การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศเพื่อเป็นแนวทางในการบูรณะอาคารให้เป็นไปตาม มาตรฐานการประเมินความยั่งยืนด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม

Application of Building Information Modeling as a Guideline for the Restoration of Existing Buildings to Comply with Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for Existing Buildings

สุนิตา นุเสน[1] พรพจน์ นุเสน[2,*] อลงกต สุคำวัง[3] มานพ แก้วโมราเจริญ[4] กัญชพร ณ เชียงใหม่[5] ชลธิดา ติวรรณะ[6] และ ชัชวาลย์ ไชยดวงเดือน[7]

[1,2,5,6,7] ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.เชียงใหม่
[3] ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.เชียงใหม่
[4] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร
**Corresponding author; pornpote@rmutl.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการบูรณะอาคารโยธา 5 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานการประเมินความยั่งยืนด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for Existing Buildings, TREES-EB) โดยใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modelling, BIM) ร่วมกับระบบจำลองสถานการณ์สมรรถนะอาคาร (Building Performance Simulation, BPS) การวิจัยนี้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Autodesk Forma สำหรับการจำลองพฤติกรรมพลังงานของอาคาร และ Autodesk Revit สำหรับการสร้างแบบจำลองสามมิติและการคำนวณปริมาณงาน วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยประกอบด้วยการปรับปรุงอาคารให้เป็นไปตามมาตรฐาน TREES-EB ในระดับ Gold ที่ 57 คะแนน และ ระดับ Silver ที่ 49 คะแนน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยี BIM และ BPS ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนบูรณะอาคาร ลดการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน รวมถึงเพิ่มความยั่งยืนของอาคารในระยะยาว งานวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี BIM และการจำลองพลังงานในการบูรณะอาคารสถานศึกษาเพื่อสร้างความยั่งยืนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต

คำสำคัญ : โปรแกรมออโตเดสก์เรวิต, โปรแกรมออโตเดสก์ฟอร์มา, ระบบจำลองสถานการณ์สมรรถนะอาคาร

Abstract

This research focuses on the renovation of Civil Engineering Building 5 at Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai, to comply with the Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability for Existing Buildings (TREES-EB). The study integrates Building Information Modelling (BIM) technology with Building Performance Simulation (BPS) to support the renovation process. Autodesk Forma was utilized for simulating the building's energy performance, while Autodesk Revit was employed for creating three-dimensional models and calculating construction quantities. The primary objective of this research is to upgrade the building to meet the TREES-EB standards at both the Gold level (57 points) and Silver level (49 points). The results indicate that the application of BIM and BPS technologies significantly enhances the efficiency of renovation planning, reduces energy consumption and operational costs, and improves the building's long-term sustainability. This research serves as a case study demonstrating the advantages of utilizing BIM technology and energy simulation tools in the renovation of educational buildings to promote sustainability and minimize future environmental impacts.

Keywords : Autodesk Revit, Autodesk Forma, Building Performance Simulation

1. บทนำ

การจัดการจัดการพลังงานและการรักษาสิ่งแวดล้อมเป็นประเด็นสำคัญที่ได้รับความสนใจทั้งในระดับประเทศและระดับโลก หน่วยงานต่าง ๆ ได้ให้ความสำคัญกับการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงาน โดยเฉพาะในอาคารที่มีอยู่เดิม ผ่านการนำเกณฑ์ TREES-EB (Thai's Rating of Energy

and Environmental Sustainability for Existing Buildings) มาใช้เพื่อส่งเสริมการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องระบุว่า การใช้เทคโนโลยี Building Information Modelling (BIM) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการและลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมอาคาร [1] ขณะที่การจำลองสมรรถนะอาคารด้วย Building Performance Simulation (BPS) สนับสนุนการวิเคราะห์และวางแผนการใช้พลังงานได้อย่างเหมาะสม [2] รวมถึงผลของการใช้วัสดุก่อสร้างอย่างยั่งยืนในการลดพลังงานและมลพิษ [3] บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการบูรณะอาคารโยธา 5 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเชียงใหม่ให้เป็นไปตามเกณฑ์ TREES-EB ในระดับ Gold และ Silver โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit สำหรับสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และโปรแกรม Autodesk **Forma** สำหรับการจำลองพฤติกรรมการใช้พลังงาน รวมถึงการประมาณราคาค่าบูรณะตามมาตรฐาน TREES-EB อาคารโยธา 5 ซึ่งใช้งานมานานและขาดแบบแปลนก่อสร้างที่ชัดเจน เป็นกรณีศึกษาที่ท้าทายต่อการฟื้นฟูและบริหารจัดการอาคารให้ตอบโจทย์ความยั่งยืน เทคโนโลยี BIM และ BPS จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการวางแผน ปรับปรุง และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานอาคารให้ปลอดภัย สะดวกสบาย และสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนในบริบทของสถานศึกษาการจัดการพลังงานในระยะยาว

