การศึกษาข้อกำหนดเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในขอบเขตของงาน (TOR) จ้างออกแบบ : กรณีศึกษาโครงการอาคารหน่วยงานของรัฐ

The Study of Building Information Modelling (BIM) Requirements in Terms of Reference (TOR) for Design Service: Case Studies of Government Building Projects

รับบทความ	09/05/2565
แก้ไขบทความ	21/06/2565
ยอมรับบทความ	22/06/2565

อลีนา ธรรมสอน
ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Aleena Thammasorn
Department of Architecture, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University
aleena.thammasorn@gmail.com

บทคัดย่อ

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) เป็นกระบวนการทำงานซึ่งมีเป้าหมายเพื่อบูรณาการการทำงานของการออกแบบและก่อสร้างอาคาร งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการศึกษาในช่วงการวางแผนและการออกแบบ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเตรียมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในขั้นตอนนี้ ได้แก่ เจ้าของโครงการและผู้ออกแบบ มีข้อตกลงระหว่างกัน คือ ขอบเขตของงาน (Terms of Reference: TOR) จากกระบวนการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคารส่งผลให้ขอบเขตของงานมีลักษณะเฉพาะตัว แต่ในปัจจุบันการศึกษาในเรื่องดังกล่าวยังมีอยู่อย่างจำกัด งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาข้อกำหนดขอบเขตของงานที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารของงานจ้างออกแบบสำหรับโครงการอาคารของรัฐที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในปัจจุบัน

จากการศึกษาพบว่า ข้อกำหนดเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารโครงการอาคารหน่วยงานของรัฐยังคงขาดรายละเอียดตามองค์ประกอบที่สำคัญอยู่มาก ได้แก่ การใช้ประโยชน์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM Uses) แผนปฏิบัติงาน (Schedule) มาตรฐาน (Standard) การสื่อสาร (Communication) เทคโนโลยี (Technology) โครงสร้างแบบจำลอง (Model Structure) ทีมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM Team) การประชุมโครงการ (Project Meeting) และการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ซึ่งควรมีการกำหนดตามองค์ประกอบดังกล่าวให้ครบถ้วนเพื่อให้ขอบเขตของงานมีความสมบูรณ์และช่วยให้การจ้างออกแบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับรายละเอียดขององค์ประกอบแต่ละข้อสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากแผนปฏิบัติงานด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM Execution Plan) ตามแนวทางหรือมาตรฐานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

***คำสำคัญ**: แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ขอบเขตของงาน การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ มาตรฐานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร แผนปฏิบัติงานด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร*

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is a process that aims to integrate the workflow of building design and construction. This research focuses on the planning and design phases, which are the fundamentals in preparation for BIM. The stakeholders in these phases are the project owner and the designer with an agreement between each party - Terms of Reference (TOR). The collaboration process for BIM results in a unique scope of work but at present, studies in this area are still limited. Therefore, the purpose of this research is to study the BIM requirements in TOR for Design Service of Government Building Projects.

The study shows that current public procurements that use BIM still lack details on key elements of BIM requirements including BIM Uses, Schedule, Standards, Communication, Technology, Model Structure, BIM Team, Project Meeting, and Quality Control. These elements should be fully defined in order to make TOR complete and help procurements more efficient. Details of each element can be referred to in BIM Execution Plan guidelines or other additional BIM standards.

***Keywords**: Building Information Modeling (BIM), Terms of Reference (TOR), Public Procurement, BIM Standards, BIM Execution Plan* (BEP)

บทนำ

ปัจจุบันในประเทศที่พัฒนาแล้วได้มีการนำเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นำแบบจำลองสามมิติผนวกกับข้อมูลสารสนเทศ มาใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างอย่างแพร่หลายเนื่องจากประโยชน์อันหลากหลายที่ได้รับจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพงาน การช่วยในการสื่อสาร รวมถึงการลดระยะเวลาและงบประมาณของโครงการ (สุพฤทธิ์ ตั้งพฤทธิ์กุล และณัฐวุฒิ สวัสดิ์สุข, 2558)

