

**การพัฒนาเครื่องมือวัดค่าความพร้อมใช้และความเชื่อถือ
กรณีศึกษา : บันไดเลื่อนในสถานี พญาไท รถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์**

**Availability and Reliability Measurement Tool Development: A Case Study of
Escalators in Phaya Thai Station Airport Rail Link**

รัฐพล เมฆกมล¹

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์²

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องการพัฒนาเครื่องมือวัดค่าความพร้อมใช้และความเชื่อถือ กรณีศึกษา บันไดเลื่อนในสถานี พญาไท ของรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือการวัดประสิทธิภาพการซ่อมบำรุงของบันไดเลื่อนให้กับหน่วยงานซ่อมบำรุงที่มีความรับผิดชอบในการบำรุงรักษาและซ่อมแซมของรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ การศึกษานี้เริ่มต้นจากแนวความคิดที่จะดำรงความพร้อมใช้ของบันไดเลื่อนในสถานีรถไฟฟ้าพญาไท ให้อยู่ในระดับที่สูงเป็นที่ยอมรับตามเกณฑ์สากล และสร้างความพึงพอใจในการให้บริการกับผู้โดยสารที่ใช้บริการสถานีรถไฟฟ้า โดยใช้หลักการวัดค่าความพร้อมใช้และค่าความเชื่อถือของเครื่องจักรจากข้อมูลความบกพร่องที่เกิดขึ้นจริงที่ถูกบันทึกไว้ในระบบ CMMS (Computerized Maintenance Management System) และ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) และทำการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับเกณฑ์มาตรฐาน จากการทดลองป้อนข้อมูลความบกพร่องที่เกิดขึ้นจริงที่ถูกบันทึกไว้ในระบบ CMMS และ SCADA ให้กับเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้น พบว่าเครื่องมือสามารถแสดงผลลัพธ์ให้เห็นบันไดเลื่อนที่มีความพร้อมใช้งานและความเชื่อถือต่ำกว่าเกณฑ์ได้อย่างชัดเจนและรวดเร็วเมื่อเทียบกับการรายงานผลเดิมที่เป็นเพียงการรายงานการความบกพร่องตามลำดับเหตุการณ์ ผลลัพธ์ที่ได้ช่วยให้ผู้ปฏิบัติการซ่อมบำรุงสามารถวางแผนทรัพยากรการซ่อมบำรุงได้ล่วงหน้าและสามารถจัดลำดับความเร่งด่วนตามผลลัพธ์ที่ได้จากการวัด

ABSTRACT

This research was about the development of a tool to measure availability and reliability. A case of escalators in Phaya Thai station at the Airport Rail Link was studied. It aimed at developing a tool to measure effectiveness of escalator maintenance for the Maintenance Department which was responsible for

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

² ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

equipment maintenance and repair in the Airport Rail Link. This study was initiated from the concept of maintaining the availability of escalators in Phaya Thai station to a high level in conformance to international criteria and providing satisfactory service for the station passengers. Principles of measuring equipment availability and reliability were used to analyse the actual failure data recorded in the CMMS (Computerized Maintenance Management System) and SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems. The measured values were consequently compared with the standard criteria. The experimental results of inputting the actual failure data recorded in the CMMS and SCADA systems into the developed measuring tool showed that the tool could clearly and quickly report when the escalator availability and reliability were lower than the standard criteria. This contrasted with the original reporting system which merely produced a list of failures in the sequence of events. Ultimately, the results of the measurement enabled the maintenance workers to plan required resources in advance and to determine the maintenance priorities accordingly

บทนำ

โครงการ ระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ รถไฟฟ้าสายนี้จะแล่นผ่านสถานีปลายทางรวม 8 สถานี เริ่มต้นที่สถานีพญาไท ซึ่งอยู่ติดกับสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสสถานีพญาไท สถานีราชปรารภ สถานีมักกะสัน เป็นที่ตั้งของสถานีรับส่งผู้โดยสาร ให้บริการเช็กอินตั๋วและกระเป๋าสัมภาระ สถานีรามคำแหง สถานีหัวหมาก สถานีบ้านทับช้าง สถานีลาดกระบัง และสถานีสุวรรณภูมิซึ่งเป็นสถานีใต้ดินอยู่ใต้อาคารผู้โดยสารสนามบิน โดยจะมีศูนย์ซ่อมบำรุงที่ย่านคลองตัน

นับตั้งแต่รถไฟฟ้าแอร์พอร์ต ลิงค์ ได้เปิดให้บริการเดินรถเชิงพาณิชย์ เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2553 บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด ได้มีการจัดหำบันไดเลื่อนมาติดตั้งเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่องจาก จำนวน 102 เครื่อง เป็น 139 เครื่องเพื่อรองรับผู้โดยสารที่เพิ่มมากขึ้นและเป็นการตอบรับกับเสียงเรียกร้องของผู้โดยสารถึงความไม่สะดวกในการใช้บริการ เนื่องจากผู้โดยสารที่ใช้บริการส่วนมากมีกระเป๋า และสัมภาระที่ใหญ่และมีน้ำหนักมาก ด้วยเหตุนี้อันได้เลื่อนจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการรองรับการขนส่งผู้โดยสารเข้า-ออก และ ขึ้น-ลง ในสถานีรถไฟฟ้า หากบันไดเลื่อนเกิดความบ่งพร่องและหยุดทำงาน ย่อมส่งผลกระทบต่อตรงกับการให้บริการและบริการและอาจสร้างความโกลาหลในสถานีที่เกิดเหตุการณ์ขึ้น ท้ายที่สุดนำมาซึ่งผลเสียต่อภาพลักษณ์ขององค์กรที่เป็นผู้ให้บริการรถไฟฟ้า จากความสำคัญของบันไดเลื่อนซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบบริการอาคารในสถานีรถไฟฟ้าที่กล่าวมาข้างต้น และความต้องการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการซ่อมบำรุงบันไดเลื่อนโดยการแก้ปัญหาเชิงรุกเพื่อบำรุงไว้ซึ่งความพร้อมใช้สูงสุดของบันไดเลื่อนใน

สถานี ผู้วิจัยจึงมองหาแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้รายงานความบ่งพร่อง ความพร้อมใช้และความน่าเชื่อถือ ของบันไดเลื่อนในสถานีรถไฟฟ้าโดยใช้ข้อมูลความบ่งพร่องของบันไดเลื่อนที่วัดหรือบันทึกไว้ในฐานข้อมูลการซ่อมบำรุงจากระบบ CMMS (Computerized maintenance management system) และสัญญาณความบกพร่องที่ระบบควบคุมบันไดเลื่อนส่งให้ระบบ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) มาคำนวณหาค่าและแสดงผลความพร้อมใช้และความเชื่อถือได้ของบันไดเลื่อนแต่ละตัวในสถานี และสร้างรายงานในรูปแบบที่เป็นภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งง่ายและสะดวกในการประเมินประสิทธิภาพการซ่อมบำรุงของบันไดเลื่อนแต่ละตัว โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปวางแผนงาน งบประมาณ และทรัพยากร การซ่อมบำรุงรักษามันได้อื่นๆในระยะเวลาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อเพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดค่าความพร้อมใช้และความเชื่อถือได้โดยการใช้ข้อมูลความบ่งพร่องของบันไดเลื่อน
2. เพื่อทำการเปรียบเทียบกับรูปแบบการรายงานผลความบ่งพร่องของบันไดเลื่อนแบบเดิม

ขอบเขตการศึกษา

1. ขอบเขตของพื้นที่การศึกษาคือ รถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ สถานี พญาไท และ บันไดเลื่อนที่ติดตั้งอยู่ในสถานี
- 2.

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุง ที่ใช้อยู่ในระบบรถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์
2. เมื่อนำผลการวิจัยไปปฏิบัติจริงแล้ว จะช่วยลดการหยุดการทำงานของบันไดเลื่อนได้ โดยการที่พนักงานซ่อมบำรุงได้ทำการบำรุงรักษามันได้อื่นๆล่วงหน้า จากค่า พารามิเตอร์ที่คำนวณได้
3. สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการศึกษาต่อยอดสำหรับอุปกรณ์อื่นๆที่อยู่ในโครงการ

ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาเครื่องมือวัดค่าความพร้อมใช้และความเชื่อถือ กรณีศึกษา : บันไดเลื่อนในสถานี พญาไท รถไฟฟ้าแอร์พอร์ต เรล ลิงค์ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ชนิดการซ่อมบำรุง

รูปแบบการซ่อมบำรุง โดยมีการพิจารณาแบ่งการซ่อมบำรุงออกเป็น การซ่อมบำรุงแบบไม่มีการวางแผนล่วงหน้า และการซ่อมบำรุงแบบมีการวางแผนล่วงหน้า

1.2 การจัดชนิดของการซ่อมบำรุงรักษา

ชนิดการซ่อมบำรุงก็มีหลากหลายวิธีการ ซึ่งพอที่จะรวบรวมและสรุปชนิดการซ่อมบำรุง โดยสามารถจัดแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ถึง 7 ประเภทด้วยกันคือ

1. การซ่อมบำรุงด้วยผู้ควบคุมเครื่อง (Operator Maintenance; OM)
2. การซ่อมบำรุงหลักเกิดเหตุ (Break down Maintenance; BM)
3. การซ่อมบำรุงตามตารางกำหนด (Schedule Maintenance; SM)
4. การซ่อมบำรุงตามแผนกำหนด (Planned Maintenance; PLM)
5. การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance; PM)
6. การซ่อมบำรุงเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance; CM)
7. การป้องกันการซ่อมบำรุง (Maintenance Prevention; MP)

1.3 การวัดประสิทธิภาพการซ่อมบำรุง

1.3.1 เวลาเฉลี่ยระหว่างการขัดข้อง (Mean time between Failures, MTBF)

$$MTBF = \frac{\text{เวลาที่เดินเครื่อง}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องหยุดซ่อม}}$$

1.3.2 เวลาเฉลี่ยในการซ่อมแซม (Mean time to Repair, MTTR)

$$MTTR = \frac{\text{เวลาที่หยุดซ่อม}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องหยุดซ่อม}}$$

