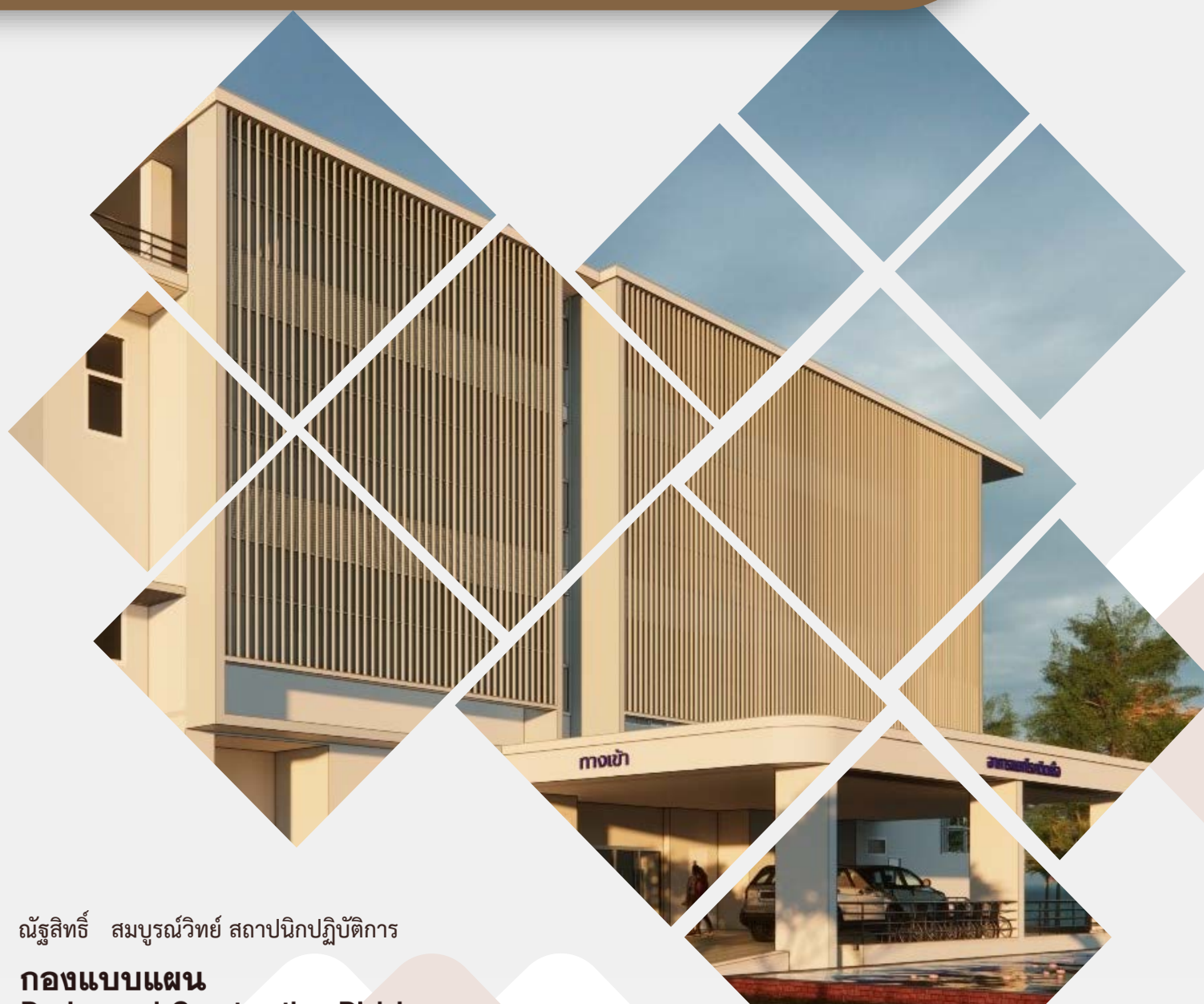




กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ
Department of Health Service Support

