การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อพัฒนาแบบก่อสร้างสู่การเป็นอาคารเขียวแบบยั่งยืน กรณีศึกษา อาคารอเนกประสงค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่

THE APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELING FOR DEVELOPING CONSTRUCTION DESIGNS TOWARDS SUSTAINABLE GREEN BUILDINGS: A CASE STUDY OF THE MULTIPUPOSE BUILDING, RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY LANNA CHIANG MAI

อลงกต สุคำวัง[1] พรพจน์ นุเสน[2,*] สุนิตา นุเสน[3] มานพ แก้วโมราเจริญ[4] ดิษฐิเดช ราชแพทยาคม[5] จีราภรณ์ ผาแดง[6] และณัฐกานต์ สุภาวงค์[7]

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

บทคัดย่อ

จากปัญหาภาวะโลกร้อนที่ทวีความรุนแรง แนวคิดการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์จึงได้รับความสำคัญในอุตสาหกรรมก่อสร้าง บทความนี้นี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) เพื่อพัฒนาแบบก่อสร้างให้สอดคล้องกับแนวทางการออกแบบอาคารเขียวอย่างยั่งยืนตามเกณฑ์ TREES-NC โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ถอดปริมาณวัสดุ และประเมินการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ก่อนและหลังการปรับปรุงแบบก่อสร้าง พร้อมทั้งใช้ Microsoft Power BI ในการบริหารจัดการและสื่อสารข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ จากการพัฒนาแบบก่อสร้างและการประเมินอาคารตามมาตรฐาน TREES-NC พบว่า อาคารอเนกประสงค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ สามารถเพิ่มคะแนนได้เป็น 45 คะแนน ผ่านเกณฑ์ในระดับ CERTIFIED ซึ่งสะท้อนถึงแนวทางการออกแบบที่สอดคล้องกับมาตรฐานอาคารเขียว การใช้ Autodesk Revit ในการถอดปริมาณวัสดุ และการประเมิน Carbon Footprint ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านการก่อสร้าง โดยสามารถ ลดต้นทุนค่าแรงได้ถึง 605,833 บาท และ ลดการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ลง 10% จากการเลือกใช้วัสดุที่ได้รับการรับรองฉลากลดคาร์บอน นับเป็นแนวทางที่ช่วยให้การก่อสร้างเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ Microsoft Power BI ยังถูกนำมาใช้ในการจัดการข้อมูลโครงการและเชื่อมโยงกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ทำให้สามารถติดตามข้อมูลและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอาคารได้อย่างเป็นระบบ ลดขั้นตอนการจัดการข้อมูลด้วยระบบอัตโนมัติ และเพิ่มความแม่นยำในการบริหารโครงการ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการออกแบบและก่อสร้างอาคารอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: แบบจำลองสารสนเทศ, คาร์บอนฟุตพริ้นท์, TREES-NC, Power BI

Abstract

Amid the escalating global warming crisis, the concept of carbon footprint reduction has become increasingly significant in the construction industry. This study focuses on the application of Building Information Modeling (BIM) technology to develop construction designs in alignment with sustainable green building practices, based on the Thai's TREES-NC assessment standard. Autodesk Revit was employed to generate the BIM model, quantify construction materials, and assess carbon emissions before and after design improvements. Microsoft Power BI was also integrated to enhance data management and communication efficiency. The case study, involving the multipurpose building at Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai, demonstrated that the building could achieve 45 points, meeting the CERTIFIED level of the TREES-NC standard—reflecting compliance with green building design principles. The use of Autodesk Revit to extract quantities and assess the carbon footprint significantly enhanced construction efficiency, reducing labor costs by 605,833 THB and lowering the building's carbon footprint by 10% through the selection of certified low-carbon materials. Furthermore, Microsoft Power BI enabled systematic project data management and integration with the BIM model, facilitating real-time performance tracking and automated processes. This integration improves accuracy

and project efficiency, offering a digital-driven approach to sustainable building design and construction.