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณรรฐพล จันพิชัยโกศล [2] ศึกษาอาคารที่ถูกสร้างมาอย่างเนิ่นนานและไม่มีการปรับปรุงส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพเชิงพลังงานค่อนข้างต่ำ มีการใช้พลังงานไปอย่างสิ้นเปลืองขาดการพัฒนา อีกทั้งจากสถานการณ์สภาวะโลกร้อนนั้นส่งผลต่อการใช้เครื่องปรับอากาศที่มากขึ้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาแนวทางในการปรับปรุงอาคาร โดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของอาคารสถานศึกษา อาคารที่จะนำมาเป็นอาคารต้นแบบ คือ อาคารบัณฑิตศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโยธาคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยเริ่มจากการเก็บข้อมูลของอาคารที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากแบบก่อสร้างที่ได้รับและทำการสร้างแบบจำลองเชิงกายภาพของอาคาร มุ่งไปที่งานในส่วนของสถาปัตยกรรมโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit และได้ทำการสร้างแบบจำลองพลังงานด้วยโปรแกรม Design Builder ทำการใส่ข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอาคาร และทำการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Energy Plus ค่าที่ได้ออกมาจะทำการปรับจูนกับค่าพลังงาน ย้อนหลังของอาคารที่ได้รับมา คือปี พ.ศ. 2559 ถึง ปี พ.ศ. 2561 ให้มีความแตกต่างไม่เกินร้อยละ 10 และทำการทดลองโดยการปรับเปลี่ยนอาคารใน 4 ทางเลือก เพื่อหาแนวทางที่มีความเป็นไปได้ในการลดค่าพลังงาน จากนั้นทำการคิดต้นทุนของทุกทางเลือก และนำมาเปรียบเทียบได้ค่าประสิทธิภาพการลดพลังงานต่อต้นทุน (kWh/บาท) ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากค่าสัดส่วนการลดพลังงานต่อต้นทุนของการปรับปรุงอาคาร พบว่าการเปลี่ยนหลอดไฟจากเดิมเป็นหลอดไฟ LED T8 9.5 W/m2 เป็นแนวทางที่มีความเป็นไปได้ในการลงทุนมากที่สุด ทั้งนี้นอกจากแนวทางเลือกที่เหมาะสมในการเลือกปรับปรุงอาคารดังกล่าวข้างต้นแล้ว กระบวนการศึกษาในครั้งนี้ยังสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสมกับอาคารอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพได้อีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งสนับสนุนให้เกิดกระบวนการลดการใช้ พลังงานของอาคาร ลดภาวะโลกร้อน และสนับสนุนการพัฒนาอย่างยั่งยืนต่อไป

ณัฐพล เขตกระโทก [3] ศึกษาการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมของอาคารภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บ ข้อมูลและประเมินผลอาคาร โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานและความคุ้มค่าที่สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ภายใต้รายละเอียดการประเมิน 7 หมวด ได้แก่ การบริหาร จัดการให้เป็นอาคารสำนักงานเขียว ผังบริเวณและงานภูมิสถาปัตยกรรม การใช้น้ำพลังงาน สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคาร และนวัตกรรม จะช่วยให้ทราบข้อมูลการบริหารจัดการด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมในสภาพปัจจุบันของอาคาร ซึ่งการหาแนวทางในการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐานอาคารเขียว ของกรมควบคุมมลพิษ มีความสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับอาคารหรือหน่วยงานที่มีความตระหนักถึงปัญหาด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่ใช้ในปัจจุบัน สามารถช่วยให้อาคารหรือหน่วยงานสามารถลดการใช้พลังงานหรือใช้พลังงานให้เหมาะสมกับบริบทของแต่ละหน่วยงานได้ และเป็นการลดการปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกอีกด้วย

นที สัมปุรณะพันธ์ [4] ศึกษาแนวทางความเป็นไปได้ ในการใช้เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ ในการออกแบบอาคารเรียน โดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม และลดการใช้พลังงาน ซึ่งพบว่า 1) ความเป็นไปได้ด้านที่ตั้งอาคารที่มีผลต่อระบบนิเวศวิทยา และการขนส่งมวลชน พบว่าที่ตั้งของมหาวิทยาลัยมีศักยภาพ สอดคล้องกับเกณฑ์อาคารเขียวไทยปานกลาง 2) ความเป็นไปได้ในด้านการใช้พลังงานและการใช้วัสดุก่อสร้าง พบว่ามีความเป็นไปได้สูง 3) ความเป็นไปได้ด้านระบบการใช้น้ำที่มีประสิทธิภาพพบว่ามีความเป็นไปได้สูง 4) ความเป็นไปได้ด้านสภาพแวดล้อมในอาคาร พบว่ามีความเป็นไปได้มาก 5) ความเป็นไปได้ด้านคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ใช้อาคาร พบว่ามีความเป็นไปได้ระดับปานกลาง 6) ความเป็นไปได้ด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีใหม่ พบว่า มีความเป็นไปได้มาก ผลการศึกษาพบว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ ในการออกแบบอาคารเรียน โดยต้องให้ความสำคัญด้านการขนส่งมวลชน ด้านการบริหารงบประมาณให้สอดคล้องกับงบประมาณก่อสร้างอาคาร และการบริหารจัดการอาคารสถานที่ ที่เพิ่มขึ้น

อภิเกียรติ เจริญสุทธิโยธิน [5] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) พัฒนาเครื่องมือการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) ด้วยการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) โปรแกรม Autodesk Revit ร่วมกับส่วนเสริม Dynamo ในการพัฒนาเครื่องมือ ทำให้ทราบถึงแนวทางในการพัฒนา ความเป็นไปได้ ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนา ทำให้ลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนลง จากการเปรียบเทียบผลการคำนวณด้วยส่วนเสริม Dynamo กับโปรแกรม

BEC V.1.0.6 พบว่าการประมาณการค่า OTTV มีความคลาดเคลื่อนประมาณ +1% สำหรับผนังทึบและผนังโปร่งแสงที่ไม่มีการใช้อุปกรณ์บังแดด สาเหตุเนื่องมาจากลักษณะการประมาณค่าเชิงเส้นตรงที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้ และผนังโปร่งแสงที่มีการใช้อุปกรณ์บังแดดรวมด้วย จะมีความคลาดเคลื่อนประมาณ +3% เนื่องจากพบว่าการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดจากเครื่องมือที่ได้พัฒนา

