บทที่ ๓ แนวความคิดในการสร้างนวัตกรรม

๑. นวัตกรรมด้านกระบวนการออกแบบอัจฉริยะ

ต้นแบบอาคารสถานบริการสมรรถนะสูงในบริบทไทยแลนด์ 4.0 (High Performance Healthcare Building Prototype: HPHP) เป็นอาคารที่ผู้ออกแบบมุ่งหวังให้เป็นอาคารนวัตกรรมด้านการเป็นอาคารที่สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตาม **แผนพัฒนาระบบบริการสุขภาพ (Service Plan)** ของกระทรวงสาธารณสุข และ **ความต้องการเชิงพื้นที่ใช้งาน (Required Functional Areas)** ของสถานบริการสุขภาพแห่งนั้นๆ

ถึงแม้ว่าสถานบริการสุขภาพแต่ละแห่งจะอยู่ในระดับ Service Plan เดียวกัน นั้นไม่ได้หมายความว่าจะมีความต้องการด้านอาคารที่เหมือนกัน เนื่องจากสถานบริการสุขภาพแต่ละแห่งนั้นมีความสามารถให้บริการทางการแพทย์ที่แตกต่างกัน รวมถึงต้นทุนด้านอาคารที่มีอยู่แล้วนั้นก็ต่างกัน การนำ **แบบก่อสร้างมาตรฐาน (Generalizable Building Design: GBD)** แบบเดียวกันมาก่อสร้างในสถานบริการสุขภาพที่อยู่ใน Service Plan เดียวกันทุกแห่งนั้น ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านอาคารได้

แบบก่อสร้างมาตรฐาน (GBD) คือแบบก่อสร้างอาคารที่ถูกออกแบบด้วยแนวความคิด “แบบเดียวใช้ก่อสร้างได้ทุกที่ หรือ One Size Fits All” และเมื่อจัดทำเสร็จจะถูกนำไปใช้ซ้ำในการก่อสร้างอาคารในสถานบริการสุขภาพภาครัฐ (เช่น โรงพยาบาล สถานีอนามัย สำนักงานสาธารณสุข ฯลฯ) ที่ตั้งอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศไทย ที่มีความต้องการอาคารตรงตามการใช้สอยและขนาดของอาคารนั้นๆ **เพื่อลดขั้นตอน ลดเวลา และลดการใช้กำลังคน ที่จะต้องทุ่มลงไปในทุกๆ ครั้งของกระบวนการออกแบบอาคาร และเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนต่อหน่วย (Unit Cost) ในกระบวนการออกแบบอาคาร** โดยมีเป้าประสงค์สำคัญคือเพื่อให้แบบก่อสร้างมาตรฐาน (GBD) ถูกนำไปใช้ก่อสร้างทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทยได้อย่างไม่ยากลำบาก โดยช่างและผู้รับเหมาก่อสร้างท้องถิ่น ให้สามารถดำเนินการก่อสร้างได้โดยใช้วัสดุก่อสร้าง เทคโนโลยี เครื่องมือ และอุปกรณ์ ที่จัดหาได้ง่ายในท้องถิ่น และต้องมีต้นทุนในการก่อสร้างต่อตารางเมตรต่ำ ดังนั้น GBD จะมีรูปแบบที่ตอบสนองต่อการใช้งานอย่างเรียบง่าย และไม่ซับซ้อน ไม่สร้างความสับสนต่อผู้ก่อสร้าง [1]

เนื่องจากเหตุผลที่กล่าวไปข้างต้น การนำ GBD ไปก่อสร้างในสถานบริการสุขภาพทุกแห่งที่อยู่ใน Service Plan เดียวกัน นั้นไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านอาคารได้ คณะทำงานฯ จึงได้กำหนดระเบียบวิธีและการใช้เครื่องมือเพื่อการสร้างนวัตกรรมด้าน **กระบวนการออกแบบอัจฉริยะ (Intelligent Design Process)** เพื่อให้ GBD สามารถตอบสนองต่อทั้งความต้องการด้าน Service Plan และตอบสนองต่อความต้องการเชิงพื้นที่ใช้งาน ของสถานบริการสุขภาพแห่งนั้นๆ ได้ โดยมีรายละเอียดของกระบวนการดังต่อไปนี้

[1] Somboonwit, N., & Boontore, A. (2017). Identification of Building-Surrounded Obstacle Parameter Using Automated Simulation to Support Building Integrated Photovoltaic (BIPV) Layout Planning in Thailand. Asian Social Science, 13(12), 142. https://doi.org/10.5539/ass.v13n12p14

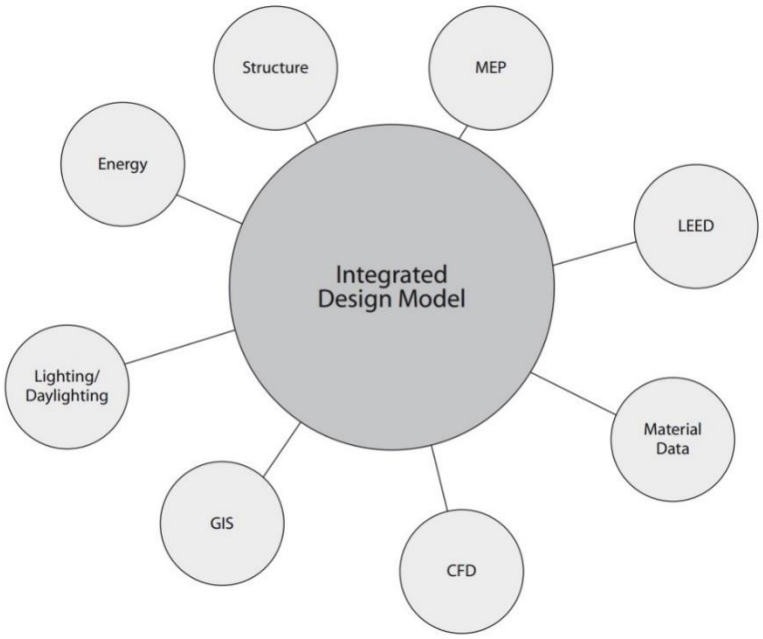
<u>นวัตกรรมด้านกระบวนการออกแบบอัจฉริยะ</u> (Innovation of Intelligent Design Process)