Keywords: building information modeling (BIM), carbon footprint, TREES-NC, Power BI

1. คำนำ

ในปัจจุบัน โลกเผชิญกับสถิติอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น ทั้งในชั้นบรรยากาศและผิวน้ำทะเล ซึ่งเป็นสัญญาณชัดเจนของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอันเป็นผลจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ จากกิจกรรมของมนุษย์ในปริมาณที่มากเกินไป ส่งผลให้เกิดภัยธรรมชาติที่รุนแรงขึ้น เช่น คลื่นความร้อน น้ำท่วม ไฟป่า และภัยแล้ง ซึ่งไม่เพียงแต่สร้างความเสียหายทางชีวภาพเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมในหลายพื้นที่ของโลก ประเทศไทยแม้ว่าจะมีอันดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 19 ของโลก แต่กลับติด 1 ใน 10 ประเทศที่ได้รับผลกระทบจากภัยธรรมชาติรุนแรงมากที่สุด [1] สิ่งนี้สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน หนึ่งในแนวทางสำคัญในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือ การใช้แนวคิด "คาร์บอนฟุตพริ้นท์" (Carbon Footprint) ซึ่งเป็นการวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากผลิตภัณฑ์หรือกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพ [2] อีกทั้งประเทศไทยยังให้ความสำคัญกับ "อาคารเขียว" โดยมีมาตรฐาน TREES (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability) เป็นเกณฑ์ในการประเมินและออกแบบอาคารให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม [3]

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) ได้รับการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างอย่างแพร่หลาย เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการออกแบบ วางแผน และบริหารจัดการอาคาร โดย BIM สามารถบูรณาการข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมเข้ากับโครงการก่อสร้างได้ ซึ่งช่วยให้สามารถวิเคราะห์และลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของวัสดุก่อสร้างได้

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ผ่านมา มักเน้นที่การคำนวณปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์จากวัสดุก่อสร้างโดยไม่ได้คำนึงถึงต้นทุนหรือมาตรฐานอาคารเขียว ดังนั้นบทความนี้จึงเลือกใช้โปรแกรม Autodesk Revit ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ได้รับความนิยมและเข้าถึงได้ง่าย มาช่วยสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อใช้ในการถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง ประมาณราคาก่อสร้าง และประเมินผลกระทบของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โครงการวิจัยนี้เลือกศึกษา อาคารอเนกประสงค์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาแนวทางการลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์และประเมินมาตรฐานอาคารเขียว TREES ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและนำไปสู่การพัฒนาอาคารที่ยั่งยืนในอนาคต

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในกระบวนการออกแบบและก่อสร้างยุคใหม่ โดยช่วยสร้างแบบจำลองอาคารทั้งในรูปแบบสองมิติและสามมิติ พร้อมทั้งเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ภายในโครงการเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถวางแผน ออกแบบ และบริหารจัดการทรัพยากรอาคารได้อย่างครบวงจร [4] ความสามารถของ BIM ยังครอบคลุมถึงการถอดปริมาณวัสดุก่อสร้างและการประมาณราคาค่าก่อสร้าง ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการประเมินต้นทุนโครงการ ทั้งในด้านค่าวัสดุ ค่าแรง ค่าดำเนินการ และอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถวางแผนงบประมาณได้อย่างเหมาะสม และควบคุมค่าใช้จ่ายให้ใกล้เคียงกับราคาจริงของโครงการ [5] ในด้านสิ่งแวดล้อม แนวคิดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ได้รับความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเน้นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ในหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และวางแผนเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ [6] ประเทศไทยได้พัฒนามาตรฐานการประเมินอาคารเขียวขึ้นในชื่อ TREES (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability) โดยพิจารณาจากองค์ประกอบด้านการออกแบบ การเลือกใช้วัสดุ และกระบวนการก่อสร้าง เพื่อให้มั่นใจว่าอาคารมีความยั่งยืนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [7] นอกจากนี้ เครื่องมือด้านการวิเคราะห์ข้อมูลอย่าง Microsoft Power BI ได้กลายเป็นทางเลือกสำคัญสำหรับการจัดการข้อมูลในโครงการก่อสร้าง เนื่องจากสามารถรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ มาวิเคราะห์ และนำเสนอในรูปแบบกราฟหรือแดชบอร์ดแบบโต้ตอบ ช่วยให้การบริหารจัดการข้อมูลเป็นไปอย่างเป็นระบบ ชัดเจน และเข้าใจง่าย [8] การผสานข้อมูลจาก BIM เข้ากับ Power BI จึงเป็นแนวทางที่ได้รับความสนใจมากขึ้นในการขับเคลื่อนการออกแบบและก่อสร้างอาคารในยุคดิจิทัล