สำหรับโครงการที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร หนึ่งในขั้นตอนที่มีความสำคัญคือ ขั้นตอนการวางแผน เพราะไม่เพียงแต่วางพื้นฐานและกำหนดทิศทางของโครงการแต่ยังส่งผลกระทบสำคัญในขั้นตอนต่อ ๆ ไปอีกด้วย (Park, 2011) และหากผู้ออกแบบทำการออกแบบไว้ไม่ดี ไม่ละเอียด ก็จะทำให้การประมาณราคาหรือการก่อสร้างมีปัญหาต่อเนื่องกันไปหมด (สุพฤทธิ์ ตั้งพฤทธิ์กุล และณัฐวุฒิ สวัสดิ์สุขม, 2558) โดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในขั้นตอนการวางแผนและการออกแบบ ได้แก่ เจ้าของโครงการและผู้ออกแบบ ซึ่งมีเอกสารข้อตกลงระหว่างกันคือ ขอบเขตของงาน (Terms of Reference: TOR)

ภายใต้รูปแบบการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งมุ่งเน้นการทำงานร่วมกัน (collaboration) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละฝ่าย องค์ประกอบและการจัดการสัญญาจ้างในโครงการที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารจึงมีลักษณะเฉพาะตัว จึงจำเป็นต้องมีข้อกำหนดรวมถึงเอกสารเพิ่มเติม (นพจิรา ฤกษ์ขจรนามกุล และคณะ, 2563)

แม้ประเด็นเรื่องข้อกำหนดแบบจำลองสารสนเทศอาคารในขั้นตอนการวางแผนและออกแบบจะเป็นเรื่องสำคัญ อีกทั้งการจัดการสัญญาจ้างยังมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างจากโครงการอาคารทั่วไป กลับยังไม่ได้มีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับข้อกำหนดแบบจำลองสารสนเทศในขอบเขตของงานจ้างออกแบบ จึงนำมาสู่งานวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางในการจัดทำเอกสารสำหรับเจ้าของโครงการและผู้ออกแบบ ส่งเสริมการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารให้เพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย เพื่อเร่งการพัฒนาศักยภาพอุตสาหกรรมก่อสร้างและงานออกแบบของไทยให้เกิดความก้าวหน้าต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญของข้อกำหนดเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในขอบเขตของงาน (TOR) จ้างออกแบบ
2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาของขอบเขตของงานจ้างออกแบบสำหรับโครงการอาคารของรัฐที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในปัจจุบัน
3. เพื่อสรุปแนวทางการเขียนข้อกำหนดที่เกี่ยวกับขั้นตอนการจัดทำและส่งงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในขอบเขตของงาน (TOR) จ้างออกแบบ

ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาเฉพาะโครงการออกแบบและก่อสร้างอาคารหน่วยงานของรัฐ ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้
   1.1. โครงการที่เกิดขึ้นจริงในช่วง 1 ตุลาคม พ.ศ. 2560 จนถึง 30 กันยายน พ.ศ. 2563 (ตามปีงบประมาณและพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560)
   1.2. โครงการที่มีการส่งมอบโครงการประเภทออกแบบ ประกวดราคา ก่อสร้าง (design-bid-build) ซึ่งนิยมใช้ในประเทศไทย และมีความซับซ้อนในการทำงาน อาจทำให้เกิดปัญหาความขัดแย้งของข้อมูลสารสนเทศได้
   1.3. โครงการที่ผู้วิจัยสามารถเข้าถึงข้อมูลได้

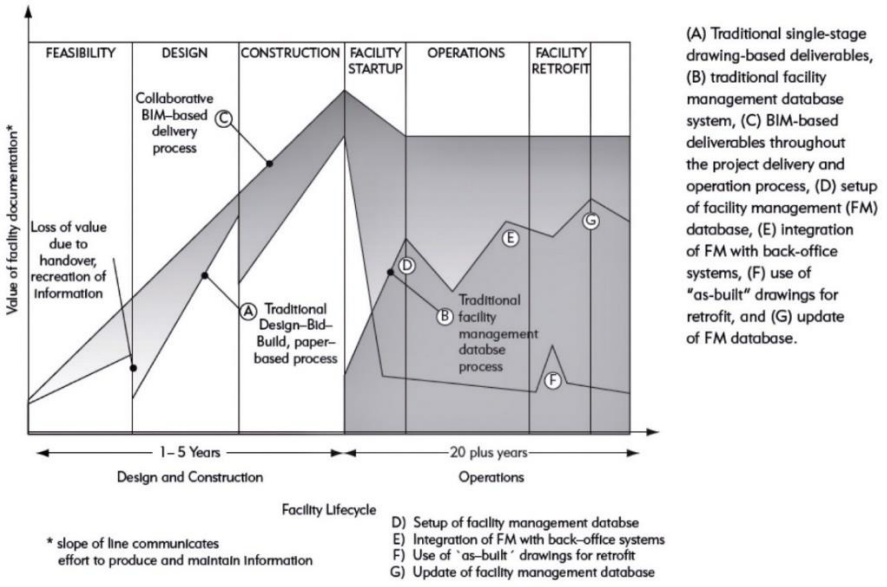
2. ศึกษาเฉพาะข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารในขอบเขตของงานจ้างออกแบบ