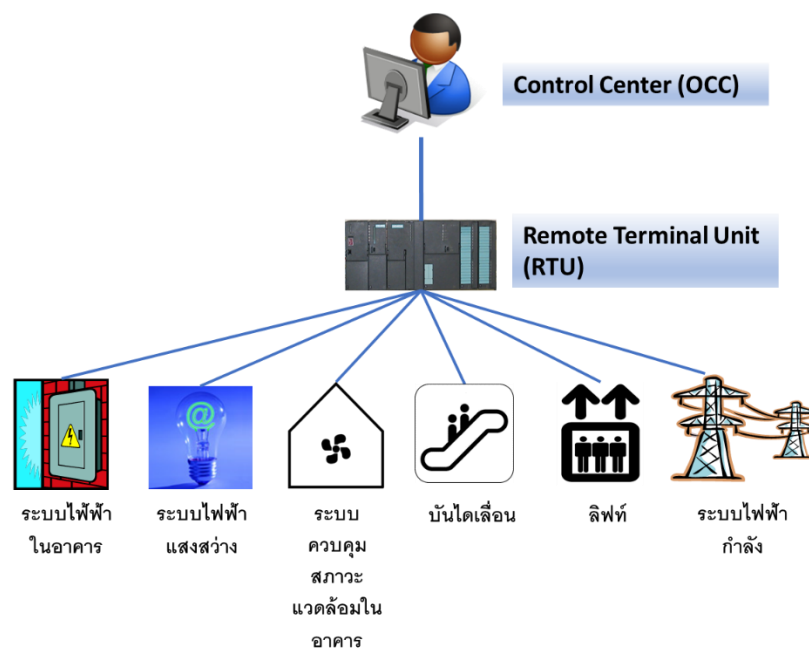
1.3.3 ความพร้อมใช้ของเครื่องจักร (Availability Factor, Av)

$$AV = 100 - \frac{\text{เวลาหยุด (unplanned downtime)} \times 100}{\text{เวลารับภาระ (loading time)}}$$

1.4 การใช้งานระบบ SCADA สำหรับรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

การใช้งานระบบ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) ในระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน หน้าที่หลักของระบบคือ ควบคุม ตรวจสอบ ติดตามและสังเกตการณ์ ระบบไฟฟ้ากำลัง รวมถึงระบบบริการอาคารภายในสถานี ดังต่อไปนี้

- ❖ ระบบไฟฟ้ากำลัง และ ระบบ จ่ายไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน
- ❖ ระบบควบคุมสถานะแวดล้อมภายในสถานี
- ❖ ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย
- ❖ ลิฟท์และบันไดเลื่อน
- ❖ ระบบจ่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำ
- ❖ ระบบจ่ายและระบายน้ำ
- ❖ เครื่องสูบน้ำดับเพลิง
- ❖ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง



ภาพที่ 1 ระบบ SCADA ในรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน

1.5 บันไดเลื่อน

บุญพงษ์ กิจวัฒนาชัย (2558) กล่าวว่า บันไดเลื่อน และทางเลื่อน คือ เครื่องจักรกลที่ออกแบบให้ใช้งานง่าย และไม่มี ความซับซ้อน มีวัตถุประสงค์เพื่อในการขนส่งคนโดยใช้ขั้นบันไดในการลำเลียงคนจำนวนมากด้วยความเร็วที่เหมาะสม และคงที่ บันไดเลื่อน ถูกคิดค้น ออกแบบ และนำมาใช้ในตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1900 โดยใช้ชื่อ Escalator ที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินของคำผสมระหว่าง Elevator และ Scala

สำหรับประเทศไทยใช้บันไดเลื่อนมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2507 ที่ห้างสรรพสินค้า ไทยไดมารู ราชประสงค์ เป็นผู้นำบันไดเลื่อนชุดแรก เข้ามาใช้ เปิดบริการเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2507

มาตรฐานบันไดเลื่อนที่ถือเป็นต้นแบบ และนิยมใช้กันหลายประเทศคือ

- ประเทศแถบยุโรป เป็น กฎความปลอดภัยในการออกแบบ และติดตั้งบันไดเลื่อน และลิฟต์ ตาม BS EN 115 (European Standard BS EN 115 Safety rules for the Construction and Installation Escalators and Passenger Conveyors)
- ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นข้อบังคับสำหรับลิฟต์และบันไดเลื่อนตาม ASME A17.1 (Safety Code for Elevators and Escalators American Standard)
- ประเทศญี่ปุ่น เป็นมาตรฐานการตรวจสอบลิฟต์ บันไดเลื่อน และลิฟต์ส่งของ (Inspection standard of elevator, escalator and dumbwaiter)
- ประเทศไทย โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้จัดทำมาตรฐานไว้สองเล่ม คือมาตรฐานระบบเครื่องกลขนส่งในอาคาร (เรียบเรียงตาม ASME A17.1) และมาตรฐานระบบลิฟต์ (เรียบเรียงตาม BS EN 115) ทั้งมาตรฐานยุโรป อเมริกา และญี่ปุ่นล้วนมีใช้ในประเทศไทย และอีกหลายประเทศในเอเชีย

ส่วนประกอบ และการทำงานของบันไดเลื่อน และทางเลื่อน บันไดเลื่อน และทางเลื่อน มีอุปกรณ์หลักคือ