โครงการพัฒนา HPHP นี้ได้นำหลัก **กระบวนการออกแบบบูรณาการ (Integrated Design Processes: IDP)** เข้ามาใช้ในการดำเนินงานพัฒนาต้นแบบอาคาร ให้สามารถปรับแบบอาคาร HPHP ได้ตามความต้องการด้าน Service Plan และความต้องการเชิงพื้นที่ใช้งานได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และเป็นการกำจัดจุดอ่อนของการใช้งานแบบก่อสร้างมาตรฐาน (GBD) อย่างแท้จริง โดย **กระบวนการออกแบบบูรณาการ (Integrated Design Processes:IDP)** นั้นหมายถึง กระบวนการออกแบบที่ใช้การทำงานและทักษะร่วมกันโดยการบูรณาการ ระบบข้อมูล สารสนเทศ และการจัดการองค์ความรู้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างและกระบวนการ และเพื่อเพิ่มคุณค่าของงานระหว่างกระบวนการออกแบบ สร้าง และการใช้งานอาคาร รวมถึงข้ามไปยังโครงการก่อสร้างอื่นๆอีกด้วย [2] โดยกระบวนการ IDP นั้นถูกนำมาใช้เพื่อทดแทนกระบวนการออกแบบประเภททำงานตามลำดับ (Traditional Sequential Process) ที่เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมตั้งแต่อดีตที่ผ่านมาและเป็นวิธีการทำงานโดยปกติของเจ้าหน้าที่กองแบบแผน แต่พบว่ากระบวนการประเภทนี้มีข้อเสียเปรียบกระบวนการ IPD เป็นอย่างมาก เนื่องจาก Traditional Sequential Process นั้นมีความล่าช้า มีความผิดพลาด และความซ้ำซ้อนในกระบวนการทำงาน แตกต่างจากกระบวนการ IDP ซึ่งเป็นการดำเนินการออกแบบอาคารร่วมกันทั้งกระบวนการในรูปแบบ **สหวิทยาการ (Multidisciplinary)** ทั้งสถาปนิก วิศวกร ผู้จัดการโครงการ เจ้าของโครงการ ฯลฯ ตั้งแต่เริ่มกระบวนการออกแบบ และยังร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการออกแบบ ทั้งทางด้านรูปทรง การเลือกใช้วัสดุ การจัดการทรัพยากร การเลือกใช้พืชพรรณในโครงการก่อสร้าง และยังรวมถึงการวิเคราะห์สมรรถนะด้านพลังงาน และการผลิตพลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทนอีกด้วย [3,4]

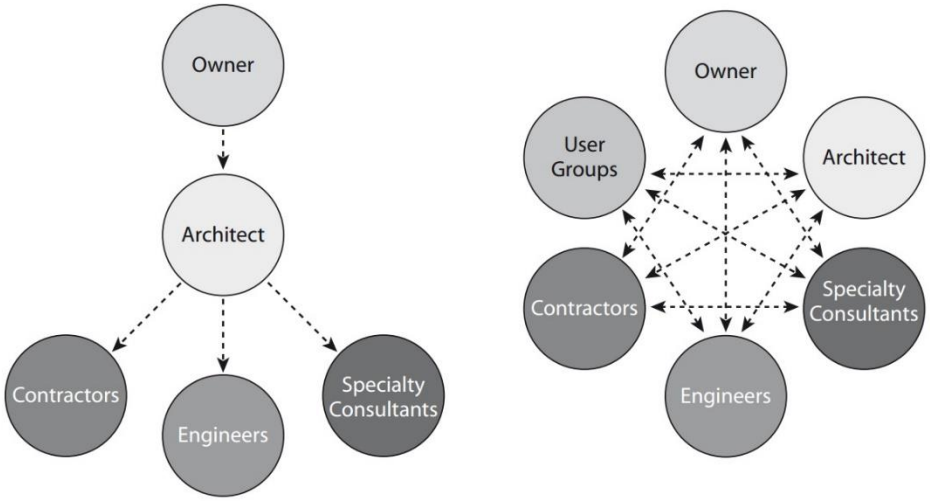
[2] Hansen, H. T. R., & Knudstrup, M.-A. (2005). The Integrated Design Process (IDP) - a more holistic approach to sustainable architecture. Retrieved September 17, 2018, from https://www.irb.fraunhofer.de/CIBlibrary/search-quick-result-list.jsp?A&idSuche=CIB+DC3523

[3] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. John Wiley & Sons.

[4] Yao, R. (Ed.). (2013). Design and Management of Sustainable Built Environments (2013 edition). Springer.



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงแนวความคิดกระบวนการออกแบบบูรณาการ (IDP)



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบกระบวนการออกแบบแบบตามลำดับ (ซ้าย)
กับกระบวนการออกแบบบูรณาการ (IDP) (ขวา) [5]

โดยกว่าทศวรรษที่ผ่านมาอุตสาหกรรมด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม การก่อสร้างอาคาร และการใช้งานอาคาร (Architecture, Engineering, Construction and Operation: A/E/C/O) ได้นำเทคโนโลยีและกระบวนการ **ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM)** มาใช้สนับสนุน IPD และกระบวนการออกแบบอัจฉริยะ โดย BIM คือ ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่มีความ

[5] Krygiel, E., & Nies, B. (2008). Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling. Alameda, CA, USA: SYBEX Inc.

