

Management Causes of Delays in Government Construction Innovations Using Data Mining Techniques

Atcharaporn Nachaithong^{1*} Sirinthip Ouansrimeang² and Kittipol Wisaeng³

Received: July 2,2024 Revised: September 17,2024 Accepted: November 12,2024

Abstract

This research had two main objectives: 1) Identify the factors that lead to delays in construction projects, a highly significant aspect, and 2) Assess the performance of models using data mining techniques to predict and analyze these delays. This research highlighted the value of stakeholder involvement. The research findings revealed significant factors contributing to construction project delays. On the contractor's side, the most influential factor was the lack of diligence and failure to inspect the construction site before commencing work, leading to project expenditure errors with a high confidence value of 0.99. On the employer's side, a critical factor was the delay in granting approval or permission for the contractor to access the construction site, with a confidence value of 0.99. Inadequate communication and coordination between the supervisor and the contractor were also identified as key factors causing delays, with a confidence value of 1.00. Additionally, it was found that political situations significantly impacted financial liquidity, which in turn caused project delays, with a confidence value of 1.00. For the second objective, the performance of five models in predicting delays was compared. After thorough testing, the Random Forest model demonstrated the best performance, with an accuracy of 89.74. Based on these findings, we concluded that the Random Forest model was the most suitable for managing and analyzing the causes of delays in government construction projects.

Keywords: Construction delays, Data mining techniques, Random Forest model

¹ Faculty of Business Administration and Accountancy Roi Et Rajabhat University

² Division of Finance & Facilities Mahasarakham University

³ Faculty of Accountancy and Management Mahasarakham University

*Corresponding author. E-mail: atcharaporn_ju@reru.ac.th

การบริหารจัดการมูลเหตุความล่าช้าในนวัตกรรม ก่อสร้างภาครัฐด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

อัจฉราภรณ์ นาชัยทอง^{1*} ศิรินทิพย์ อ้วนศรีเมือง² และ กิตติพล วิแสง³

วันรับบทความ: July 2, 2024 วันแก้ไขบทความ: September 17, 2024 วันตอบรับบทความ: November 12, 2024

บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักสองประการ คือ 1) การระบุปัจจัยที่นำไปสู่ความล่าช้าในโครงการก่อสร้างซึ่งเป็นแง่มุมที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง 2) การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เพื่อทำนายและวิเคราะห์ความล่าช้า งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงคุณค่าของการมีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ผลการวิจัยเผยให้เห็นปัจจัยที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการก่อสร้าง ด้านผู้รับเหมา ปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด คือ การขาดความรอบคอบและการไม่ได้ตรวจสอบสถานที่ก่อสร้างก่อนเริ่มงาน ซึ่งนำไปสู่ข้อผิดพลาดในการใช้จ่ายโครงการด้วยค่าความเชื่อมั่นที่สูงถึง 0.99 ในส่วนของนายจ้าง ปัจจัยที่สำคัญมาก คือ ความล่าช้าในการอนุมัติหรืออนุญาตให้ผู้รับเหมาเข้าพื้นที่ก่อสร้าง โดยมีค่าความเชื่อมั่น 0.99 การสื่อสารและการประสานงานที่ไม่เพียงพอระหว่างผู้ควบคุมงานและผู้รับเหมาถูกระบุว่าเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความล่าช้า โดยมีค่าความเชื่อมั่น 1.00 นอกจากนี้ ยังพบว่าสถานการณ์ทางการเมืองยังส่งผลกระทบต่ออย่างมีนัยสำคัญต่อสภาพคล่องทางการเงิน ซึ่งส่งผลกระทบต่อความล่าช้าของโครงการด้วยค่าความเชื่อมั่นที่ 1.00 สำหรับเป้าหมายที่สองได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้ง 5 แบบในการทำนายความล่าช้า หลังจากการทดสอบอย่างถี่ถ้วน แบบจำลองต้นไม้สุ่ม (Random Forest) แสดงประสิทธิภาพที่ดีที่สุด โดยมีความแม่นยำถึง 89.74 จากผลการวิจัยนี้ เราจึงสรุปได้ว่าแบบจำลองต้นไม้สุ่ม (Random Forest) เหมาะสมที่สุดในการจัดการและวิเคราะห์สาเหตุของความล่าช้าในโครงการก่อสร้างของรัฐบาล

คำสำคัญ: ความล่าช้าในการก่อสร้าง เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล แบบจำลองต้นไม้สุ่ม

¹ คณะบริหารธุรกิจและการบัญชี มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

² กองคลังและพัสดุ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

³ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

*Corresponding author. E-mail: atcharaporn_ju@reru.ac.th

บทนำ

ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา มีการศึกษาทั้งในและต่างประเทศมากมายเกี่ยวกับปัญหา การตรวจสอบและการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความล่าช้าในโครงการก่อสร้าง ซึ่งการตรวจสอบเหล่านี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อระบุสาเหตุของความล่าช้าและจัดอันดับตามผลกระทบที่มีต่อวัตถุประสงค์ของ โครงการก่อสร้าง (Alrasheed et al., 2023) จากปัญหาการขยายระยะเวลางานก่อสร้างในประเทศที่ กำลังพัฒนาและประเทศอุตสาหกรรม จัดเป็นส่วนที่สำคัญมากและเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อหลาย ส่วน เช่น การจัดงบประมาณในการก่อสร้าง ราคาวัสดุ เศรษฐกิจแปรผันของโครงการก่อสร้างจาก ฐานข้อมูลระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement: eGP) ของกรมบัญชีกลาง อีกทั้งเป็นศูนย์กลางข้อมูลสารสนเทศด้านการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐที่ปรับปรุงกลไก และวิธีการเกี่ยวกับการบริหารพัสดุภาครัฐให้สามารถดำเนินการด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อสร้าง ความโปร่งใส

ในการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ และมาตรฐานสากลจากฐานข้อมูลระบบการจัดซื้อจัดจ้าง (eGP) ที่เริ่มใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 มาจนถึงปัจจุบัน โดยมีการเปิดเผยข้อมูลการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐที่ เว็บไซต์การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (www.gprocurement.go.th) เพื่อให้ผู้ค้ากับภาครัฐและประชาชนทั่วไป ได้ทราบผลการจัดซื้อจัดจ้างที่ผ่านมา และสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การจัดซื้อจัดจ้าง การติดตามผล การตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่า โปร่งใส และป้องกันการทุจริต คอร์ปชั่น จากการตรวจสอบข้อมูลรายงานสถานะผู้ค้าภาครัฐ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 (เดือน ตุลาคม 2560 – กันยายน 2565) พบว่า จำนวนผู้ค้าภาครัฐกว่า 350,000 ราย มีโครงการก่อสร้างมีความล่าช้าคิดเป็นร้อยละ 80 ของจำนวนโครงการทั้งหมดจากฐานข้อมูลโครงการก่อสร้างภาครัฐ ส่งผลให้หน่วยงานภาครัฐเกิดความเสียหายไม่ได้ใช้สอยประโยชน์จากการก่อสร้างตามแผนงานของ หน่วยงานภาครัฐที่กำหนดไว้และสูญเสียงบประมาณเนื่องจากต้องมีการจัดซื้อจัดจ้างใหม่ซ้ำบ่อยครั้ง

ดังนั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาสาเหตุแห่งความล่าช้าโครงการก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์ 1) ระบุปัจจัยที่เป็นมูลเหตุของความล่าช้าในโครงการก่อสร้าง 2) ประเมินประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบแบบจำลองที่ดีที่สุดในการทำนายความล่าช้า โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล จาก ฐานข้อมูลระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : EGP) ซึ่งเป็นศูนย์กลางข้อมูลสารสนเทศของโครงการก่อสร้างของภาครัฐ ซึ่งจะพบว่าความล่าช้าที่กล่าวถึงเป็น ปัจจัยหลักที่ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ ผู้ว่าจ้าง ผู้ควบคุมงาน ผู้รับจ้าง ได้รับผลกระทบโดยตรงจากความ ล่าช้าดังกล่าว ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลนำมาสร้างแบบจำลองและทดสอบประสิทธิภาพเพื่อให้ได้ แบบจำลองที่ดีที่สุดในการทำนายความล่าช้าของโครงการก่อสร้างภาครัฐ และสามารถระบุสาเหตุที่ แท้จริงของความล่าช้าในโครงการก่อสร้างได้อย่างแม่นยำ ช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถ ดำเนินการแก้ไขปัญหาได้ตรงจุด มีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนากลยุทธ์และวิธีการในการลดความ

