลือกปัญหาดังกล่าว เพื่อดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสัปดาห์
- ลดอัตราเฉลี่ยการเข้ามาของคำสั่งงานของปัญหาบัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติบนสถานีขนส่งรถไฟฟ้ามหานคร 50%

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (Quality Control Tools)

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพของกระบวนการผลิต ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา คัดเลือกหรือจัดลำดับความสำคัญของปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่แท้จริง เพื่อให้สามารถแก้ไขได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งติดตามผลอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐานประกอบไปด้วย [3]

- ใบตรวจสอบ (Check Sheet)
- กราฟ (Graph)
- แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)
- แผนภูมิแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

2.2 ออกแบบกระบวนการให้มีประสิทธิผลด้วย

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์และป้องกันความเสี่ยงต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของกระบวนการไม่เป็นไปตาม และสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในระดับกระบวนการ กระบวนการย่อย หรือระดับผลิตภัณฑ์ โดยใช้ได้ทั้งกระบวนการผลิตสินค้า หรือกระบวนการให้บริการ โดยกระบวนการ FMEA มีวิธีการวิเคราะห์ผลดังนี้ [4]

- 1) การแต่งตั้งทีมงานข้ามสายงาน ที่มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการนั้นหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมด
- 2) กำหนดขอบเขตของการดำเนินงานให้ให้ชัดเจน
- 3) เลือกหัวข้อของตาราง FMEA ที่องค์กรต้องการ
- 4) ระบุขั้นตอนย่อยของกระบวนการ
- 5) Function ให้ระบุโอกาสของข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้
- 6) ข้อผิดพลาดให้ระบุผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งหมด
- 7) ประเมินระดับความรุนแรงของผลกระทบ โดยระดับความรุนแรงให้มีค่าตั้งแต่ 1-10
- 8) ระดับความรุนแรงต่อข้อผิดพลาด โดยข้อผิดพลาด 1 เรื่อง เกิดผลกระทบมากกว่า 1 อย่าง ให้เลือกระดับความรุนแรงสูงสุด
- 9) ระบุสาเหตุที่เป็นไปได้
- 10) การวิเคราะห์สาเหตุที่ระบุไว้
- 11) กำหนดวิธีการแก้ไขป้องกัน

2.3 การจัดลำดับความสำคัญความเสี่ยง (Risk Matrix)

การจัดลำดับความสำคัญความเสี่ยง (Risk Matrix) ช่วยให้การบริหารความเสี่ยงมีประสิทธิภาพ โดยเน้นแก้ไขปัญหาคriticalก่อน ลดภาระการแก้ปัญหาที่ไม่จำเป็น ตัวอย่างเช่น Risk Matrix แบบ 5x5 ซึ่งประเมินโอกาสเกิดและความรุนแรงของความเสี่ยง ให้คะแนนแต่ละระดับเพื่อนำมาจัดกลุ่มและจัดลำดับความสำคัญ การประเมินนี้ช่วยให้ผู้บริหาร

สามารถตัดสินใจเลือกแนวทางการจัดการความเสี่ยงได้อย่างเป็นระบบและเหมาะสม [5]

2.4 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

Preventive Maintenance คือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยวิเคราะห์และบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนเกิดปัญหา เพื่อลดความเสียหายและลดเวลาหยุดทำงาน ช่วยให้การดำเนินงานต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ โดยประเมินอายุการใช้งานของส่วนประกอบต่าง ๆ และเปลี่ยนอะไหล่ล่วงหน้า ป้องกันความเสียหายร้ายแรงที่อาจทำให้ต้องใช้เวลาและงบประมาณสูงในการซ่อมแซม [6]

2.5 การควบคุมการมองเห็น (Visual Control)

การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) คือระบบที่ช่วยให้พนักงานเข้าใจขั้นตอน เป้าหมาย และผลลัพธ์ของงานได้ง่าย รวมถึงตรวจพบความผิดปกติและแก้ไขได้รวดเร็ว โดยใช้บอร์ด ป้าย สัญลักษณ์ กราฟ และสีในการสื่อสารข้อมูลสำคัญ จำเป็นต้องมีความเข้าใจหลักการที่ตรงกัน เพื่อให้การประยุกต์ใช้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในองค์กร [7]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Dong Jin Kim และคณะ ได้ศึกษาการใช้ Risk Matrix มาจัดความถี่ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทางทะเล พบว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดอยู่ระหว่าง 182 ถึง 235 ครั้ง และจำนวนผู้เสียชีวิตอยู่ระหว่าง 6.8 ถึง 11.6 คน ค่าความเสี่ยงเฉลี่ย คำนวณได้เป็น 4.6506 บนสเกล 2-10 และเมื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยช่วงความเชื่อมั่น 90%, 95% และ 99% พบว่าค่าที่คาดการณ์ไว้อยู่ในช่วงดังกล่าวทั้งหมด [8]