วรรณี วัฒนไพลิน [6] ศึกษาเกี่ยวกับให้ความสำคัญกับการประหยัดพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อมในอาคารโรงพยาบาล โดยเก็บข้อมูลจากมุมมองของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง 5 กลุ่ม ได้แก่ ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลอาคาร ผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาล สถาปนิก และวิศวกรผู้ออกแบบ ผลวิจัยพบว่า การให้ระดับความสำคัญเกณฑ์ประเมินอาคารเขียวอยู่ในระดับสูงและสูงที่สุดของเกณฑ์บังคับ หมวดที่ได้คะแนนสูงสุด คือหมวดป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รองลงมาคือหมวดคุณภาพของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร และหมวดที่ต่ำที่สุดคือ คือหมวดวัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับมากที่สุดจากการเป็นอาคารเขียว คือ การประหยัดพลังงานได้ในระยะ ซึ่งมีอุปสรรค คือต้นทุนและค่าใช้จ่าย ควรเพิ่มเกณฑ์อาคารเขียวของโรงพยาบาล ได้แก่ รายละเอียดเรื่องการจัดการขยะและน้ำเสียที่จะส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า เกณฑ์การประเมินอาคารเขียวนี้มีความเหมาะสม สำหรับโรงพยาบาล และสามารถนำไปใช้จริงได้ โดยควรมีการปรับรายละเอียดในบางหวด เพื่อให้เหมาะสมและสมบูรณ์กับอาคารมากยิ่งขึ้น

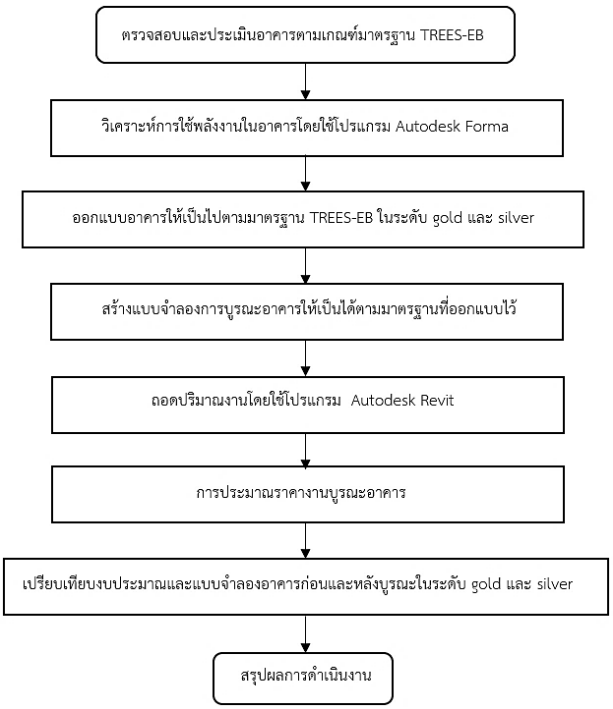
พงษ์ศักดิ์ สารมะโน, เทิดศักดิ์ คำแสน, จตุรงค์ ชุ่มอุ่น [7] ทำการศึกษาการใช้โปรแกรม SketchUp 2016 เพื่อประมาณราคางานก่อสร้างอาคาร โดยการสร้างโมเดล 3 มิติ ถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง ใส่ราคาวัสดุต่อหน่วย ใส่ราคาค่าแรงต่อหน่วย จัดทำเอกสารการประมาณราคา เพื่อให้ตรวจสอบความถูกต้องได้ โดยการเปรียบเทียบปริมาณวัสดุก่อสร้างที่ได้จากโปรแกรม SketchUp 2016 และ ปริมาณวัสดุก่อสร้างที่ได้จากโปรแกรม Spread Sheet Microsoft Excel สรุปได้ว่า การใช้โปรแกรม SketchUp 2016 ประมาณราคาก่อสร้างอาคาร สามารถประมาณราคาได้เร็วกว่า คิดเป็นร้อยละ 30 ของการใช้โปรแกรม Spread Sheet Microsoft Excel โดยปริมาณวัสดุก่อสร้างที่ได้จากวิธีทั้งสองนำมาเปรียบเทียบกันแล้วมีความแตกต่างกันไม่เกินเกณฑ์การเผื่อวัสดุ ตามหลักเกณฑ์คำนวณราคากลางงานก่อสร้างของราชการ จากกรมบัญชีกลาง

พิเชษฐ์ สุขเสกสรรค์, ธนกิจ รอดเย็น, ปรีชา เชื้อวัชรินทร์, ถลัชนันท์ เย็นประเสริฐ [8] ศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) ที่สามารถสนองความคาดหวังตามกรอบการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 ที่มุ่งเน้นการขับเคลื่อนและบริการสังคมด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยี ที่นำมาใช้ในวัฏจักรช่วงการใช้งานและบำรุงรักษาโครงการหรือกับงานดูแลรักษาทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานสามารถเข้าถึงและมีความเข้าใจในรายละเอียดข้อมูลของอาคาร (การแสดงผลแบบ 2 มิติและแบบ 3 มิติ) ได้มากขึ้นและบริหารทรัพยากรอาคารสามารถยกระดับคุณภาพของชุมชนที่อยู่ร่วมอาศัยหรือใช้ประโยชน์จากอาคาร บทความนี้ได้นำเสนอแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี BIM ในการจัดทำแบบอาคารที่สร้างขึ้นจริง ซึ่งทำให้เจ้าของอาคารได้รับข้อมูลอาคารที่มีความครบถ้วนและสมบูรณ์สามารถนำไปใช้วางแผนและดำเนินการในงานดูแลและบำรุงรักษาอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นและเสนอแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอาคารในงานบริหารทรัพยากรอาคาร โดยเจ้าของอาคารสามารถใช้โปรแกรม Autodesk Revit เพื่อการตรวจดูรายละเอียดข้อมูลอาคาร การสำรวจปริมาณงาน การตรวจสอบรายละเอียดการก่อสร้างจริง และการจัดทำเอกสารรายการประกอบแบบ