ล่าช้าในโครงการก่อสร้าง นำนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้ในการบริหารจัดการโครงการ ส่งเสริมการพัฒนาวิธีการและกระบวนการใหม่ ๆ ในการดำเนินโครงการก่อสร้างโดยใช้เทคนิคด้านการทำเหมืองข้อมูลมาช่วยเสริมสร้างศักยภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจที่ดีขึ้น

บททวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการโครงการ

Warburton และ Cioffi (2014) กล่าวว่าการบริหารจัดการโครงการใช้แนวคิดที่ช่วยให้ผู้จัดการโครงการสามารถบริหารและดำเนินงานให้ประสบความสำเร็จได้ ซึ่งประกอบด้วยหลักการคือ 1) การนำเอา Lean Thinking มาใช้เพื่อเน้นการกำจัดสิ่งที่ไม่จำเป็นออกจากกระบวนการโครงการ เพื่อลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มคุณค่าให้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งมักถูกใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องจัดการกับโครงการที่ซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ โดยมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับความไม่แน่นอนและการดำเนินโครงการที่รวดเร็ว 2) การจัดการโครงการในห่วงโซ่วิกฤต (Critical Chain Project Management : CCPM) เป็นลักษณะที่เน้นการจัดการเวลาและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งเน้นที่การจัดการความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้นในโครงการและการใช้ การใช้บัฟเฟอร์ไทม์ (Buffer time) เพื่อลดความล่าช้า โดยมุ่งหวังให้ผู้จัดการโครงการสามารถควบคุมปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ทันทีผ่านการปรับเปลี่ยนตารางเวลาและทรัพยากรที่มี ซึ่ง (Adegbite et al., 2023) แนวโน้มและความท้าทายในการจัดการโครงการในปัจจุบัน มีการนำนวัตกรรมด้านวิธีการเข้ามาปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการโครงการ นำเทคโนโลยีและวิธีการใหม่ ๆ เข้ามาปฏิวัติการจัดการโครงการเน้นที่การบูรณาการการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล ปัญญาประดิษฐ์ และวิธีการแบบแอสไจล์ (Agile) เพื่อให้สามารถจัดการกับความซับซ้อนในสภาพแวดล้อมโครงการสมัยใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้ง (Van Nguyen, 2023) การบริหารจัดการโครงการแสดงให้เห็นว่าการมุ่งเน้นไปที่การปรับปรุงประสิทธิภาพของโครงการและการตอบสนองความต้องการของลูกค้า สามารถส่งเสริมนวัตกรรมในบริษัทก่อสร้างได้อย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่ากฎระเบียบและนโยบายอาจไม่ใช่ปัจจัยหลักในการส่งเสริมนวัตกรรมเพื่อการก่อสร้างที่ยั่งยืน

แนวคิดการบริหารจัดการโครงการ เช่น การคิดแบบลีน (Lean thinking) และ ห่วงโซ่วิกฤต (Critical chain) ต่างมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้จัดการโครงการสามารถจัดการทรัพยากรและเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มโอกาสในการบรรลุเป้าหมายของโครงการในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

2. เทคนิคเหมืองข้อมูล

Karki และ Hadikusumo (2023) อธิบายสาเหตุของโครงการก่อสร้างมักประสบกับปัญหาความล่าช้าและต้นทุนเกินงบประมาณ เนื่องจากความเสี่ยงที่ควบคุมไม่ได้ อันเกิดจากความซับซ้อน ความไม่แน่นอน และลักษณะที่ไม่ซ้ำใครของโครงการ วิธีการบริหารความเสี่ยงแบบดั้งเดิมไม่สามารถจัดการกับความท้าทายเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ต้องสำรวจโซลูชันใหม่ ๆ ที่สร้างสรรค์และขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ปัญญาประดิษฐ์ (AI) จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาโซลูชันการจัดการโครงการที่สามารถปรับปรุงและทำงานอัตโนมัติได้ โดยการศึกษาได้นำอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง เช่น ต้นไม้การตัดสินใจ เครือข่ายประสาทเทียม การเพิ่มประสิทธิภาพการไหลระดับแบบสุดขีด การถดถอยเชิงเส้นและสันเขามาทำนายความเสี่ยงจากความล่าช้าและต้นทุนเกินงบประมาณ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความแม่นยำในการทำนายของอัลกอริทึมเหล่านี้ Sanni-Anibire et al., (2022) ได้อธิบายถึงสาเหตุของโครงการก่อสร้างที่มีความเสี่ยงมักประสบปัญหาความล่าช้าและการละทิ้งงาน การศึกษานี้พัฒนาโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านความล่าช้าในโครงการอาคารสูง โดยเริ่มจากการระบุปัจจัยเสี่ยง 36 ประการจากวรรณกรรม และทำการสำรวจจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อสร้างชุดข้อมูลสำหรับแอปพลิเคชันการเรียนรู้ของเครื่อง โมเดลที่ใช้ในการทำนาย ได้แก่ K-Nearest Neighbors (KNN) เครือข่ายประสาทเทียม (ANN) Support Vector Machines (SVM) และวิธีการ Ensemble ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าเครือข่ายประสาทเทียม (ANN) มีความแม่นยำในการจำแนกประเภทสูงสุดที่ 93.75 อีกทั้ง Purushothaman, (2024) กล่าวว่าอุตสาหกรรมก่อสร้างต้องเผชิญกับความซับซ้อนของโครงการ ความล่าช้า และปัญหาด้านการสื่อสาร การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยเฉพาะการวิเคราะห์ข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่อง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผน การจัดตาราง และการบริหารความเสี่ยง บทความนี้แนะนำแนวทางการรวม AI ผ่านการเก็บข้อมูล อัลกอริทึมการเรียนรู้ และระบบคลาวด์ พร้อมกรณีศึกษาที่แสดงถึงประโยชน์ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพ ประหยัดต้นทุน และความปลอดภัย อย่างไรก็ตาม ความท้าทายยังคงอยู่ เช่น ความปลอดภัยของข้อมูลและการยอมรับของแรงงาน บทความสนับสนุนให้อุตสาหกรรมก่อสร้างยอมรับ AI เพื่อพัฒนาผลลัพธ์ของโครงการที่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Wyrembek และ Baryannis (2024) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาความล่าช้าโดยมีการนำการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) มาช่วยให้ผู้มีส่วนร่วมนสามารถเลือกโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องที่เหมาะสมในการพยากรณ์ความล่าช้า และช่วยให้ผู้มีส่วนร่วมนสามารถตัดสินใจได้ง่ายขึ้นและเลือกอัลกอริทึมที่เหมาะสมในการพยากรณ์ความล่าช้าซึ่งต้นไม้สุ่ม (Random Forest) ถูกระบุว่าเป็นตัวเลือกที่สมดุลงที่สุดในบริบทของกรณีศึกษา พร้อมทั้งสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือคัดค้านตัวเลือกต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนผ่านการเปรียบเทียบตัวชี้วัด ทำให้แนวทางนี้มีความน่าเชื่อถือและประสิทธิผลในทางปฏิบัติ