องค์ความรู้หรือนวัตกรรมที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

การใช้งาน Autodesk Revit เพื่อการตรวจวัดพลังงานอาคารแบบอัตโนมัติ



ณัฐสิทธิ์ สมบูรณ์วิทย์ สถาปนิกปฏิบัติการ

กองแบบแผน
Design and Construction Division

สรุปสาระสำคัญ

เรื่อง: การใช้งาน Autodesk Revit เพื่อการตรวจวัดพลังงานอาคารแบบอัตโนมัติ

: นายณัฐสิทธิ์ สมบูรณ์วิทย์ สถาปนิกปฏิบัติการ

บทคัดย่อ

สถานพยาบาลภาครัฐในประเทศไทยนั้นใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมเป็นปริมาณมหาศาล การได้ทราบถึงประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคาร ได้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบจะทำให้ผู้ออกแบบสามารถปรับปรุงให้อาคารนั้นมีสมรรถนะด้านพลังงานสูงขึ้นได้ตั้งแต่ยังไม่นำไปก่อสร้าง ลดความสิ้นเปลืองและเสียหาย การใช้งานระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) โปรแกรม Autodesk Revit ร่วมกับระบบจำลองสถานการณ์สมรรถนะอาคาร (BPS) โปรแกรม Autodesk Insight ซึ่งเป็นมีการทำงานร่วมกันแบบอัตโนมัติ ซึ่งผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องป้อนค่า Energy Model ที่ยุ่งยากซับซ้อน ทำให้ทราบถึงค่าทางพลังงานของอาคารได้อย่างรวดเร็วและปราศจากข้อผิดพลาด รวมทั้ง Autodesk Insight นั้นสามารถเสนอทางเลือกด้านการออกแบบอาคารในประเด็นสำคัญ ให้ผู้ออกแบบได้รับทราบเพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงแบบอาคารได้อย่างรวดเร็ว

ที่มา ความสำคัญ และวัตถุประสงค์ในการจัดทำองค์ความรู้

สถานพยาบาลภาครัฐประเภทโรงพยาบาลนั้นมีจำนวนมากกว่า 897 แห่ง มีจำนวนเตียงรวมทั้งหมดมากกว่า 120,000 เตียง สถานพยาบาลภาครัฐนั้นใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมเป็นปริมาณมหาศาล มากกว่า 1,400 KTOE ต่อปี (Hfocus, 2017; Yungchareon & Limmeechokchai, 2004) แต่อย่างไรก็ตาม สถานพยาบาลนั้นเป็นอาคารที่มีความสำคัญเพื่อการวินิจฉัยรักษาโรค และยังเป็นสถานที่ให้การพยาบาลผู้ป่วยที่มีความอ่อนแอทางกายและมักรวมถึงความอ่อนแอด้านจิตใจ ดังนั้นการใช้พลังงานของสถานพยาบาลนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญในการตอบสนองการให้บริการทางการแพทย์ และพลังงานนั้นต้องมีความสม่ำเสมอต่อเนื่องตลอดทั้ง 24 ชั่วโมงทุกวันไม่มีวันหยุด การมีปัญหาด้านคุณภาพของพลังงานไฟฟ้าจะส่งผลให้เกิดปัญหาแก่ผู้ป่วยในท้ายที่สุดอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่สิ่งที่เป็นเป้าหมายสำคัญของสถานบริการสุขภาพภาครัฐทุกแห่งทั่วประเทศคือการลดการใช้และเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน เช่น การลดการส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ ด้วยการเพิ่มคุณลักษณะความเป็นฉนวนแก่เปลือกอาคาร (Building Envelope) เป็นต้น (Somboonwit และคณะ, 2017; *Whole Building Design / WBDG - Whole Building Design Guide*, 2019)

เนื่องจากการใช้พลังงานในสถานพยาบาลภาครัฐมีปริมาณมหาศาลดังที่ได้กล่าวไป และมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆต่อเนื่อง ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารสถานพยาบาลภาครัฐที่จะสร้างใหม่หรือจะมีการดัดแปลงอาคารเดิม ตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES) โดยสถาบันอาคารเขียวไทย (TGBI) ซึ่งนำมาตราฐาน ASHRAE 90.1 มาใช้เป็นเกณฑ์การตรวจวัดให้แบบก่อสร้างอาคารนั้นมีประสิทธิภาพด้านพลังงาน (สถาบันอาคารเขียวไทย, 2012) นั่นเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะทำให้ศักยภาพการประหยัดพลังงานสามารถเกิดขึ้นได้จริงในอาคารสถานพยาบาลภาครัฐ

เป็นเวลามากกว่าเกือบสองทศวรรษที่ผ่านมา วิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและก่อสร้างอาคารได้นำเทคโนโลยีและกระบวนการ ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) มาเป็นเครื่องมือสำคัญในการทำงาน เพื่อการสร้างแบบจำลองอาคารที่เที่ยงตรงในรูปแบบดิจิทัลอันเป็นตัวแทนอาคารที่จะก่อสร้างในขั้นตอนต่างๆในกระบวนการก่อสร้าง ทั้งทางด้านเรขาคณิตและสารสนเทศของอาคารนั้นๆ ในขั้นตอนออกแบบ ก่อสร้าง แบ่งงวดงาน-งวดเงิน จนถึงขั้นตอนการส่งมอบอาคารโดยแบบจำลองสารสนเทศอาคารนี้สามารถสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ-ก่อสร้างอาคารได้อย่างเที่ยงตรง รวมถึงการจัดทำเอกสารแบบก่อสร้างอาคารได้โดย BIM นั้นนับเป็นเทคโนโลยี-เครื่องมือ-กระบวนการที่สำคัญในการสนับสนุน กระบวนการออกแบบบูรณาการ (Integrated Design Processes: IDP) นอกจากนี้ พบว่ามี ประโยชน์ของการนำระบบ BIM มาใช้ในกระบวนการออกแบบ-ก่อสร้าง อื่นๆอีกมาก ได้แก่ การลดการเปลี่ยนแปลงแบบอาคารส่วนที่ไม่ได้ตั้งงบประมาณไว้ (Unbudgeted Change) ได้มากถึง 40% มีความเที่ยงตรงของการประมาณราคาโดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 3% ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการประมาณราคาก่อสร้างลงได้มากกว่า 80% สามารถลดมูลค่าความเสียหายได้สูงถึง 10% จากการค้นพบความขัดแย้งในแบบ (Clash Detections) และสามารถลดเวลาดำเนินโครงการได้สูงถึง 7% (สุพฤทธิ์ ตั้งพฤทธิกุล & ญัฐวุฒิ สวัสดิ์สุข, 2015; Azhar, 2011)