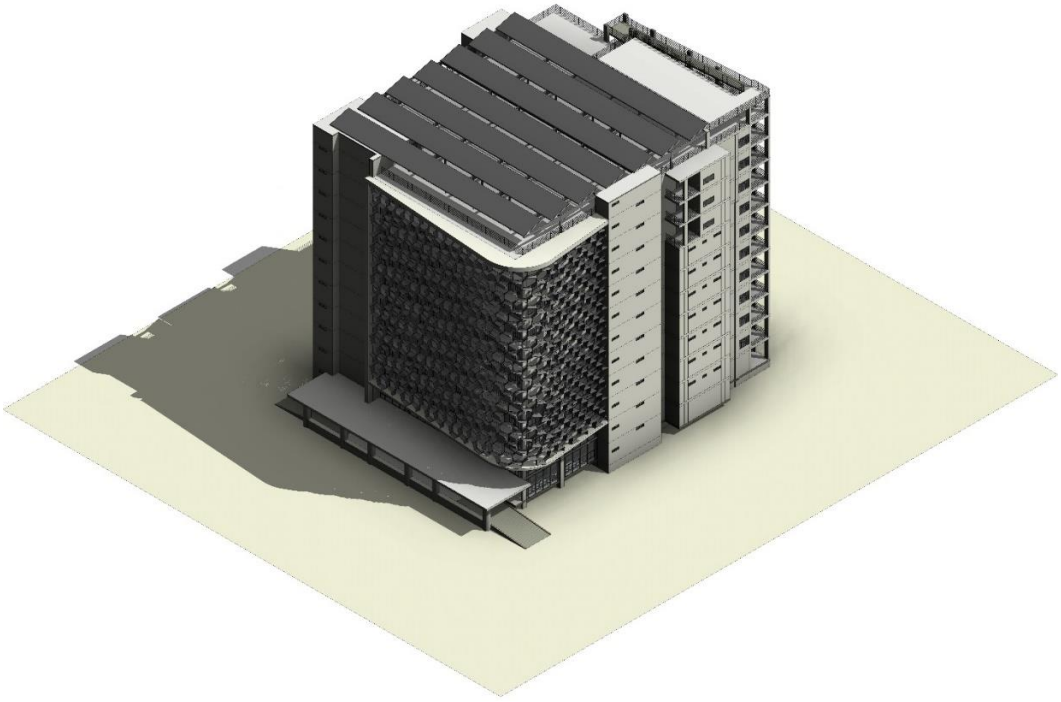
เที่ยงตรงในรูปแบบดิจิตอล อันเป็นตัวแทนอาคารที่จะก่อสร้างในขั้นตอนต่างๆในกระบวนการก่อสร้าง ทั้งทางด้านเรขาคณิตและสารสนเทศของอาคารนั้นๆ ในขั้นตอนออกแบบ ก่อสร้าง แบ่งงวดงาน-งวดเงิน จนถึงขั้นตอนการส่งมอบอาคารโดยแบบจำลองสารสนเทศอาคารนี้สามารถสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ-ก่อสร้างอาคารได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการจัดทำเอกสารแบบก่อสร้างอาคารได้ และ BIM นั้นนับเป็นเทคโนโลยี-เครื่องมือ-กระบวนการที่สำคัญในการสนับสนุน**กระบวนการออกแบบบูรณาการ (Integrated Design Processes: IDP)** และ **กระบวนการออกแบบอัจฉริยะ (Intelligent Design Process)** อันจะส่งผลให้เพิ่มคุณภาพของอาคารที่ก่อสร้าง โดยลดต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างอีกด้วย [6]

ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว คณะทำงานฯจึงนำ IDP และ BIM มาประยุกต์ใช้ในกระบวนออกแบบอาคาร HPHP โดยการใช้งานระบบ BIM คือ **Autodesk Revit** ซึ่งเป็น Platform ระบบ BIM ที่รองรับการทำงานของทุกสาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ สถาปัตยกรรม วิศวกรรม การก่อสร้างอาคาร และการใช้งานอาคาร (Architecture, Engineering, Construction and Operation: A/E/C/O) ไว้ครบถ้วนในโปรแกรมเดียว โดยคณะทำงานฯ ได้นำโปรแกรม Autodesk Revit มาสร้างแบบจำลองสารสนเทศ (BIM Modeling) และการสร้างสิ่งแวดล้อมดิจิตอล (Digital Environment) ในโครงการแบบจำลองสารสนเทศ (BIM Project) กำหนดตำแหน่งพิกัดบอกตำแหน่งบนพื้นโลก และกำหนดข้อมูลสภาพภูมิอากาศ (Weather Data) เพื่อใช้ในการจำลองสมรรถนะอาคารอีกด้วย

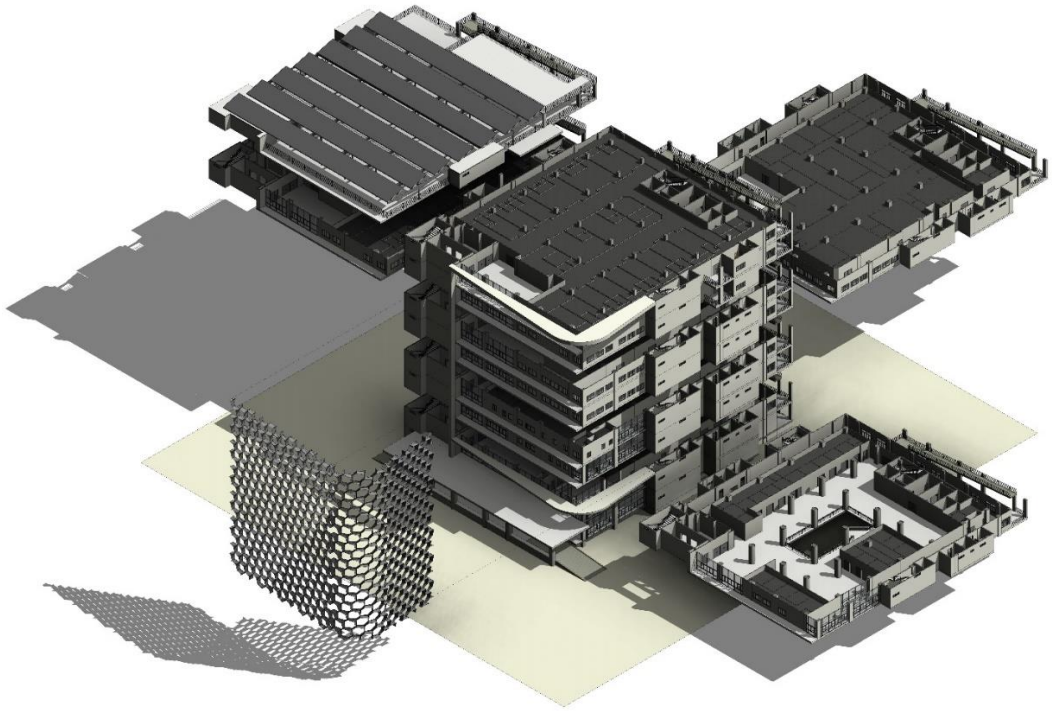
เนื่องด้วยวัตถุประสงค์สำคัญของการพัฒนาอาคาร HPHP คือเป็นอาคารที่สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตาม Service Plan ของกระทรวงสาธารณสุข และ ความต้องการเชิงพื้นที่ใช้งาน คณะทำงานฯ จึงนำแนวความคิด **การออกแบบแบบโมดูลาร์ (Modular Design)** มาใช้ในกระบวนการออกแบบ โดย Modular Design นั้นหมายถึง วิธีการออกแบบอาคารหรือผลิตภัณฑ์ที่แบ่งส่วนใหญ่ๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ที่มีองค์ประกอบครบตามการใช้งานอยู่ในตัว ส่วนย่อยนี้เรียกว่า **โมดูล (Module)** แล้วนำกลับมารวมใหม่เป็นอาคารหรือผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์ ด้วยแนวความคิด Modular Design นี้ ทำให้อาคารสามารถขยายพื้นที่การใช้งานออกไปได้เรื่อยๆ โดยการเพิ่ม Module ที่ต้องการให้มากขึ้น สามารถเลือกใช้ Module ได้ โดยการเพิ่ม Module ที่ต้องการ นำ Module ที่ไม่ต้องการออกไปจากแบบอาคาร