- ก. โครงสร้างบันได เป็นโครงสร้างเหล็กที่ออกแบบ และยึดแน่นด้วยแรงที่ถูกต้อง
- ข. มอเตอร์ และชุดทดรอบ โดยปกติจะทดรอบประมาณ 1.5 ถึง 3 ต่อ 1
- ค. จานหลัก และโซ่ขับ ลักษณะคล้ายจาน และโซ่ของจักรยาน
- ง. ขึ้นบันไดเลื่อน และทางเลื่อนออกแบบให้รับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 300 กิโลกรัมต่อขั้น หรือประมาณ 750 กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยไม่แตก หรือแอ่นตัว
- จ. ราวมือจับ ออกแบบให้รับแรงดึงเมื่อขดเป็นวงได้ 2,500 กิโลกรัม โดยไม่ฉีกขาด
- ฉ. ตู้ไฟฟ้าควบคุม และอุปกรณ์ความปลอดภัยต่าง ๆ ของบันไดเลื่อน

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ ทั้งใน อินเทอร์เน็ต และ ใน Online Database พบว่า ยังไม่มีหัวข้อวิจัย ที่นำข้อมูลจากระบบ CMMS และ SCADA ไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาค่า ประสิทธิภาพการซ่อมบำรุงรักษบบันไดเลื่อน ทั้งในอุตสาหกรรมอาคาร และ ระบบราง นอกจากนั้นงานงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจะเน้นเพียงการคำนวณค่าดัชนีชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพการบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อพิสูจน์ วิธีการแก้ไขปัญหาในการผลิตก่อนและหลังการวิจัย แต่ไม่ได้นำเสนอการ

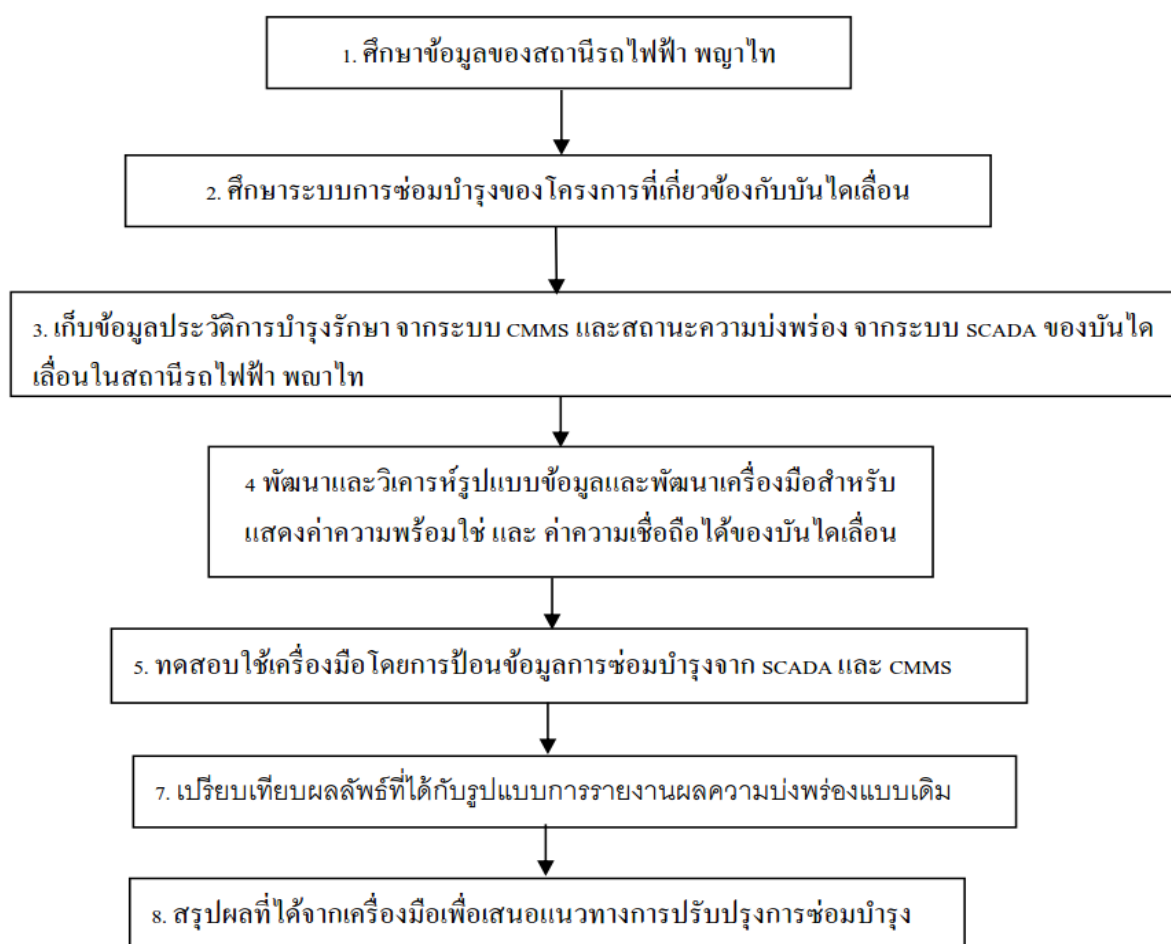
นำคำค้นนี้ชีวิตประสิทธิผลการซ่อมบำรุงรักษามาสร้างเป็นรายงานสำหรับผู้บริหารเพื่อใช้ในการวางแผนการซ่อมบำรุง