Inaam Nasrallah และคณะ ได้ศึกษาความเสี่ยงในห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยใช้วิธี FMEA พบโหม้ความล้มเหลว จำนวน 24 รายการที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุโหม้ที่มี RPN สูงสุด (80) คือการไม่ติดฉลากสารเคมีและไม่มีป้ายสัญลักษณ์อันตรายโหม้อื่น ๆ ที่มี RPN 60-75 เกี่ยวข้องกับ

ความเสี่ยงด้านชีวภาพ เคมี และระบบการเสนอผลลัพธ์คือสามารถเสนอ CAPA เพื่อปรับปรุงความปลอดภัยในห้องแล็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ [9]

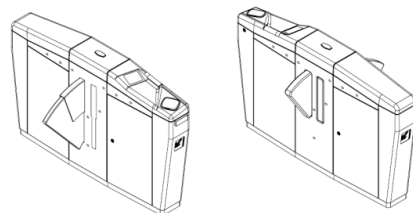
3. ขั้นตอนการดำเนินการ

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ บริษัท และอุปกรณ์การศึกษา

โครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานครสายสีชมพู ช่วงสถานีแครายถึงสถานีมีนบุรี เป็นระบบขนส่งมวลชนสายรองแบบรางเดี่ยว (Straddle Monorail) ภายใต้แผนแม่บท M-MAP เพื่อรองรับการเดินทางในพื้นที่ตอนเหนือของกรุงเทพฯ มีระยะทาง 34.5 กม. รวม 30 สถานี และศูนย์ซ่อมบำรุงที่สถานีมีนบุรี ซึ่งเป็นสถานีปลายทาง พร้อมพื้นที่จอดรถ 3,000 คัน ระบบเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติรองรับทั้งบัตรเที่ยวเดียว บัตรเติมเงิน และบัตรเครดิต โดยข้อมูลจะถูกส่งไปยังศูนย์บริหารจัดการรายได้กลางเพื่อความแม่นยำในการจัดเก็บและตรวจสอบ

อุปกรณ์ประตูอัตโนมัติ

1) โครงสร้างและการออกแบบ ประตูอัตโนมัติติดตั้งในสถานีใหม่ของโครงการรถไฟฟ้าฟ้ามหานครสายสีชมพูเป็นอุปกรณ์เข้าถึงที่ใช้งานง่าย ติดตั้งระหว่างพื้นที่ที่ต้องชำระเงินและไม่ต้องชำระเงิน ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าและออก ดังที่แสดงในภาพที่ 1 โดยใช้บัตรโดยสาร ตรวจสอบการเคลื่อนไหวผ่านอุปกรณ์ที่ประตูสถานี ทางเดินของประตูมีความกว้างประมาณ 504 ± 4 มิลลิเมตร



รูปที่ 1 ประตูอัตโนมัติ

2) การขนส่งบัตรโดยสารแบบเที่ยวเดียว การขนส่งบัตรโดยสารแบบเที่ยวเดียว ตั้งอยู่ที่ด้านทางออกของประตู ซึ่งเมื่อสอดบัตรโดยสารเข้าไปใน

ประตูและลิฟต์ไว้อย่างมั่นคงด้วยทัมสกรูสองตัวและหมุดหนึ่งตัว ที่ถูกส่งเข้าไปยังตำแหน่งของ CSC-RW Antenna เพื่ออ่านและประมวลผล บัตรจะถูกขับเคลื่อนไปยังที่เก็บบัตร (Ticket Magazine) ตามชุดมอเตอร์โดยลูกกลิ้งและชุดเซ็นเซอร์ แต่ถ้าเมื่อตำแหน่งของ CSC-RW Antenna อ่านและประมวลผลของบัตรโดยสารที่ไม่ถูกต้อง บัตรจะถูกตีกลับออกมาบริเวณที่สอดบัตรเข้าไป