การประยุกต์แนวคิด Modular Design ในการออกแบบอาคาร HPHP นั้นทำให้เกิดเป็นนวัตกรรมด้านกระบวนการออกแบบ เนื่องจาก สถานบริการสุขภาพที่ต้องการนำแบบ HPHP ไปก่อสร้าง สามารถเพิ่ม ลด และปรับเปลี่ยนชั้นอาคาร ได้ตามความต้องการตาม Service Plan และตามความต้องการเชิงพื้นที่ใช้งานของสถานที่นั้นได้อย่างทันท่วงที ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 3 และ 4

[6] Somboonwit, N., & Boontore, A. (2017). Identification of Building-Surrounded Obstacle Parameter Using Automated Simulation to Support Building Integrated Photovoltaic (BIPV) Layout Planning in Thailand. Asian Social Science, 13(12), 142. https://doi.org/10.5539/ass.v13n12p14

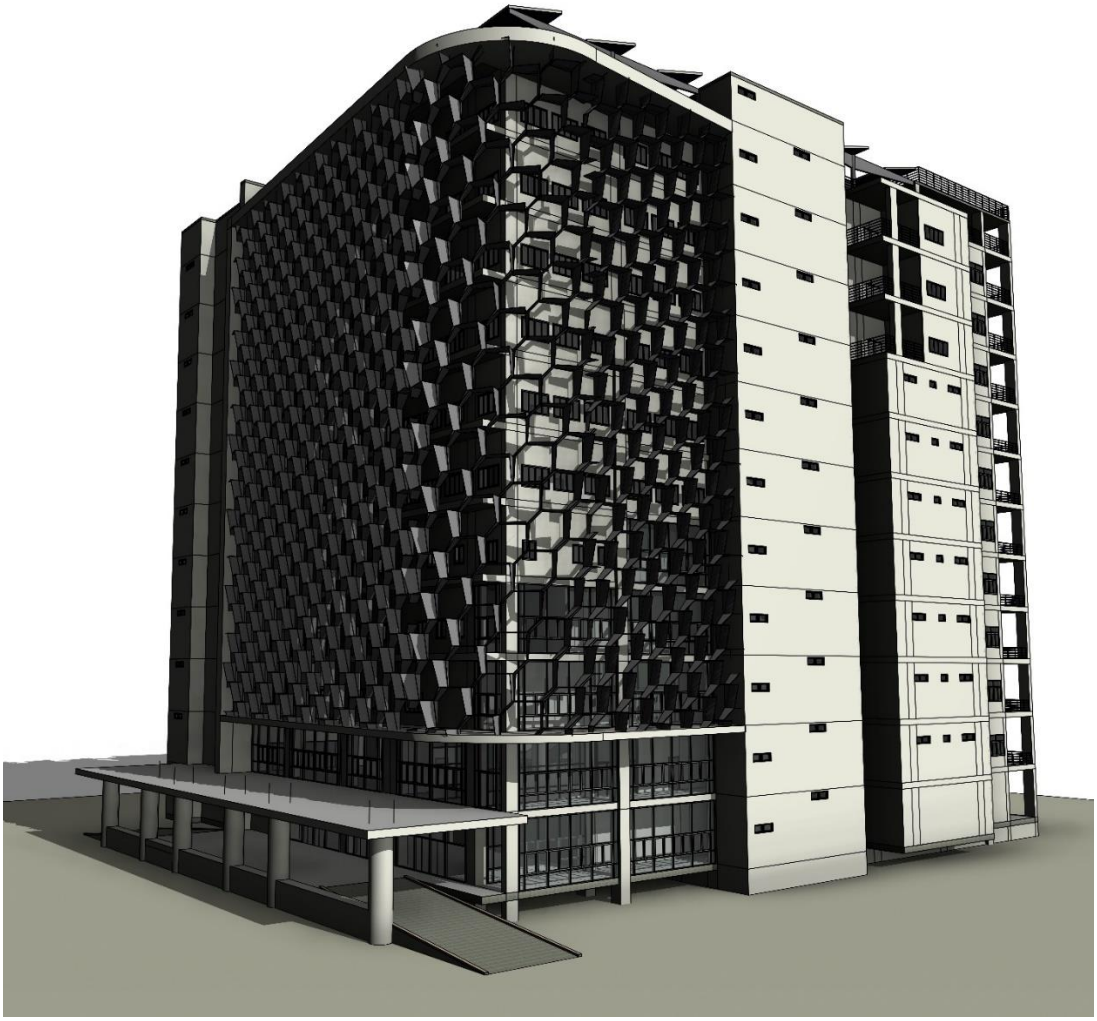


รูปที่ 3 BIM Model ของต้นแบบอาคารสถานบริการสมรรถนะสูงในบริบทไทยแลนด์ 4.0 (HPHP)



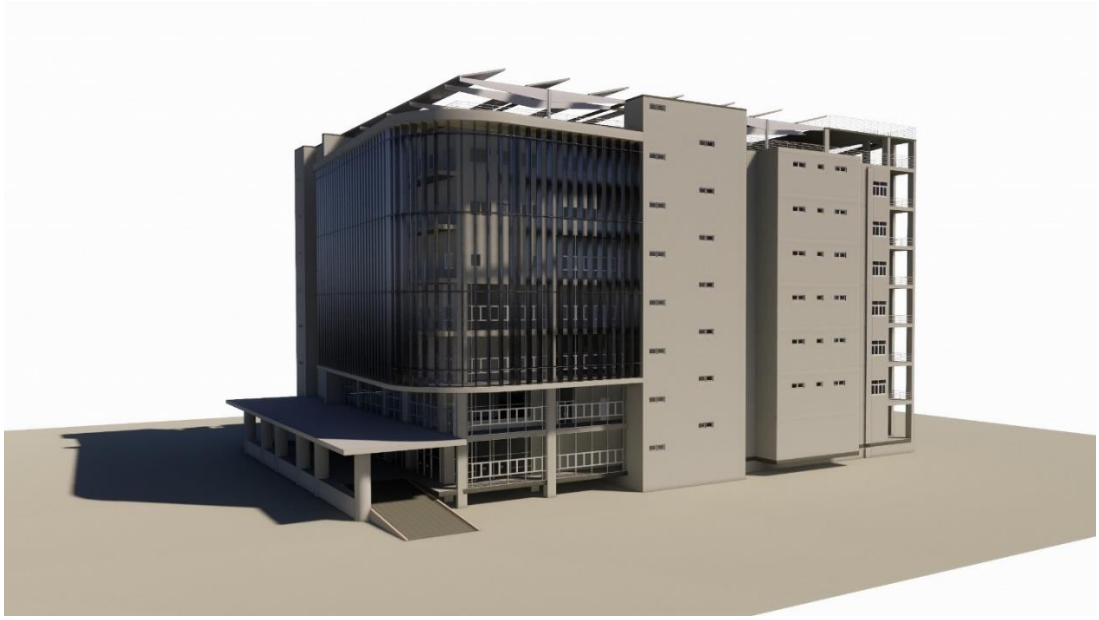
รูปที่ 4 BIM Model ของต้นแบบอาคารสถานบริการสมรรถนะสูงในบริบทไทยแลนด์ 4.0 (HPHP) ที่แสดงให้ถึงแนวความคิด Modular Design โดยสามารถเพิ่ม-ลด-ปรับเปลี่ยนชั้นอาคาร ได้ตามความต้องการ