การทบทวนวรรณกรรม

1. แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM)

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบและก่อสร้างอาคาร โดยการสร้างแบบจำลองอาคาร (building model) พร้อมข้อมูลหรือสารสนเทศ (information) จำลองการก่อสร้างอาคารจริง แนวคิดนี้ได้ถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Charles M. Eastman ตีพิมพ์ในวารสารเอไอเอ (AIA Journal) เมื่อปี ค.ศ. 1975 ใช้ชื่อว่า "Building Description System" จนเมื่อปี ค.ศ. 1986 จึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า "Building Information Modeling" ปัจจุบันแบบจำลองสารสนเทศอาคารถูกนำมาใช้กับงานออกแบบสถาปัตยกรรมมากขึ้น เนื่องจากความสามารถในการผนวกการทำงานเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองอาคารไปใช้ในการทำงานขั้นต่อ ๆ ไป รวมถึงงานในสาขาวิชาชีพด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น งานด้านวิศวกรรม งานก่อสร้าง งานบำรุงรักษาและบริหารจัดการอาคาร และงานวิเคราะห์การใช้พลังงาน เป็นต้น (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558)

จากกระบวนการทำงานแบบดั้งเดิมในสองมิติ หรือการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนการออกแบบ (Computer Aided Design: CAD) ซึ่งเป็นเพียงการจำลองการเขียนแบบบนกระดาษด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการสร้างข้อมูลที่ไม่เชื่อมต่อกัน (non-integrated data) ส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการแลกเปลี่ยนข้อมูลภายในวงจรชีวิตของอาคาร (National Institute of Building Sciences, 2007) ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ที่ตามมา เช่น ความผิดพลาดในการป้อนข้อมูล ความซ้ำซ้อนของแบบและการทำงานที่ล่าช้า เกิดการสูญเสียข้อมูลระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ ในวงจรชีวิตของอาคาร โดยปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยกระบวนการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่สนับสนุนกระบวนการทำงานร่วมกัน (collaborative process) แทนที่วิธีการแยกส่วน (fragmented approach) ของการจัดซื้อจัดจ้างแบบดั้งเดิม ทำให้เจ้าของโครงการสามารถเห็นผลตอบแทนของการลงทุนที่มาจากการบูรณาการของกระบวนการออกแบบ ช่วยเพิ่มปริมาณของข้อมูลอาคารในแต่ละขั้นตอนและเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการทำงาน (Eastman et al., 2011) ดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 ไดอะแกรมเปรียบเทียบปริมาณของข้อมูลอาคารที่ใช้วิธีการแบบดั้งเดิมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
ที่มา: Eastman et al., 2011.

สำหรับอุตสาหกรรมออกแบบและก่อสร้างอาคารในประเทศไทย พบว่าปัญหาที่พบในการออกแบบคือ การสื่อสารระหว่างฝ่ายและการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเกิดจากการแลกเปลี่ยนที่สับสนวุ่นวาย ขาดสื่อกลางที่ทำให้ทุกฝ่ายเห็นภาพตรงกันได้ชัดเจน โดยการแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้โดยนำแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ (กนกวรรณ เรืองปิ่น, 2558)

