

แนวทางการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) พัฒนาแนวทางการ
ออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับผู้ประกอบการรับสร้างบ้าน

Guidelines for using Building Information Modeling (BIM) Technology to develop energy efficient residential design approaches for home

ขจรศักดิ์ เจ้ากรมทอง¹, อีรวรรณ สิ้นศิริ², อภัย ชาภิรมย์³

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี^{1,2,3},

Kajohnsak Chaokromthong¹, Terawat Sinsiri², Aphai Chapirom³

Suranaree University of Technology^{1,2,3}

E-mail: m6602727@g.sut.ac.th¹, E-mail: Sinsiri@sut.ac.th²,

E-mail: aphai_ch@g.sut.ac.th³

Received: March 4, 2025; Revised: May 30, 2025; Accepted: May 6, 2025

บทคัดย่อ

การใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) ในช่วงเวลา
ออกแบบได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากสามารถสนับสนุนการออกแบบบ้านพักอาศัยให้มีประสิทธิภาพด้าน
พลังงานตั้งแต่ระยะต้นของกระบวนการออกแบบ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองแนวคิดเบื้องต้น
สำหรับการประยุกต์ใช้ BIM เพื่อส่งเสริมการออกแบบบ้านพักอาศัยที่คำนึงถึงการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
โดยมุ่งเน้นเฉพาะช่วงเวลาออกแบบ เพื่อใช้เป็นกรอบทางทฤษฎีในการสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจ มิได้มุ่ง
หมายทดสอบหรือยืนยันผลลัพธ์เชิงประจักษ์ การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน โดยประกอบด้วยการ
ทบทวนวรรณกรรม การสัมภาษณ์เชิงลึก และการสนทนากลุ่มกับผู้เชี่ยวชาญด้าน BIM และพลังงาน เพื่อสังเคราะห์
องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง เช่น การเลือกใช้วัสดุ การจัดวางทิศทางอาคาร การใช้ระบบระบายอากาศธรรมชาติ และการ
ผนวกแหล่งพลังงานหมุนเวียน ทั้งหมดนี้ถูกรวมเข้าใน แบบจำลองแนวคิดเบื้องต้น เพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิง
โครงสร้างในการออกแบบที่เน้นประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ผลการศึกษาให้กรอบแนวคิดที่สามารถใช้เป็นพื้นฐาน
สำหรับการพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้ BIM ในการออกแบบบ้านพักอาศัยอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะในกลุ่ม
ผู้ประกอบการรับสร้างบ้าน อย่างไรก็ตาม แบบจำลองดังกล่าวยังอยู่ในระดับแนวคิดเบื้องต้นซึ่งต้องได้รับการ
ตรวจสอบเพิ่มเติมผ่านการประเมินเชิงสถิติและการทดสอบภาคสนามในงานวิจัยระยะต่อไป

คำสำคัญ: เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) บ้านพักอาศัยประหยัดพลังงาน แบบจำลองแนวคิด
การออกแบบอาคาร ผู้ประกอบการรับสร้างบ้าน

ABSTRACT

The application of Building Information Modeling (BIM) technology during the design phase has gained increasing attention due to its potential to support energy-efficient residential design from the early stages. This study aimed to develop a preliminary conceptual model for integrating BIM into the design of energy-conscious residential buildings, with a particular focus on the early design phase. The model serves as a theoretical basis for supporting design analysis and decision-making, rather than providing an empirically tested standard or guideline. A mixed-methods research approach was employed, incorporating literature review, in-depth interviews, and focus group discussions with experts in BIM and energy efficiency. Key design elements—such as material selection, building orientation, natural ventilation, and renewable energy integration—were synthesized into a preliminary conceptual model that represented the interrelationships among these components within the BIM context. The study offered a foundational theoretical direction for applying BIM to sustainable residential design, particularly for small- and medium-scale home builders. However, the proposed model remains conceptual and requires further statistical validation and field testing in subsequent research to determine its practical applicability.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), Energy-Efficient Residential Buildings, Conceptual Model, Building Design, Construction Companies

บทนำ

การใช้พลังงานในภาคที่อยู่อาศัยเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศ โดยเฉพาะในเขตเมืองที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว การเติบโตของภาคอสังหาริมทรัพย์และการเพิ่มขึ้นของประชากรในเมือง ส่งผลให้ความต้องการใช้พลังงานสำหรับบ้านพักอาศัยเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (International Energy Agency [IEA], 2021) การใช้พลังงานที่ไม่มีประสิทธิภาพไม่เพียงแต่ทำให้ต้นทุนพลังงานของผู้อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Emissions: GHGs)

ซึ่งนำไปสู่ปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (IPCC, 2022)