ชื่อผู้แต่ง	ชื่อเรื่อง	ระเบียบการวิจัย
ชูชีพ การสมดี. (2558)	ลักษณะและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามันไคเลื่อน	ทำการศึกษาการค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของบันไดเลื่อนจำนวน 5 รายและเป็นบริษัทผู้ผลิตบันไดเลื่อนที่มีชื่อเสียง งานวิจัยได้แสดงมูลค่าอะไหล่บันไดเลื่อนที่จำเป็นต้องเปลี่ยนตามวงจรการซ่อมบำรุงของแต่ละผู้ผลิตในแต่ละช่วงปี
ประโยชน์ ยลวิลาส. (2554)	การนำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้เพื่อลดอัตราการเสียของอุปกรณ์เชื่อมต่อในสายการผลิตกล้องถ่ายภาพดิจิทัล	การศึกษานำวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้ทำให้ลดเวลาในการหยุดทำงานของเครื่องจักรได้ โดยผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์โดยการเปรียบเทียบการเดินเครื่องจักรเฉลี่ย (MTBF) ก่อนและหลังการดำเนินการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
ประจวบ นามผล, 2555	การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร OEE บรรจุแป้งผลิต	การวัดประสิทธิผลรวมของเครื่องจักร (OEE) เพื่อเปรียบเทียบผล ผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อลดการสูญเสีย และเพิ่มสมรรถนะในการผลิต
S.A Avlonitis, 2014	PC based SCADA system and additional safety measures for small desalination plants	การนำข้อมูลจากระบบ SCADA มาวิเคราะห์เพื่อคาดการณ์ การหยุดทำงานของโรงกลั่นน้ำทะเล ระบบที่ติดตั้งได้รับการพิสูจน์ว่ามีประโยชน์ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และช่วยลด ต้นทุนค่าแรง และ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

วิธีการดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา เริ่มจากการศึกษาสถานีรถไฟฟ้ามหานครเพื่อทำความเข้าใจรูปแบบทางกายภาพ และการจัดวางตำแหน่งของบันไดเลื่อนในสถานีดังกล่าว จากนั้นจึงทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ก่อนนำไปใช้ในการพัฒนาเครื่องมือโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กเซล

(Microsoft Excel) ในการสร้างรายงานประสิทธิภาพการบำรุงรักษาในรูปแบบที่เป็น Dashboard ซึ่งเป็นหน้ากระดานที่สรุปข้อมูลสำหรับฝ่ายบริหารงาน โดยจะแสดงค่าความพร้อมใช้ ค่าความเชื่อถือ รวมถึงดัชนีชี้วัดอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุงเช่น เช่น ต้นทุนแรงงาน และอะไหล่ ของบันไดเลื่อนแต่ละตัว ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและสามารถนำไปข้อมูลที่ได้ ไปวางแผนปรับปรุงแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันต่อไป โดยกระบวนการวิจัยสามารถเขียนสรุปได้ดัง Flow chart ในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Flow chart ของกระบวนการการวิจัย

ผลการศึกษา

จากขั้นตอนการดำเนินงานที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อได้ทำการพัฒนาและออกแบบเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มทำการทดลองใช้งานเครื่องมือ โดยใช้ชุดข้อมูลสัญญาณสถานะการทำงานและความบ่งพร่องที่เกิดขึ้นจริง ที่ถูกบันทึกและวัดได้ในระบบ CMMS และ SCADA โดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1) ภาพที่ 3 แสดงผลการทดสอบเครื่องมือด้วยชุดข้อมูลจากระบบ CMMS เครื่องมือสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบของ Dashboard ที่แสดงค่าความพร้อมใช้ ค่าความเชื่อถือ รวมถึงดัชนีชี้วัดอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง รวมถึง ต้นทุนแรงงาน และอะไหล่ ของบันไดเลื่อนแต่ละตัว โดยค่าดัชนีชี้วัดและผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณที่ได้จะแปรเปลี่ยนไปตามช่วงเวลาที่ใช้เลือก ผ่าน ครอบคางวน ลิสต์ (Drop Down List)

AIRPORT RAIL LINK PHAYA THAI STATION ESCALATOR KPIs DASHBOARD	Start *	End *	Total Day	Total Service Hour	Total Eng. Hour	Export
	01-Aug-18	31-Aug-18	31	573.5	170.5	
Escalator E1/1	Escalator E1/2	Escalator E4/1	Escalator E4/2	Escalator E6/1	Escalator E6/2	Escalator E6/3
						
Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)
1.04	0.00	0.00	0.00	3.46	0.00	0.00
Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)
99.82%	100.00%	100.00%	100.00%	99.40%	100.00%	100.00%

ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่าง ผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลของระบบ CMMS

2) ภาพที่ 4 แสดงผลการทดสอบเครื่องมือด้วยชุดข้อมูลจากระบบ SCADA โดยเครื่องมือสามารถแสดงข้อมูลต่างๆ ได้เช่นเดียวกันกับข้อมูลที่ได้จากระบบ CMMS

AIRPORT RAIL LINK PHAYA THAI STATION ESCALATOR KPIs DASHBOARD	Start *	End *	Total Day	Total Service Hour	Total Eng. Hour	Export	Import Data
	01-Aug-18	30-Aug-18	30	555	165		
Escalator E1/1	Escalator E1/2	Escalator E4/1	Escalator E4/2	Escalator E6/1	Escalator E6/2	Escalator E6/3	Escalator E6/4
							
Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)
0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0	0.1	0.0
Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	99.33%	100.00%	99.98%	100.00%

ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่าง ผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลของระบบ SCADA