3. มูลเหตุความสำคัญของการเกิดความล่าช้าในงานก่อสร้างภาครัฐ

3.1 มูลเหตุความสำคัญของการเกิดความล่าช้าในงานก่อสร้างภาครัฐในประเทศไทย

Triwong et al. (2022) ได้ทำการศึกษาระดับและความสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าของโครงการก่อสร้างอาคาร ซึ่งจะพบว่าบุคลากรในโครงการก่อสร้างให้ความสำคัญกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความล่าช้าของโครงการก่อสร้างในระดับมาก โดยปัจจัยด้านการออกแบบมีระดับความสำคัญสูงที่สุด รองลงมา คือ ปัจจัยด้านทรัพยากร ด้านปัจจัยภายนอกและอื่น ๆ และด้านการปฏิบัติงาน ตามลำดับ ซึ่ง Saiprom (2015) ได้ทำการศึกษาสาเหตุที่ทำให้เกิดความล่าช้าในโครงการก่อสร้างอาคารประเภท ศูนย์การค้า สาเหตุความล่าช้าที่เกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง เป็นผลจากการที่เจ้าของโครงการตัดสินใจให้มีการปรับแก้ไขรายละเอียดของโครงการหรือรูปแบบของโครงการ โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มศักยภาพ (Competitiveness) ในการแข่งขันทางธุรกิจ ทำให้โครงการต้องเสียเวลาในการแก้ไขงานก่อสร้างที่ดำเนินการไปแล้วให้ถูกต้อง ทั้งในส่วนของงานโครงสร้างและงานสถาปัตยกรรม ซึ่งด้วยเวลาที่มีอยู่อย่างจำกัด จึงทำให้ไม่มีเวลาที่เพียงพอในการแก้ไขงานให้เสร็จทันตามแผนงานที่วางไว้และเป็นสาเหตุทำให้โครงการเกิดความล่าช้า อีกทั้ง Kaewjaijong และ Benjaoran (2022) ได้ศึกษาปัจจัยความล่าช้าของงานก่อสร้างด้วยแบบสอบถามความคิดเห็นจากทัศนคติของวิศวกรโยธา ซึ่งข้อมูลรายละเอียดและความรับผิดชอบโดยตรงต่อโครงการมากที่สุด มีประสบการณ์ทำงานที่ใช้สะท้อนปัญหาต่าง ๆ ที่ได้ที่สุด ผลการวิจัยบ่งชี้ว่า สาเหตุความล่าช้าที่ได้คะแนนสูงสุดห้าลำดับแรก คือ การขาดแคลนแรงงาน สภาพคล่องทางการเงินของผู้รับเหมา การเปลี่ยนแปลงเนื้องานก่อสร้างระหว่างดำเนินการ การกำหนดขอบเขตและวัตถุประสงค์ของงานก่อสร้างไม่ชัดเจน และผู้รับเหมาไม่จ่ายเงินค่าแรงคนงานหรือผู้รับเหมาช่วงตามกำหนด นอกจากนี้ Boonruk และ Kumpon (2018) กล่าวว่าปัญหาการทิ้งงานอาจเกิดจากสาเหตุหลายด้านทั้งจากผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง ด้านปัจจัยภายนอก และรวมถึงการบริหารงานก่อสร้างที่ขาดประสิทธิภาพและประสิทธิผล ผลการศึกษารูปแบบองค์กรธุรกิจที่ทิ้งงานมากที่สุด คือ รูปแบบนิติบุคคลที่มีทุนจดทะเบียนไม่เกิน 1 ล้านบาท มูลค่าโครงการที่ ผู้รับจ้างทิ้งงานมากที่สุด คือ โครงการที่มีมูลค่าไม่เกิน 1 ล้านบาท ประเภทงานที่ผู้รับจ้างทิ้งงานมากที่สุด คือ งานอาคาร และที่ตั้งโครงการที่ผู้รับจ้างทิ้งงานมากที่สุด คือ ภาคกลาง แต่ทั้งนี้ งานวิจัยดังกล่าวเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะผู้ทิ้งงานก่อสร้างของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) เป็นหลัก

3.2 มุลเหตุความสำคัญของการเกิดความล่าช้าในงานก่อสร้างภาครัฐในต่างประเทศ

Marzouk และ El-Rasas (2014) ได้วิเคราะห์ข้อมูลเหตุความล่าช้าในโครงการก่อสร้างของประเทศอียิปต์ โดยปัญหาความล่าช้าที่สำคัญของโครงการก่อสร้างที่เกิดขึ้นบ่อยระหว่างการก่อสร้างหรือตลอดระยะเวลาก่อสร้างมักจะส่งผลต่อข้อพิพาทและการฟ้องร้อง ปัญหานี้จึงมีความสำคัญที่จะต้องได้รับการศึกษาและวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ส่งผลต่อความล่าช้า ปัญหาความล่าช้าในการก่อสร้างของโครงการในประเทศอียิปต์ได้มีการศึกษาผ่านการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ รวมถึงการตอบแบบสอบถามจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น เจ้าของโครงการ บริษัทที่ปรึกษาหรือควบคุมงานก่อสร้าง และองค์กรของผู้รับจ้าง ทั้งนี้ Senouci (2016) ได้ศึกษาความล่าช้าในโครงการก่อสร้างของภาครัฐสำหรับประเทศกาตาร์ ผลการวิจัย พบว่า ประเทศมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องทำความเข้าใจกระบวนการวิธีเพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น ข้อมูลที่ได้จากโครงการก่อสร้างในประเทศกาตาร์ที่ใช้ศึกษาประกอบด้วย 122 โครงการ เมื่อทำการวิเคราะห์ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างงบประมาณก่อสร้างและต้นทุนที่เพิ่มขึ้นสามารถทำนายต้นทุนของการก่อสร้างโดยเฉพาะโครงการก่อสร้างอาคารและโครงการก่อสร้างระบบระบายน้ำ สำหรับงบประมาณที่เพิ่มขึ้นเกิดจากต้นทุนของผู้รับจ้างเอง ขณะที่โครงการระบายน้ำงบประมาณลดลงเมื่อต้นทุนของผู้รับจ้างเพิ่มขึ้น การศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ปัจจัยหลักสำคัญ คือ งบประมาณหรือต้นทุนของผู้รับจ้างที่ส่งผลต่อ ความล่าช้าของโครงการเป็นสำคัญ ส่วนงานวิจัยของ Niazi และ Painting (2017) ได้ศึกษามูลเหตุที่สำคัญของการก่อสร้างในประเทศอัฟกานิสถาน โดยทั่วไปแล้วจะพบว่า ความสำเร็จของโครงการก่อสร้างจะต้องขึ้นกับปัจจัยหรือมูลเหตุหลายประการ ปัญหาและมูลเหตุเหล่านี้พบมากในประเทศที่กำลังพัฒนาโดยมีข้อจำกัดของงบประมาณและปัญหาการจัดงบประมาณเป็นสำคัญ ส่งผลให้เกิดสมรรถนะในโครงการก่อสร้างต่ำลง สำหรับประเทศอัฟกานิสถานแล้วงบประมาณก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากปัญหาของกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการทั้งผู้จำหน่ายวัสดุ ผู้รับจ้างช่วงต่อ และผู้รับจ้างหลัก เป็นต้น นอกจากนี้ Adil et al., (2019) ได้ศึกษาสาเหตุของการทิ้งงานของโครงการก่อสร้างในประเทศอิรัก พบว่า การคอร์รัปชันด้านการเงิน การรับโครงการโดยบริษัทที่ไม่มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง และได้ผู้รับจ้างที่ไม่มีศักยภาพ เป็น 3 สาเหตุหลักที่ทำให้โครงการถูกทิ้งงาน และงานวิจัยของ Khudhaire and Najji (2021) ซึ่งทำการศึกษาสาเหตุการทิ้งงานของโครงการก่อสร้างในประเทศอิรักจากการจัดกลุ่มสาเหตุการทิ้งงานออกเป็น 6 ด้าน ประกอบไปด้วยสาเหตุด้านการจัดการ ด้านการเงิน ด้านราคา ด้านเวลา ด้านทรัพยากร และด้านปัจจัยภายนอก ซึ่งสาเหตุด้านการเงิน (การจ่ายเงินล่าช้า การคอร์รัปชันด้านการเงิน) ก็เป็นด้านที่ถูกระบุว่าเป็นสาเหตุที่ได้ค่าดัชนีความสำคัญ (Relative Importance Index : RII) ของการทิ้งงานสูงอยู่ในอันดับ 1 ใน 3 ส่วนงานวิจัยของ Ayodele (2011) ซึ่งได้ทำการศึกษาสาเหตุและผลกระทบของการทิ้งงานในโครงการก่อสร้างในประเทศไนจีเรีย โดยพบ 5 สาเหตุหลัก ประกอบไปด้วย การวางแผนโครงการที่ไม่เหมาะสม ทุนดำเนินงานไม่เพียงพอ สภาพเงินเฟ้อ การล้มละลายของ

ผู้รับจ้าง และการเปลี่ยนแปลงขอบเขตการทำงาน ส่วนผลกระทบที่เกิดขึ้น ได้แก่ ความผิดหวังของ ผู้ใช้บริการ มาตรฐานการครองชีพต่ำและการสิ้นเปลืองทรัพยากรโดยไร้ประโยชน์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อระบุปัจจัยที่เป็นมูลเหตุของความล่าช้าในวัฏจักรก่อสร้างภาครัฐ
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพและเปรียบเทียบแบบจำลองที่ดีที่สุดในการทำนายความล่าช้า โดยใช้ เทคนิคเหมืองข้อมูล

ขอบเขตและวิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการบริหารจัดการมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรก่อสร้างภาครัฐด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลซึ่งเป็นการวิจัยเชิงสำรวจที่เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการศึกษาและตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับความล่าช้าในงานก่อสร้างของภาครัฐ เพื่อหามูลเหตุถึงความล่าช้า และดำเนินการสร้างแบบจำลองเพื่อนำมาทำนายความล่าช้าในโครงการก่อสร้างของภาครัฐ และสามารถพัฒนากลยุทธ์เพื่อลดปัญหาเหล่านี้ เช่น การปรับปรุงการวางแผนและการกำหนดเวลาโครงการ การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดสรรทรัพยากร และการปรับปรุงการสื่อสารและการประสานงานระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลสามารถช่วยให้หน่วยงานรัฐบาลได้รับข้อมูลเชิงลึกที่มีค่า ซึ่งนำไปสู่การเสริมสร้างโครงการอย่างมีประสิทธิภาพและตรงเวลา งานวิจัยฉบับนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีวิธีวิจัยในรูปแบบของการสำรวจ (Survey Research) ซึ่งการเก็บข้อมูลจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แบบสอบถาม (Questionnaire) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรผู้ใช้งานในระบบการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (eGP) ที่ลงทะเบียนในระบบโดยส่วนราชการมีผู้ใช้งาน 152,402 ราย (Thai Government Procurement, 2022)