ตามข้อมูลจากสำนักงานพลังงานระหว่างประเทศ (IEA, 2020) ระบุว่า ภาคอาคารและการก่อสร้างคิดเป็นสัดส่วนถึง 36% ของการใช้พลังงานทั้งหมดทั่วโลก และปล่อยก๊าซเรือนกระจกถึง 39% ของทั้งหมด แนวทางในการลดการใช้พลังงานในอาคาร โดยเฉพาะในช่วงการออกแบบ จึงถือเป็นกลยุทธ์สำคัญที่สามารถช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นรูปธรรม

แม้ว่าการพัฒนาอาคารที่มี แนวทางออกแบบที่เน้นการลดการใช้พลังงาน จะได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา แต่อาคาร

ประเภทบ้านพักอาศัยยังคงเผชิญกับข้อจำกัดด้านการวางแผน การออกแบบ และการวิเคราะห์พลังงานที่ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานเกินความจำเป็น เช่น การวางทิศทางอาคาร (Building Orientation) ที่ไม่เหมาะสม การเลือกวัสดุที่ไม่มีคุณสมบัติประหยัดพลังงาน เช่น ผนังที่ไม่มีฉนวน หรือกระจกที่ไม่สามารถกันความร้อนได้ (Low-E Glass) ตลอดจนการขาดกระบวนการวิเคราะห์พฤติกรรมพลังงานในช่วงเวลาออกแบบ ส่งผลให้ไม่สามารถปรับปรุงแบบบ้านให้มีประสิทธิภาพพลังงานอย่างสูงสุดได้

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา เทคโนโลยี Building Information Modeling (BIM) ได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือสำคัญที่สามารถช่วยนักออกแบบในการวิเคราะห์ ปรับปรุง และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารได้ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการออกแบบ (Wong & Fan, 2013) โดย BIM ช่วยให้สามารถจำลองพฤติกรรมการใช้พลังงาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก และพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดก่อนเริ่มการก่อสร้างจริง ปัจจุบัน BIM-Based Energy Analysis ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะจากความสามารถในการวิเคราะห์พลังงานผ่านซอฟต์แวร์ เช่น Autodesk Insight, Green Building Studio และ IES VE (Azhar, 2011)

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการนำเสนอ แนวทางการพัฒนาแบบจำลองต้นแบบ (Model) ที่เป็นต้นแบบแนวคิดเชิงระบบ ที่ใช้ BIM เป็นเครื่องมือวิเคราะห์พลังงานในช่วงเวลาออกแบบ สำหรับบ้านพักอาศัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างกรอบแนวคิดเบื้องต้น ที่สะท้อนความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย โดยไม่ได้มุ่งทดสอบหรือพิสูจน์ประสิทธิภาพเชิงผลลัพธ์ของแบบจำลอง แต่เน้นการ

จัดวางโครงสร้างเชิงแนวคิดเพื่อให้สามารถนำไปใช้พัฒนาและต่อยอดในงานวิจัยขั้นถัดไปหรือในการทดลองจริงในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) และแนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยประหยัดพลังงาน ทั้งในระดับสากลและระดับประเทศ เพื่อสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้พื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลองเบื้องต้น

2. เพื่อพัฒนา แบบจำลองแนวคิดต้นแบบ (Preliminary Conceptual Model) สำหรับการประยุกต์ใช้ BIM ในช่วงเวลาออกแบบ (Design Phase) ที่บูรณาการปัจจัยด้านสถาปัตยกรรมและพลังงาน ให้สอดคล้องกับบริบทการทำงานของผู้ประกอบการรับสร้างบ้าน

3. เพื่อจัดทำแบบจำลอง BIM-Based Energy Analysis ที่สะท้อนความสัมพันธ์เชิงระบบระหว่างองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน เช่น การเลือกวัสดุ ทิศทางอาคาร ระบบระบายอากาศ และการผสมผสานพลังงานหมุนเวียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นกรอบแนวทางเชิงทฤษฎีสำหรับการออกแบบและการพัฒนาต่อยอดในอนาคต

ประโยชน์ที่ได้รับ

ด้านองค์ความรู้และการสังเคราะห์แนวทางเชิงวิชาการได้องค์ความรู้ที่เป็นระบบเกี่ยวกับมาตรฐาน BIM และแนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน ทั้งในระดับสากลและในประเทศ ซึ่งสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญในการต่อยอดงานวิจัยด้านพลังงานและการออกแบบที่อยู่อาศัยในอนาคต

ด้านการพัฒนาแบบจำลองแนวคิดเพื่อใช้เป็นกรอบในการออกแบบ ได้แบบจำลองแนวคิดต้นแบบ (Conceptual Model) สำหรับการใช้ BIM ในช่วงเวลาออกแบบ ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสำคัญ เช่น วัสดุ ทิศทางอาคาร ระบบระบายอากาศ และพลังงานหมุนเวียน อันเป็นเครื่องมือทางวิชาการสำหรับนักออกแบบ วิศวกร และผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนาแนวคิดเบื้องต้นเพื่อการออกแบบบ้านพักอาศัยอย่างเป็นระบบ