หนึ่งในความสามารถของระบบ BIM นั้น คือการทำงานร่วมกับ ระบบจำลองสถานการณ์สมรรถนะอาคาร (Building Performance Simulation: BPS) เพื่อจำลองสถานการณ์ให้ทราบถึงสมรรถนะอาคารตั้งแต่ในกระบวนการออกแบบอาคาร และเพื่อศึกษาหาทางเลือกในการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านพลังงานและการใช้พลังงานทดแทน โดยการเชื่อมต่อการทำงานระหว่าง BIM และ BPS นั้นมีการส่งผ่านข้อมูลต่อกันเป็นแบบปัจจุบันมีการประมวลผลแบบทันที (Runtime Level) และสามารถแสดงผลต่อผู้ออกแบบอาคาร (Bazjanac และคณะ, 2011; Clarke & Hensen, 2015; Ning และคณะ, 2017) เป็นการสนับสนุนการตัดสินใจตั้งแต่ขั้นตอนแรกๆ ของกระบวนการออกแบบอาคาร ส่งเสริมให้การออกแบบอาคาร โดยเฉพาะการออกแบบอาคารตามมาตรฐาน ASHRAE 90.1 ให้มีความรวดเร็วและมีความถูกต้องด้านข้อมูลสนับสนุนการเพื่อการสร้างทางเลือกที่ดีที่สุด (Optimization) และเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบให้บรรลุเป้าหมายตามเกณฑ์ TREES ได้อย่างสูงสุด

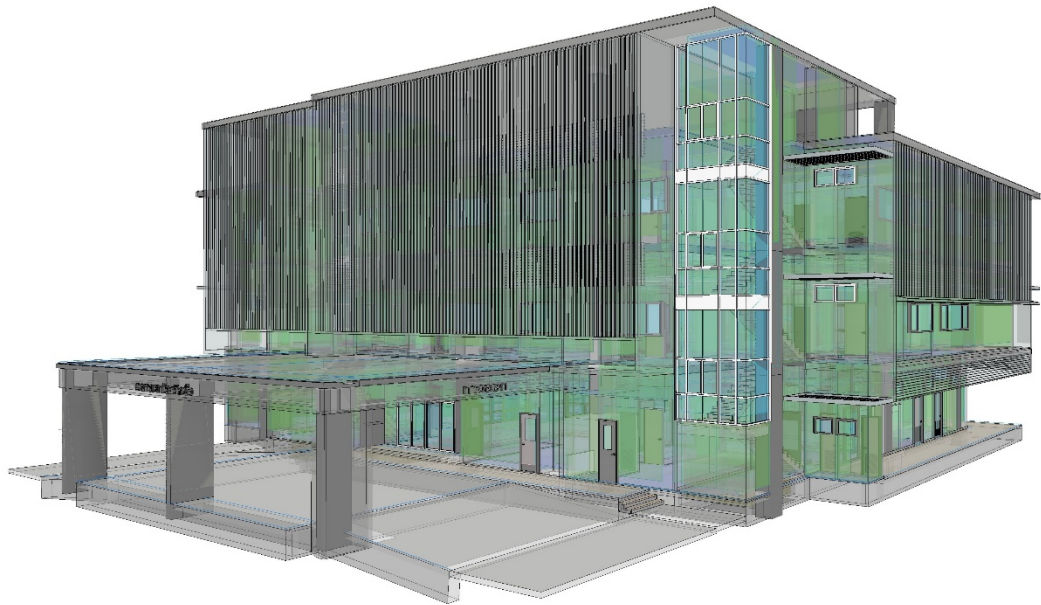
เนื้อหาองค์ความรู้

ระบบ Autodesk Revit ได้ถูกนำมาใช้งานร่วมกับ โปรแกรมระบบสร้างสถานการณ์จำลองสมรรถนะอาคาร (Building Performance Simulation: BPS) Autodesk Insight เพื่อวิเคราะห์ค่าพลังงานทั้งหมดของอาคาร (Whole-building Energy Analysis) และการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASHRAE 90.1 โดยระบบ BPS นี้สามารถปฏิบัติการร่วม (Interoperable) กับระบบ BIM เพื่อ การวิเคราะห์สมรรถนะอาคารด้านพลังงานที่ใช้การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud-based Energy-analysis Software) โดย Autodesk Insight ใช้โปรแกรม DOE-2.2 เป็น Simulation Engine เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์ความเข้มข้นการใช้พลังงานต่อตารางเมตร (EUI) โดยกระบวนการ BPS นั้นมีกระบวนการดังต่อไปนี้