ในส่วนของกระบวนการทำงานของคำสั่งงานขั้นตอนการรับประกันความชำรุดบกพร่องหลังส่งมอบ คือ นายสถานีจะรายปัญหาเกี่ยวกับระบบซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ไปยังทีมซ่อมบำรุงของ BTS หลังจากนั้นทีมซ่อมบำรุง จะรายงานปัญหาเกี่ยวกับระบบหรืออุปกรณ์ต่าง ๆมายังบริษัทซึ่งจะอยู่ใรูปแบบของคำสั่งงาน หากคำสั่งงานที่มีความถี่สูงและส่งผลกระทบต่อการใช้งานบริการจะถูกนำเข้าสู่ที่ประชุม เพื่อวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขต่อไป

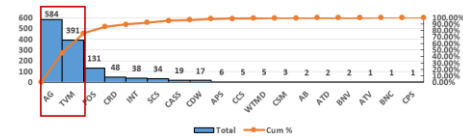
การบันทึกคำสั่งงานและการติดตามการทำงานของความชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์ โดยระบบการทำงานเฉพาะของทางบริษัท เพื่อนำมาซึ่งการวิเคราะห์ความถี่ในการเกิดสาเหตุ และวิธีการแก้ไขของปัญหานั้น ๆ ซึ่งอุปกรณ์ที่เกิดความชำรุดบกพร่อง เช่น เครื่องจัดเตรียมข้อมูลบัตรโดยสารเฉพาะบุคคล เครื่องวิเคราะห์/ออกบัตร เครื่องจำหน่ายบัตรโดยสารประเภทเที่ยวเดียวชนิดรับบัตร การเก็บเงินค่าบริการค่าจอด และอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ ประตูอัตโนมัติ ระบบคอมพิวเตอร์ของสถานี และระบบคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง

3.2 การวิเคราะห์ปัญหา

1) วิเคราะห์ปัญหาจากอุปกรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานผู้โดยสาร

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้แบบพาเรโตและเลือกอุปกรณ์ที่มีผลกระทบการใช้งานผู้โดยสารบนสถานี ที่อยู่ในช่วง 80:20 แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ที่มีผลกระทบการใช้งานผู้โดยสารบนสถานีมากที่สุดคือ ประตูอัตโนมัติ (Automatic Gate; AG) และ เครื่อง

จำหน่ายบัตรประเภทเที่ยวเดียว (Ticket Vending Machine; TVM) ดังที่แสดงในภาพที่ 2



รูปที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนคำสั่งงานของแต่ละอุปกรณ์บนสถานี

2) วิเคราะห์ปัญหาจากคำอธิบายความชำรุดบกพร่องของแต่ละอุปกรณ์

คำสั่งงานของแต่ละอุปกรณ์เมื่อเกิดความชำรุดบกพร่อง จะมีการอธิบายลักษณะปัญหาหรือลักษณะการชำรุดบกพร่องของอุปกรณ์นั้น ๆ โดยทางเจ้าหน้าที่ BTS จะทำการแจ้งปัญหาในลักษณะประโยคสั้น ๆ ผ่านทางใบคำสั่งงาน เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อจัดการแก้ไขปัญหานั้น ๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งผู้ศึกษาได้พิจารณาจากความถี่ในการเกิดขึ้นมากที่สุด 5 อันดับแรกของอุปกรณ์ ประกอบไปด้วยประตูอัตโนมัติและเครื่องจำหน่ายบัตรโดยสารประเภทชนิดรับบัตร (Automatic Gate; AG, Ticket Vending Machine; TVM) ได้ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 จำนวนคำสั่งงานที่ชำรุดของอุปกรณ์ AG

คำอธิบายความชำรุดบกพร่อง	จำนวนคำสั่งงาน	ประเภทของคำสั่งงาน	เปอร์เซ็นต์
Thin Card Jam Transport	164	ฮาร์ดแวร์	28.08
CSC Can not be read	91	ซอฟต์แวร์	15.58
CSC-RW Error	75	ซอฟต์แวร์	12.84
Thin Card Can not be inserted	36	ฮาร์ดแวร์	6.16
Hang	32	ซอฟต์แวร์	5.48