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างภาครัฐในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่ดำเนินการก่อสร้างในปีงบประมาณ 2560 – 2565 ผู้วิจัยเลือกโครงการที่ได้รับจัดสรรมากที่สุดอยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 217 โครงการ ภาคใต้ จำนวน 151 โครงการ ภาคเหนือ จำนวน 123 โครงการ ภาคตะวันออก จำนวน 68 โครงการ ภาคกลาง 68 โครงการ และภาคตะวันตก จำนวน 28 โครงการ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกศึกษาข้อมูลจากเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือเนื่องจากได้รับการจัดสรรงบประมาณโครงการมากที่สุดในประเทศไทย โดยคำนวณจากตารางสำเร็จรูปของเคจซีและมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970) ที่กำหนดให้สัดส่วนของลักษณะที่สนใจประชากร เท่ากับ 0.5 ระดับความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 5% และระดับความเชื่อมั่น 95% มีจำนวน 380 คน

2. เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) ซึ่งสร้างตามวัตถุประสงค์ โดยการเก็บข้อมูลนั้นจะอยู่ในรูปแบบของงานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อสอบถามบุคคลที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างภาครัฐ จำนวน 30 โครงการ ในช่วงปีงบประมาณ 2560–2565 คิดเป็นร้อยละ 50 ของงบประมาณทั้งหมด โดยใช้ประชากรกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ (1) เจ้าหน้าที่จัดซื้อจัดจ้างภาครัฐในเขตภาครัฐตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย (2) กรรมการตรวจการจ้าง/กรรมการตรวจรับพัสดุ โครงการก่อสร้างภาครัฐ (3) ผู้ควบคุมงานก่อสร้างจากหน่วยงานภาครัฐ (4) ผู้รับจ้างที่เป็นคู่สัญญาจ้างกับหน่วยงานภาครัฐ (5) ผู้ควบคุมงานเอกชน ซึ่งข้อมูลจำนวนบุคลากรตามสัญญางานก่อสร้างแต่ละโครงการ จำนวน 30 โครงการ ที่ระบุขอบเขตงานและบุคลากรในการดำเนินงานก่อสร้างไว้ในแต่ละโครงการ ซึ่งรายละเอียดในแบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือ ข้อมูลทั่วไปของแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล และ ส่วนที่ 2 คือ ความคิดเห็นเกี่ยวกับมูลเหตุความล่าช้าในวัฏกรรมการก่อสร้างภาครัฐ ประกอบด้วยปัจจัยมูลเหตุความล่าช้า 4 ด้าน คือ ด้านผู้ว่าจ้าง ด้านผู้รับจ้าง ด้านผู้ควบคุมงาน และด้านปัจจัยภายนอก

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ผู้วิจัยจัดทำแบบสอบถามเกี่ยวกับมูลเหตุความล่าช้าในวัฏกรรมการก่อสร้างภาครัฐ และนำไปเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพเชิงเนื้อหาและภาษา สามารถตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้อโดยใช้สูตร IOC (Index of Congruence) ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า 0.80 ขึ้นไปทุกข้อของแบบสอบถาม

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประชากรกลุ่มตัวอย่าง โดยเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566 และผู้วิจัยจะส่งแบบสอบถามผ่านทางอิเล็กทรอนิกส์ (Google form) โดยส่งให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 380 ราย โดยขอความอนุเคราะห์ให้ตอบกลับมาภายใน 10 วัน

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์หามูลเหตุที่ส่งผลให้โครงการก่อสร้างภาครัฐล่าช้า มีขั้นตอนดังนี้

4.1 เตรียมข้อมูล หลังจากที่ได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลของแบบสอบถามเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้อ่านผ่านกระบวนการทำความสะอาดและเตรียมข้อมูลเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ รวมถึงการจัดการค่าที่หายไป การลบค่าผิดปกติ และการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม

4.2 ผู้วิจัยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาวิเคราะห์ เช่น การจำแนกประเภทเพื่อทำนายความล่าช้า การจัดกลุ่มเพื่อระบุปัจจัยความล่าช้า และการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของโครงการและความล่าช้า โดยมีอัลกอริทึมดังนี้ Random Forest (RF) Support Vector Machines (SVM) Linear Regression (LR) K-Nearest Neighbors (K-NN) และ Gradient Boosting Machines (GBM) (Han et al., 2011; Tsamardinos et al., 2018)

4.3 การวัดประสิทธิภาพ (Evaluation Measure) ในการประเมินประสิทธิภาพโมเดล ผู้วิจัยได้ใช้เมตริกการประเมินผลหลายรายการ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโมเดลที่ดีที่สุดในการทำนายความล่าช้าในโครงการก่อสร้างของภาครัฐ (Li et al., 2021; Nguyen, 2021; Schuh et al., 2016)

1) ค่าความถูกต้อง (Accuracy) คือ จำนวนของข้อมูลที่ทำนายถูกทุกคลาส เป็นการวัดความถูกต้องของโมเดล โดยพิจารณาทุกคลาส ดังสมการที่ 1

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$

2) ค่าความแม่นยำ (Precision) คือ ค่าที่ดูจากสิ่งทำนายออกมาแล้วหาว่าถูกได้กี่เปอร์เซ็นต์ ดังสมการที่ 2

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

3) ค่าความระลึก (Recall) คือ ค่าของจำนวนที่ทำนายถูกที่ตัว เป็นการวัดความถูกต้องของโมเดล ดังสมการที่ 3

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

4) ค่าความถ่วงดุล (F – measure) คือ ค่าเฉลี่ยของค่าความแม่นยำและค่าระลึก ดังสมการที่ 4

$$F - measure = \frac{2*Recall*Precision}{Recall+Precision} \quad (4)$$

ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 คือ ข้อมูลทั่วไปของแบบสอบถาม

ผลการศึกษาโดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับการบริหารจัดการมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ ได้แสดงข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	ความหมายของข้อมูล	ร้อยละ
เพศ	ชาย	65.00
	หญิง	35.00
อายุ	น้อยกว่า 20 ปี	27.70
	20 – 30 ปี	40.00
	31 – 40 ปี	16.30
	41 – 50	20.00
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	8.70
	ปริญญาตรี	44.50
	สูงกว่าปริญญาตรี	46.80
ประสบการณ์ทำงานถึงปัจจุบัน	น้อยกว่า 1 ปี	17.40
	1 – 5 ปี	17.40
	6 – 10 ปี	12.40
	มากกว่า 10 ปี	70.30
ตำแหน่งหน้าที่	เจ้าหน้าที่ของภาครัฐ	17.10
	ผู้ควบคุมงานของหน่วยงานภาครัฐ	7.60
	บริษัทให้บริการควบคุมงานก่อสร้าง	22.40
	คณะกรรมการตรวจรับ	24.20

จากตารางที่ 1 ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 65 เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 35 ส่วนมากมีอายุช่วง 20 – 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 40 ระดับการศึกษาส่วนมากจะสูงกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 46.80 โดยที่ประสบการณ์ในการทำงานของผู้ตอบแบบสอบถามมีประสบการณ์การทำงานมากกว่า 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 70.30 และตำแหน่งหน้าที่ส่วนมากเป็นคณะกรรมการตรวจรับ คิดเป็นร้อยละ 24.20 ตามลำดับ

ส่วนที่ 2 คือ ความคิดเห็นเกี่ยวกับมูลเหตุความล่าช้าในวัฏกรรมการก่อสร้างภาครัฐ

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัฏกรรมการก่อสร้างภาครัฐ แบ่งผลการวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ออกเป็นรายด้าน ซึ่งเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 3 อันดับของปัจจัยแต่ละด้าน ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ
ด้านผู้รับจ้าง