นอกจากนั้นการนำแนวคิด Modular Design มาใช้ในการออกแบบอาคาร HPHP นั้นทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว ในการปฏิบัติงานของผู้ออกแบบอาคารเป็นอย่างมาก เนื่องจากผู้ออกแบบสามารถนำ Module ของชั้นอาคารต่างๆ มาประกอบกันตามความต้องการและสามารถเปลี่ยนรูปแบบหน้าตาของอาคารได้อย่างรวดเร็ว ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 5 ถึง รูปที่ 9

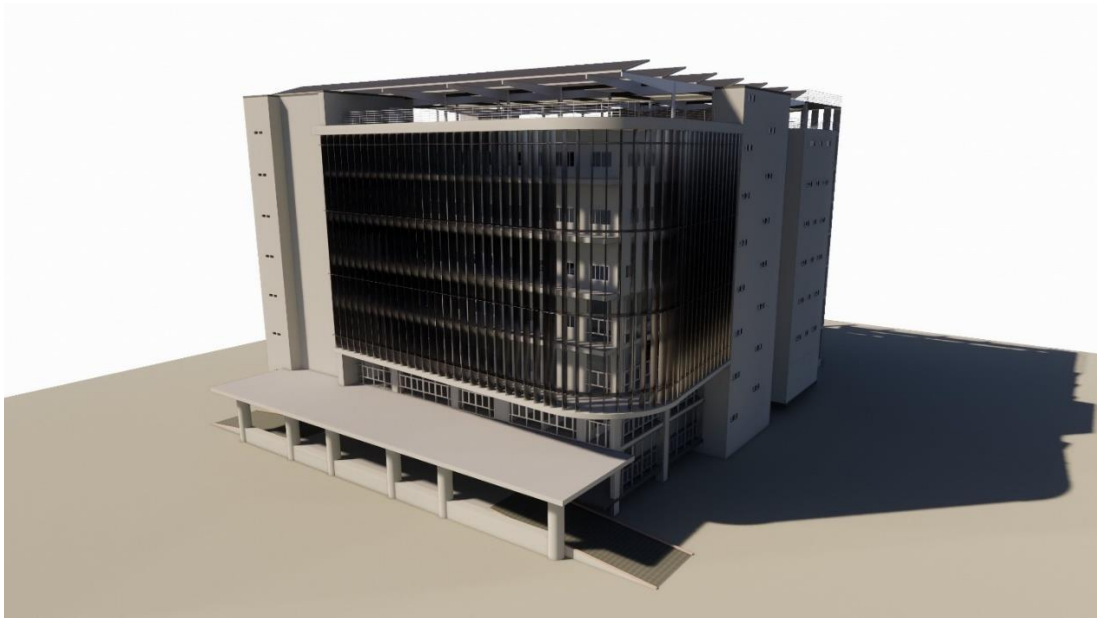


รูปที่ 5 BIM Model ของต้นแบบอาคารสถานบริการสมรรถนะสูงในบริบทไทยแลนด์ 4.0 (HPHP)
แบบสูง 11 ชั้น + 1 ชั้นใต้ดิน แผงกันแดดทรงรังผึ้ง

รูปที่ 6 BIM Model ของต้นแบบอาคารสถานบริการสมรรถนะสูงในบริบทไทยแลนด์ 4.0 (HPHP)
แบบสูง 11 ชั้น + 1 ชั้นใต้ดิน แผงกันแดดแนวตั้ง



รูปที่ 7 BIM Model ของต้นแบบอาคาร HPHP แบบสูง 7 ชั้น + 1 ชั้นใต้ดิน แผงกันแดดแนวตั้ง



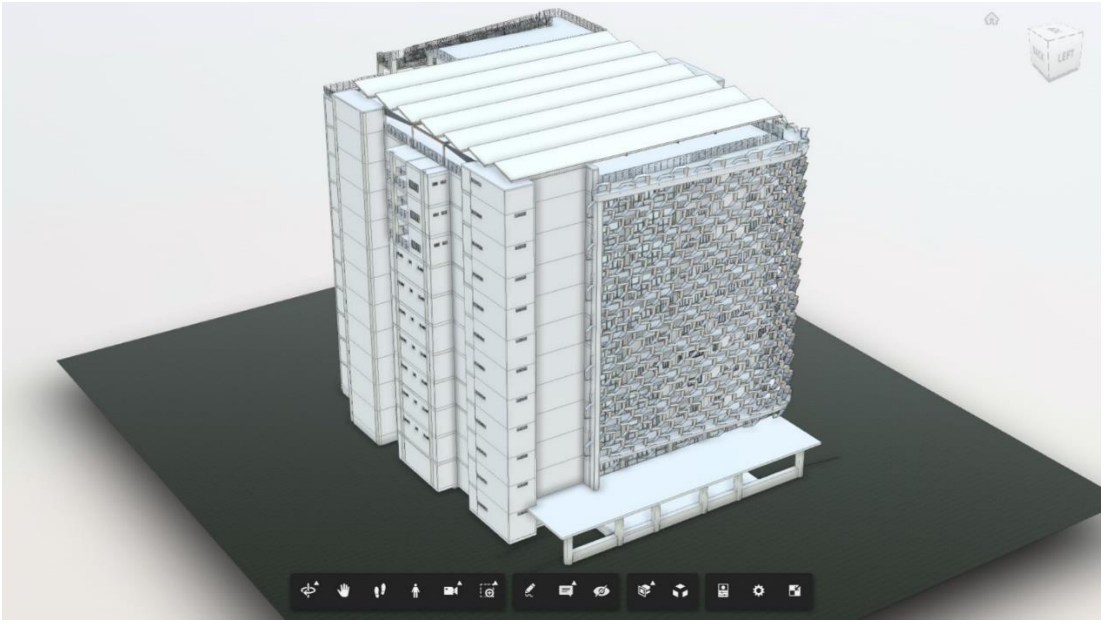
รูปที่ 8 BIM Model ของต้นแบบอาคาร HPHP แบบสูง 7 ชั้น + 1 ชั้นใต้ดิน แผงกันแดดแนวตั้ง