ตารางที่ 2 จำนวนคำสั่งงานที่ชำรุดของอุปกรณ์ TVM

คำอธิบายความชำรุดบกพร่อง	จำนวนคำสั่งงาน	ประเภทของคำสั่งงาน	เปอร์เซ็นต์
Thin Card Jam Feeder	169	ฮาร์ดแวร์	43.22
CSC-RW Error	58	ซอฟต์แวร์	14.83
Monitor Can not Touch Screen	15	ซอฟต์แวร์	3.84
Hang	15	ซอฟต์แวร์	3.84
CSC-RW No Communication	13	ซอฟต์แวร์	3.32

จากตารางที่ 1 และ 2 แสดงจำนวนคำสั่งงานตามคำอธิบายความชำรุด โดยใช้เกณฑ์จำนวนคำสั่งงานพบว่าคำสั่งงานที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานบริการมากที่สุด คือคำสั่งงานของ Thin Card Jam Transport ของอุปกรณ์ AG คิดเป็นร้อยละ 28.08 ของคำสั่งงานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ AG และ Thin Jam Feeder ของอุปกรณ์ TVM คิดเป็นร้อยละ 43.22 ของคำสั่งงานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ TVM

จากตารางที่ 3 การเปรียบเทียบจำนวนคำสั่งงานก่อนและหลังเก็บค่าบริการ คือ ก่อนการเก็บค่าบริการ

ตั้งแต่วันที่ 13 – 27 ธันวาคม พ.ศ.2566 และหลังการเก็บค่าบริการ ตั้งแต่วันที่ 7 – 21 มกราคม พ.ศ.2567 โดยใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเท่ากัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าปัญหาของคำสั่งงานอธิบายความชำรุดบกพร่องของ TVM มีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจนเมื่อเทียบกับปัญหาของ AG ที่ยังคงเพิ่มขึ้น

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนของกระบวนการ FMEA และการการจัดลำดับความสำคัญความเสี่ยง พบว่าคำสั่งงานของ Thin Card Jam Transport ของอุปกรณ์ AG มีเกณฑ์การให้คะแนนที่สูงกว่า Thin Jam Feeder ของอุปกรณ์ TVM

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบจำนวนคำสั่งงานก่อนและหลังเก็บค่าบริการ

อุปกรณ์	คำอธิบายความชำรุดบกพร่อง	จำนวนคำสั่ง	
		ก่อนเก็บค่าบริการ	หลังเก็บค่าบริการ
AG	Thin Card Jam Transport	30	54
TVM	Thin Jam Feeder	15	8

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์โดยกระบวนการ FMEA

งาน	ข้อผิดพลาด	ผลกระทบ	S	สาเหตุที่เป็นไปได้	O	จุดควบคุม	D	RPN	รวมทั้งหมด
AG	Thin Card Jam Transport	ให้บริการไม่ได้	8	ลูกกลิ้งมีช่องว่าง	4	ปรับความตึงการขึ้นของลูกกลิ้ง	4	128	320
				เซนเซอร์มีฝุ่น / สิ่งสกปรก	6	ทำความสะอาดและจัดตำแหน่งเซนเซอร์	6	144	
				บัตรโดยสารเป็น	3	ทำความสะอาดบัตรโดยสาร	3	48	
TVM	Thin Jam Feeder	ให้บริการไม่ได้	6	ลูกกลิ้งมีช่องว่าง	4	ปรับความตึงการขึ้นของลูกกลิ้ง	4	96	294
				เซนเซอร์มีฝุ่น / สิ่งสกปรก	3	ทำความสะอาดและจัดตำแหน่งเซนเซอร์	3	54	
				สายพานมีช่องว่าง	6	ปรับระยะห่างของสายพาน	6	144	

ในตารางที่ 4 ความรุนแรง (Severity: S) แบ่งเป็น 10 ระดับ โดย 1 หมายถึง ไม่มีผลกระทบ 10 หมายถึง ผลกระทบมากที่สุด สาเหตุ (Occurrence: O) แบ่งเป็น 10 ระดับ โดย 1 หมายถึง ไม่น่าจะเกิดขึ้นได้ 10 หมายถึง เกิดขึ้นอย่างแน่นอนไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ และจุดควบคุมให้ระบุความเป็นไปได้ของการตรวจสอบพบ (Detection: D) แบ่งเป็น 10 ระดับ โดย 1 หมายถึง จุดควบคุมสามารถค้นพบข้อผิดพลาดได้อย่างแน่นอน 10 หมายถึง ไม่สามารถตรวจสอบพบข้อผิดพลาดนั้น