Changhai Peng และ Xiao Wu [9] ได้ศึกษาแนวทางการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ร่วมกับโปรแกรม Ecotec Analysis เพื่อประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวงจรชีวิตของอาคารสำนักงาน โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะก่อสร้าง (วัสดุ ขนส่ง และขั้นตอนการก่อสร้าง) ระยะดำเนินงาน (ระบบ HVAC ระบบไฟฟ้า ระบบน้ำ และลิฟต์) และระยะรื้อถอน (ขยะและวัสดุเหลือใช้) ผลการศึกษาพบว่า การปล่อยก๊าซส่วนใหญ่มาจากช่วงดำเนินงาน คิดเป็นร้อยละ 85.4 รองลงมาคือช่วงก่อสร้าง (ร้อยละ 12.6) และช่วงรื้อถอน (ร้อยละ 2.0) โดยระบบ HVAC และระบบไฟฟ้าเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า BIM ร่วมกับ Ecotec เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพสูงในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการปล่อยคาร์บอนจากวงจรชีวิตของอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในบริบทของประเทศไทย ประภัสสร วงศ์ยืน และวิทยา ยงเจริญ [10] ได้ศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงานให้สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว TREES-NC ซึ่งเป็นมาตรฐานด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของไทย โดยกรณีศึกษาที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในเบื้องต้นได้ถูกนำมาปรับปรุงในระยะการดำเนินงาน พร้อมทั้งประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยเปรียบเทียบการใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุง ผลการศึกษาพบว่า อาคารสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 17,137 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ลดลง 67,520 บาทต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ย 7.42 ปี ทั้งยังสามารถยกระดับมาตรฐานอาคารให้ผ่านการรับรอง

ตามเกณฑ์ TREES-NC ได้สำเร็จ ด้านการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของวัสดุก่อสร้าง Rosaliya Kurian และคณะ [11] ได้ศึกษาผลกระทบจากการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวงจรชีวิตอาคาร โดยใช้ AutoCAD และ Autodesk Revit Architecture 2018 เป็นเครื่องมือในการคำนวณ โดยวัสดุที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ปูนซีเมนต์ บล็อกคอนกรีต เซรามิก และอิฐมอญ โดยแบ่งวงจรชีวิตอาคารออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะผลิต (การจัดหา ขนส่ง และผลิตวัสดุ) ระยะขนส่งและติดตั้ง ระยะดำเนินงาน (การใช้งาน บำรุงรักษา ระบบไฟฟ้าและน้ำ) และระยะรื้อถอน ผลการศึกษาพบว่า ปูนซีเมนต์ เป็นวัสดุที่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด และช่วง การดำเนินงาน เป็นระยะที่ปล่อยก๊าซมากที่สุดในวงจรชีวิตอาคาร สะท้อนถึงความสำคัญของการเลือกวัสดุและการบริหารจัดการพลังงานในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3. ขั้นตอนการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.1.1 ศึกษางานวิจัยจากวิทยานิพนธ์ เกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ จากบทความทางวิชาการ เอกสารงานที่เกี่ยวข้องจากในประเทศและต่างประเทศ เพื่อนำแนวคิดและทฤษฎีที่ได้มาประยุกต์ใช้เป็นแนววางในการประเมินปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของอาคาร

3.1.2 เลือกกรณีศึกษาสำหรับขั้นตอนการปรับปรุงแบบแปลนก่อสร้างอาคารเพื่อลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้แก่ อาคารอเนกประสงค์ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

3.1.3 ศึกษารายละเอียดของอาคารกรณีศึกษาเพื่อนำมาพัฒนา โดยใช้วิธีการปรับปรุงจากผลการศึกษาทั้งจากงานในประเทศและต่างประเทศเป็นแนวทาง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลแบบแปลน และรวบรวมข้อมูลรายละเอียดรายการก่อสร้าง เพื่อนำไปปรับปรุงต่อไป

3.1.4 ปรับปรุงรายละเอียดแบบแปลนก่อสร้างตามขั้นตอนที่ศึกษาไว้จากแนวทางขั้นต้น

3.1.5 เก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการนำมาประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง

3.1.6 จัดทำเทมเพลต (template) เพื่อใช้สำหรับประเมินเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (TREE-NC) ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และประมาณราคาก่อสร้างโดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel

3.1.7 ประเมินเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (TREE-NC) และปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ โดยป้อนข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ลงในเทมเพลตที่สร้างขึ้น โดยประเมินจากแบบแปลนก่อสร้างเดิมและแบบแปลนก่อสร้างใหม่ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

3.1.8 เปรียบเทียบผลการประเมินตามเกณฑ์การประเมินอาคารเขียว (TREE-NC) และปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากแบบแปลนก่อสร้างเดิมและแบบแปลนก่อสร้างใหม่ที่ได้รับการพัฒนาแล้ว

3.1.9 วิเคราะห์ผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยจำแนกผลลัพธ์เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์และแนวทางการลดการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์

3.1.10 สรุปผลลัพธ์งานวิจัย ได้แก่ แนวทางการพัฒนาแบบแปลนก่อสร้างที่มีแนวโน้มทำให้อาคารกรณีศึกษาผ่านเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวในระดับที่สูงขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เกิดขึ้นหลังการพัฒนาแบบ แนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวมถึงปัญหาข้อจำกัดและข้อเสนอแนะสำหรับการทำงานวิจัยในอนาคต

3.2 ขั้นตอนการระบุวัสดุและค่า CO_2Emission ที่ใช้ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

3.2.1 สร้าง Parameter เริ่มจากการเปิดแถบ Manage เลือก Project Parameter เมื่อหน้าต่างขึ้นมาให้กด New Parameter เพื่อสร้างพารามิเตอร์ ชื่อ A01-หมวดวัสดุ, A02-EC kgCO2e/kg และA03-EC kgCO2e/m^2 ในหมวดหมู่ของ Categories หัวข้อของ Filter list ให้เลือกหัวข้อ Architecture และ Structure จากนั้นด้านล่างกดเลือก Check All เมื่อเสร็จสิ้นการสร้าง Parameter

3.2.2 เปิด Visibility/Graphic ขึ้นมาจากนั้นกดแถบ Filters เลือก Edit /New เพื่อทำการสร้าง Filters และตั้งชื่อ Parameter ที่ทำไว้ในขั้นตอนที่ 1.1 หมวดของส่วนของ Categories ในหัวข้อของ Filter list เลือกหัวข้อ Architecture และ Structure ด้านล่างให้เลือกหมวดที่จะพิจารณา เช่น Wall Roof Column เป็นต้นจากนั้นจะแสดง Filters ของแต่ละตัวแปรที่สร้างเสร็จแล้ว

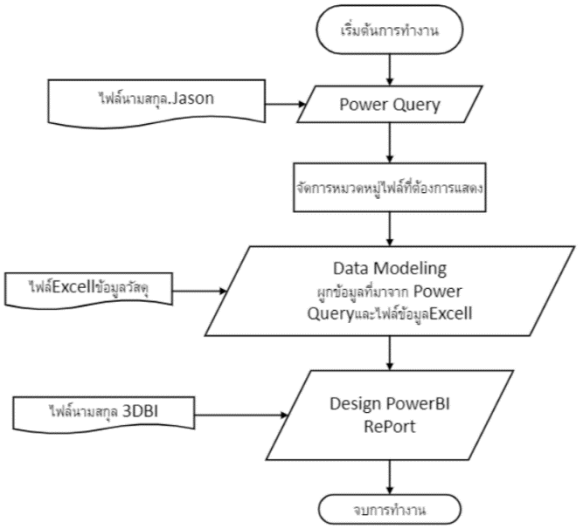
3.2.3 ข้อมูลที่จะนำเข้าเราต้องจัดหมวดหมู่ให้อยู่ด้วยกัน เช่น หมวดหมู่ของวัสดุ น้ำหนักวัสดุ หรือ ค่าแฟคเตอร์ที่นำมาพิจารณา เพื่อที่จะนำเข้าที่โปรแกรม Microsoft Power BI ต่อไป