ด้านการประยุกต์ใช้ในภาคปฏิบัติของอุตสาหกรรมก่อสร้าง แบบจำลอง BIM-Based Energy Analysis ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นกรอบแนวทางเบื้องต้นในการวางแผน ออกแบบ และบริหารจัดการพลังงานในบ้านพักอาศัย สำหรับผู้ประกอบการรับสร้างบ้าน ช่วยลดข้อผิดพลาดในการก่อสร้าง ลดต้นทุนพลังงานในระยะยาว และสนับสนุนการเข้าสู่มาตรฐานการออกแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Building) และการพัฒนาอย่างยั่งยืนในอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทย

วรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบบ้านพักอาศัยให้มีประสิทธิภาพด้านพลังงานนับเป็นเป้าหมายสำคัญในยุคที่ปัญหาสิ่งแวดล้อมและต้นทุนพลังงานเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) ได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการช่วยวิเคราะห์และเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคารตั้งแต่ช่วงการออกแบบ (Wong & Fan, 2013; Azhar, 2011) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาเน้นไปที่การประยุกต์ใช้ BIM ในโครงการขนาดใหญ่ หรือการประเมินผลหลังการออกแบบ มากกว่าการพัฒนา

แบบจำลองแนวคิดเพื่อสนับสนุนการออกแบบในโครงการขนาดเล็กโดยเฉพาะในภาคที่อยู่อาศัย

1. BIM และการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน BIM ช่วยให้นักออกแบบสามารถจำลองพฤติกรรมการใช้พลังงานของอาคาร วิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก และเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดก่อนการก่อสร้าง (Eastman et al., 2011) ซอฟต์แวร์ที่นิยมใช้ ได้แก่ Autodesk Insight, Green Building Studio และ IES VE ซึ่งสามารถคำนวณพลังงานความร้อนสะสม แสงธรรมชาติ และการไหลเวียนของอากาศ (Crawley et al., 2008; Autodesk, 2022) อย่างไรก็ตาม ความสามารถดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการออกแบบกระบวนการเชิงระบบที่เชื่อมโยงกับปัจจัยการออกแบบ เช่น ทิศทางอาคาร วัสดุ ระบบเปิดรับแสง และการระบายอากาศ (Attia et al., 2013)

2. กรอบแนวคิดเพื่อการพัฒนาโมเดล BIM-Based Energy การใช้ BIM ในงานด้านพลังงานได้รับ การ ต่ อ ย อ ด ใน ลั ก ษ ณะ ของ **Energy Performance Optimization Frameworks** โดยมีการผสมผสาน BIM เข้ากับการวิเคราะห์พลังงานเพื่อหาจุดสมดุลในการออกแบบ (Fumo, 2014) งานของ Pan et al. (2022) ได้นำเสนอแนวทางการใช้ Machine Learning ร่วมกับ BIM เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลพลังงานอย่างแม่นยำ ซึ่งเป็นการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลจำลองและการปรับปรุงแบบจำลองให้ตอบสนองเป้าหมายด้านพลังงาน

ในปีหลัง ๆ มีการพัฒนาแนวทางเชิงระบบที่รวม Simulation, Integration, Optimization เข้าด้วยกันเป็นกรอบการออกแบบ เช่น Venn Framework ที่ใช้ในงานของ Alsharif & Al-Hussein (2023) ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการออกแบบ

กรอบแนวคิดแบบองค์รวมในการวางแผนจำลอง
ก่อนสร้างจริง

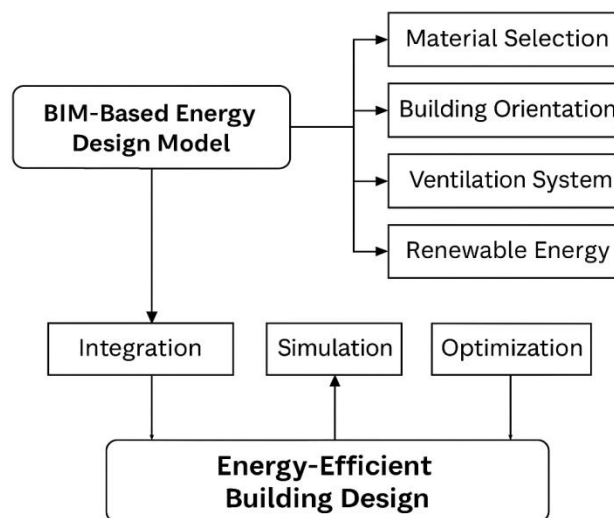
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยโดย
Alsofiani (2024) ระบุว่า แม้ BIM จะมีศักยภาพใน
โครงการโครงสร้างพื้นฐาน แต่การประยุกต์ใช้ในที่อยู่
อาศัยยังพบอุปสรรค เช่น ขาดมาตรฐานเฉพาะด้าน
พลังงานในบริบทของผู้ประกอบการรายย่อย
นอกจากนี้งานวิจัยในประเทศไทยยังค่อนข้างจำกัด
ในมิติของการพัฒนาแบบจำลอง (Model
Development) ที่สะท้อนความสัมพันธ์ระหว่าง
ปัจจัยด้านพลังงานแบบองค์รวม