รูปที่ 9 BIM Model ของต้นแบบอาคาร HPHP แบบสูง 7 ชั้น + 1 ชั้นใต้ดิน แผงกันแดดแนวตั้ง

เมื่อนำแนวคิด Modular Design มาใช้ร่วมกับระบบ BIM และกระบวนการออกแบบบูรณาการ (IDP) นั้นทำให้ การปรับเปลี่ยนแบบอาคาร HPHP นั้นทำได้อย่างรวดเร็ว ไม่มีการขัดแย้งของข้อมูลองค์ประกอบสารสนเทศอาคารนั้นถูกปรับไปตามการเปลี่ยนแปลงของการปรับเพิ่ม-ลด Module อย่างทันท่วงที ตั้งแต่ระดับองค์ประกอบอาคาร แบบก่อสร้างอาคาร จนถึงปริมาณวัสดุ รวมถึงราคาวัสดุก่อสร้าง

นอกจากนั้นคณะทำงานฯ ได้ดำเนินการออกแบบอาคาร HPHP ด้วยการใช้งาน เทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) และการทำงานร่วมกันด้วยบริการแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Collaboration) ในการทำงาน ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 10

ด้วยการประยุกต์ใช้งานแนวความคิดและเครื่องมือดังที่ได้กล่าวมาทั้ง กระบวนการออกแบบบูรณาการ (Integrated Design Processes: IDP) แนวความคิด การออกแบบแบบโมดูลาร์ (Modular Design) ระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) และระบบสนับสนุนการทำงานร่วมกันด้วยบริการแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Collaboration) นั้นทำให้สามารถกล่าวได้ว่า กระบวนการออกแบบต้นแบบอาคารสถานบริการสมรรถนะสูงในบริบทไทยแลนด์ 4.0 (High Performance Healthcare Building Prototype: HPHP) นั้นเป็นนวัตกรรมด้านกระบวนการออกแบบอัจฉริยะ (Innovation of Intelligent Design Process) อย่างแท้จริง



รูปที่ 10 BIM Model ของต้นแบบอาคาร HPHP ในระบบสนับสนุนการทำงานร่วมกันด้วยบริการแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Collaboration) Autodesk A360

๒. เทคโนโลยีทันต่อกระแสแห่งอนาคต (Modern technology of the world)

ระบบจำลองสมรรถนะอาคาร (Building Performance Simulation: BPS) หมายถึง ระบบ หรือ ซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ หรือ เครื่องมือ ในการจำลองเพื่อการทำนายสมรรถนะของอาคารในมิติต่างๆ เช่น ด้านการใช้พลังงานภายในอาคาร ด้านภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคาร ด้านสภาพแสงสว่างภายในอาคารและความสัมพันธ์กับภายนอกอาคาร เป็นต้น [๗] โดยระบบจำลองสมรรถนะอาคาร (BPS) นั้นเป็นเครื่องมือสำคัญในการทำงานร่วมกับระบบ BIM เพื่อให้ผู้ออกแบบอาคารได้ทราบถึงประสิทธิภาพด้านพลังงานและสมรรถนะอาคารด้านอื่นๆ ตั้งแต่กระบวนการออกแบบอาคาร ได้ทราบถึงปริมาณของการใช้ทรัพยากรด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องกับอาคารนั้นๆ ได้โดยไม่ต้องรอให้อาคารสร้างเสร็จ และยังเป็นเครื่องมือสนับสนุนการสร้างทางเลือกและการตัดสินใจในการออกแบบอาคารอีกด้วย [๘]

ความก้าวหน้าในเทคโนโลยี Smart Phone อุปกรณ์ Tablet และระบบการสื่อสาร นั้นเอื้อให้ผู้ใช้งานระบบ BIM สามารถเข้าถึงบริการเพื่อใช้งานร่วมกับทีมงาน สื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลสารสนเทศอาคาร และสามารถสนับสนุนการตัดสินใจแก่ผู้ออกแบบอาคารได้อย่างเป็นปัจจุบัน (Real-time) ขณะที่การใช้เทคโนโลยีการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) ที่ส่งผลให้มีการเติบโตอย่างรวดเร็วของ **การบริการแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Services)** ที่สนับสนุนให้องค์กร **ลดค่าใช้จ่ายด้านการลงทุนอุปกรณ์ราคาแพง** เช่น การ

[7] Maile, T., Fischer, M., & Bazjanac, V. (2007). Building Energy Performance Simulation Tools - a Life-Cycle and Interoperable Perspective. Stanford, CA: Center for Integrated Facility Engineering at Stanford University.

[8] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, k. (2011). BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

จัดซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง คอมพิวเตอร์สำหรับระบบเครือข่าย ระบบฐานข้อมูลที่ต้องมีการขยายตัวตลอดเวลา เป็นต้น **สามารถเพิ่มความเร็วการประมวลผล** เนื่องจาก ระบบได้ย้ายการประมวลผลด้านอาคารที่ต้องการอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่สมรรถนะสูงในการดำเนินการ ไปประมวลผลใน Cloud Computing แทนที่จะกระทำในเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ เช่น การจำลองสมรรถนะอาคารด้านพลังงาน การ Rendering ภาพสามมิติของอาคาร เป็นต้น ทำให้สามารถลดระยะเวลาการทำงานได้เป็นอย่างมาก (จากวันเป็นนาที) การใช้งาน **Cloud Service นั้นมีความปลอดภัยสูง** โดยองค์กรไม่จำเป็นต้องลงทุนด้านอุปกรณ์สำรองข้อมูลสูงเกินไป รวมถึงการใช้งาน **Cloud Service นั้นทำให้ผู้ออกแบบอาคารสามารถทำงานเป็นทีมผ่านระบบเครือข่ายได้อย่างสะดวก** สามารถทำงานได้อย่างเป็นปัจจุบันโดยปลอดจากความขัดแย้งด้านข้อมูลจากประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำเทคโนโลยีการบริการแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Service Technologies) ดังกล่าว นับเป็นก้าวสำคัญขององค์กรที่ให้บริการด้านวิชาการและวิชาชีพการออกแบบอาคาร ให้มีการพัฒนา เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ลดต้นทุนทั้งทางด้านทรัพยากรและเวลา เพื่อรองรับต่อการพัฒนาประเทศตามแนวทาง Thailand ๔.๐ และ Industry ๔.๐ อันเป็นนวัตกรรมที่ส่งเสริมการปฏิบัติงานและให้บริการขององค์กรภาครัฐ

3. นวัตกรรมการบริหารจัดการ (Innovative Management)