3.2.4 การใส่ข้อมูลวัสดุและแฟคเตอร์เราจำเป็นต้องใส่เริ่มกรอกข้อมูลข้อมูลตั้งแต่ด้านบนสุดคือส่วนของหลังคาไปจนถึงด้านล่างคือฐานราก วิธีการกรอกข้อมูล เริ่มจากการเลือกวัสดุที่ต้องการระบุชื่อวัสดุ และค่าแฟคเตอร์ โดยที่ชื่อของวัสดุจะต้องตรงกับไฟล์ข้อมูล เพื่อให้การทำงานในขั้นต่อไปง่ายมากขึ้น จากนั้นกด Apply เมื่อเรากรอกค่าวัสดุเสร็จแล้ววัสดุตัวนั้นจะหายไปถือว่าสำเร็จ

3.2.5 การส่งข้อมูลออกจากโปรแกรม Autodesk Revit ต้องนำออกผ่าน Add-in ที่ชื่อ 3DBI เราจะได้ไฟล์ 2 ไฟล์ที่มีนามสกุลที่ต่างกัน ได้แก่ .jason และ 3DBI

3.3 การนำแบบจำลองสารสนเทศและไฟล์ข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม PowerBI

ในส่วนของการ Design PowerBI Report ต้องทำการเลือกข้อมูลที่เราจะนำมาเปรียบเทียบและนำเสนอคือปริมาณคาร์บอนทั้งก่อนและปลังการปรับปรุง แบบจำลองสารสนเทศอาคารที่เราทำการระบุค่าแฟกเตอร์เรียบร้อยแล้ว โดยอาจทำการนำเสนอโดยการใช้แผนภูมิวงกลม แผนภูมิแท่ง เป็นต้น แสดงขั้นตอนดังแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการจัดการข้อมูลผ่านโปรแกรม Microsoft Power BI

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาการพัฒนาแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับอาคารเขียวภาครัฐ

จากการประเมินอาคารตามมาตรฐาน TREE-NC สำหรับปรับปรุงแบบอาคารอเนกประสงค์ มทร.ล้านนาเชียงใหม่ เมื่อประเมินตามมาตรฐานทั้ง 8 หัวข้อ จะได้คะแนนดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคะแนนตามมาตรฐาน TREE-NC ของอาคาร

หมวดหมู่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้ก่อนปรับปรุง	คะแนนที่ได้หลังปรับปรุง
หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร (Building Management)	3	1	2
หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์ (Site and Landscape)	18	17	17
หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ (Water Conservation)	6	0	6
หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere)	31	3	3
หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง (Materials and Resources)	13	2	3
หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environmental Quality)	18	8	8
หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environmenttal Protection)	5	6	6
หมวดที่ 8 นวัตกรรม (Green Innovation)	6	0	0
รวมคะแนนทั้งสิ้น	100	37	45

ผลการประเมินคะแนนอาคารหลังปรับปรุงตามเกณฑ์ของมาตรฐาน TREE-NC โดยประเมินจากรายละเอียดของแบบอาคารหลังการปรับปรุงจากตารางที่ 2 เมื่อเทียบกับตารางที่ 1 พบว่าหากปรับปรุงพัฒนาแบบก่อสร้างในหมวดที่ 1 ,3 และ 5 ซึ่งจะช่วยเพิ่มคะแนนเข้าสู่รางวัลขั้น CERTIIFIED โดยพัฒนาในหมวดหมู่ดังต่อไปนี้

หมวดหมู่ที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร (BM1) ด้วยการติดป้ายประชาสัมพันธ์หน้าพื้นที่ก่อสร้างเพื่อแสดงเจตนารมณ์เข้าร่วมการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อม เพิ่ม 1 คะแนน

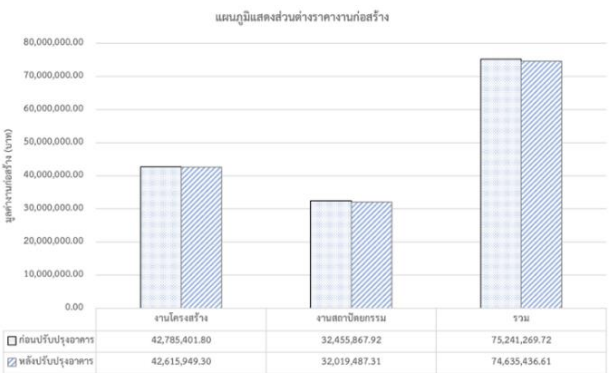
หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ ด้วยการใช้อุปกรณ์ประหยัดน้ำมากกว่า 90%, ติดมาตรวัดการใช้น้ำ, ติดตั้งถังเก็บน้ำฝน, และออกแบบระบบนำน้ำเสียกลับมาใช้หลังบำบัด เพิ่ม 6 คะแนน

หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง (MR 6.1) ด้วยการใช้วัสดุที่มีฉลากเขียวหรือฉลากคาร์บอน เช่น ฝ้า คอนกรีต เหล็ก ฉนวน สี คิดเป็นมูลค่า 10,954,642.48 บาท เป็น 15% ของมูลค่ารวมหลังปรับปรุง ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด เพิ่ม 1 คะแนน

4.2 ผลการถอดปริมาณงาน และประมาณราคาก่อสร้าง

ผลการถอดปริมาณวัสดุในงานโครงสร้างและสถาปัตยกรรมด้วย Autodesk Revit ที่มีการป้อนข้อมูลวัสดุแต่ละประเภทลงในแบบจำลองอาคาร เมื่อการออกแบบเสร็จสิ้น โปรแกรมจะคำนวณปริมาณวัสดุโดยใช้ข้อมูลที่บันทึกไว้ในแบบจำลองและสามารถถอดปริมาณวัสดุออกมาโดยอัตโนมัติ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถเชื่อมโยงกับระบบการประมาณราคา โดยการนำราคาวัสดุและค่าแรงมาคำนวณต้นทุนการก่อสร้าง โดยได้ผลการถอดปริมาณราคาได้ดังนี้

ในส่วนงานโครงสร้างพบว่าใช้งบประมาณเป็นเงิน 42,785,401.80 บาท และในงานสถาปัตยกรรมใช้งบประมาณเป็นเงิน 32,455,867.92 บาท รวมเป็นเงิน 75,241,269.72 บาท ซึ่งหลังจากการปรับการใช้วัสดุเพื่อให้ผ่านเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวในระดับที่สูงขึ้นตามมาตรฐาน TREE-NC พบว่าในส่วนงานโครงสร้างพบว่าใช้งบประมาณเป็นเงิน 42,615,949.30 บาท และในงานสถาปัตยกรรมใช้งบประมาณเป็นเงิน 32,019,487.31 บาท รวมเป็นเงิน 74,635,436.61 บาท โดยลดลงเป็นเงิน 605,833.11 บาท แสดงผลการเปรียบเทียบดังแผนภูมิที่ 2



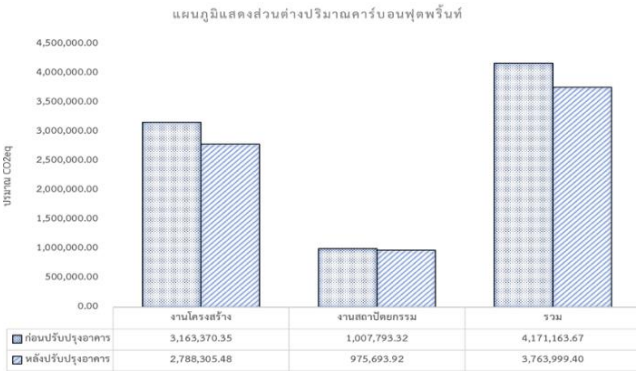
แผนภูมิที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบมูลค่าราคางานก่อสร้าง

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

จากการปริมาณวัสดุก่อสร้างที่ได้จากการถอดจากแบบจำลองสารสนเทศที่สร้างด้วยโปรแกรม Autodesk Revit เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณคาร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ได้ผลปริมาณคาร์ฟุตพริ้นท์ ดังต่อไปนี้ พบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของอาคารก่อนปรับปรุงมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวม 4,171,163.67 kgCO2eq เมื่อใช้วัสดุที่มีฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนลดลงจากวัสดุปกติได้แก่ ฝ้า คอนกรีตโครงเหล็กรูปพรรณ ฉนวนกันความร้อน และสี ทำให้ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของอาคารหลังปรับปรุงมีปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ รวม 3,763,999.40 kgCO2eq จะพบว่าหลังการปรับปรุงอาคารด้วยการวัสดุทำให้ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของอาคารลดลง 407,164.27 kgCO2eq คิดเป็นร้อยละ 10 จากปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของอาคารก่อนการปรับปรุง แสดงผลดังตารางที่ 2 และแสดงผลการเปรียบเทียบดังแผนภูมิที่ 3