กชกร อาจน้อย [9] งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาอาคารเขียวในบริบทของประเทศไทย โดยผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากกรณีศึกษาอาคารเขียว 3 ประเภทที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน TREES แล้วได้แก่ อาคารที่พักอาศัย อาคารสำนักงาน และอาคารโรงงาน โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการอาคารเหล่านี้ ทั้งสถาปนิก วิศวกร นักออกแบบผังเมือง วิศวกรระบบตลอดจนเจ้าของโครงการ เพื่อค้นหาปัจจัยและอุปสรรคหลักที่ส่งผลต่อการพัฒนาอาคารเขียวในประเทศไทย ผลการศึกษาค้นพบว่า ปัจจัยหลักที่ผลักดันให้เกิดการพัฒนาอาคารเขียว คือ ความต้องการของเจ้าของโครงการและนโยบายองค์กร ในขณะที่อุปสรรคสำคัญ ได้แก่ ต้นทุนการลงทุนที่สูงและการขาดองค์ความรู้ของบุคลากรผู้เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นเกณฑ์มาตรฐาน TREES ด้านผังบริเวณและภูมิทัศน์ยังถือเป็นเกณฑ์ที่ยากต่อการปฏิบัติมากที่สุดในบริบทของประเทศไทย ดังนั้น เพื่อส่งเสริมการพัฒนาอาคารเขียวอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องมีการกำหนดบทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบอย่างชัดเจนให้กับผู้เกี่ยวข้องในแต่ละส่วน รวมถึงพัฒนาองค์ความรู้เรื่องอาคารเขียวให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น

3. วิธีดำเนินงาน

การดำเนินงานในโครงการบูรณะอาคารโยธา 5 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่จะดำเนินตามลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนเพื่อให้การบูรณะอาคารเป็นไปตามมาตรฐานความยั่งยืนและมีประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 1 วิธีการดำเนินโครงงาน

3.1 ตรวจสอบและประเมินอาคารตามเกณฑ์มาตรฐาน TREES-EB

มาตรฐาน TREES-EB เป็นเกณฑ์ประเมินอาคารสีเขียวที่มุ่งสร้างสภาพแวดล้อมที่ยั่งยืนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยกำหนดข้อบังคับ 5 ข้อ ได้แก่ การเตรียมความพร้อมอาคารเขียว นโยบายประหยัดน้ำ การสำรวจและแผนพัฒนาการอนุรักษ์พลังงาน ประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ และปริมาณการระบายอากาศภายในอาคาร หากอาคารไม่ผ่านข้อบังคับครบทั้ง 5 ข้อ จะไม่สามารถเข้าร่วมมาตรฐานอาคารเขียวได้ จากการประเมิน อาคารโยธา 5 ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อบังคับทั้งหมด แสดงว่าอาคารมีการใช้งานที่ไม่ยั่งยืนและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงต้องมีการพิจารณาการบูรณะในด้านต่างๆ เช่น การจัดการน้ำ การใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายอาคารเขียวในอนาคต

3.2 วิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารโดยใช้โปรแกรม Autodesk Forma

การสร้างแบบจำลองการบูรณะอาคารตามมาตรฐาน TREES-EB ในโครงการนี้ทำโดยการนำแบบจำลองสารสนเทศที่ได้จากการทำเลเซอร์สแกนสามมิติ มาทำการแก้ไขและปรับปรุงตามเกณฑ์คะแนนที่ออกแบบไว้ โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit และโปรแกรม Autodesk Forma ควบคู่กันเพื่อช่วยในการออกแบบ การใช้ Autodesk Forma จะช่วยวิเคราะห์พลังงานของอาคารด้วยข้อมูลเชิงลึก ซึ่งช่วยในการวิเคราะห์พลังงานของอาคารและเป็นแนวทางในการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน โดย Autodesk Forma สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

3.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณแสงแดด (Sun hours) : วิเคราะห์จำนวนชั่วโมงที่แสงแดดตกกระทบอาคารในแต่ละจุด เพื่อช่วยในการเลือกวัสดุและออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับสภาพแสงแดดในแต่ละพื้นที่

3.2.2 การวิเคราะห์การรับแสงของอาคาร (Daylight potential) : วิเคราะห์จุดที่ได้รับแสงมากหรือน้อย ช่วยในการออกแบบช่องแสงให้เหมาะสม

3.2.3 การวิเคราะห์ลมในพื้นที่ : วิเคราะห์ทิศทางและความเร็วลมเพื่อออกแบบช่องเปิดที่ช่วยให้อากาศไหลเวียนได้ดี

3.2.4 การวิเคราะห์เสียง : วิเคราะห์ระดับเสียงในพื้นที่โดยรอบอาคารเพื่อเลือกวัสดุที่ช่วยป้องกันเสียงรบกวน

3.2.5 การวิเคราะห์พื้นที่สำหรับติดตั้งโซล่าเซลล์ : วิเคราะห์ตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์และคำนวณปริมาณไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้

3.3 การเลือกหัวข้อเกณฑ์คะแนนที่นำมาปรับปรุงอาคารให้เป็นไปตามมาตรฐาน TREES-EB

การเลือกหัวข้อเกณฑ์คะแนนก่อนการบูรณะอาคารเดิมให้เป็นไปตามมาตรฐาน TREES-EB เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะการประเมินและวิเคราะห์สภาพของอาคารช่วยให้สามารถวางแผนและดำเนินการบูรณะอาคารได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพ ในโครงการนี้จะทำการประเมินอาคารอยู่สองระดับ คือ ระดับ Gold และ Silver เพื่อเป็นตัวเลือกให้กับผู้ที่จะนำไปบูรณะอาคารจริง สามารถเลือกได้ตามวัตถุประสงค์ของเจ้าของโครงการ

3.3.1 ระดับ Gold

การคัดเลือกหัวข้อในการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐาน TREES-EB เพื่อให้ได้ระดับ Gold โดยทำการเลือกหัวข้อการให้คะแนนที่สามารถทำได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพอาคาร สามารถนำไปสู่การบูรณะที่มีประสิทธิภาพ ตอบสนองต่อมาตรฐานได้อย่างครบถ้วน และสามารถทำคะแนนได้สูงสุดเท่าที่ตัวอาคารจะทำได้ แบ่งเป็น 8 หมวดตามมาตรฐาน TREES-EB