2. ขอบเขตของงาน (TOR) การจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (2564) อธิบายขอบเขตของงาน (Terms of Reference: TOR) จ้างออกแบบว่าเป็นส่วนหนึ่งของเอกสารแนบท้ายเอกสารงานจ้างออกแบบ ด้วยสาเหตุที่โครงการออกแบบก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมเป็นงานที่มีความซับซ้อน ขั้นตอนการจัดทำขอบเขตของงานจึงถือเป็นกลไกสำคัญในกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ โดยตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 มีการกำหนดหลักการที่สำคัญ 4 ข้อ ได้แก่ ความคุ้มค่า โปร่งใส ประสิทธิภาพและประสิทธิผล และตรวจสอบได้ ซึ่งการกำหนดขอบเขตของงานที่เหมาะสมจะทำให้การจ้างงานนั้น ๆ บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยเฉพาะความต้องการด้านคุณภาพ

จากพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 หมวด 8 งานจ้างออกแบบหรือควบคุมงานก่อสร้างระบุวิธีการจัดจ้างแบบต่าง ๆ 4 วิธี ได้แก่ วิธีประกาศเชิญชวนทั่วไป วิธีคัดเลือก วิธีเฉพาะเจาะจง และวิธีประกวดแบบ โดยพิจารณาวิธีที่ใช้ตามจำนวนผู้ยื่นเข้าเสนอ ลักษณะของโครงการ งบประมาณ ระยะเวลา และเหตุผลทางเทคนิค เป็นต้น โดยมีขั้นตอนการทำงานหลัก ๆ ดังนี้

- ขั้นตอนเริ่มต้น: จัดทำร่างขอบเขตของงานจ้างออกแบบ เสนอหัวหน้าหน่วยงานของรัฐเพื่อขอความเห็นชอบ
- ขั้นตอนการเชิญชวน: เผยแพร่ประกาศและเอกสารจ้างงานในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e-GP) ของกรมบัญชีกลางและหน่วยงานของรัฐ หรือจัดทำหนังสือเชิญชวนผู้ให้บริการที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด
- ขั้นตอนการยื่นข้อเสนอ: ผู้ให้บริการที่ประสงค์จะยื่นข้อเสนอ ส่งถึงหน่วยงานของรัฐผู้ดำเนินการจ้าง
- ขั้นตอนการพิจารณาและการตัดสิน: คณะกรรมการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอของผู้ให้บริการ

ขอบเขตของงานจ้างออกแบบ ควรประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ อย่างน้อย 9 หัวข้อ ได้แก่

1. ความเป็นมา: ที่มาของโครงการ หลักการ ที่ตั้ง ลักษณะโครงการ ประโยชน์ของการพัฒนาโครงการ เป็นต้น
2. วัตถุประสงค์: ระบุวัตถุประสงค์ของโครงการเป็นย่อหน้าหรือแบ่งเป็นข้อ ๆ
3. คุณสมบัติของผู้ให้บริการจ้างออกแบบ: เช่น มีความสามารถตามกฎหมาย ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย รวมถึงการระบุสถานะทางกฎหมาย ผลงานการออกแบบที่ผ่านมา เป็นต้น
4. ขอบเขตของงาน: ควรให้รายละเอียดที่ครบถ้วน เช่น ประเภทโครงการ งบประมาณ ที่ตั้งโครงการ กฎหมายที่เกี่ยวข้อง ความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอยและส่วนประกอบของอาคาร
5. ระยะเวลาดำเนินการ: ระบุระยะเวลาตั้งแต่เริ่มออกแบบจนถึงวันส่งงานงวดสุดท้ายตามสัญญา
6. ขั้นตอนการให้บริการออกแบบและการส่งมอบงาน: แบ่งขั้นตอนการให้บริการ และกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำ
7. ค่าจ้างและการจ่ายเงิน: ระบุอัตราค่าจ้าง การแบ่งงวดงาน ขึ้นอยู่กับขนาดและความซับซ้อนของโครงการ
8. วงเงินในการจ้างออกแบบ: ระบุราคากลาง และปีงบประมาณที่เบิกจ่าย อ้างอิงระเบียบการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560
9. ผู้รับผิดชอบโครงการ: ระบุชื่อหน่วยงานของรัฐที่ดำเนินการจัดจ้าง และช่องทางติดต่อ

10. การถ่ายทอดองค์ความรู้ (ถ้ามี): สำหรับโครงการที่ซับซ้อนหรือซับซ้อนมาก มีการใช้เทคโนโลยีพิเศษหรือนวัตกรรมในการออกแบบ