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของอาคาร

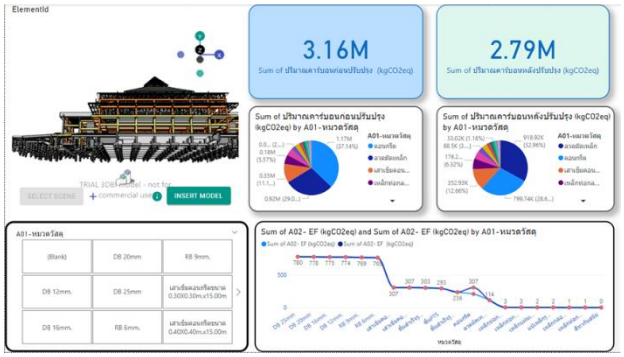
รายการ	รวมปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (kgCO2eq)		ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ลดลง (kgCO2eq)
	ก่อนปรับปรุงอาคาร	หลังปรับปรุงอาคาร	
งานโครงสร้าง	3,163,370.35	2,788,305.48	375,064.87
งานสถาปัตยกรรม	997,020.61	975,693.92	32,099.40
รวม	4,171,163.67	3,763,999.40	407,164.27



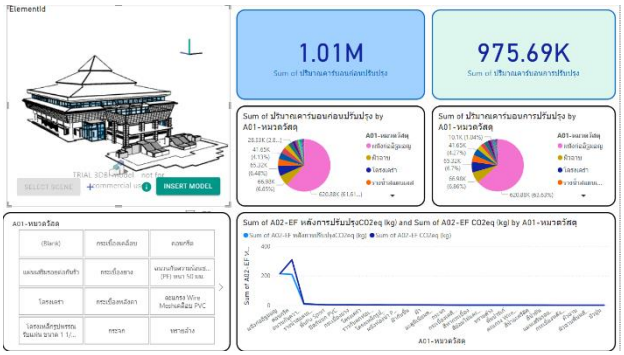
แผนภูมิที่ 3 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

4.4 ผลการจัดการข้อมูลโดยโปรแกรม Microsoft Power BI

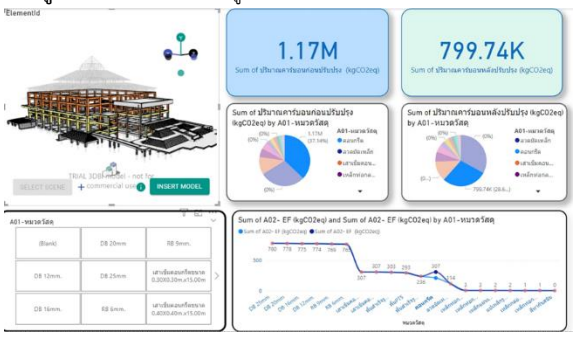
ผลการจัดการข้อมูลโดยโปรแกรม Microsoft Power BI บนแดชบอร์ดที่มีการสรุปข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้น ซึ่งมีรายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่ แบบจำลองสารสนเทศโครงสร้างสามมิติ (BIM) สรุปปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ เปรียบเทียบค่าก่อนและหลังการปรับปรุง, ตารางวัสดุ, กราฟวงกลม และกราฟเส้น ซึ่งหน้าแดชบอร์ดนี้สามารถปรับแต่งการแสดงผลให้เหมาะกับผู้ใช้งาน ช่วยให้การวิเคราะห์และการสื่อสารข้อมูลมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ลดเวลาในการค้นหาข้อมูล และช่วยให้เห็นข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญได้อย่างชัดเจน แสดงดังรูปที่ 1 - 3



รูปที่ 1 ผลการจัดการข้อมูลงานโครงสร้างโดย Power BI



รูปที่ 2 ผลการจัดการข้อมูลงานงานสถาปัตยกรรมโดย Power BI



รูปที่ 3 ผลการจัดการข้อมูลแบบเจาะจงแต่ละรายการในงานโครงสร้างโดย Power BI

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 การประเมินอาคารตามมาตรฐาน TREE-NC