3.3.2 ระดับ Silver

การคัดเลือกหัวข้อในการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐาน TREES-EB เพื่อให้ได้ระดับ Silver จะพิจารณาให้การดำเนินการมีความคุ้มค่าและสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ โดยการตัดเกณฑ์ที่ต้องใช้เงินในการดำเนินงานมากในระดับ Gold ออกไป จะช่วยทำให้การปรับปรุงมีราคาที่ถูกลงและสามารถบรรลุระดับ Silver ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 การสร้างแบบจำลองการบูรณะอาคารตามมาตรฐานที่ออกแบบไว้ด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ในระดับ Gold และ Silver

การใช้โปรแกรม Autodesk Revit ในการสร้างแบบจำลองบูรณะอาคารช่วยให้เห็นภาพรวมของการบูรณะทั้งสองระดับอย่างชัดเจน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างในด้านวัสดุ ค่าใช้จ่าย และการปฏิบัติตามมาตรฐาน TREES-EB ได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

3.5 การถอดปริมาณงานและการประมาณราคา

การถอดปริมาณงานเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการประมาณราคา การถอดปริมาณงานโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit จะช่วยให้การจัดการข้อมูลเป็นไปอย่างมีระบบ ลดข้อผิดพลาดและมีประสิทธิภาพ หลังจากได้ข้อมูลการถอดปริมาณงานของทั้งระดับระดับ Gold และ Silver แล้วจะข้อมูล

ปริมาณงานนำไปประมาณราคาต่อ ดังนั้นโปรแกรม Autodesk Revit จึงเป็นเครื่องมือที่จะนำไปสู่การประมาณราคาที่แม่นยำมากขึ้น

การประมาณราคา เป็นกระบวนการที่จะช่วยให้ทราบราคาในการบูรณะอาคาร โดยการประมาณราคาจะเริ่มจากการถอดปริมาณงานโดยโปรแกรม Autodesk Revit และนำข้อมูลที่ได้มารวบรวมข้อมูลราคาของวัสดุและค่าแรงงานที่ใช้ในการประมาณราคาซึ่งอาจรวมถึงค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เช่น ค่าขนส่ง ค่าติดตั้ง เพื่อคำนวณต้นทุนรวมของโครงการทั้งในระดับ Gold และ Silver

3.6 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

3.6.1 เปรียบเทียบราคาในการบูรณะอาคารการเปรียบเทียบราคาในการบูรณะอาคารระดับ Gold และ Silver ตามมาตรฐาน TREES-EB เป็นการช่วยให้ผู้ที่ทำโครงการบูรณะสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับการลงทุนได้ โดยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันระหว่างระดับทั้งสอง

3.6.2 เปรียบเทียบพฤติกรรมพลังงานของอาคารเดิมและอาคารใหม่ที่ออกแบบด้วยโปรแกรม Autodesk Forma

การเปรียบเทียบพฤติกรรมพลังงานระหว่างอาคารเดิมและอาคารใหม่ที่ออกแบบด้วย Autodesk Forma จะช่วยให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในด้านพลังงาน เช่น แสงแดด ลม และการไหลของลม

4. ผลการดำเนินงาน

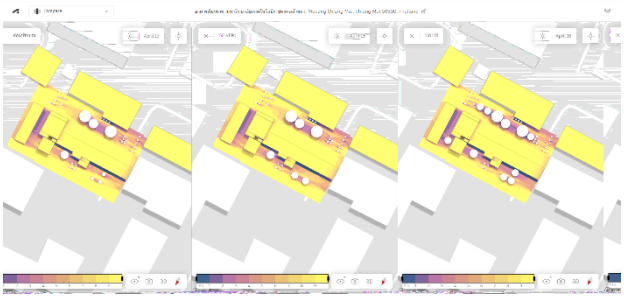
4.1 ผลการศึกษาแนวทางการบูรณะอาคารให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน TREES-EB ในระดับ Gold และ Silver

ในระดับ Gold และ Silver มีความแตกต่างกันในด้านการลงทุนและการดำเนินการ การบูรณะระดับ Gold ต้องใช้งบประมาณสูงเนื่องจากการลงทุนในเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนและโครงสร้างที่ยั่งยืน เช่น การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์และการสร้างพื้นที่สีเขียว โดยสามารถได้คะแนนรวม 57 คะแนน ในขณะที่ระดับ Silver เน้นการจัดการทรัพยากรและประหยัดงบประมาณ เช่น การใช้หลอด LED และระบบประหยัดน้ำ โดยไม่ต้องลงทุนในเทคโนโลยีขนาดใหญ่ และได้คะแนนรวม 49 คะแนน การเลือกแนวทางการบูรณะขึ้นอยู่กับงบประมาณและความต้องการของโครงการ

4.2 การจำลองพฤติกรรมพลังงานต่ออาคาร โดยใช้โปรแกรม Autodesk Forma ในระดับ Gold และ Silver

โปรแกรม Autodesk Forma เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการจำลองพฤติกรรมพลังงานของอาคาร เพื่อสนับสนุนการออกแบบและบูรณะอาคารให้เป็นไปตามมาตรฐาน TREES-EB โดยสามารถปรับใช้ตามสภาพภูมิประเทศของอาคารได้ โปรแกรมนี้ช่วยประเมินการใช้พลังงานในแต่ละส่วนของอาคารอย่างละเอียด ทำให้การออกแบบมีประสิทธิภาพสูงสุด