รายการ	การวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์		
	Support	Confidence	Lift
1. การตรวจสอบพื้นที่ก่อสร้างของผู้รับจ้างไม่รอบครอบก่อนเข้าดำเนินการก่อสร้างและการเสนองาน เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การประมาณการรายจ่ายในการดำเนินงานโครงการของผู้รับจ้างผิดพลาด และการกำกับดูแลติดตามระหว่างก่อสร้างของผู้รับจ้างไม่เหมาะสม จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา	0.68	0.99	1.21
2. การจัดการโครงการและสถานที่ก่อสร้างไม่มีเสถียรภาพต่อการทำงาน เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การวางแผน การจัดสรรตารางเวลาในการดำเนินการก่อสร้างที่ไม่มีประสิทธิภาพ และปัญหาเกี่ยวกับแรงงาน จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา	0.69	0.98	1.18
3. การจัดการโครงการและสถานที่ก่อสร้างไม่มีเสถียรภาพต่อการทำงาน เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปัญหาทางการเงินของผู้รับเหมา เช่น สภาพคล่อง ทางการเงิน จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา	0.67	0.98	1.18

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ ด้านผู้รับจ้าง ที่มีค่ามากที่สุด พบว่า การตรวจสอบพื้นที่ก่อสร้างของผู้รับจ้างไม่รอบครอบก่อนเข้าดำเนินการก่อสร้างและการเสนองาน เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การประมาณการรายจ่ายในการดำเนินงานโครงการของผู้รับจ้างผิดพลาด และการกำกับดูแลติดตามระหว่างก่อสร้างของผู้รับจ้างไม่เหมาะสม จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา โดยมีค่าความเชื่อมั่น 0.99

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในนวัตกรรมการก่อสร้างภาครัฐ
ด้านผู้ว่าจ้าง

รายการ	การวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์		
	Support	Confidence	Lift
1. การอนุมัติ การอนุญาต ให้ผู้รับจ้างดำเนินการล่าช้า เช่น การขออนุมัติวัสดุเข้าหน้างานก่อสร้าง เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบรายการหรือคำสั่ง หรืองานเพิ่มพิเศษ ระหว่างการก่อสร้างและการคัดเลือกคณะทำงานของผู้ว่าจ้าง รวมถึงการประเมินก่อนทำสัญญา จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้ เกิดความล่าช้าตามมา	0.58	0.99	1.30
2. การอนุมัติ การอนุญาต ให้ผู้รับจ้างดำเนินการล่าช้า เช่น การขออนุมัติวัสดุเข้าหน้างานก่อสร้าง เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ การส่งมอบพื้นที่ของผู้ว่าจ้างล่าช้า พื้นที่ไม่มีความพร้อม สำหรับการก่อสร้างตามระยะเวลาที่กำหนด จึงเป็นมูลเหตุที่ ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา	0.54	0.98	1.30
3. การอนุมัติ การอนุญาต ให้ผู้รับจ้างดำเนินการล่าช้า เช่น การขออนุมัติวัสดุเข้าหน้างานก่อสร้าง เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ การตัดสินใจของผู้ว่าจ้างในการสั่งการล่าช้า ไม่เป็นไปตาม ระยะเวลาหรือขอบเขตงานที่กำหนด จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้ เกิดความล่าช้าตามมา	0.60	0.97	1.28

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในนวัตกรรมการก่อสร้างภาครัฐ ด้านผู้ว่าจ้าง ที่มีค่ามากที่สุด พบว่า มูลเหตุความล่าช้าจากผู้รับจ้าง เมื่อไหร่ก็ตาม ถ้าการอนุมัติ หรือการอนุญาตให้ผู้รับจ้างดำเนินการ เช่น การขออนุมัติวัสดุเข้าหน้างานก่อสร้างล่าช้า ก็จะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบรายการหรือคำสั่ง หรืองานเพิ่มพิเศษระหว่างการก่อสร้างและการคัดเลือกคณะทำงานของผู้ว่าจ้าง รวมถึงการประเมินก่อนทำสัญญามีความล่าช้าเช่นกัน โดยมีค่าความเชื่อมั่น 0.99

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ
ด้านผู้ควบคุมงานก่อสร้าง

รายการ	การวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์		
	Support	Confidence	Lift
1. ผู้ควบคุมงานก่อสร้างขาดการสื่อสาร การประสานงาน ที่ดีระหว่างการค้าเนิการก่อสร้าง เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ การประสานงานระหว่างผู้ควบคุมงานที่มีต่อผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง และความซับซ้อนของงานก่อสร้างทำให้ผู้ควบคุมงาน ดำเนินงานล่าช้า จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา	0.35	1.00	1.34
2. ผู้ควบคุมงานขาดการฝึกอบรม พัฒนาความรู้ความสามารถในการควบคุมงานก่อสร้างอย่างสม่ำเสมอ เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ขาดประสิทธิภาพในการควบคุมงานก่อสร้าง จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา	0.33	0.96	1.28
3. ผู้ควบคุมงานขาดประสิทธิภาพในการควบคุมงานก่อสร้าง เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ความซับซ้อนของงานก่อสร้างทำให้ผู้ควบคุมงานดำเนินงานล่าช้า จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา	0.32	0.96	1.48

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ ด้านผู้ควบคุมงานก่อสร้าง ที่มีค่ามากที่สุด พบว่า ผู้ควบคุมงานก่อสร้างขาดการสื่อสารการประสานงานที่ดีระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การประสานงานระหว่างผู้ควบคุมงานที่มีต่อผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง และความซับซ้อนของงานก่อสร้างทำให้ผู้ควบคุมงานดำเนินงานล่าช้า จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา โดยมีค่าความเชื่อมั่น 1.00

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัตรกรรมการก่อสร้างภาครัฐ ด้านปัจจัยภายนอก

รายการ	การวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์		
	Support	Confidence	Lift
1. สถานการณ์หรือวิกฤตการณ์ทางการเมือง เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การก่อสร้างมีความล่าช้า ส่งผลให้การควบคุมคุณภาพที่ไม่ทั่วถึง และสภาพเศรษฐกิจไม่มีความเสถียรภาพ ทำให้สภาพคล่องทางการเงิน จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา	0.30	1.00	1.29
2. สภาพเศรษฐกิจไม่มีความเสถียรภาพ ทำให้สภาพคล่องทางการเงินเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการก่อสร้างล่าช้า รวมถึงการควบคุม ความผันผวนของราคาวัสดุที่เพิ่มขึ้น แตกต่างจากราคาวัสดุที่ใช้ในการเสนองาน จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้า	0.55	0.98	1.26
3. การควบคุมคุณภาพของงานก่อสร้างที่ไม่ทั่วถึง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสถานการณ์หรือวิกฤตการณ์ทางการเมือง เป็นสาเหตุที่ทำให้ส่งผลต่อการก่อสร้าง จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา	0.37	0.97	1.36

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัตรกรรมการก่อสร้างภาครัฐ ด้านปัจจัยภายนอก ที่มีค่ามากที่สุด พบว่า สถานการณ์หรือวิกฤตการณ์ทางการเมือง ทำให้ส่งผลต่อการก่อสร้างมีความล่าช้า เหตุผลดังกล่าวก็จะส่งผลให้การควบคุมคุณภาพที่ไม่ทั่วถึง และสภาพเศรษฐกิจไม่มีความเสถียรภาพ ทำให้สภาพคล่องทางการเงินส่งผลต่อการก่อสร้างล่าช้าด้วยเช่นกัน โดยมีค่าความเชื่อมั่น 1.00

จากผลการวิจัยปัจจัยส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัตรกรรมการก่อสร้างภาครัฐ ทั้ง 4 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย 1) ด้านผู้ว่าจ้าง เกี่ยวข้องกับการอนุมัติที่ล่าช้า การคัดเลือกทีมงาน การเปลี่ยนแปลงคำสั่ง และการประเมินก่อนทำสัญญา 2) ด้านผู้รับจ้าง การตรวจสอบพื้นที่ก่อสร้างไม่รอบคอบและการติดตามงานที่ไม่เหมาะสม 3) ด้านผู้ควบคุมงาน การสื่อสารและประสานงานระหว่างทีมที่ไม่ดี ส่งผลให้เกิดความล่าช้า และ 4) ด้านปัจจัยภายนอก ปัจจัยการเมืองและเศรษฐกิจที่ทำให้เกิดการล่าช้าในการก่อสร้าง

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์มูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

อัลกอริทึม	การประเมินประสิทธิภาพ (%)			
	ความถูกต้อง	ความแม่นยำ	ความระลึก	ความถ่วงดุล
Random Forest (RL)	89.74	87.76	98.40	92.69
Support Vector Machines (SVM)	71.05	73.99	86.73	79.68
Linear Regression (LR)	73.95	75.06	90.77	82.04
K-Nearest Neighbors (K-NN)	79.74	81.27	90.75	85.45
Gradient Boosting Machines (GBM)	79.47	68.92	77.97	72.39