Chaokromthong (2024) เสนอว่าการ
ประยุกต์ใช้ BIM ในบริบทของนโยบายภาครัฐยังขาด
กลไกด้านมาตรฐานที่จะผลักดันให้ผู้ประกอบการราย
ย่อยเข้าถึงเครื่องมือด้านดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ
จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาแนวทางที่ยืดหยุ่นและ

เหมาะสมกับบริบทของอุตสาหกรรมก่อสร้างขนาด
เล็กถึงกลางในประเทศกำลังพัฒนา

4. ช่องว่างขององค์ความรู้และความจำเป็น
ในการพัฒนาแบบจำลอง จากการศึกษาวรรณกรรม
ที่ผ่านมา พบว่าแม้จะมีการประยุกต์ใช้ BIM เพื่อการ
วิเคราะห์พลังงานในเชิงปฏิบัติจริงอยู่มาก แต่ยังขาด
การพัฒนาแบบจำลองเชิงแนวคิด (Conceptual
Model) ที่ผสาน BIM กับองค์ประกอบการออกแบบ
บ้านพักอาศัยในลักษณะที่สามารถประยุกต์ใช้ใน
ระดับโครงการขนาดเล็กได้อย่างยั่งยืน งานวิจัยนี้จึง
มุ่งพัฒนาแบบจำลองเบื้องต้นที่เชื่อมโยงปัจจัยด้าน
พลังงานกับเทคโนโลยี BIM ในช่วงเวลาออกแบบ
(Design Phase) เพื่อใช้เป็นกรอบในการออกแบบ
บ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพพลังงาน และสามารถ
นำไปต่อยอดสู่การใช้งานจริงในอนาคต

FOR RESIDENTIAL PROJECTS



รูปที่ 1 โครงสร้างแนวคิด (Conceptual Framework) ของการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพพลังงาน
โดยใช้เทคโนโลยี BIM ในช่วงเวลาออกแบบ (Design Phase)

จากรูปที่ 1 แบบจำลองแนวคิดเบื้องต้นของ
การออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพพลังงาน
โดยใช้เทคโนโลยี BIM ในช่วงเวลาออกแบบ (Design

Phase) ซึ่งเชื่อมโยงองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การ
เลือกวัสดุ ทิศทางอาคาร ระบบระบายอากาศ และ
พลังงานหมุนเวียน เข้ากับกระบวนการ Integration,

Simulation และ Optimization เพื่อสนับสนุนการออกแบบที่ประหยัดพลังงานอย่างเป็นระบบโดยผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดของ Wong & Fan (2013); Azhar (2011); Pan et al. (2022); Alsharif & Al-Hussein (2023)

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษานี้มีขอบเขตในการพัฒนาแบบจำลองแนวคิดเบื้องต้น (Preliminary Conceptual Model) สำหรับการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) ในช่วงเวลาออกแบบ (Design Phase) ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถกำหนดทิศทางการใช้พลังงานของอาคารได้อย่างมีนัยสำคัญ

การวิจัยมุ่งเน้นการใช้ BIM เพื่อสนับสนุนการออกแบบเชิงสถาปัตยกรรมโดยพิจารณาปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อพลังงานของอาคาร เช่น

การวางตำแหน่งและทิศทางของอาคาร (Building Orientation)

การเลือกวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ (Low Thermal Conductivity)

การออกแบบหลังคาและผนังเพื่อลดการถ่ายเทความร้อน

การบูรณาการระบบระบายอากาศธรรมชาติ และพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy)

ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองได้มาจากการศึกษาวรรณกรรม การสัมภาษณ์เชิงลึก และการสนทนากลุ่มกับผู้เชี่ยวชาญด้าน BIM และพลังงาน โดยไม่มีการทดลองในภาคสนามหรือการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับอาคารจริง

ข้อจำกัดของการวิจัย

แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้เป็นเพียงแบบจำลองแนวคิดเบื้องต้น (Conceptual Model) ที่ได้จากการสังเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิและความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งยังไม่ได้รับการทดสอบหรือพิสูจน์ผลสัมฤทธิ์เชิงประจักษ์ในโครงการก่อสร้างจริง

การวิเคราะห์ผลลัพธ์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานในแบบจำลองเป็นการประมาณการจากซอฟต์แวร์ BIM-Based Simulation โดยยังไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบกับอาคารที่ไม่ได้ใช้ BIM อย่างเป็นระบบ