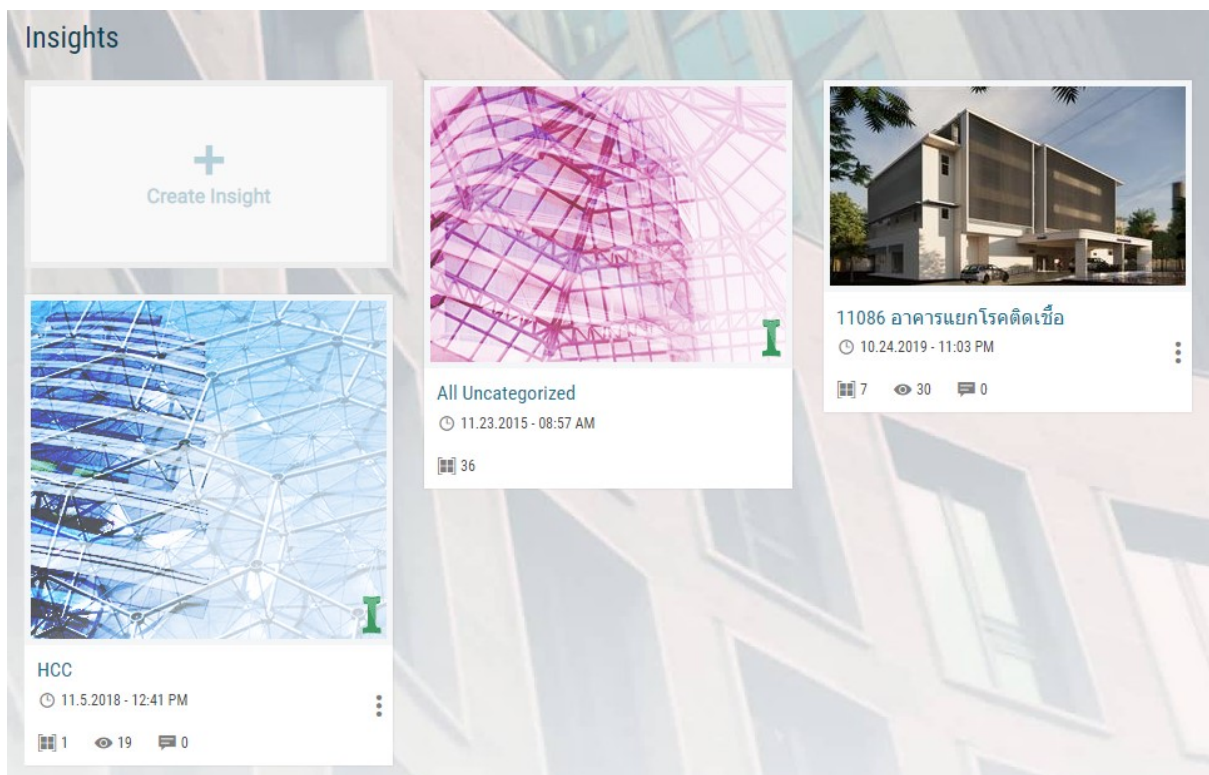
- ใช้งาน Autodesk Revit ในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM Modeling) ดัง **รูปที่ 1** โดยให้กำหนดรายละเอียดของพื้นที่ว่างภายในอาคารทั้งหมดด้วยการใช้ Room Families อันเป็นองค์ประกอบที่อยู่ภายในระบบ BIM ที่ทำหน้าที่กำหนดค่าที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์สมรรถนะอาคารทั้งหมด เช่น จำนวนผู้ใช้พื้นที่ กิจกรรมในการใช้พื้นที่และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นตัวกำหนดการกำเนิดความร้อนภายในพื้นที่ (Internal Gains) และตารางเวลาการใช้พื้นที่ (Schedule) เป็นต้น
- สร้างแบบจำลองด้านพลังงานของอาคาร (Energy Model) ที่มีคุณสมบัติของไฟล์อาคารเป็น gbXML (Green Building XML) ดังที่แสดงใน **รูปที่ 2**
- สร้างการดำเนินการ BPS ด้วยระบบ Autodesk Insight 360 ด้วยคำสั่ง Generate Insight
- ลงชื่อเข้าใช้งาน (Log In) เข้าสู่ระบบ Web Application ชื่อ Autodesk Insight ผ่าน URL: <https://insight360.autodesk.com/OneEnergy/> เพื่อเข้าใช้หน้าเพจ Insights Projects ดัง **รูปที่ 3**
- เมื่อเข้าสู่ Insight Project ที่ต้องการทราบผลลัพธ์การวิเคราะห์สมรรถนะอาคารด้านพลังงาน โดยผลลัพธ์ของการ BPS จะถูกแสดงใน Insight ดังที่แสดงใน **รูปที่ 4 รูปที่ 5 และ รูปที่ 7**
- ระบบ Insight จะนำเสนอทางเลือกในการออกแบบในพารามิเตอร์ (Parameters) ต่างๆ ทั้งทางประเด็นด้านกรอบอาคาร (Window-Wall-Ratio, Window Shades และ ชนิดของกระจกหน้าต่าง) ด้านการรั่วซึมของอากาศ (Infiltration) ด้านประสิทธิภาพของไฟฟ้าส่องสว่าง (Lighting Efficiency) ด้านแสงธรรมชาติ (Daylighting) ด้านประสิทธิภาพด้านระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้า เป็นต้น ดังรูปที่ **รูปที่ 6 และ รูปที่ 8**