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์มูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึม เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการวิเคราะห์มูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ และคัดเลือกอัลกอริทึมที่เหมาะสมที่สุด โดยวัดประสิทธิภาพจากค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และ ค่าความถ่วงดุล (F – Measure) ดังนี้ Random Forest มีค่าความถูกต้องที่ 89.74 Support Vector Machines มีค่าความถูกต้องที่ 71.05 Linear Regression มีค่าความถูกต้องที่ 73.95 K-Nearest Neighbors มีค่าความถูกต้องที่ 79.74 และ Gradient Boosting Machines มีค่าความถูกต้องที่ 79.47 ตามลำดับ จากข้อมูล ผลการวิเคราะห์จึงสรุปได้ว่า อัลกอริทึม Random Forest มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับนำมาใช้ในการบริหารจัดการมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องที่ 89.74

สรุปผลการศึกษา และอภิปรายผล

ความคิดเห็นเกี่ยวกับมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ ซึ่งวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ แบ่งผลการวิเคราะห์ที่ผูกความสัมพันธ์ออกเป็นรายด้าน ดังนี้

ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐด้านผู้รับจ้างที่มีค่ามากที่สุด พบว่า การตรวจสอบพื้นที่ก่อสร้างของผู้รับจ้างไม่รอบครอบก่อนเข้าดำเนินการก่อสร้างและการเสนองาน เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การประมาณการรายจ่ายในการดำเนินงานโครงการของผู้รับจ้างผิดพลาด และการกำกับดูแลติดตามระหว่างก่อสร้างของผู้รับจ้างไม่เหมาะสม จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้า โดยมีค่าความเชื่อมั่น 0.99 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Assaf และ Al-Hejji (2006) ที่พบว่า จากการสำรวจประสิทธิภาพการทำงานตามเวลาของโครงการก่อสร้างประเภทต่าง ๆ

ในประเทศซาอุดีอาระเบียได้ดำเนินการเพื่อระบุสาเหตุของความล่าช้าและความสำคัญของสาเหตุตามผู้รับจ้างโครงการแต่ละราย ได้แก่ เจ้าของ ที่ปรึกษา และผู้รับเหมา การสำรวจภาคสนามที่ดำเนินการประกอบด้วย ผู้รับเหมา 23 ราย ที่ปรึกษา 19 ราย และเจ้าของ 15 ราย ในระหว่างการวิจัยพบสาเหตุของความล่าช้า 73 ประการ ผู้รับเหมา 76% และที่ปรึกษา 56% ระบุว่าระยะเวลาที่เกินกำหนดโดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 10% ถึง 30% ของระยะเวลาเดิม สาเหตุที่พบบ่อยที่สุดของความล่าช้าที่ระบุโดยทั้งสามฝ่ายคือ “ลำดับการเปลี่ยนแปลง” การสำรวจสรุปว่า 70% ของโครงการประสบปัญหาระยะเวลาที่เกินกำหนด และพบว่า 45 จาก 76 โครงการที่พิจารณาล่าช้า และสอดคล้องกับ Frimpong et al. (2003) ที่พบว่า ความล่าช้าและต้นทุนเกินเป็นเรื่องปกติในโครงการก่อสร้าง และโครงการก่อสร้างน้ำบาดาลในประเทศกานาก็มีความล่าช้าเช่นกัน ผลการสำรวจแบบสอบถามที่ดำเนินการเพื่อระบุและประเมินความสำคัญสัมพัทธ์ของปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความล่าช้าและค่าใช้จ่ายสูงเกินไปในโครงการก่อสร้างน้ำบาดาลของประเทศกานา ผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วยบุคลากรจากเจ้าของที่ปรึกษา และผู้รับเหมาที่เกี่ยวข้องกับโครงการน้ำบาดาลในประเทศกานา ผลการศึกษาพบว่า สาเหตุหลักของความล่าช้าและค่าใช้จ่ายเกินงบประมาณในการก่อสร้างโครงการน้ำบาดาล ได้แก่ ปัญหาการชำระเงินรายเดือนจากหน่วยงานต่าง ๆ การจัดการผู้รับเหมาที่ไม่ดี การจัดหาวัสดุ การแสดงทางเทคนิคที่ไม่ดี และการเพิ่มขึ้นของราคาวัสดุ ดังนั้นควรมีการวางแผน การควบคุม และติดตามโครงการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของโครงการ เพื่อลดหรือหลีกเลี่ยงปัญหาความล่าช้าและต้นทุนในโครงการก่อสร้างน้ำบาดาล

ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ ด้านผู้ว่าจ้างที่มีค่ามากที่สุด พบว่า มูลเหตุความล่าช้าจากผู้รับจ้าง เมื่อไหร่ก็ตามถ้าการอนุมัติหรือการอนุญาตให้ผู้รับจ้างดำเนินการ เช่น การขออนุมัติวัสดุเข้าหน้างานก่อสร้างล่าช้า ก็จะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบรายการหรือคำสั่ง หรืองานเพิ่มพิเศษระหว่างการก่อสร้าง และการคัดเลือกคณะทำงานของผู้ว่าจ้าง รวมถึงการประเมินก่อนทำสัญญาที่มีความล่าช้าเช่นกัน โดยมีค่าความเชื่อมั่น 0.99 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Toor และ Ogunlana (2008) ที่พบว่า รูปแบบการทำสัญญาทางวิศวกรรมระหว่างประเทศของโครงการก่อสร้างทางหลวง BOT ของประเทศเวียดนาม รวมถึงปัจจัยทางการเงินที่ซับซ้อนให้เกิดความล่าช้าของกำหนดการ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจและการสำรวจแบบสอบถาม และประเมินผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งผ่านการวิเคราะห์การถดถอย แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทางการเงินทั้ง 5 ประเภท รวมถึงการเปลี่ยนแปลงนโยบาย การชำระเงินที่ล่าช้า การจัดการทางการเงินที่ผิดพลาด การเปลี่ยนแปลงของตลาดการเงิน และการขาดงบประมาณ มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความล่าช้าของกำหนดการ และสอดคล้องกับ Chan และ Kumaraswamy (1997) ที่พบว่า ปัจจัยความล่าช้าที่ระบุก่อนหน้านี้ 83 ประการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ประเภทหลัก สาเหตุหลักของความล่าช้าได้รับการวิเคราะห์และจัดอันดับตามกลุ่มต่าง ๆ โดยจำแนกตาม (ก) บทบาทของฝ่ายต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมก่อสร้างในท้องถิ่น (เช่น ลูกจ้าง ที่ปรึกษา หรือผู้รับเหมา) และ (ข) ประเภท

ของโครงการ ผลลัพธ์บ่งชี้ว่า สาเหตุหลักและสาเหตุทั่วไปของความล่าช้า 5 ประการ ได้แก่ การจัดการไซต์งาน และการกำกับดูแลที่ไม่ดี สภาพพื้นดินที่ไม่คาดฝัน การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับทีมงานโครงการทั้งหมดด้วยความเร็วต่ำ รูปแบบที่ริเริ่มโดยลูกค้า และ รูปแบบที่จำเป็นของทำงาน การรับรู้ที่แตกต่างกันเกี่ยวกับสาเหตุหลักที่ทำให้โครงการล่าช้านั้นสังเกตได้

ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ ด้านผู้ควบคุมงานก่อสร้างที่มีค่ามากที่สุด พบว่า ผู้ควบคุมงานก่อสร้างขาดการสื่อสาร การประสานงานที่ตีระหว่ง การดำเนินการก่อสร้าง เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้การประสานงานระหว่างผู้ควบคุมงานที่มีต่อผู้ว่าจ้าง ผู้รับจ้าง และความซับซ้อนของงานก่อสร้างทำให้ผู้ควบคุมงานดำเนินงานล่าช้า จึงเป็นมูลเหตุที่ส่งผลให้เกิดความล่าช้าตามมา โดยมีค่าความเชื่อมั่น 1.00 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dolo et al. (2012) ที่พบว่า ปัจจัยที่สำคัญที่สุดของความล่าช้าในการก่อสร้าง ได้แก่ (1) การขาดความมุ่งมั่น (2) การจัดการไซต์งานที่ไม่มีประสิทธิภาพ (3) การประสานงานไซต์งานที่ไม่ดี (4) การวางแผนที่ไม่เหมาะสม (5) การขาดความชัดเจนในขอบเขตของโครงการ (6) การขาดการสื่อสาร และ (7) สัญญาที่ไม่ได้มาตรฐาน แบบจำลองการถดถอยบ่งชี้ว่าการตัดสินใจที่ล่าช้าของเจ้าของ ประสิทธิภาพแรงงานที่ไม่ดี สถาปนิกไม่เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลง และการแก้ไขงานเนื่องจากข้อผิดพลาดในการก่อสร้าง ล้วนเป็นสาเหตุที่ส่งผลต่อความล่าช้าโดยรวมของโครงการอย่างมีนัยสำคัญ คาดว่าผลการค้นพบเหล่านี้จะมีส่วนสนับสนุนอุตสาหกรรมก่อสร้างของอินเดียอย่างมากในการควบคุมระยะเวลาที่เกินกำหนดในสัญญาก่อสร้าง และสอดคล้องกับ Yang และ Wei (2010) ที่พบว่า ปัญหาความล่าช้าเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของโครงการก่อสร้าง แต่มีการศึกษาเพียงไม่กี่ขั้นตอนเท่านั้นที่ได้วิเคราะห์ปัญหาความล่าช้าในโครงการก่อสร้าง คือ ขั้นตอนการวางแผนและการออกแบบ การควบคุมโครงการก่อสร้าง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้โครงการก่อสร้างล่าช้า

ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ ด้านปัจจัยภายนอกที่มีค่ามากที่สุด พบว่า สถานการณ์หรือวิกฤตการณ์ทางการเมือง ทำให้ส่งผลต่อการก่อสร้างมีความล่าช้า เหตุผลดังกล่าวก็จะส่งผลให้การควบคุมคุณภาพที่ไม่ทั่วถึง และสภาพเศรษฐกิจไม่มีเสถียรภาพ ทำให้สภาพคล่องทางการเงินส่งผลต่อการก่อสร้างล่าช้าด้วยเช่นกัน โดยมีค่าความเชื่อมั่น 1.00 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Olawale และ Sun (2010) ที่พบว่า ปัจจัยที่ขัดขวางความสามารถของผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมโครงการก่อสร้างนั้น มีการสำรวจองค์กรโครงการก่อสร้าง 250 องค์กรในสหราชอาณาจักร ตามด้วยการสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัวกับผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์จาก 15 องค์กรเหล่านี้ อันดับแรกมีการระบุปัจจัยทั่วไปที่ขัดขวางการควบคุมเวลาและต้นทุนในระหว่างโครงการก่อสร้างต่อมาได้มีการพัฒนามาตราการบรรเทาผลกระทบ 90 ประการ สำหรับปัจจัยย่อยยังชั้นนำ 5 อันดับแรก ได้แก่ ความเสี่ยง/ความไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ การประเมินเวลา/ระยะเวลาของโครงการที่ไม่ถูกต้อง ความซับซ้อน และการไม่ปฏิบัติงานของผู้รับเหมาช่วงสอดคล้องกับ Sweis et al.

(2008) ที่พบว่า โครงการก่อสร้างจำนวนมากประสบกับความล่าช้าอย่างมาก และด้วยเหตุนี้จึงเกินเวลาและต้นทุนที่ประมาณการไว้เบื้องต้น สาเหตุของความล่าช้าในการก่อสร้างได้ระบุและจำแนกตามระบบ Open Conversion ของ Drewin (1982) สาเหตุที่พบบ่อยที่สุดได้รับการประเมินโดยใช้ทั้งสองอย่าง ข้อมูลที่รวบรวมจากการสำรวจที่ดำเนินการกับวิศวกรที่ปรึกษา ผู้รับเหมา และเจ้าของโครงการที่อยู่อาศัย และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญระดับสูงในสาขานี้ ซึ่งผู้เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่เห็นด้วยว่า ปัญหาทางการเงินที่ผู้รับเหมาเผชิญ และคำสั่งเปลี่ยนแปลงมากเกินไปของเจ้าของเป็นสาเหตุหลักของความล่าช้าในการก่อสร้าง สภาพอากาศที่รุนแรง และการเปลี่ยนแปลงของกฎระเบียบและกฎหมายของรัฐบาลจัดอยู่ในกลุ่มสาเหตุที่สำคัญน้อยที่สุด

การวิเคราะห์มูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดการทดสอบแต่ละอัลกอริทึม เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมในการวิเคราะห์มูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ และคัดเลือกอัลกอริทึมที่เหมาะสมที่สุดโดยวัดประสิทธิภาพจาก ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าความถ่วงดุล (F – Measure) ดังนี้ Random Forest มีค่าความถูกต้องที่ 89.74 Support Vector Machines มีค่าความถูกต้องที่ 71.05 Linear Regression มีค่าความถูกต้องที่ 73.95 K-Nearest Neighbors มีค่าความถูกต้องที่ 79.74 และ Gradient Boosting Machines มีค่าความถูกต้องที่ 79.74 ตามลำดับ จากข้อมูลผลการวิเคราะห์จึงสรุปได้ว่า อัลกอริทึม Random Forest มีประสิทธิภาพดีที่สุดสำหรับนำมาใช้ในการบริหารจัดการมูลเหตุความล่าช้าในวัฏจักรการก่อสร้างภาครัฐ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องที่ 89.74 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gondia et al., (2020) การศึกษาเป็นการระบุและพัฒนาโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องเพื่ออำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์และคาดการณ์ความเสี่ยงความล่าช้าของโครงการก่อสร้างที่แม่นยำโดยใช้แหล่งข้อมูลที่เป็นกลาง ได้มีการระบุแหล่งที่มาและปัจจัยเสี่ยงด้านความล่าช้าที่เกี่ยวข้องในขั้นแรก จากนั้นจึงรวบรวมชุดข้อมูลหลายตัวแปรของประสิทธิภาพด้านเวลาของโครงการก่อนหน้าและแหล่งที่มาของความเสี่ยงที่ทำให้เกิดความล่าช้า ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสำรวจ ดังนั้น โมเดลการเรียนรู้ของเครื่องที่เหมาะสมสองโมเดล ซึ่งใช้แผนผังต้นไม้ตัดสินใจและอัลกอริทึมการจำแนกประเภทแบบเบย์อย่างง่าย จึงได้รับการระบุและฝึกอบรมโดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับคาดการณ์ขอบเขตความล่าช้าของโครงการก่อสร้าง สุดท้าย ประสิทธิภาพเชิงคาดการณ์ของทั้งสองรุ่นได้รับการประเมินผ่านการทดสอบการตรวจสอบ และเปรียบเทียบแบบจำลองเพิ่มเติมโดยใช้ดัชนีประสิทธิภาพที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของเครื่องผลการประเมินระบุว่าแบบจำลองเบย์แบบง่ายให้ประสิทธิภาพการทำนายที่ดีที่สุดสำหรับการตรวจสอบ สอดคล้องกับ Zhang และ Li (2023) ที่พบว่าในปัจจุบันอุตสาหกรรมก่อสร้างประสบปัญหาความล่าช้าอย่างต่อเนื่อง และยังคงเป็นความท้าทายที่ได้รับการยอมรับในวงวิชาการและวิชาชีพ เพื่อต้องการทำนายความล่าช้าของโครงการ เพื่อต้องการแม่นยำของโมเดล เพื่อพยากรณ์ระยะเวลาก่อสร้างในแต่ละพื้นที่ทำงาน ข้อมูลภาคสนามที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้า (input) รวมถึงความก้าวหน้าของงาน ปริมาณงาน แรงงาน สภาพอากาศ วันทำงานที่วางแผนไว้

และตำแหน่งที่ตั้ง โดยระยะเวลาก่อสร้างในแต่ละพื้นที่ทำงานจะเป็นผลลัพธ์ (output) สำหรับการพัฒนาโมเดลดังกล่าว โมเดลการเรียนรู้ของเครื่องที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จึงสามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้จัดการโครงการก่อสร้างในการปรับการจัดสรรทรัพยากรในไซต์งานที่มีความแม่นยำมากที่สุด