แบบจำลองที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จัดอยู่ในลักษณะของแนวคิดเชิงทฤษฎี (Theoretical Conceptual Framework) ซึ่งยังไม่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องในเชิงสถิติและการทดสอบในบริบทภาคสนาม จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับการออกแบบ ไม่ใช่เป็นมาตรฐานตายตัวที่สามารถใช้แทนกระบวนการวิเคราะห์เชิงเทคนิคหรือการตัดสินใจเชิงวิศวกรรมในระดับโครงการได้โดยตรง

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed-Methods Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองแนวคิดเบื้องต้น (Preliminary Conceptual Model) สำหรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี BIM ในการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงานในช่วงเวลาออกแบบ (Design Phase) โดยมีขั้นตอนหลักดังนี้

การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data Analysis) ผู้วิจัยได้รวบรวมและวิเคราะห์เอกสารทางวิชาการ มาตรฐานสากล และมาตรฐาน

ในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคาร ประหยัดพลังงาน การใช้เทคโนโลยี BIM และ แนวทางตามมาตรฐานอาคารอนุรักษ์พลังงานของ ไทย (Building Energy Code: BEC) เพื่อสังเคราะห์ เป็นแนวทางเบื้องต้นในการพัฒนาแบบจำลอง

การเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data Collection) ดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) และการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) กับผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรม ก่อสร้าง ด้าน BIM และด้านพลังงาน เพื่อให้ได้ข้อมูล เชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการออกแบบ บ้านพักอาศัยที่ประหยัดพลังงาน โดยเฉพาะในบริบท ของผู้ประกอบการรับสร้างบ้าน

การวิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาแบบจำลอง แนวคิด (Model Development) นำข้อมูลจาก การศึกษาทั้งสองส่วนมาสรุป สังเคราะห์ และ จัดระบบ เพื่อพัฒนาแบบจำลองแนวคิดเบื้องต้น (Conceptual Model) ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัยด้านการออกแบบ เช่น วัสดุ ทิศทาง อาคาร ระบบระบายอากาศ และการใช้พลังงาน หมุนเวียน กับกระบวนการใช้ BIM ในการวิเคราะห์ และสนับสนุนการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มี ประสิทธิภาพพลังงาน

การตรวจสอบความเหมาะสมของ แบบจำลอง (Model Validation: เชิงเนื้อหา) แบบจำลองที่ได้จากการพัฒนานำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ ร่วมพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงความ ชัดเจนและความเหมาะสมของแนวทางก่อนการ นำไปใช้หรือต่อยอดในงานวิจัยเชิงประจักษ์ใน อนาคต

ทั้งนี้ การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้มุ่งประเมินผล สัมฤทธิ์เชิงตัวเลขหรือทดสอบประสิทธิภาพของ BIM

ในการลดการใช้พลังงานจริง แต่เป็นการพัฒนา แนวทางต้นแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือ ทดลองต่อไปในบริบทจริงได้ต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้ได้นำเสนอแบบจำลองแนวคิด เบื้องต้น (Preliminary Conceptual Model) สำหรับการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศ อาคาร (Building Information Modeling: BIM) เพื่อสนับสนุนการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มี ประสิทธิภาพด้านพลังงานในช่วงเวลาออกแบบ (Design Phase) โดยการพัฒนาแบบจำลองนี้อาศัย การสังเคราะห์จากเอกสารวิชาการ มาตรฐานที่ เกี่ยวข้อง และข้อมูลเชิงคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญใน อุตสาหกรรม

แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 กลุ่มแนวคิดหลักที่สัมพันธ์กันในเชิงระบบ ได้แก่

1. แนวคิดด้านปัจจัยการออกแบบเริ่มต้น (Design Determinants) ประกอบด้วยองค์ประกอบ สำคัญที่สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการ ออกแบบ เช่น การวางตำแหน่งอาคาร (Building Orientation), การเลือกวัสดุที่มีค่าการนำความร้อน ต่ำ (Material & Thermal Performance), และการ ออกแบบให้มีระบบระบายอากาศธรรมชาติ

2. แนวคิดด้านการวิเคราะห์และบูรณาการ ข้อมูล (Integration & Simulation) ใช้เทคโนโลยี BIM ในการจำลองพฤติกรรมพลังงานของอาคาร ผ่าน ซอฟต์แวร์ เช่น Autodesk Insight, Green Building Studio และ IES VE เพื่อให้สามารถ ประเมิน ประสิทธิภาพพลังงานเบื้องต้นและปรับปรุงแบบได้ อย่างแม่นยำ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Pan et al. (2022) และ Azhar (2011) ว่าการบูรณาการ

ข้อมูล BIM กับเครื่องมือจำลองพลังงานช่วยยกระดับการตัดสินใจเชิงออกแบบ

3. แนวคิดด้านผลลัพธ์ของการออกแบบ (Expected Performance Outcomes) แสดงถึงศักยภาพของแนวทางที่สามารถช่วยให้การออกแบบบ้านพักอาศัยมีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น เช่น การลดภาระระบบทำความเย็น การลดต้นทุนพลังงานระยะยาว และการส่งเสริมมาตรฐานการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Design) ซึ่งเป็นการขยายผลตามแนวคิดของ Wong & Fan (2013), Fumo (2014) และ Ghaffarianhoseini et al. (2017)