รูปที่ 1 รูปอาคารกลุ่มตัวอย่างที่ถูกสร้างขึ้นใน Autodesk Revit



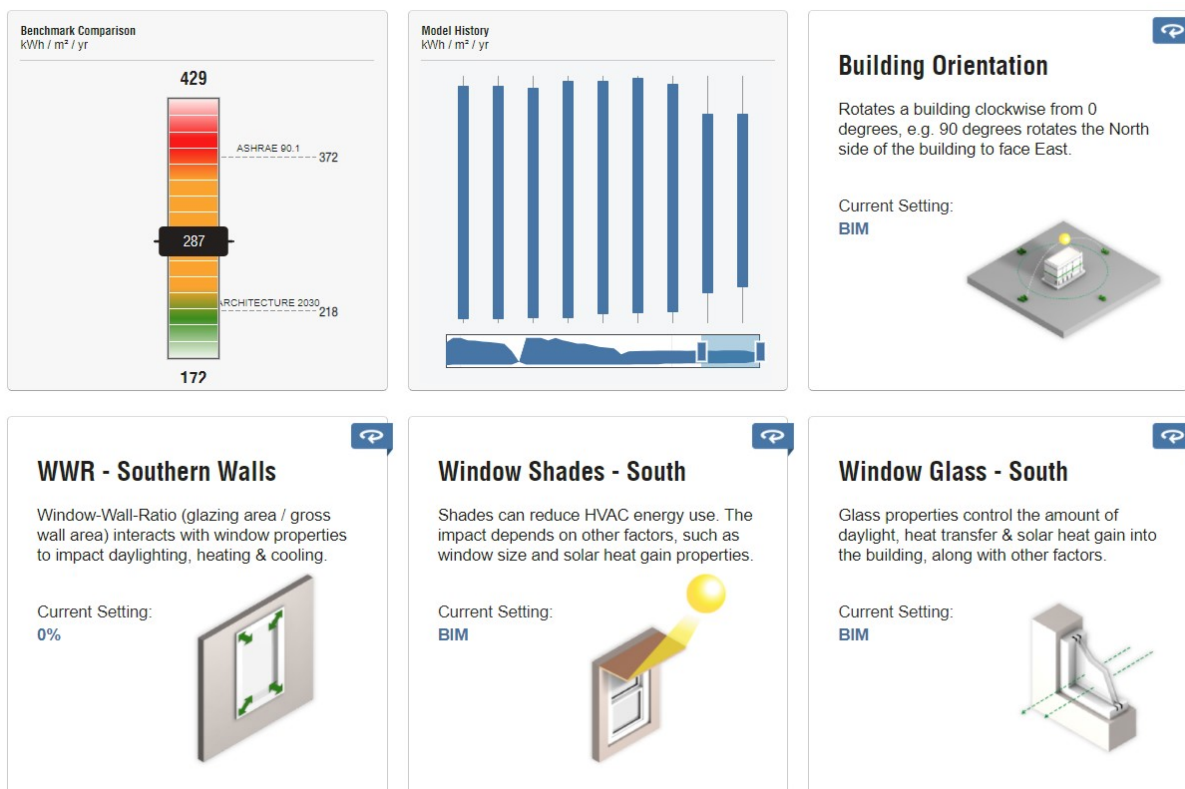
รูปที่ 2 Energy Model อาคารกลุ่มตัวอย่างใน Autodesk Revit