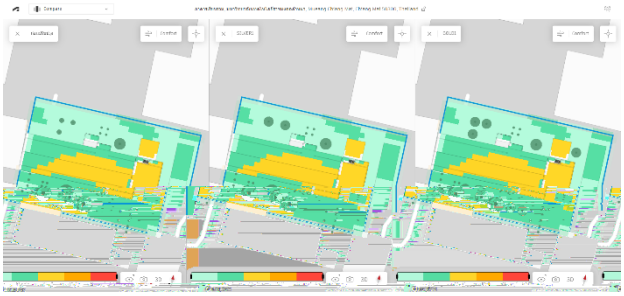
การจำลองพฤติกรรมพลังงานช่วยให้สามารถทดสอบและเปรียบเทียบทางเลือกต่าง ๆ เพื่อหาวิธีประหยัดพลังงานที่เหมาะสม เช่น การเลือกวัสดุที่เหมาะสมและการออกแบบการไหลเวียนอากาศภายในอาคาร นอกจากนี้โปรแกรมยังช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการบูรณะอาคาร ด้วยการนำเสนอข้อมูลและผลการวิเคราะห์ด้านพลังงานที่ชัดเจน ทำให้การออกแบบและบูรณะอาคารมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในด้านพลังงานและการรักษาสิ่งแวดล้อม โดยพฤติกรรมพลังงานของอาคารก่อนบูรณะและหลังบูรณะในระดับ Gold และ Silver ได้ผลการวิเคราะห์ในแต่ละหัวข้อดังรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 7



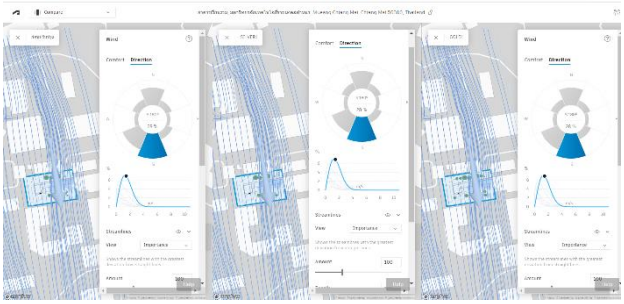
รูปที่ 2 การเปรียบเทียบปริมาณแสงแดด



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบการรับแสงของอาคาร



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบบริเวณที่สบาย



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบทิศทางลม



รูปที่ 7 แบบจำลองสารสนเทศ ในระดับ Gold

4.3.2 แบบจำลองสารสนเทศ ในระดับ Silver

การตัดหัวข้อที่มีต้นทุนสูงออกจากแผนการบูรณะอาคารช่วยประหยัดงบประมาณ พร้อมรักษามาตรฐานการเป็นอาคารเขียว โดยมุ่งเน้นการเลือกวิธีการและวัสดุที่เหมาะสม ซึ่งช่วยให้การบูรณะเป็นไปอย่างยั่งยืน ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นสำหรับผู้ใช้งาน

4.3.2.1 การบูรณะอาคารในหมวดสถาปัตยกรรม

1) เปลี่ยนสีทาภายในและภายนอกด้วยผลิตภัณฑ์ฉลากเขียวเบเยอร์คูล เพื่อลดสารเคมีอันตรายและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่งเสริมการก่อสร้างสีเขียวและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

4.3.2.2 การบูรณะอาคารในหมวดสุขภัณฑ์

1) เปลี่ยนชักโครก Simply Modish จาก Cotto ลดการใช้น้ำ12.5% ด้วยสุขภัณฑ์ที่ประหยัดน้ำและมีสัญลักษณ์ Green Choice

2) ใช้ก๊อกน้ำเปิด-ปิดอัตโนมัติที่ใช้เซนเซอร์ ช่วยประหยัดน้ำได้มากกว่า 20% ลดการสูญเสียน้ำและค่าใช้จ่ายในระยะยาว

4.3.2.3 การบูรณะอาคารในหมวดภูมิทัศน์

1) ปลูกไม้ยืนต้นไม่เป็นพืชรุกรานอย่างน้อย 6 ต้นในพื้นที่เปิดโล่ง 1,140 ตร.ม. เพิ่มจากเดิม 4 ต้นเป็น 6 ต้น

2) การใช้แผ่นยางดักฝุ่นที่ทางเข้าช่วยเก็บฝุ่นและสิ่งสกปรก ทำให้พื้นที่สะอาด ลดความเสี่ยงการลื่นไถล และเพิ่มความปลอดภัยให้ผู้ใช้งาน

4.3.2.4 การบูรณะอาคารในหมวดไฟฟ้า

1) เปลี่ยนมาใช้หลอดไฟ LED ขนาด 12W รุ่นประหยัดไฟเบอร์ 5 เพื่อประหยัดพลังงาน ลดค่าไฟ อายุยาวนาน ปล่อยความร้อนน้อย และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 8 แบบจำลองสารสนเทศ ในระดับ Silver

4.4 ประมาณราคาและค่าใช้จ่ายในการบูรณะอาคารตามเกณฑ์มาตรฐาน TREES-EB ในระดับ Gold และ Silver

การประมาณราคาจากแบบจำลองสารสนเทศ ที่ได้ปรับปรุงตามมาตรฐาน TREES-EB ให้ได้ระดับ Gold และ Silver เป็นขั้นตอนที่จะทำให้ทราบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ต้องใช้ในการบูรณะอาคาร เพื่อเป็นข้อมูลในการประกอบการตัดสินใจในการลงทุนเพื่อบูรณะอาคาร ว่ามีความคุ้มค่ามากน้อยเพียงใด โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาถึงสภาพของอาคารเก่าและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง

4.4.1 ประมาณราคาและค่าใช้จ่ายในการบูรณะอาคารสู่ระดับ Gold

รายการปริมาณงานและราคางานบูรณะอาคารโยธา5 ตามมาตราฐาน TREES-EB ในระดับ Gold สถานที่ เลขที่ 128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300

4.4.1.1 หมวดงานรื้อถอน ราคา 33,215 บาท

4.4.1.2 หมวดงานโครงสร้างหลังคา ราคา 138,063.77 บาท

4.4.1.3 หมวดงานสถาปัตยกรรม ราคา 1,424,767 บาท

4.4.1.4 หมวดงานระบบไฟฟ้า ราคา 994,680 บาท

4.4.1.5 หมวดงานปรับปรุงภูมิทัศน์ ราคา 199,900 บาท

4.4.1.6 หมวดงานอื่นๆ ราคา 8,800 บาท

สรุปราคาและค่าใช้จ่ายในการบูรณะอาคารโยธา 5 ตามมาตรฐาน TREES-EB ในระดับ Gold เป็นเงินทั้งหมดจำนวน 2,795,825 บาท