ก่อนการปรับปรุง อาคารมีคะแนน 37 คะแนน ซึ่งไม่ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ (40 คะแนน) แต่หลังปรับปรุง คะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 45 คะแนน ทำให้ได้รับระดับ CERTIFIED โดยมีการปรับปรุงในหมวดต่างๆ เช่น การบริหารจัดการอาคาร (+1 คะแนน), การประหยัดน้ำ (+6 คะแนน) และการเลือกวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (+1 คะแนน)

5.2 การใช้ Autodesk Revit ในการถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง

การใช้ Autodesk Revit ช่วยถอดปริมาณงานได้มูลค่ารวม 74,635,436.61 บาท และลดต้นทุนค่าแรงลง 605,833.11 บาท ส่งผลให้การออกแบบอาคารตามเกณฑ์อาคารเขียวมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

5.3 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ก่อนปรับปรุง อาคารมีการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ 4,171,163.67 kgCO2eq และลดลงเหลือ 3,763,999.40 kgCO2eq หลังปรับปรุง คิดเป็นการลดลง 10% โดยการใช้วัสดุที่มีฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ซึ่งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเพิ่มคะแนนประเมิน TREE-NC

5.4 การใช้ Microsoft Power BI ในการจัดการข้อมูล

Microsoft Power BI ช่วยให้การแสดงผลข้อมูลและวิเคราะห์ผ่านหน้าแดชบอร์ดแบบโต้ตอบได้ง่ายขึ้น โดยสามารถกรองข้อมูล วิเคราะห์เฉพาะส่วน และลดขั้นตอนการจัดการข้อมูลโดยอัตโนมัติ ทำให้การติดตามโครงการมีความแม่นยำและประสิทธิภาพสูงขึ้น

ดังนั้นการปรับปรุงอาคารตามมาตรฐาน TREE-NC ด้วยการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ร่วมกับ Microsoft Power BI ช่วยเพิ่มคะแนนการประเมิน ลดต้นทุนก่อสร้าง ลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ และปรับปรุงการจัดการข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] BBC NEWS ไทย. สถิติชี้ ปี 2023 ร้อนที่สุดเท่าที่เคยมีการบันทึกส่วนปี2024มีโอกาสร้อนยิ่งขึ้นอีก.:https://www.bbc.com/thai/articles/cv2ddn1v49ro.

[2] 3T INSULATION. การออกแบบอาคารเขียว ตามมาตรฐาน TREES.: https://3t-insulation.com/trees/.

[3] Synergysoft. Building Information Modeling (BIM) คืออะไร.: https:// synergysoft.co.th/synergysoft-article/31-special-articles-bim101/215-building-information-modeling-bim.

[4] Synergysoft. Autodesk Revit.: https://synergysoft.co.th/products/autodesk-aec/revit.

[5] AliveAround. เปิดเคล็ดลับ ถอดแบบ ประมาณราคา.: https://alivearound.com/home-decor/เปิดเคล็ดลับ-ถอดแบบ-ประม/.

[6] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์.:https://thaicarbonlabel.tgo.or.th/index.php?lang=TH&mod=Y0hKdlpI VmpkSE5mYVhNPQ.

[7] H-BEAM CONNECT. รวมเกณฑ์อาคารยั่งยืน ที่ประเมินความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของอาคารจากทั่วโลก.: https://www.hbeamconnect.com/blog/sustainable-buildings-that-assesses-the-environmental-friendliness/.

[8] Power BI คืออะไร?. 9 Expert training.: https://www.9experttraining.com/articles/power-bi-คืออะไร.

[9] Changhai PE, Xiao WU. Case Study of Carbon Emissions from a Building's Life Cycle Based on BIM and Ecotect. Advances in Materials Scienceand Engineering 2015;453-465.

[10] ประภัสสร วงศ์ยืน, วิทยา ยงเจริญ. การปรับปรุงอาคารตามเกณฑ์อาคารเขียวโดยใช้เกณฑ์ตามมาตรฐานการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย. วารสารวิจัยพลังงาน 2558 ;ปีที่12 ;16-28.

[11] Rosaliya Kurian, Kishor Sitaram Kulkarni, Prasanna Venkatesan Ramani, Chandan Swaroop Meena, Ashok Kumar and Raffaello Cozzolino. Estimation of Carbon Footprint of Residential Building in Warm Humid Climate of India through BIM. Energies 2021: https://doi.org/10.3390/en 14144237