กระบวนออกแบบอาคาร HPHP ที่ผู้ดำเนินโครงการลือกใช้งานระบบ BIM คือ Autodesk Revit ซึ่งเป็น Platform ระบบ BIM ที่รองรับการทำงานของวิศวกรรม สามารถสนับสนุนการบริหารการก่อสร้าง ตลอดจนถึงการบำรุงรักษาอาคารได้เป็นอย่างดี นับเป็นนวัตกรรมการบริหารงานก่อสร้างอาคารสถานบริการสุขภาพของกระทรวงสาธารณสุข ที่ไม่เคยมีมาก่อน

1) **การวางแผนการก่อสร้าง (Construction Schedule)** การกำหนดเวลาและขั้นตอนการก่อสร้างเพิ่มเข้าไปในแบบก่อสร้างที่จัดทำด้วยโปรแกรม BIM จะสามารถจำลองการก่อสร้างเสมือนจริงตามแผนงานที่วางไว้ ในรูปแบบ 3D ช่วยให้ผู้บริหารสัญญา สามารถวางแผนงานก่อสร้างได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว พร้อมการแก้ไขปัญหาอุปสรรคล่วงหน้า แผนยการบริหารจัดการเงินลงทุน แรงงานและวัสดุอุปกรณ์เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการก่อสร้างเป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระบบวิธีการทำงานใหม่ที่จะส่งผลให้การก่อสร้างอาคารสถานบริการสุขภาพเป็นไปอย่างมีคุณภาพแล้วเสร็จทันตามกำหนดของสัญญา
2) **การกำกับควบคุมงานก่อสร้าง (Construction Management)** ในการก่อสร้างจริง การจัดทำแบบขยายก่อนการก่อสร้างจริง (Shop Drawing) มีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง แบบก่อสร้างที่จัดทำด้วยโปรแกรม BIM สามารถจัดทำแบบขยายก่อนการก่อสร้างจริงได้ในทุกขั้นตอนของการก่อสร้าง ตั้งแต่งานโครงสร้างอาคาร งานวิศวกรรมระบบประกอบอาคาร งานสถาปัตยกรรมและงานมัณฑนศิลป์ สามารถแสดงแบบขยายได้ทุกส่วนของอาคารตามความต้องการก่อนการก่อสร้างจริงในรูปแบบ ๓ มิติ ที่เสมือนจริงและถูกต้องตรงตามแบบต้นฉบับ ทำให้การกำกับควบคุมงานก่อสร้างอาคารมีความถูกต้อง แม่นยำ ลดความขัดแย้งและการเสียเวลาจากความเสี่ยงในการก่อสร้างผิดแบบรูปสัญญา สามารถควบคุมเวลาและงบประมาณการก่อสร้างได้ดี และยังเป็นการช่วยลดความสูญเสียทรัพยากรจากความผิดพลาดในการก่อสร้าง

3) **การแก้ไขแบบแปลนในระหว่างการก่อสร้าง** สามารถปรับแบบแปลนเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคารได้สะดวกรวดเร็วและแสดงภาพงานที่แก้ไขในรูปแบบ 3D ที่เสมือนจริง เป็นระบบวิธีการทำงานใหม่ที่มีความยืดหยุ่น เพิ่มทางเลือกให้ผู้บริหารสัญญาสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการของการใช้อาคาร และเกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้รับบริการ
4) **การคำนวณราคาค่าก่อสร้าง** การถอดปริมาณวัสดุอุปกรณ์และคำนวณราคาการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบแปลนในระหว่างการก่อสร้าง สามารถทำได้อย่างถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว ในทันทีที่การปรับแก้ไขแบบและข้อมูลราคาแล้วเสร็จ เป็นระบบวิธีการทำงานใหม่ที่ถูกต้อง รวดเร็ว ช่วยให้การตัดสินใจของผู้บริหารสัญญาในการควบคุมงบประมาณทำได้ดีและเร็วขึ้นกว่าวิธีเดิม จากการที่ต้องรอการคำนวณและตรวจสอบการเปรียบเทียบราคาด้วยบุคคล ซึ่งใช้เวลาหลายสัปดาห์ภายหลังการปรับแก้ไขแบบและตรวจสอบราคา
5) **การบำรุงรักษาอาคาร (Building maintenance)** อาคารสถานบริการสุขภาพเป็นอาคารมีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง ตลอดอายุการใช้งานอาคารที่ยาวนาน 30 ถึง 40 ปี ได้มีการประมาณการทางทฤษฎีว่า ที่ผ่านมา ค่าดำเนินการในการบำรุงรักษาอาคาร ตลอดระยะเวลาการใช้งานที่ยาวนาน มีมูลค่ามากกว่าค่าก่อสร้างอาคาร ส่วนแบบก่อสร้างจริง (As-built Drawing) ในลักษณะที่เป็น BIM model ช่วยให้ระบบการบริหารจัดการอาคาร **การบริหารจัดการพลังงาน (Energy and Management)** และ**ทรัพย์สิน (Facility Management)** เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม และเมื่อใช้ร่วมกับโปรแกรมการบริหารจัดการอาคารและพลังงานที่มีใช้กันอยู่ จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ยิ่งขึ้นอีก เป็นการใช้ทรัพยากรของประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถลดงบประมาณในการบำรุงรักษาอาคารและการใช้พลังงาน ตลอดระยะเวลาที่ยาวนานและนับเป็นการเพิ่มมูลค่าอาคารขึ้นอีก

4. การออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม Environmentally Friendly

ต้นแบบอาคารสถานบริการสมรรถนะสูงในบริบทไทยแลนด์ 4.0 (High Performance Healthcare Building Prototype: HPHP) นอกจากมุ่งหมายในเป็นนวัตกรรมด้านอาคารสถานบริการสุขภาพแล้ว ผู้ดำเนินโครงการยังมุ่งหวังยิ่งขึ้นให้เป็นอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน (Green and Sustainable Building) โดยใช้**“เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai’s Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES)** ซึ่งจัดทำโดย สถาบันอาคารเขียวไทย (Thai Green Building Institute: TGBI) สำหรับการก่อสร้างและปรับปรุงโครงการใหม่ (TREES-NC)” เป็นข้อกำหนดในการออกแบบ และพิสูจน์ด้วยการจำลองสมรรถนะอาคาร

โครงการพัฒนา HPHP นี้ได้นำหลัก **แนวคิดการออกแบบอย่างมีหลักฐาน (Evidence-based Design)** เข้ามาใช้ในการดำเนินงานพัฒนาต้นแบบอาคาร ด้วยความสามารถด้านการจำลองสถานการณ์สมรรถนะอาคาร และการประเมินศักยภาพการผลิตพลังงานที่จะได้รับจากระบบ PV โดย การจำลองสถานการณ์ **ความเข้มข้นการใช้พลังงานต่อตารางเมตร (Energy Usage Intensity: EUI)** และการประเมินทางปริมาณ (Quantitative Assessment) ของปริมาณรังสีอาทิตย์ (irradiance) ที่ตกลงบนพื้นผิวรับรังสีของ