4.4.2 ประมาณราคาและค่าใช้จ่ายในการบูรณะอาคารสู่ระดับ Silver

รายการปริมาณงานและราคางานบูรณะอาคารโยธา5 ตามมาตรฐาน TREES-EB ในระดับ Silver สถานที่ เลขที่ 128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50300

4.4.1.1 หมวดงานรื้อถอน ราคา 21,600 บาท

4.4.1.2 หมวดงานสถาปัตยกรรม ราคา 214,842 บาท

4.4.1.3 หมวดงานระบบไฟฟ้า ราคา 144,680 บาท

4.4.1.4 หมวดงานปรับปรุงภูมิทัศน์ ราคา 27,500.00 บาท

4.4.1.5 หมวดงานอื่นๆ ราคา 8,800 บาท

สรุปราคาและค่าใช้จ่ายในการบูรณะอาคารโยธา5 ตามมาตรฐาน TREES -EB สู่ระดับ Silver เป็นเงินทั้งหมดจำนวน 417,422 บาท

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการดำเนินงาน ระดับ Silver และ Gold

ผลการดำเนินงาน		
หัวข้อ	ระดับ Silver	ระดับ Gold
1. คัดเลือกหัวข้อในการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐาน TREES-EB	49 คะแนน	52 คะแนน
2.การจำลองพฤติกรรมพลังงานต่ออาคาร โดยใช้โปรแกรม Autodesk Forma	การรับแสงแดดและความร้อนลดลงตัวอาคารมีความเย็นสบายขึ้น	การรับแสงแดดและความร้อนลดลงมากว่าเนื่องจากมีร่มเงาจากต้นไม้ที่มากกว่าทำให้อาคารมีความเย็นสบายมาก
3. แบบจำลองสารสนเทศของอาคารโยธา 5 ตามเกณฑ์มาตรฐาน TREES-EB	มีความแตกต่างจากอาคารเดิมเล็กน้อย	มีความแตกต่างจากอาคารเดิมปานกลางสวยงามากขึ้น
4.ประมาณราคาและค่าใช้จ่ายในการบูรณะอาคารตามเกณฑ์มาตรฐาน TREES-EB ในระดับ	417,422 บาท	2,795,825 บาท

5. สรุปและอภิปราย

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการบูรณะอาคารโยธา 5 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเชียงใหม่ โดยใช้แนวทางตามมาตรฐาน TREES-EB ในระดับ Gold และ Silver ผ่านการใช้เทคโนโลยี Autodesk Revit สำหรับการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และ Autodesk Forma สำหรับการจำลองพฤติกรรมพลังงาน พบว่าอาคารเดิมยังไม่สามารถผ่านเกณฑ์ TREES-EB ได้ในทันที และจำเป็นต้องมีการปรับปรุงในหลายด้าน ทั้งเชิงกายภาพและด้านพลังงานเพื่อให้สอดคล้องกับเกณฑ์ด้านความยั่งยืน การบูรณะในระดับ Gold ให้ความสำคัญกับการยกระดับความยั่งยืนในระยะยาว โดยมีการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ การออกแบบหลังคาทรงจั่ว การเพิ่มพื้นที่สีเขียว และการใช้วัสดุคุณภาพสูง เช่น กระจก Solar X Max ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานจากระบบทำความเย็นและเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของอาคาร ส่งผลให้ได้คะแนนรวม 57 คะแนนตามเกณฑ์ TREES-EB ขณะที่แนวทางระดับ Silver เน้นการจัดการทรัพยากรที่คุ้มค่าในเชิงงบประมาณ โดยมุ่งลดการใช้พลังงานผ่านการเปลี่ยนหลอดไฟเป็น LED การปรับปรุงสุขภัณฑ์ และการใช้วัสดุที่มีฉลากเขียว ทำให้ได้คะแนนรวม 49 คะแนน

การใช้ Autodesk Forma ในการจำลองพฤติกรรมพลังงานช่วยให้สามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างแนวทาง Gold และ Silver ได้อย่างชัดเจน โดยเน้นวิเคราะห์องค์ประกอบด้านพลังงาน เช่น แสงแดด การรับแสงธรรมชาติ การหมุนเวียนของอากาศ และการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่าการออกแบบและวัสดุในระดับ Gold มีแนวโน้มช่วยลดภาระพลังงานในระยะยาวได้ดีกว่า แม้ความแตกต่างบางด้าน เช่น ปริมาณแสงและลม อาจไม่ชัดเจนมากนัก ส่วนการวิเคราะห์เสียงไม่มีความแตกต่างระหว่างสองระดับ ในด้านการจัดทำแบบจำลอง BIM ด้วย Autodesk Revit ทำให้สามารถจำลองโครงสร้างและองค์ประกอบการบูรณะได้อย่างชัดเจนและแม่นยำ โดยในระดับ Gold มีการเพิ่มรายละเอียดการใช้วัสดุและระบบที่ล้ำสมัย ส่วนระดับ Silver ยังคงโฟกัสที่การประหยัดต้นทุนแต่คงไว้ซึ่งความสอดคล้องกับเกณฑ์ความยั่งยืน

ผลการประเมินด้านต้นทุน พบว่าการบูรณะตามแนวทางระดับ Gold มีค่าใช้จ่ายรวม 2,795,825.77 บาท แบ่งเป็นงานสถาปัตยกรรม ระบบไฟฟ้า งานโครงสร้างหลังคา การรื้อถอน และการปรับภูมิทัศน์ ส่วนการบูรณะในระดับ Silver มีค่าใช้จ่ายรวม 417,422 บาท โดยเลือกใช้เทคโนโลยีและวัสดุที่มีต้นทุนต่ำกว่าขณะที่ยังสามารถตอบโจทย์หลักของเกณฑ์ TREES-EB ได้ในระดับหนึ่ง ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นถึงแนวทางการตัดสินใจระหว่างการลงทุนเพื่อความยั่งยืนระยะยาวกับแนวทางที่ประหยัดต้นทุนในระยะสั้น ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารสถานศึกษาอื่น ๆ ที่ต้องการปรับปรุงให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนในบริบทของอาคารที่มีอยู่เดิม