ขอบเขตของงานที่ไม่รวมในอัตราค่าจ้างผู้ให้บริการงานจ้างออกแบบที่กำหนดในกฎกระทรวงกำหนดอัตราค่าจ้างผู้ให้บริการงานจ้างออกแบบหรือควบคุมงานก่อสร้าง พ.ศ. 2562 ได้แก่ การจัดจ้างผู้เชี่ยวชาญพิเศษอื่น ๆ การสำรวจทางภูมิประเทศ การสำรวจรังวัดที่ดิน การทำหุ่นจำลองเพื่อการประชาสัมพันธ์ การจัดทำรายงานการศึกษาเพิ่มเติมเฉพาะด้านอื่น ๆ เช่น รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA) เอกสารการขอรับรองอาคารที่ยั่งยืน (Leadership in Energy and Environmental Design: LEED) รวมไปถึงการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

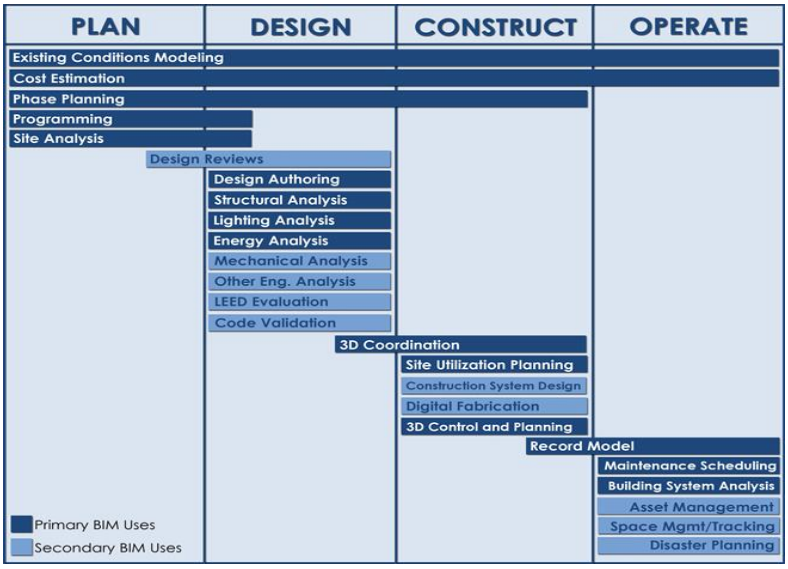
3. แนวทางข้อกำหนดแบบจำลองสารสนเทศอาคารในขอบเขตของงาน (TOR)

สุปัญญา สาลี (2551) ศึกษาการประกวดแบบโครงการก่อสร้างของภาครัฐ พบปัญหาที่สำคัญคือ การขาดเกณฑ์ในการจัดทำร่างขอบเขตของงานที่ทำให้การดำเนินการมักเกิดปัญหา และได้เสนอให้มีการร่างเกณฑ์ดังกล่าวโดยกำหนดจากวัตถุประสงค์ที่ต้องการและตั้งเงื่อนไขที่เป็นธรรมตามมาตรฐานวิชาชีพและระเบียบการจัดจ้างภาครัฐ

นพจิรา ฤกษ์ขจรนามกุล และคณะ (2563) วิเคราะห์เอกสารสัญญาจ้างก่อสร้างสำหรับโครงการก่อสร้างที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัวและทำการระบุเอกสารที่จำเป็นรวมถึงรายละเอียดของเอกสารสัญญาเพื่อใช้บริหารโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้สรุปองค์ประกอบสามอย่างที่มีผลต่อสัญญาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร คือ วิธีการส่งมอบโครงการ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และเอกสารจำเพาะโครงการ

แผนปฏิบัติงานด้วย BIM (BIM Execution Plan) เป็นเอกสารข้อตกลงร่วมกันระหว่างผู้ร่วมงานเพื่อให้ทุกฝ่ายปฏิบัติตามขั้นตอน แลกเปลี่ยนและบริหารจัดการข้อมูล เพื่อให้สามารถนำส่งโครงการได้ตรงตามจุดประสงค์ แผนปฏิบัติงานด้วย BIM ประกอบไปด้วย BIM uses, Schedule, Technology, BIM team, Standard, communication, Project meeting, Model structure และ Quality control (ทรงพล ยมนาค, 2564)