3) จากการทดสอบ พบว่าเครื่องมือแสดงค่าความพร้อมใช้และความเชื่อถือที่คำนวณจากข้อมูลจากระบบ CMMS และ SCADA นั้นมีความสอดคล้องกัน และแสดงให้เห็นว่าบันไดเลื่อน E6/1 เป็นบันได

เดือนที่มีความพร้อมในการให้บริการกับผู้โดยสารต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับบันไดเลื่อนตัวอื่นๆ ในสถานีรถไฟฟ้าพญาไท

4) พบว่าเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นนี้สามารถช่วยเพิ่มความสะดวกรวดเร็ว ในการรายงานผลความบ่งพร่องของบันไดเลื่อน ได้ดีกว่าการรายงานความบ่งพร่องในรูปแบบเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันซึ่งเป็นการรายงานที่นำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางข้อมูลตามลำดับเหตุการณ์ ดังแสดงในภาพที่ 5 สำหรับรายงานความบ่งพร่องจากระบบ CMMS และ ภาพที่ 6 สำหรับรายงานความบ่งพร่องจากระบบ SCADA

ลำดับ	เลขที่ใบงาน	สถานที่	รายละเอียดงาน	Mal s date	เวลาเริ่ม	Mal e date	เวลาสิ้นสุด	เวลาที่ใช้
1	90068491	BES-TRA-PTH-GND- ESC-	E1 PTH:Escalator no.E1/1 fault code F04	13.07.2018	5:43:48	13.07.2018	7:00:00	1:16:12
2	90069418	BES-TRA-PTH-CON- ESC-	E6 PTH:Escalator E-6/1 has faied in down	08.08.2018	5:07:52	08.08.2018	6:40:00	1:32:08

ภาพที่ 6 ตัวอย่างรายงานสรุปข้อมูลความบ่งพร่องของบันไดเลื่อนที่ได้จากระบบ CMMS (รูปแบบการรายงานแบบเดิม)

Date	Time	User	Area	Line	Station	Feeder	Element	State	State Value	Reason	Control deviation	Extra Value	Alarm color
1/5/2009	16:14:39.470	ARL BKK	-	BTC	-	RTU 9	RTU status	Failure	spontaneous	-	-	PV: Open	
1/5/2009	16:14:39.486	ARL BKK	-	BTC	-	RTU 9	State of channel B	Connecting	spontaneous	-	-	PV: Initialized	
1/5/2009	16:14:39.502	ARL BKK	-	LKB	-	RTU 10	State of channel A	Initialized	spontaneous	-	-	PV: Disconnec	
1/5/2009	16:14:39.502	ARL BKK	-	LKB	-	RTU 10	State of channel A	Connecting	spontaneous	-	-	PV: Initialized	
1/5/2009	16:14:39.517	ARL BKK	-	LKB	-	RTU 10	State of channel B	Initialized	spontaneous	-	-	PV: Disconnec	
1/5/2009	16:14:39.533	ARL BKK	-	LVB	-	RTU 10	RTU status	Failure	spontaneous	-	-	PV: Open	
1/5/2009	16:14:39.627	ARL BKK	-	SVB	-	RTU 11	State of channel A	Initialized	spontaneous	-	-	PV: Disconnec	
1/5/2009	16:14:39.627	ARL BKK	-	LKB	-	RTU 10	State of channel B	Connecting	spontaneous	-	-	PV: Initialized	
1/5/2009	16:14:39.642	ARL BKK	-	SVB	-	RTU 11	State of channel A	Connecting	spontaneous	-	-	PV: Initialized	
1/5/2009	16:14:39.658	ARL BKK	-	SVB	-	RTU 11	State of channel B	Initialized	spontaneous	-	-	PV: Disconnec	
1/5/2009	16:14:39.658	ARL BKK	-	SVB	-	RTU 11	RTU status	Failure	spontaneous	-	-	PV: Open	

ภาพที่ 7 ตัวอย่างรายงานสรุปข้อมูลความบ่งพร่องของบันไดเลื่อนที่ได้จากระบบ SCADA (รูปแบบการรายงานแบบเดิม)

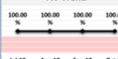
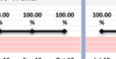
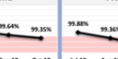
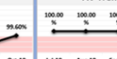
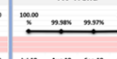
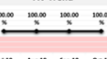
ทั้งนี้เพราะเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น สามารถรายงานประสิทธิภาพการซ่อมบำรุง ให้กับหน่วยงานบำรุงรักษาในรูปแบบที่เป็นกราฟฟิค พร้อม ข้อมูลเชิงปริมาณ ที่อ้างอิงเปรียบเทียบกับค่าความพร้อมใช้ที่เป็นเกณฑ์มาตรฐานสากลหรือเกณฑ์ที่ผู้ผลิตกำหนดไว้ ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์การบ่งพร่องของบันไดเลื่อน และใช้ในการวางแผนจัดการทรัพยากรการซ่อมบำรุงได้อีกด้วย โดยสามารถกำหนดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุงให้กับบันไดเลื่อน โดยได้สรุปเปรียบเทียบไว้ตามตารางที่ 1.