โดยองค์ประกอบทั้งหมดในแบบจำลองได้เชื่อมโยงเข้ากับกระบวนการวิเคราะห์แบบองค์รวม ได้แก่ Simulation, Integration และ Optimization ซึ่งถูกรวบรวมและแสดงเป็นโครงสร้างภาพรวมที่สะท้อนการวางแผนเพื่อประสิทธิภาพพลังงานอย่างเป็นระบบ

ผลจากการสังเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของแบบจำลอง ได้แก่

1. BIM-Based Energy Simulation แสดงบทบาทของการใช้ซอฟต์แวร์ BIM ในการประเมินค่าพลังงานเบื้องต้นและขึ้นนำการเลือกตัวเลือกด้านการออกแบบที่เหมาะสม

2. Building Orientation & Passive Design การวางทิศทางของอาคารและการใช้หลักออกแบบเพื่อการถ่ายเทอากาศและลดความร้อนจากแสงแดด

3. Material & Thermal Properties การเลือกวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ เช่น ฉนวนและกระจก Low-E ซึ่งมีผลต่อการลดการใช้พลังงานในการควบคุมอุณหภูมิภายใน

4. Data Integration for Optimization การบูรณาการข้อมูลด้านวัสดุ พลังงาน และสภาพแวดล้อมผ่านระบบ BIM เพื่อให้สามารถประเมินและปรับเปลี่ยนแบบได้ในเชิงระบบแบบเรียลไทม์

บทสรุปของแบบจำลอง แบบจำลองที่นำเสนอสามารถใช้เป็นกรอบแนวคิดเบื้องต้นในการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน โดยใช้เทคโนโลยี BIM เป็นเครื่องมือหลัก แบบจำลองนี้มีลักษณะยืดหยุ่นและสามารถปรับให้เหมาะสมกับบริบทของผู้ประกอบการรับสร้างบ้าน โดยเฉพาะในโครงการขนาดเล็กถึงกลาง ซึ่งมักประสบปัญหาการเข้าถึงแนวทางที่เป็นระบบในการวางแผนด้านพลังงาน

การพัฒนาแบบจำลองนี้สอดคล้องกับทฤษฎีระบบ (Systems Thinking) และกรอบการพัฒนาแนวทาง BIM ที่เน้นความสัมพันธ์ระหว่าง “ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลลัพธ์” โดยไม่มุ่งยืนยันผลสัมฤทธิ์ทางสถิติ แต่เน้นการจัดระบบความคิดเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติและต่อยอดในการวิจัยเชิงประจักษ์ในระยะต่อไป

สรุปและอภิปรายผล

จากการพัฒนาแบบจำลองแนวคิดเบื้องต้น BIM-Based Energy Analysis เพื่อใช้ในการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มีประสิทธิภาพพลังงานในช่วงเวลาออกแบบ (Design Phase) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการข้อมูลด้านพลังงานเข้าสู่กระบวนการออกแบบผ่านเทคโนโลยี BIM สามารถจัดระบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อพลังงานของอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ องค์ประกอบเหล่านี้ประกอบด้วย การวางทิศทาง

อาคาร วัสดุ ระบบระบายอากาศ และพลังงานหมุนเวียน ซึ่งแบบจำลองได้จัดลำดับความสัมพันธ์เชิงระบบที่ช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจได้อย่างแม่นยำและมีข้อมูลสนับสนุนในระดับการวิเคราะห์

1. ศักยภาพของ BIM-Based Energy Analysis แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นช่วยให้เห็นภาพชัดเจนว่า BIM สามารถเป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์พลังงานเชิงรุกตั้งแต่ต้นแบบ (early design stage) โดยช่วยให้นักออกแบบสามารถจำลองสถานการณ์พลังงานในแบบจำลองก่อนการก่อสร้างจริง ลดความเสี่ยงจากการตัดสินใจผิดพลาดเกี่ยวกับวัสดุและการออกแบบ

2. การสนับสนุนแนวทางออกแบบเชิงมาตรฐาน โมเดลนี้มีความยืดหยุ่นในการนำไปใช้เป็น BIM Template สำหรับผู้ประกอบการ โดยเฉพาะกลุ่มธุรกิจรับสร้างบ้านที่ไม่มีระบบวิเคราะห์พลังงานที่เป็นทางการ การใช้โมเดลนี้จึงสามารถสร้างแนวปฏิบัติที่ใช้ได้จริงในการออกแบบและเป็นแนวทางมาตรฐานร่วมกับข้อกำหนดด้านสิ่งแวดล้อม เช่น BEC ของไทยหรือมาตรฐานสากลอย่าง LEED และ ASHRAE 90.1 และผลที่ได้ในงานนี้สอดคล้องกับ Azhar (2011) ที่ระบุว่า BIM สามารถใช้วิเคราะห์การใช้พลังงานได้ตั้งแต่ช่วงออกแบบ แต่โมเดลของงานนี้ขยายผลสู่การใช้งานในบริบทของผู้ประกอบการรายย่อย ซึ่งยังไม่เคยปรากฏในงานก่อนหน้า