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

แนวทางการบูรณะอาคารตามเกณฑ์ TREES-EB ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้เป็นกรอบข้อเสนอแนะที่สามารถปรับใช้ได้ตามข้อจำกัดทางทรัพยากรงบประมาณ และเป้าหมายเฉพาะของแต่ละโครงการ โดยมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและยกระดับคุณภาพสิ่งแวดล้อมในอาคาร แม้ไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดทั้งหมดของเกณฑ์ TREES-EB แต่การนำแนวทางระดับ Gold และ Silver มาใช้จะสามารถยกระดับมาตรฐานอาคารให้สูงขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรม หากได้รับการปรับใช้ตามบริบทที่เหมาะสม

งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดบางประการ เช่น การวิเคราะห์ที่เน้นไปที่พฤติกรรมพลังงานภายนอกอาคารเป็นหลัก และความจำกัดของโปรแกรมในการรองรับแบบจำลองที่มีความละเอียดสูง ซึ่งส่งผลต่อความแม่นยำของการประเมินผลลัพธ์ โดยเฉพาะในกรณีของการบูรณะอาคารเก่าที่มีข้อจำกัดทางด้านโครงสร้างและงบประมาณ การประยุกต์ใช้ข้อเสนอแนะจึง

อาจต้องมีการปรับรายละเอียดให้สอดคล้องกับสถานการณ์และข้อจำกัดของโครงการจริง

จากการใช้ Autodesk Forma พบว่ามีความเหมาะสมในการวิเคราะห์พฤติกรรมพลังงานภายนอกอาคารใหม่ โดยสามารถกำหนดรูปทรงอาคารได้อย่างอิสระและแม่นยำในระยะต้นของการออกแบบ อย่างไรก็ตาม โปรแกรมยังมีข้อจำกัดในการรองรับแบบจำลองที่ซับซ้อน และไม่สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมพลังงานภายในอาคารได้ รวมทั้งยังมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่ไม่สามารถกำหนดตำแหน่งได้อย่างอิสระ ดังนั้น การใช้โปรแกรมนี้ในบริบทของการบูรณะอาคารเก่าควรเสริมด้วยการตรวจสอบข้อมูลจากภาคสนาม และในกรณีที่ต้องการวิเคราะห์พฤติกรรมภายในอาคาร ควรใช้โปรแกรม Autodesk Insight ร่วมด้วยเพื่อเพิ่มความครบถ้วนของข้อมูล

การใช้ Autodesk Revit ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) นั้นสามารถนำไปใช้ประเมินสภาพก่อนและหลังการบูรณะได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการถอดปริมาณวัสดุและประมาณราคา อย่างไรก็ตาม การใช้งานโปรแกรมนี้จำเป็นต้องมีทักษะและความชำนาญในการสร้างแบบจำลองเพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความแม่นยำและสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไปได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป ได้แก่ การเก็บข้อมูลจริงภาคสนามเพื่อเปรียบเทียบกับผลการจำลอง และการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับกลยุทธ์การเลือกใช้มาตรการบูรณะในบริบทที่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณหรือโครงสร้าง นอกจากนี้ควรมีการทดสอบการประยุกต์ใช้โปรแกรม Autodesk Forma และ Autodesk Revit ในการบูรณะอาคารประเภทต่าง ๆ เพื่อประเมินขีดความสามารถของโปรแกรมในการตอบสนองต่อสภาวะจริง

เอกสารอ้างอิง

[1] จักรกฤษ ปงกันมูล, นิธิอรรถ พัวพัน, พิทักษ์พงศ์ หมอช้าง. การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในงานวิเคราะห์โครงสร้างและประมาณราคาอาคารในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา; 2564.

[2] ณรรฐพล จันพิชัยโกศล. การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของอาคารของสถานศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2564.

[3] นายณัฐพล เขตกระโทก. แนวทางการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐานอาคารเขียว กรณีศึกษาอาคารบรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี; 2556.

[4] นที สัมปุรณะพันธ์. การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้มาตรฐานอาคารเขียวไทย เพื่อการออกแบบอาคารเรียน ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. ปริญญานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสถาปัตยกรรม คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา; 2556.

[5] อภิเกียรติ เจริญสุทธิโยธิน. แนวทางการพัฒนาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร(BIM) เพื่อคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) ในขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2560.

[6] นางสาววรรณี วัฒนไพลิน. การให้ความสำคัญกับการประหยัดพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อมในอาคารโรงพยาบาล ตามหลักเกณฑ์อาคารสีเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2552.

[7] พงษ์ศักดิ์ สารมะโน, เทิดศักดิ์ คำแสน, จตุรงค์ ชุ่มอุ่น. การประยุกต์ใช้โปรแกรม SketchUp 2016 ในการประมาณราคางานก่อสร้างอาคาร. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา; 2559.

[8] พิเชษฐ์ สุขเสกสรรค์, ธนกิจ รอดเย็น, ปรีชา เชื้อวัชรินทร์ ถลัชนันท์ เย็นประเสริฐ. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในงานบริหารทรัพยากรอาคาร ใน โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า. กองวิชาวิศวกรรมโยธา. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23 (NCCE 23) (CEMID58). นครนายก : โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ; 2561.

[9] กชกร อาจน้อย. ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาอาคารเขียว กรณีศึกษาอาคารเขียวในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีโครงสร้างเพื่อสิ่งแวดล้อมสรรค์สร้าง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2556.