ระบบ PV ด้วยการใช้ **เครื่องมือสร้างสถานการณ์จำลองสมรรถนะอาคาร (Simulation Tools / Building Performance Simulation: BPS)** [9] โดยระบบสร้างสถานการณ์จำลองสมรรถนะอาคาร (BPS) คือเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการออกแบบอาคารโดย (1) การจำลองและแสดงผลลัพธ์คุณลักษณะทางกายภาพด้านใดด้านหนึ่งของอาคารด้วยการใช้แบบจำลองการคำนวณ อันเป็นตัวแทนคุณลักษณะทางกายภาพนั้นๆ ตัวอย่างเช่น การจำลองสมรรถนะอาคารด้านการส่งผ่านความร้อนผ่านเปลือกอาคาร ด้วยการใช้แบบจำลองการคำนวณด้านการส่งผ่านความร้อนผ่านวัสดุอาคาร เป็นต้น และโดย (2) การแสดงผลลัพธ์ดังกล่าวอย่างสม่ำเสมอ ถูกต้อง และเที่ยงตรง อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานในมิติของการตรวจวัดสมรรถนะอาคารด้านนั้นๆ

ระบบ Autodesk Revit ได้ถูกนำมาใช้งานร่วมกับ **โปรแกรมระบบสร้างสถานการณ์จำลองสมรรถนะอาคาร (Building Performance Simulation: BPS) Autodesk Insight 360** เพื่อวิเคราะห์ค่าพลังงานทั้งหมดของอาคาร (Whole-building Energy Analysis) โดยระบบ BPS นี้สามารถปฏิบัติการร่วม (Interoperable) กับระบบ BIM เพื่อ **การวิเคราะห์สมรรถนะอาคารด้านพลังงานที่ใช้การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud-based Energy-analysis Software)** โดย Autodesk Insight 360 ใช้โปรแกรม **DOE-2.2** เป็น **Simulation Engine** เพื่อใช้ในการการจำลองสถานการณ์ความเข้มข้นการใช้พลังงานต่อตารางเมตร (EUI) โดยกระบวนการ BPS นั้นมีกระบวนการดังต่อไปนี้

- กำหนดรายละเอียดของพื้นที่ว่างภายในอาคารทั้งหมดด้วยการใช้ Room Families อันเป็นองค์ประกอบที่อยู่ภายในระบบ BIM ที่ทำหน้าที่กำหนดค่าที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์สมรรถนะอาคารทั้งหมด เช่น จำนวนผู้ใช้พื้นที่ กิจกรรมในการใช้พื้นที่และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นตัวกำหนดการกำเนิดความร้อนภายในพื้นที่ (Internal Gains) และตารางเวลาการใช้พื้นที่ (Schedule) เป็นต้น
- สร้างแบบจำลองด้านพลังงานของอาคาร (Energy Model) ที่มีคุณสมบัติของไฟล์อาคารเป็น gbXML (Green Building XML) ดังที่แสดงในรูปที่ 1 ถึง รูปที่ 3
- สร้างการดำเนินการ BPS ด้วยระบบ Autodesk Insight 360 ด้วยคำสั่ง Generate Insight
- ผลลัพธ์ของการ BPS จะถูกแสดงใน Web Site ของ Autodesk Insight 360

นอกจากนั้นเมื่อใช้งานระบบ BIM คือ Autodesk Revit ร่วมกับระบบ BPS คือ Autodesk Insight 360 นั้นมีส่วนขยายในการใช้งานด้านการสร้างสถานการณ์จำลองสมรรถนะระบบปรับอากาศด้วยโปรแกรม EnergyPlus รวมถึงสามารถใช้งานสร้างสถานการณ์จำลองสมรรถนะด้านการประเมินรังสีอาทิตย์ (Solar Analysis) ด้วยการใช้ Optimized Perez Sky Model และ Overshadowing Calculation เพื่อการจำลองสถานการณ์ ปริมาณการรับความเข้มรังสีอาทิตย์ในหนึ่งหน่วยเวลารวมต่อปี (Annual Cumulative Insolation) ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic Systems) ที่ติดตั้งบริเวณดาดฟ้าของอาคาร HPHP นับเป็น**นวัตกรรมการออกแบบอาคารสถานบริการสุขภาพสมรรถนะสูง ที่พิสูจน์ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการจำลองสมรรถนะเสมือนจริง**

[9] 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

5. มาตรฐาน Standard

มาตรฐานอาคารสถานบริการสุขภาพ Healthcare Standard (ภาคผนวก)

แผนกอุบัติเหตุและฉุกเฉิน (Emergency Room)
แผนกผู้ป่วยนอก (Out Patient Department)
แผนกเภสัชกรรม (Pharmacy)
แผนกเวชระเบียน (Medical Records)
แผนกทันตกรรม (Dentistry)
แผนกรังสีวินิจฉัย (X-Ray)
แผนกพยาธิวิทยาคลินิก (Laboratory)
แผนกศัลยกรรม (Surgery)
แผนกธนาคารเลือด (Blood Bank)
หออภิบาลผู้ป่วยหนัก (Intensive Care Unit; ICU)
แผนกผู้ป่วยใน (WARD)
แผนกสูติกรรม (Obstetrics)
แผนกไตเทียม (Hemodialysis๗

มาตรฐานวิชาชีพ Profession Standard

สถาปัตยกรรม (Architecture)
วิศวกรรมโยธา (Civil Engineering)
วิศวกรรมเครื่องกล (Mechanical Engineering)
วิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical Engineering)
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (Environmental Engineering)

กฎหมายควบคุมอาคาร

6. ความร่วมมือ

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ โดยกองแบบแผน มีผลการดำเนินงานด้านการออกแบบและการกำกับอำนวยการก่อสร้างอาคารโรงพยาบาลและอาคารด้านการสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข มายาวนานเกือบ ๖๐ ปี

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นสถาบันวิทยาการความรู้ ศึกษาค้นคว้าและการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับนานาชาติ มีประวัติยาวนานกว่า ๘๐ ปี

นับเป็นความเหมาะสมในความร่วมมือเพื่อการศึกษาพัฒนาต่อยอดประสบการณ์ความรู้ของสองหน่วยงาน จึงกำหนดให้มีข้อตกลงความร่วมมือ ระหว่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และกรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข เพื่อการพัฒนาวิทยาการความรู้และนวัตกรรม