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบรูปแบบการรายงาน ความบกพร่องของบันไดเลื่อน

หัวข้อการเปรียบเทียบ	ระบบดั้งเดิม	ระบบใหม่
ดัชนีชี้วัดผลความพร้อมใช้	ไม่มี	แสดงผลเป็นตัวเลขเชิงปริมาณที่แปรเปลี่ยนตามข้อมูลความบกพร่องในอดีตในแต่ละช่วงเวลา
ดัชนีชี้วัดผลความเชื่อถือได้	ไม่มี	แสดงผลเป็นตัวเลขเชิงปริมาณที่แปรเปลี่ยนตามข้อมูลความบกพร่องในอดีตในแต่ละช่วงเวลา
แสดงค่าความพร้อมใช้เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานในรูปแบบ กราฟฟิค	ไม่มี	กราฟฟิคของบันไดเลื่อนเปลี่ยนสีตามความพร้อมใช้ของบันไดเลื่อนโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน
รูปแบบเหมาะสมกับการรายงานให้ผู้บริหารงานซ่อมบำรุง	เป็นการรายงานที่แสดงข้อมูลดิบตามเวลาที่เกิดขึ้นที่ได้จากอุปกรณ์ผ่านระบบอัตโนมัติ หรือ การบันทึกโดยผู้ปฏิบัติงานหน้างาน	แสดงดัชนีชี้วัดที่เป็นตัวเลขเชิงปริมาณและกราฟฟิค ที่ได้ผ่านการประมวลผลจากข้อมูลดิบในอดีต ที่ได้จาก จากอุปกรณ์ผ่านระบบอัตโนมัติ หรือ การบันทึกโดยผู้ปฏิบัติงานหน้างาน
การวางแผนทรัพยากรการซ่อมบำรุง	การรายงานผลเป็นการแสดงข้อมูลดิบไม่มีตัวชี้วัดช่วยในการวางแผน	สามารถใช้ให้เห็นความบกพร่องของบันไดเลื่อนที่มีความพร้อมใช้ต่ำและนำไปสู่การวางแผนทรัพยากรการซ่อมบำรุงให้กับบันไดเลื่อนที่มีแนวโน้มจะสร้างปัญหาล่วงหน้า
การตอบสนองต่อความบกพร่องของผู้ปฏิบัติงานเมื่อได้รับรายงานความบกพร่อง	การตอบสนองแบบเชิงรับ (Reactive Action)	การตอบสนองเชิงรุก (Proactive Action)

5) เมื่อได้ทำการสาธิตการใช้งาน ให้กับผู้บริหารงานการซ่อมบำรุงบันไดเลื่อนของบริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท. จำกัด โดยได้รับความเห็นสอดคล้องกับที่ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบและสรุปไว้กล่าวคือ

- 1) รายงานที่ได้นำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานซ่อมบำรุงได้ครบถ้วนสมบูรณ์
- 2) การรายงานผลในรูปแบบที่เป็นภาพกราฟฟิค (Graphic) ทำให้การประเมินประสิทธิภาพการซ่อมบำรุงทำได้อย่างรวดเร็ว
- 3) การรายงานผลในรูปแบบที่แสดงข้อมูลเชิงปริมาณทำให้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่บริษัทตั้งไว้ได้สะดวกและวิเคราะห์ผลได้ง่าย
- 4) รายงานสามารถแสดง ต้นทุนแรงงาน และ ค่าอะไหล่ที่ใช้ในการซ่อมบำรุง ทำให้ผู้บริหารงานซ่อมบำรุง นำไปใช้ในการคาดการณ์งบประมาณการซ่อมบำรุง และ ใช้ในการจัดการทรัพยากรบุคคลให้สอดคล้องกับงาน
- 5) มีปุ่มสร้างรายงานในรูปแบบ PDF. File ซึ่งทำให้ผู้บริหารงานซ่อมบำรุงบันได้เลื่อนสามารถ ส่งต่อไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้บริหารในระดับถัดไปได้ง่าย

AIRPORT RAIL LINK PHAYA THAI STATION ESCALATOR KPI DASHBOARD		Start *	End *	Total Day	Total Service Hour	Total Eng. Hour	 Export	 Import Data
		01-Jul-18	22-Oct-18	114	2109	627		
Escalator E1/1	Escalator E1/2	Escalator E4/1	Escalator E4/2	Escalator E6/1	Escalator E6/2	Escalator E6/3	Escalator E6/4	
								
Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	Down Time (hrs)	
0.0	0.4	0.0	5.7	14.2	0.0	0.3	0.0	
Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	Availability Rate (%)	
100.00%	99.98%	100.00%	99.73%	99.33%	100.00%	99.99%	100.00%	
MTBF (hrs)	MTBF (hrs)	MTBF (hrs)	MTBF (hrs)	MTBF (hrs)	MTBF (hrs)	MTBF (hrs)	MTBF (hrs)	
-	527.3	-	421.8	42.2	-	210.9	-	
MTTR (hrs)	MTTR (hrs)	MTTR (hrs)	MTTR (hrs)	MTTR (hrs)	MTTR (hrs)	MTTR (hrs)	MTTR (hrs)	
-	0.1	-	1.1	0.3	-	0.0	-	
AV Trend	AV Trend	AV Trend	AV Trend	AV Trend	AV Trend	AV Trend	AV Trend	
								
Man-Power Cost	Man-Power Cost	Man-Power Cost	Man-Power Cost	Man-Power Cost	Man-Power Cost	Man-Power Cost	Man-Power Cost	
0	1,600	0	6,800	19,600	0	0	0	
Spare parts Cost	Spare parts Cost	Spare parts Cost	Spare parts Cost	Spare parts Cost	Spare parts Cost	Spare parts Cost	Spare parts Cost	
0	0	0	1,280	46,930	0	0	0	