3. การเชื่อมโยงกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน แบบจำลองสะท้อนให้เห็นถึงการลดการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัยซึ่งมีผลโดยตรงต่อการลดต้นทุนพลังงานในระยะยาว ลดการปล่อยคาร์บอน และเพิ่มความสามารถในการออกแบบบ้านที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงมีศักยภาพในการสนับสนุนการ

ดำเนินงานตามแนวทาง Green Building และ Sustainable Development Goals (SDGs)

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติในการนำแบบจำลองไปใช้จริง

1. พัฒนา BIM Template สำหรับผู้ประกอบการขนาดเล็กและกลางเพื่อนำโมเดลไปพัฒนาเป็นไฟล์ต้นแบบ (Template) ที่รวมค่าตั้งต้นของวัสดุ ค่า U-value มาตรฐาน การวางทิศทาง และระบบแสงสว่างธรรมชาติ ให้ผู้ใช้งานสามารถปรับใช้ได้ทันทีในซอฟต์แวร์ BIM เช่น Revit หรือ ArchiCAD

2. จัดทำคู่มือการใช้งานแบบจำลองในรูปแบบคู่มือปฏิบัติ (Practice Guide) สร้างคู่มืออธิบายการนำแบบจำลองไปปรับใช้ในกระบวนการออกแบบบ้านจริง โดยให้ครอบคลุมลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์พลังงาน การอ่านค่า BIM Simulation และการเลือกวัสดุที่มีประสิทธิภาพ

3. ส่งเสริมการฝึกอบรมร่วมระหว่างนักออกแบบและผู้ประกอบการ จัดกิจกรรมอบรมหรือความร่วมมือระหว่างผู้พัฒนาแบบจำลองกับกลุ่มผู้ใช้งานจริง เพื่อสร้างความเข้าใจในการใช้ BIM-Based Energy Analysis สำหรับการออกแบบที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน

4. การทดลองใช้งานในโครงการนำร่องควรมีการนำแบบจำลองไปใช้จริงในโครงการนำร่อง (Pilot Project) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ ความแม่นยำ และผลลัพธ์ในภาคสนาม ซึ่งจะเป็นฐานข้อมูลสำหรับการพัฒนาแบบจำลองในเชิงประจักษ์ต่อไป

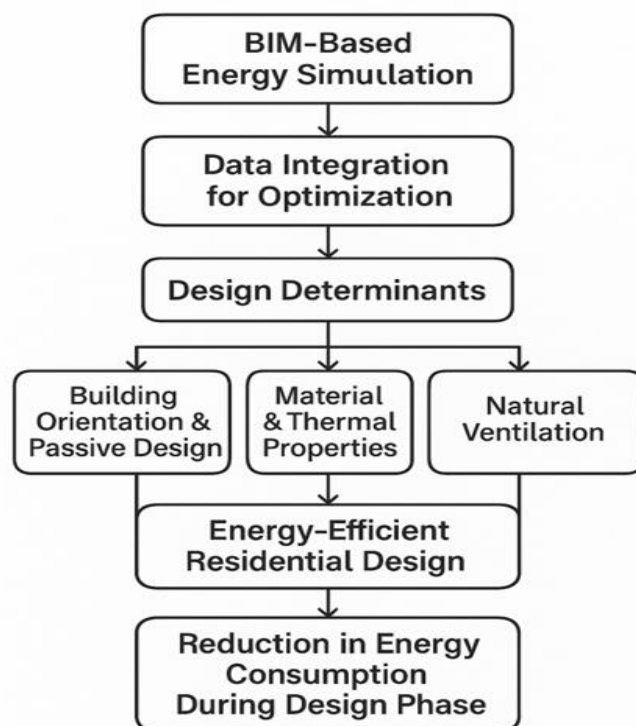
5. ผลักดันเข้าสู่ข้อกำหนดมาตรฐานในระดับนโยบาย เสนอให้หน่วยงานรัฐหรือองค์กรวิชาชีพ เช่น สภาสถาปนิก หรือกรมพัฒนาพลังงานฯ นำ