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้

1. การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลและอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องช่วยให้ผู้จัดการโครงการสามารถคาดการณ์และระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดความล่าช้าได้ล่วงหน้า ซึ่งช่วยให้สามารถปรับแผนงานและกระบวนการตัดสินใจให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อลดความล่าช้าและต้นทุนที่เกินงบประมาณ
2. ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าปัญหาการขาดการสื่อสารระหว่างผู้มีส่วนร่วมในโครงการเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความล่าช้า การนำผลการศึกษามาประยุกต์ใช้จะช่วยในการสร้างกระบวนการประสานงานที่ดีขึ้นระหว่างผู้ควบคุมงาน ผู้ว่าจ้าง และผู้รับจ้าง
3. การคาดการณ์ความล่าช้าของโครงการด้วยโมเดลที่แม่นยำ เช่น Random Forest ช่วยให้เราสามารถระบุความเสี่ยงและหาวิธีการลดความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้องค์กรสามารถบริหารจัดการโครงการได้อย่างยั่งยืนและลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังโครงการก่อสร้างประเภทอื่น ๆ หรือต่างประเทศ เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลในบริบทที่หลากหลาย เช่น โครงการก่อสร้างเอกชน หรือโครงการก่อสร้างระหว่างประเทศ
2. ควรศึกษาและพัฒนาอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องแบบใหม่ ๆ หรือปรับปรุงโมเดลที่มีอยู่ เพื่อให้สามารถคาดการณ์และวิเคราะห์ความล่าช้าได้แม่นยำยิ่งขึ้น
3. ควรทำการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความล่าช้าในมิติอื่น ๆ เช่น ผลกระทบของเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ หรือปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เพื่อให้การคาดการณ์ความล่าช้ามีความแม่นยำและรอบด้านมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบคุณต่อทุกท่านที่มีส่วนร่วมและสนับสนุนการทำงานในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์กิตติพล วิแสง ที่ได้กรุณาให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่มีค่า ซึ่งช่วยให้การวิจัยนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างภาครัฐในอนาคต และงานวิจัยนี้ได้รับการพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัย (Ethical Consideration) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2567

บรรณานุกรม

- Adegbite, A. O., Adefemi, A., Ukpoju, E. A., Abatan, A., Adekoya, O., & Obaedo, B. O. (2023). Innovations in project management: trends and best practices. *Engineering Science & Technology Journal*, 4(6), 509–532. <https://doi.org/10.51594/estj.v4i6.670>
- Adil, A., Abdulmajid, T., & Mahdi, S. (2019). Analytical study of the causes of abandoned construction projects. *Civil Engineering Journal*, 5(11), 2486–2494. <https://doi:10.28991/cej-2019-03091426>
- Alrasheed, K., Soliman, E., & Albader, H. (2023). Systematic review of construction project delays in Kuwait. *Journal of Engineering Research*, 11(4), 347–355. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.08.009>
- Assaf, S. A., & Al-Hejji, S. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International Journal of Project Management*, 24(4), 349–357. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.11.010>
- Ayodele, E. O. (2011). Abandonment of construction projects in Nigeria: causes and effects. *Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences*, 2(2), 142–145. <https://hdl.handle.net/10520/EJC133887>

- Boonruk V., and Kumpon S. (2018). A data study of contractors' work abandonment in public project a case study of local government. *Engineering Journal of Research and Development*, 29(4), 19–33. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/eit-researchjournal/article/view/136178> [in Thai]
- Chan, D. W. M., & Kumaraswamy, M. M. (1997). A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction projects. *International Journal of Project Management*, 15(1), 55–63. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(96\)00039-7](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(96)00039-7)
- Doloi, H., Sawhney, A., Iyer, K. C., & Rentala, S. (2012). Analysing factors affecting delays in Indian construction projects. *International Journal of Project Management*, 30(4), 479–489. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.10.004>
- Drewin, F. J. (1982). *Construction productivity: Measurement and improvement through work study*. New York: Elsevier .119 – 131. <https://lcn.loc.gov/81014361>
- Frimpong, Y., Oluwoye, J., & Crawford, L. (2003). Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study. *International Journal of Project Management*, 21(5), 321–326. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00055-8)
- Gondia, A., Siam, A., El-Dakhkhni, W., & Nassar, A. H. (2020). Machine learning algorithms for construction projects delay risk prediction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(1), 04019085. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001736](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001736)
- Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2011). *Data mining: Concepts and techniques*. Elsevier.
- Kaewjaijong, W., & Benjaoran, V. (2022). The causes of construction delays in perspective of civil engineers. *Kasetsart Engineering Journal*, 35(113), 70–84. <https://ph01.tcithaijo.org/index.php/kuengj/article/view/251249/172346> [in Thai]
- Karki, S., & Hadikusumo, B. (2023). Machine learning for the identification of competent project managers for construction projects in Nepal. *Construction Innovation*, 23(1), 1–18. <https://doi.org/10.1108/CI-08-2020-0139>

- Khudhaire, H. Y., & Naji, H. I. (2021). Causes of Abandoned Construction Projects: A case study in Iraq. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1105(1), 012081. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1105/1/012081>
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). *Determining sample size for research activities. Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610. <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Li, W., Duan, P., & Su, J. (2021) The effectiveness of project management construction with data mining and blockchain consensus. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12(3), 3025-3035. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02668-7>.
- Marzouk, M. M., & El-Rasas, T. I. (2014). Analyzing delay causes in Egyptian construction projects. *Journal of Advanced Research*, 5(1), 49-55. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2012.11.005>
- Nguyen, P. T. (2021). Application machine learning in construction management. *TEM Journal*, 10(3), 1385-1389. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/109899/>
- Niazi, G. A., & Painting, N. (2017). Significant factors causing cost overruns in the construction industry in Afghanistan. *Procedia Engineering*, 182, 510-517. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.145>
- Obiuto, N. C., Adebayo, R. A., Olajiga, O. K., & Festus-Ikhuoria, I. C. (2024). Integrating artificial intelligence in construction management: Improving project efficiency and cost-effectiveness. *Int. J. Adv. Multidisc. Res. Stud*, 4(2), 639-647.
- Olawale, Y. A., & Sun, M. (2010). Cost and time control of construction projects: Inhibiting factors and mitigating measures in practice. *Construction Management and Economics*, 28(5), 509-526. <http://dx.doi.org/10.1080/01446191003674519>
- Purushothaman, M. B., San Pedro, L. N. R., & GhaffarianHoseini, A. (2024). Construction projects: interactions of the causes of delays. *Smart and Sustainable Built Environment*, 1(1), 269. <https://doi.org/10.1108/SASBE-11-2023-0334>

- Saiprom J. (2015). *The studies on the cause of delay in shopping mall construction project which that fast track construction project management is applied* [Unpublished master's independent study]. Silpakorn University. <http://itthesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/715>. [in Thai]
- Sanni-Anibire, M. O., Zin, R. M., & Olatunji, S. O. (2022). Machine learning model for delay risk assessment in tall building projects. *International Journal of Construction Management*, 22(11), 2134–2143. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1768326>
- Schuh, G., Riesener, M., & Dölle, C. (2016). Concept for development project management by aid of predictive analytics. In *2016 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)* (pp. 2040–2047). Honolulu, USA. <http://doi:10.1109/PICMET.2016.7806640>
- Senouci, A., Ismail, A., & Eldin, N. (2016). Time delay and cost overrun in Qatari public construction projects. *Procedia Engineering*, 164, 368–375. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.632>
- Sweis, G., Sweis, R., Hammad, A. A., & Shboul, A. (2008). Delays in construction projects: The case of Jordan. *International Journal of Project Management*, 26(6), 665–674. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.09.009>
- Thai Government Procurement. (2022). Government Procurement Results for Fiscal Year 2022. Retrieved November 20, 2024, from http://www.gprocurement.go.th/new_index.html [in Thai]
- Toor, S., & Ogunlana, S. O. (2008). Problems causing delays in major construction projects in Thailand. *Construction Management and Economics*, 26(4), 395–408. <https://doi.org/10.1080/01446190801905406>
- Triwong, T., Yamoat, N., & Pongsuwan, A. (2022). Factors affecting delay of construction projects. *RMUTP Research Journal*, 16(2), 127 – 140. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/RMUTP/article/view/243904/168288> [in Thai]

- Tsamardinos, I., Greasidou, E., & Borboudakis, G. (2018). Bootstrapping the out-of-sample predictions for efficient and accurate cross-validation. *Machine Learning*, 107(12), 1895–1922. <https://doi.org/10.1007/s10994-018-5714-4>
- Van Nguyen, M. (2023). Drivers of innovation towards sustainable construction: A study in a developing country. *Journal of Building Engineering*, 80, Article 107970. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107970>
- Warburton, R. D. H. & Cioffi, D. F. (2014). Project management theory: deriving a project's cost and schedule for its network structure [Paper presentation]. *Project Management Institute Research and Education Conference*, Phoenix, AZ., Newtown Square, PA, Project Management Institute. <https://www.pmi.org/learning/library/updating-project-management-theory-1917>.
- Wyrembek, M., & Baryannis, G. (2024). Using MCDM methods to optimise machine decision for supply chain delay prediction: A stakeholder-centric approach. *Logforum*, 20(2), 175–189. <https://doi.org/10.17270/J.LOG.001019>
- Yang, J., & Wei, P. (2010). Causes of delay in the planning and design phases for construction projects. *Journal of Architectural Engineering*, 16(2), 80–83. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0431\(2010\)16:2\(80\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0431(2010)16:2(80))
- Zhang, S., & Li, X. (2023). A comparative study of machine learning regression models for predicting construction duration. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 23(6), 1980–1996. <https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2278887>