ในตารางที่ 5 ระดับผลกระทบแบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

- 1 คือ ปริมาณผู้โดยสารขณะใช้บริการ ไม่เกิน 35,685 คน
- 2 คือ ปริมาณผู้โดยสารขณะใช้บริการตั้งแต่ 35,686 - 53,528 คน
- 3 คือ ปริมาณผู้โดยสารขณะใช้บริการ ตั้งแต่ 53,529 - 71,371 คน
- 4 คือ ปริมาณผู้โดยสารขณะใช้บริการ ตั้งแต่ 71,372 - 89,220 คน
- 5 คือ ปริมาณผู้โดยสารขณะใช้บริการ มากกว่า 89,221 คน

ระดับความถี่แบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

- 1 คือ พบ 1 ปี/ครั้ง
- 2 คือ พบ 6 เดือน/ครั้ง
- 3 คือ พบ 1-2 เดือน/ครั้ง
- 4 คือ พบทุกเดือน
- 5 คือ พบทุกสัปดาห์

ดังนั้นคำสั่งงานที่มีความถี่และส่งผลกระทบต่อ การให้บริการมากที่สุด คือ คำสั่งงาน Thin Card Jam Transport ของอุปกรณ์ AG จึงเลือกปัญหาดังกล่าว มาดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

ตารางที่ 5 การจัดลำดับความสำคัญความเสี่ยง

ผลกระทบต่อการให้บริการของผู้โดยสาร	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16 (TVM)	20 (AG)
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	

ความถี่ในการเกิด

1) เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (Machine) อุปกรณ์ AG มีอุปกรณ์ย่อยภายในเครื่อง ซึ่งปัญหาที่ทำให้เกิด Thin Card Jam Transport สาเหตุหลัก คือ ฝุ่นหรือสิ่งสกปรกที่มาบังเซนเซอร์ และมีช่องว่างของลูกกลิ้ง ซึ่งเกิดจากการที่ลูกกลิ้งเกิดความ หลวม ซึ่งสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแยกออกมาได้ดังนี้

- เซนเซอร์ คือ เซนเซอร์รับลิ้นค และตัวลิ้นค เซนเซอร์หลวม
- ลูกกลิ้ง คือ ลูกกลิ้งมีช่องว่าง
- เครื่องอ่านบัตรโดยสาร คือ ซอฟต์แวร์ทำงาน ชัดช้อง

2) วิธีการ (Method) คือ แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่มีการกำหนดรายละเอียดขั้นตอน การตรวจสอบของเซนเซอร์และลูกกลิ้ง และไม่มีการ กำหนดวันในการปฏิบัติงานที่ชัดเจน

3.3 แนวทางการแก้ไข

จากการวิเคราะห์ข้อมูลและหาสาเหตุของปัญหา ทางผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อที่จะมา ช่วยในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยมีวิธีการดัง ตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แนวทางการแก้ไขปัญหา

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
บัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติ	1. Machine - เซนเซอร์รับลิ้นค - ตัวลิ้นคเซนเซอร์ หลวม - ลูกกลิ้งมีช่องว่าง - เครื่องอ่านบัตรโดยสาร	- จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน - การสั่งให้ปิดเครื่องและเปิดเครื่องใหม่ทันที (Reboot)
	2. Method - แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่มี การกำหนดรายละเอียด ขั้นตอนการตรวจสอบของเซนเซอร์และลูกกลิ้ง - ไม่มีการกำหนดวันในการปฏิบัติงานที่ชัดเจน	- จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน - จัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงานของเซนเซอร์และลูกกลิ้ง

3.4 ขั้นตอนการดำเนินการแก้ไข

จากที่ผู้ศึกษาทำการเก็บข้อมูล พบว่าแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่มีการกำหนดรายละเอียดขั้นตอนการตรวจสอบของเซนเซอร์และลูกกลิ้งที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดปัญหาดังกล่าว อีกทั้งไม่มีการกำหนดวันในการปฏิบัติงานที่ชัดเจน จึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