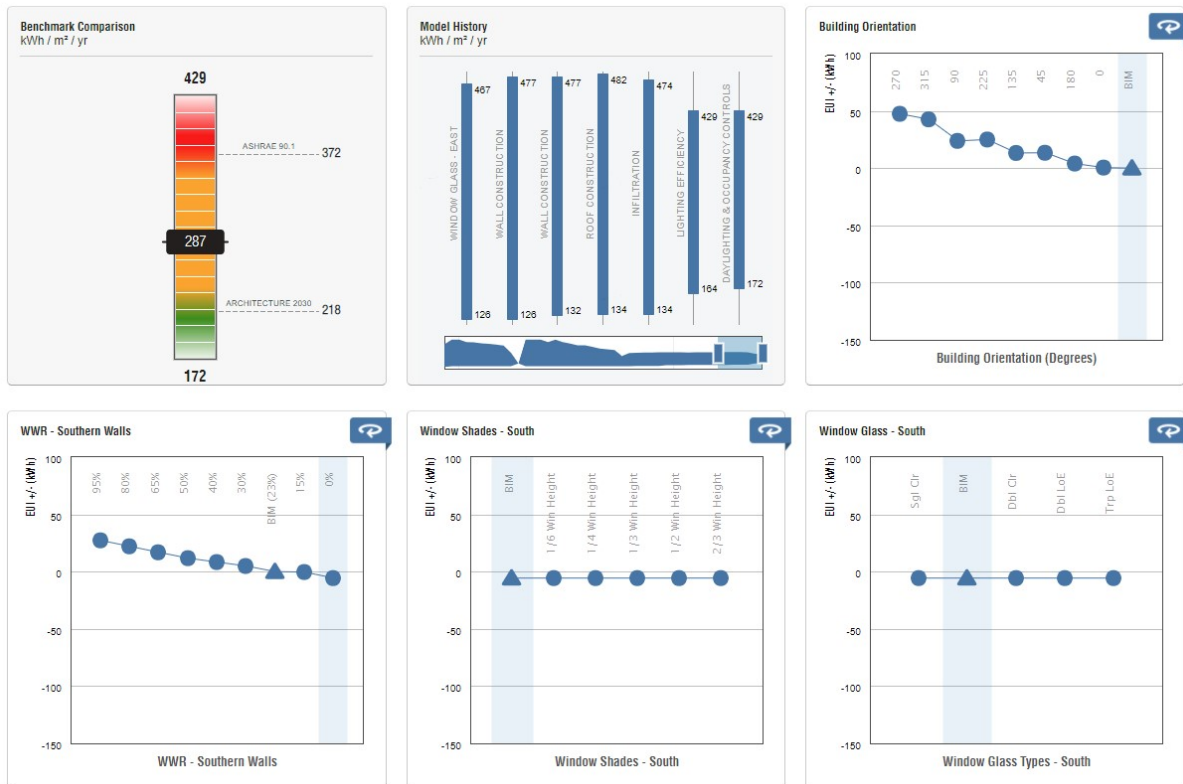
รูปที่ 3 หน้าแรกของ Insight Projects



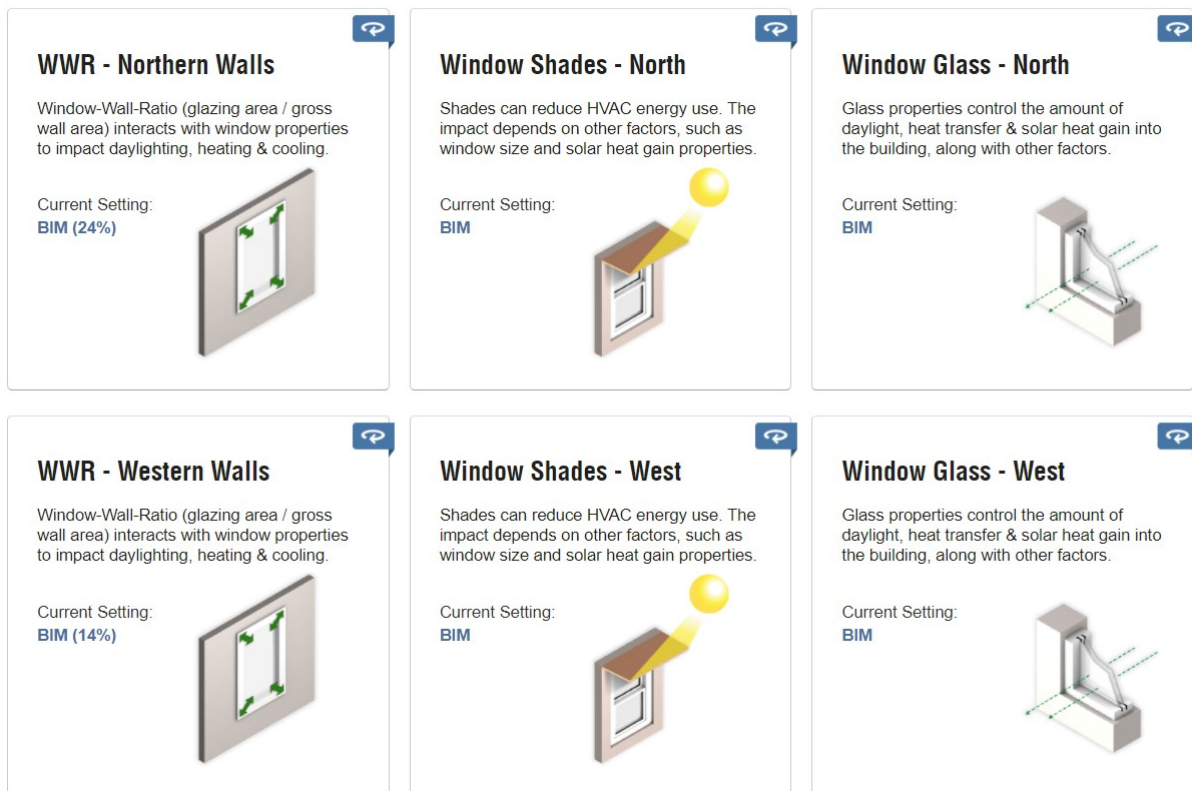
รูปที่ 4 Energy Model ที่แสดงพื้นผิวประเภทต่างๆ ใน Autodesk Insight