แบบจำลองนี้ไปพิจารณาในการกำหนดมาตรฐานการ
ออกแบบบ้านประหยัดพลังงานในระดับประเทศ

นอกจากนี้ แบบจำลองแนวคิดเบื้องต้นที่
พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่าง
จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ในหลายประการ โดยเฉพาะ
เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Azhar (2011)
และ Wong et al. (2020) ที่มุ่งเน้นการใช้ BIM ใน
เชิงเทคนิคเพื่อการวิเคราะห์พลังงานหรือการประเมิน
ประสิทธิภาพในระดับโครงการ วิจัยครั้งนี้ได้
ออกแบบแบบจำลองเพื่อเป็น **กรอบแนวคิดเชิงกล
ยุทธ์ในบริบทของผู้ประกอบการรับสร้างบ้านราย
ย่อยในประเทศไทย** ซึ่งมักประสบข้อจำกัดด้าน
งบประมาณ ความรู้ความเข้าใจด้านพลังงาน และ

การเข้าถึงเครื่องมือดิจิทัล การวิจัยจึงเน้นการ
ประยุกต์ใช้ BIM ในลักษณะที่เหมาะสมกับบริบท
ท้องถิ่นและทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด

โดยสรุปของงานวิจัยนี้ยังให้ความสำคัญกับ
การออกแบบในช่วงต้น (early design phase) ซึ่ง
เป็นช่วงเวลาที่สามารถกำหนดทิศทางของ
ประสิทธิภาพพลังงานได้อย่างมีนัยสำคัญ ต่างจาก
งานบางชิ้นที่มุ่งเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลหลังการ
ออกแบบแล้วเสร็จหรือในช่วงก่อสร้าง แบบจำลองที่
พัฒนาขึ้นจึงมีจุดเน้นที่ “การตัดสินใจเชิงออก
แบบอย่างมีข้อมูล (informed design decision)”
โดยใช้ BIM เป็นเครื่องมือเสริม ไม่ใช่เพียงซอฟต์แวร์
วิเคราะห์เทคนิคเท่านั้น ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้จริง (Practical Application) ของการใช้ BIM เพื่อสนับสนุนการออกแบบบ้านพักอาศัยที่มี
ประสิทธิภาพพลังงานในช่วงเวลาออกแบบโดยแสดงกระบวนการเชิงลำดับจากการจำลองพลังงาน การบูรณาการข้อมูล การ
กำหนดองค์ประกอบการออกแบบจนถึงการออกแบบที่ลดการใช้พลังงานตั้งแต่ต้นทางของโครงการ

ที่มา: ผู้วิจัยสังเคราะห์จากแนวคิดของ Azhar (2011); Wong & Fan (2013); Pan et al. (2022); Alsharif & Al-Hussein
(2023)

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) (2566). *มาตรฐานการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน* (BEC).
- Alsharif, M. A., & Al-Hussein, M. (2023). Revisiting what factors promote BIM adoption more effectively: An integrated framework. *Journal of Building Engineering*, 73, 106694. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106694>
- Alsofiani, M. A. (2024). *Digitalization in infrastructure construction projects: A PRISMA-based review of benefits and obstacles*. arXiv preprint arXiv:2405.16875. <https://arxiv.org/abs/2405.16875>
- Attia, S., De Herde, A., & Knaack, U. (2013). Energy performance simulation for net zero energy buildings (NZEBs). *Energy and Buildings*, 67, 405–413. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.08.037>
- Autodesk. (2022). *Autodesk Insight: Energy and performance analysis for building design*. <https://www.autodesk.com/products/insight/overview>
- Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Chaokromthong, K. (2024). Development of building information modeling (BIM) innovation from a public policy and strategic management perspective: Opportunities for policy formulation and implementation in the government sector, Thailand. *International Journal of Research in Commerce and Management Studies*, 6(5), 160–170.
- Crawley, D. B., Hand, J. W., Kummert, M., & Griffith, B. T. (2008). Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs. *Building and Environment*, 43(4), 661–673. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.027>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Fumo, N. (2014). A review on the basics of building energy estimation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 53–60. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.040>
- Ghaffarianhoseini, A., Berardi, U., & Ghaffarianhoseini, A. (2017). Thermal performance characteristics of advanced building envelopes: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 837–856. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.108>

- Green Building Studio. (2022). *Autodesk Green Building Studio: Whole building energy analysis*. <https://www.autodesk.com/solutions/green-building-studio>
- Integrated Environmental Solutions (IES). (2021). *IES Virtual Environment (IESVE) for energy simulation and analysis*. <https://www.iesve.com>
- International Energy Agency (IEA). (2020). *Energy efficiency 2020*. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2020>
- International Energy Agency (IEA). (2021). *Buildings: A source of enormous untapped efficiency potential*. <https://www.iea.org/topics/buildings>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change*. Cambridge University Press.
- Pan, Y., Zhang, X., Wong, J. K. W., Wang, J., & Yi, P. (2022). Applying machine learning in BIM-based energy analysis: A review. *Building and Environment*, 219, 109136. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109136>
- Wong, J. K. W., & Fan, Q. (2013). Building information modelling (BIM) for sustainable building design. *Facilities*, 31(3/4), 138–157. <https://doi.org/10.1108/02632771311299412>