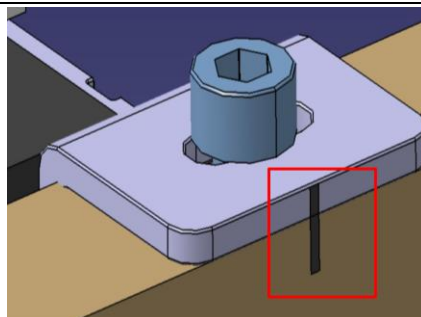
1) จัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสัปดาห์ โดยกำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสัปดาห์ที่มีการระบุเจ้าหน้าที่แผนกซ่อมบำรุงรักษาให้ปฏิบัติงาน 4 ถึง 5 สถานีต่อวัน แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 วันและสถานีในการปฏิบัติการตรวจสอบบำรุงรักษา

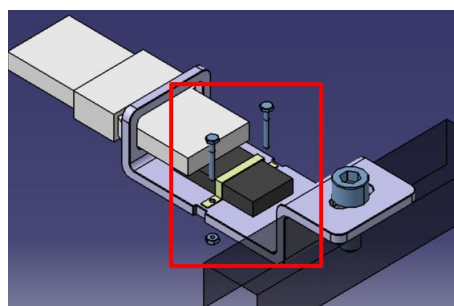
วันปฏิบัติงานการซ่อมบำรุง	สถานี	จำนวนเจ้าหน้าที่
จันทร์	1 - 4	2
อังคาร	5 - 8	2
พุธ	9 - 13	2
พฤหัสบดี	14 - 18	2
ศุกร์	19 - 22	2
เสาร์	23 - 26	2
อาทิตย์	27 - 30	2

2) จัดทำขั้นตอนปฏิบัติงาน

เซนเซอร์ โดยใช้หลักการควบคุมด้วยการมองเห็นด้วยสัญลักษณ์ที่กำหนดขึ้น ดังภาพที่ 3 และทำการเปลี่ยนตัวจับยึดระหว่างเซนเซอร์กับแผ่นเพลท ก่อนการปรับปรุงบริเวณตัวจับยึดเซนเซอร์มีลักษณะเป็นสายเคเบิลไทร์ หลังการปรับปรุงมีลักษณะเป็นแคลมป์รัดในการยึดบริเวณเซนเซอร์กับแผ่นเพลทเพื่อป้องกันการเลื่อนของเซนเซอร์ แสดงดังภาพที่ 4



รูปที่ 3 การกำหนดสัญลักษณ์บนตำแหน่งเซนเซอร์



รูปที่ 4 การใช้แคลมป์รัดในการจับยึดระหว่างเซนเซอร์กับแผ่นเพลท

4. ผลการดำเนินการ

จากการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดจำนวนคำสั่งงานของปัญหาบัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติ มีผลการดำเนินการดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบจำนวนคำสั่งงาน Thin Card Jam Transport ก่อนและหลังการปรับปรุง

กระบวนการ	เดือน ปี	ระยะเวลา (วัน)	จำนวนคำสั่งงาน	อัตราการเข้ามาของคำสั่งงาน	อัตราเฉลี่ยการเข้ามาของคำสั่งงาน
ก่อนการปรับปรุง	ธ.ค. 2566	31	71	2.29	2.49
	ม.ค. 2567	31	83	2.68	
หลังการปรับปรุง	ก.พ. 2567	29	14	0.48	0.48

จากตารางที่ 8 พบว่าหลังการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน สามารถลดอัตราการเข้ามาของคำสั่งงาน Thin Card Jam Transport ได้ และ

อัตราเฉลี่ยการเข้ามาของคำสั่งงานของปัญหาบัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติบนสถานีขนส่งรถไฟฟ้ามหานคร 2.49 คำสั่งงานต่อวัน เหลือ 0.48 คำสั่งงานต่อวัน หรือคิดเป็นสัดส่วนคำสั่งงานที่ลดลง 80.72%

5. สรุปผลการดำเนินการ

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

จากวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสัปดาห์และลดอัตราเฉลี่ยการเข้ามาของคำสั่งงานของปัญหาบัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติบนสถานีขนส่งรถไฟฟ้ามหานคร 50% จึงดำเนินการตามขั้นตอนที่นำเสนอในหัวข้อที่ 3 โดยกำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสัปดาห์ ที่มีภาระระบุเจ้าหน้าที่แผนกซ่อมบำรุงรักษาให้ปฏิบัติงาน 4 ถึง 5 สถานีต่อวัน โดยให้เจ้าหน้าที่ที่ตรวจสอบเซนเซอร์ด้วยวิธีการควบคุมด้วยการมองเห็น และตรวจสอบลูกกลิ้งบริเวณสกรูที่ยึดระหว่างลูกกลิ้งบนกับลูกกลิ้งล่างตามขั้นตอนปฏิบัติงานที่ได้จัดทำขึ้น

ผลการดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันรายสัปดาห์ที่กำหนดขึ้น พบว่าอัตราเฉลี่ยการเข้ามาของคำสั่งงานของปัญหาบัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติบนสถานีขนส่งรถไฟฟ้ามหานคร 2.49 คำสั่งงานต่อวัน เหลือ 0.48 คำสั่งงานต่อวัน หรือคิดเป็นสัดส่วนคำสั่งงานที่ลดลง 80.72% ซึ่งสามารถลดลงได้มากกว่าวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในส่วนของคำสั่งงานของปัญหาบัตรโดยสารติดขัดบริเวณประตูอัตโนมัติที่ยังเหลืออยู่เป็นสาเหตุมาจากการทำงานขัดข้องของซอฟต์แวร์

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินการเรื่อง การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดจำนวนคำสั่งงาน พบว่าการระบุการแจ้งปัญหาของคำสั่งงาน และแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตรวจสอบของลูกกลิ้ง สามารถปรับปรุงเพิ่มเติมได้ดังนี้

1) ปรับปรุงการแจ้งคำสั่งงานโดยเพิ่มประเภทของสาเหตุในการติดขัดจากฮาร์ดแวร์ หรือ ซอฟต์แวร์

2) ศึกษาเรื่องของแรงที่ใช้ในการขันสกรูยึดระหว่างลูกกลิ้งกับแผ่นเพลท โดยเก็บข้อมูลจากการใช้ไขควงทอร์ค เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของแรงที่ใช้ในการขันสกรูยึดระหว่างลูกกลิ้งกับแผ่นเพลท และนำไปกำหนดเป็นมาตรฐานการทำงานต่อไป

3) การตรวจสอบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ควรติดตามและปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมตามสภาพงาน

4) การศึกษารูปแบบการทำงานประเภทนี้สามารถต่อยอดไปใช้ร่วมกับวิธีการรับส่งสินค้าเข้าออกในคลังสินค้า หรือใช้จัดลำดับการจัดคิวของสินค้าภายในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Thai Railway Engineering Association. (2563). โครงการรถไฟฟ้าสายสีชมพู. ข้อมูลจาก <https://trea.or.th/news> (วันที่สืบค้นข้อมูล 21 ธันวาคม 2566)
- [2] วิกีพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2566). รถไฟฟ้าสายสีชมพู. ข้อมูลจาก <https://th.wikipedia.org/wiki> (วันที่สืบค้นข้อมูล 23 ธันวาคม 2566)
- [3] Mizuno, S. (2020). Management for quality improvement: the 7 new QC tools. Productivity press.
- [4] Huang, J., You, J. X., Liu, H. C., & Song, M. S. (2020). Failure mode and effect analysis improvement: A systematic literature review and future research agenda. Reliability Engineering & System Safety, 199, 106885.)
- [5] De Backker, T., Vercammen, A., & Boute, R. N. (2024). A Data-Driven Component Risk Matrix to Assess Supply Chain Disruption Risk. Available at SSRN 5028961.

- [6] Wu, C., Pan, R., Zhao, X., & Wang, X. (2024). Designing preventive maintenance for multi-state systems with performance sharing. *Reliability Engineering & System Safety*, 241, 109661.
- [7] Khosravi, M., Huber, B., Decoussemaeker, A., Heer, P., & Smith, R. S. (2024). Model Predictive Control in buildings with thermal and visual comfort constraints. *Energy and Buildings*, 306, 113831.
- [8] Kim, D. J., Sur, J. M., & Cho, H. U. (2023). A long term expected risk estimation of maritime accidents through Markov chain approach and probabilistic risk matrix. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 39(3), 1-12.
- [9] Nasrallah, I., Sabbah, I., Haddad, C., Ismail, L., Kotaich, J., Salameh, P., ... & Bawab, W. (2023). Evaluating the academic scientific laboratories' safety by applying failure mode and effect analysis (FMEA) at the public university in Lebanon. *Heliyon*, 9(12).