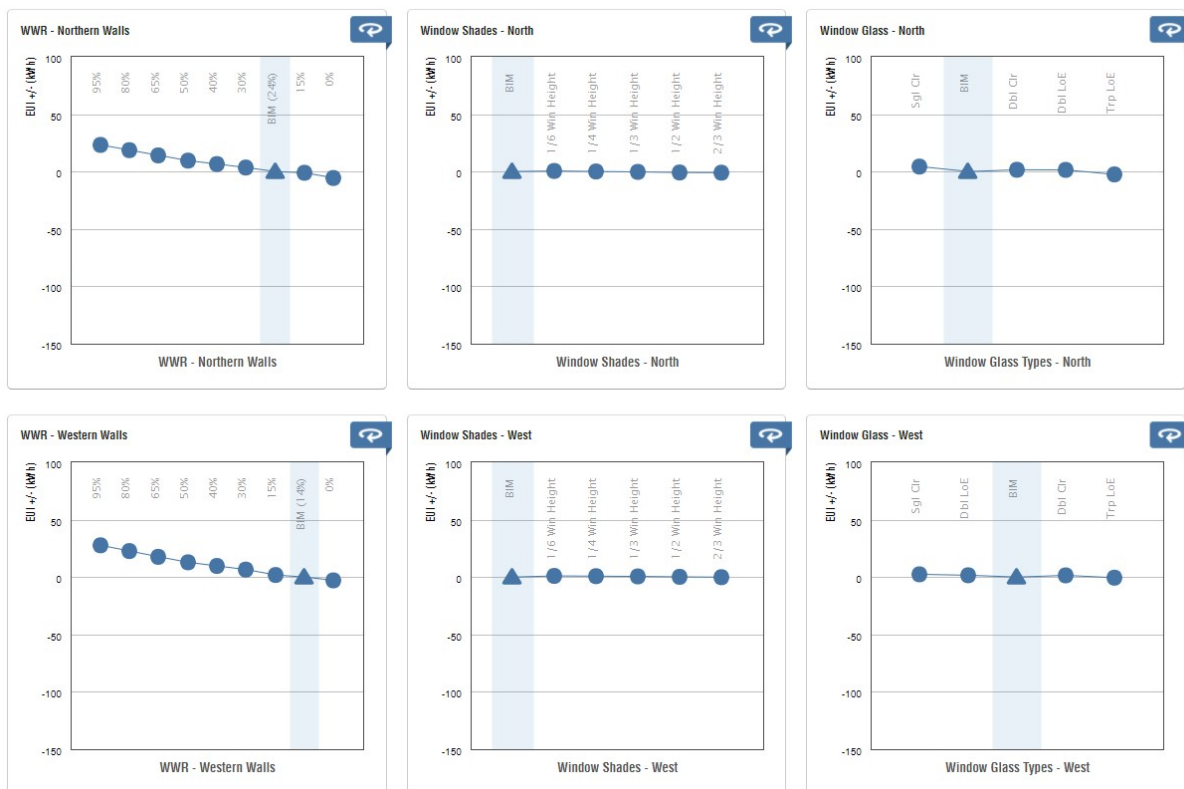
รูปที่ 5 ผลลัพธ์สมรรถนะอาคาร ที่คำนวณโดยตรงจาก BIM Model อาคารกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 6 ผลลัพธ์สมรรถนะอาคารที่เป็นทางเลือก ที่ถูกสร้างขึ้นอัตโนมัติโดย Autodesk Insight



รูปที่ 7 ผลลัพธ์สมรรถนะอาคาร ที่คำนวณโดยตรงจาก BIM Model อาคารกลุ่มตัวอย่าง



รูปที่ 8 ผลลัพธ์สมรรถนะอาคารที่เป็นทางเลือก ที่ถูกสร้างขึ้นอัตโนมัติโดย Autodesk Insight

Mass Glazing - Metric (SI) Values

The following table shows SI values.