ภาพที่ 8 ตัวอย่างการรายงานความบกพร่องของบันไดเลื่อน (รูปแบบการรายงานแบบใหม่ที่กำลังพัฒนาขึ้น)

สรุปผลการศึกษา

จากการพัฒนาเครื่องมือเพื่อคำนวณค่าความพร้อมใช้และค่าความเชื่อถือได้ และการทดลองใช้งานเครื่องมือโดยการป้อนข้อมูลที่ได้จากชุดข้อมูลจากระบบ CMMS และ SCADA สามารถสรุปผลการศึกษาดังต่อไปนี้

- 1) การป้อนข้อมูลที่ได้จากระบบ CMMS ซึ่งเป็นข้อมูลที่บันทึกโดยผู้ปฏิบัติงานซ่อมบำรุง บันไดเลื่อนตามใบแจ้งซ่อม เครื่องมือสามารถแสดงผลค่าความพร้อมใช้และความเชื่อถือได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับทฤษฎีการวัดประสิทธิผลของอุปกรณ์
- 2) ข้อมูลจากระบบ SCADA ที่ได้ทำการกลั่นกรองแล้ว ตามรูปแบบความบ่งพร่องที่กำหนดไว้ เมื่อนำมาป้อนให้กับ เครื่องมือ พบว่าเครื่องมือสามารถแสดงผลค่าความพร้อมใช้และความเชื่อถือได้ และยังมีความสอดคล้องกับผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลที่ได้จากระบบ CMMS
- 3) พบว่าข้อมูลจากระบบ SCADA ช่วยให้ผู้ใช้คาดการณ์การบ่งพร่องล่วงหน้าได้ก่อนที่บันไดเลื่อนจะบ่งพร่องจนหยุดการทำงานกล่าวคือ บันไดเลื่อนจะส่งสัญญาณความบ่งพร่องให้กับระบบ SCADAที่มีความถี่มากกว่าปกติก่อนที่ บันไดเลื่อนจะหยุดการทำงาน ด้วยเหตุนี้เมื่อนำข้อมูลจากระบบ SCADA มาทำการคำนวณผู้ที่ทำการซ่อมบำรุงย่อมสามารถคาดการณ์การบ่งพร่องล่วงหน้าได้
- 4) เครื่องมือสามารถ แสดงผลลัพธ์ให้เห็นบันไดเลื่อนที่มีความพร้อมใช้งานและความเชื่อถือได้ต่ำกว่าเกณฑ์ได้อย่างชัดเจน และรวดเร็วเมื่อเทียบกับการรายงานผลเดิมที่เป็นเพียงการรายงานความบ่งพร่องตามลำดับเหตุการณ์ ผลลัพธ์ที่ได้ช่วยให้ผู้ปฏิบัติการซ่อมบำรุงสามารถวางแผนทรัพยากรการซ่อมบำรุงได้ล่วงหน้าและสามารถจัดลำดับความเร่งด่วนตามผลลัพธ์ที่ได้จากการวัด

ข้อเสนอแนะ

- 1) การเพิ่มขอบเขตให้ครอบคลุมบันไดเลื่อนทั้งหมดที่มีอยู่ในโครงการทุกตัว
- 2) การพัฒนาเครื่องมือโดยอาศัย Machine Learning ในการประมวลผลข้อมูลที่ได้จาก ระบบ SCADAเพื่อลดเวลาในการทำงาน
- 3) การเพิ่ม เซ็นเซอร์การตรวจวัดความบ่งพร่องของบันไดเลื่อน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- ธงชัย เสริมพงษ์พันธ์. (2540). วิศวกรรมการซ่อมบำรุง Maintenance Engineering. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ
- อนุศักดิ์ นีนไพบาส. (2555). การบริหารงานบำรุงรักษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น
- อนุศักดิ์ นีนไพบาส. (2559). งานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล (Bilingual Book). กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น
- ขวัญชัย กุลสันติธำรงค์.(2558). บทความ. การออกแบบระบบบันไดเลื่อนในสถานีรถไฟฟ้า.กรุงเทพฯ: เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้าอุตสาหกรรม 32, 376 กรกฎาคม 2558
- บุญพงษ์ กิจวัฒนาชัย. (2558) บทความ. บันไดเลื่อน และทางเลื่อน ข้อเสนอแนะการใช้งาน และข้อสังเกตความผิดปกติ. Blog ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
- ฐิธิพ การสมดี. (2558). ลักษณะและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษบบันไดเลื่อน.วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ประจวบ นามาส. (2555). การปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร OEE บรรจุแป้ง. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาการจัดการทางวิศวกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
- ประโยชน์ ยลวิลาส. (2555). การนำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้เพื่อลดอัตราการเสียของอุปกรณ์เชื่อมต่อในสายการผลิตกล้องถ่ายภาพดิจิทัล. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาการจัดการทางวิศวกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาษาต่างประเทศ

- Tony Miller (2010). *The Mathematics of Escalators on the London Underground: Transport for London Mechanical*
- S.A Avlonitis, M. Pappas, K. Moutesidis, D. Avlonitis, K Kouroumbas, N. Vlachakis(2014). *PC based SCADA system and additional safety measures for small deslination plants:Department of Petroleum Technology, Technological Educational Institution of Kavala, Greece*