Conceptual Construction	U-value	SHGC	Tvis
Single Pane Clear - No Coating	6.18	0.81	0.88
Single Pane - Tinted	6.32	0.71	0.61
Single Pane - Reflective	5.06	0.28	0.13
Double Pane Clear - No Coating (default)	3.17	0.69	0.78
Double Pane - Tinted	3.24	0.61	0.55
Double Pane - Reflective	2.40	0.19	0.10
Double Pane Clear - LowE Cold Climate, High SHGC	1.96	0.67	0.72
Double Pane Clear - LowE Cold Climate, Low SHGC	1.68	0.44	0.70
Double Pane Clear - High Performance, LowE, High Tvis, Low SHGC	1.63	0.27	0.64
Triple Pane Clear - LowE Hot or Cold Climate	1.26	0.47	0.64
Quad Pane Clear - LowE Hot or Cold Climate	0.66	0.45	0.62

รูปที่ 9 ตัวอย่างนิยามของคุณสมบัติของวัสดุกระจกประเภทต่างๆ ในฐานข้อมูลที่สามารถใช้เป็นทางเลือกเพื่อสนับสนุนการออกแบบอาคาร (Autodesk, 2021)

ข้อเสนอแนะ

การใช้งานวิเคราะห์สมรรถนะด้านพลังงานของอาคาร โดยการใช้งาน Autodesk Revit ร่วมกับ Autodesk Insight ซึ่งเป็นระบบอัตโนมัติ รวดเร็ว ปรมาจากข้อผิดพลาด แต่กระบวนการนี้ยังมีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

- กระบวนการนี้ใช้ได้กับการออกแบบอาคารและจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM Model) ด้วยโปรแกรม Autodesk Revit เท่านั้น ไม่สามารถใช้ร่วมกับเครื่องมือการออกแบบอาคารอื่น เช่น AutoCAD, ArchiCAD หรือ SketchUp ได้
- ผู้ใช้งานควรมีทักษะด้านการสร้าง BIM Model ที่มีความเข้าใจด้านการส่งไฟล์แบบจำลองสารสนเทศอาคารที่เป็นประเภท gbXML (Green Building XML) เข้าสู่ระบบ Insight ซึ่งมีโปรแกรม DOE-2.2 เป็น Simulation Engine ซึ่งอาจพบข้อผิดพลาด (Errors) ที่อาจต้องมีการปรับค่า Energy Model ที่เป็นไฟล์ XML ได้

เอกสารอ้างอิง

สถาบันอาคารเขียวไทย. (2012). *เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC Version 1.1)*. สถาบันอาคารเขียวไทย.

<https://www.tgbi.or.th/uploads/trees/2012-09-26->

[%e0%b9%80%e0%b8%81%e0%b8%93%e0%b8%91%e0%b9%8c-TREES-NC.pdf](#)

สุพฤทธิ์ ตั้งพทุธิกุล & ณัฐวุฒิ สวัสดิ์สุข. (2015). การใช้งานและแนวทางการผลักดัน Building Information Modeling (BIM) ในประเทศไทย Building Information Modeling (BIM): Using and Adoption Pathways in Thailand. *The 20th National Convention on Civil Engineering*. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20, Chonburi, Thailand.

https://www.researchgate.net/profile/Suparit_Tangparitkul/publication/280102491_Building_Information_Modeling_BIM_Using_and_Adoption_Pathways_in_Thailand/links/55a9ae6908ae815a042550e3/Building-Information-Modeling-BIM-Using-and-Adoption-Pathways-in-Thailand.pdf

Autodesk. (2021). *Material Thermal Properties—Conceptual Types*.

<https://help.autodesk.com/cloudhelp/2022/ENU/Revit-Analyze/files/GUID-004A470D-675B-4CB0-96AE-D4A6852BDDB3.htm#!>

Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry | Leadership and Management in Engineering | Vol 11, No 3. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3).

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)

- Bazjanac, V., Maile, T., Rose, C., O'Donnell, J. T., Morrissey, E., & Welle, B. R. (2011). AN ASSESSMENT OF THE USE OF BUILDING ENERGY PERFORMANCE SIMULATION IN EARLY DESIGN. *Proceeding of Building Simulation 2011*, 1579–1585.
- Clarke, J. A., & Hensen, J. L. M. (2015). Integrated building performance simulation: Progress, prospects and requirements. *Building and Environment*, 91, 294–306.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.002>
- Hfocus. (2017, เมษายน 6). จำนวนเตียงใน รพ.ของไทย ยังห่างจากค่าเฉลี่ยสากล. Hfocus.org เจาะลึก ระบบสุขภาพ. <https://www.hfocus.org/content/2017/04/13730>
- Ning, G., Junnan, L., Yansong, D., Zhifeng, Q., Qingshan, J., Weihua, G., & Geert, D. (2017). BIM-based PV system optimization and deployment. *Energy and Buildings*, 150, 13–22.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.05.082>
- Somboonwit, N., Boontore, A., & Rugwongwan, Y. (2017). Obstacles to the Automation of Building Performance Simulation: Adaptive Building Integrated Photovoltaic (BIPV) design. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 2(5), 343–354.
<https://doi.org/10.21834/e-bpj.v2i5.619>
- Whole Building Design | WBDG - Whole Building Design Guide. (2019, มกราคม).
<https://www.wbdg.org/resources/whole-building-design>
- Yungchareon, V., & Limmeechokchai, B. (2004). *Energy Analysis of the Commercial Sector in Thailand: Potential Savings of Selected Options in Commercial Buildings | Request PDF*. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/284043787_Energy_Analysis_of_the_Commercial_Sector_in_Thailand_Potential_Savings_of_Selected_Options_in_Commercial_Buildings