สราวุธ ลีลเดชกุล (2556) ได้พัฒนากรอบการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารไปปฏิบัติสำหรับเจ้าของโครงการโดยเริ่มจากการกำหนดเป้าหมายและการใช้ประโยชน์ของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM goals and BIM uses) ประกอบการวางแผนนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารไปปฏิบัติ (BIM implementation preparation) และแผนพัฒนากระบวนการธุรกิจ (Business process map) จากนั้นจึงทำการประเมินความสมบูรณ์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM maturity assessment) ก่อนจะพัฒนากลยุทธ์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Strategic BIM plan) ต่อไป



ภาพ 2 การใช้ประโยชน์แบบจำลองสารสนเทศอาคารตลอดวงจรชีวิตของอาคาร

ที่มา: จาก *BIM project execution planning guide – Version 2.2,* by Computer Integrated Construction Research Program [CIC], 2019.The Pennsylvania State University (https://www.cic.psu.edu/).

UK BIM Framework BSI (2018) อธิบายเกี่ยวกับความต้องการของข้อมูล (information requirements) ซึ่งเริ่มจากนโยบายขององค์กรในการใช้ข้อมูล (Organization Information requirements: OIR) เพื่อกำหนดความต้องการข้อมูลในการบริหารทรัพย์สิน (Asset Information Requirement: AIR) และความต้องการข้อมูลของโครงการ (Project Information Requirement: PIR) ทั้งสองสิ่งนำไปสู่ความต้องการในการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Exchange information requirements: EIR) ภายใต้มาตรฐาน CIC (2020) ได้ระบุส่วนประกอบหลัก ๆ ของความต้องการในการแลกเปลี่ยนข้อมูล ได้แก่ Information management, Technical, Commercial European Federation of Engineering Consultancy Associations (2019) ระบุองค์ประกอบที่สำคัญของแผนปฏิบัติงานด้วย BIM ทั้งหมด 16 ข้อ เช่น project goals/ BIM uses, BIM process design, BIM information exchanges, key project contacts, software and its version, Model structure, Organizational roles/ Staffing และ Quality control เป็นต้น โดยควรมุ่งเน้นความสำคัญไปที่ BIM uses แต่ละอย่าง เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยเหลือและปรับปรุงกระบวนการมาตรฐานของโครงการ

สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2558) กำหนดข้อตกลงขั้นต่ำในแผนปฏิบัติงานด้วย BIM ดังนี้ เป้าหมายของโครงการ BIM และการนำ BIM ไปใช้ประโยชน์ (Goals and uses) มาตรฐานของแบบจำลอง (Standards) ซอฟต์แวร์ ที่จะใช้ (Software platform) ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ (Stakeholders) การประชุม (Meetings) รูปแบบที่จะใช้ในการส่งต่อหรือแลกเปลี่ยนข้อมูล (Project deliverable) จำนวนอาคาร ขนาด ตำแหน่ง ฯลฯ แบ่งงานและตารางงาน (Project characteristics) ระบบพิกัดสำหรับแบบจำลอง BIM (BIM shared coordinates) โครงสร้างการจัดการแบบจำลอง (Data segregation) วิธีการตรวจสอบกระบวนการสร้างแบบจำลอง (Checking/Validation) วิธีการสื่อสาร และการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน (Data exchange) ระยะเวลาในการตรวจสอบแบบจำลอง (Project review dates) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบแผนปฏิบัติงานด้วย BIM จากมาตรฐานต่าง ๆ ได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบแผนปฏิบัติงานด้วย BIM จากมาตรฐานต่าง ๆ

ที่มา	องค์ประกอบ									
ทรงพล ยมนาค, 2564	BIM uses	Schedule	Standard	Communication	Technology	Model Structure		BIM Team	Project Meeting	Quality Control
CIC, 2020	Information Management				Technical			Commercial		
EFCA, 2019	project goals/ BIM uses	BIM process design	BIM information exchanges	key project contacts	software and its version	Model Structure		Organizational roles/ staffing	-	Quality Control
Thailand BIM Guideline, 2558	BIM goals/ uses	Project Review Dates	Standards	Project deliverable	Data exchange	Software platform	Project Characteristics	BIM shared coordinates	Stakeholders	Meetings	Checking/ Validation

จากการศึกษาประเด็นการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น สามารถนำมาสรุปเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของข้อกำหนดเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารในขอบเขตของงานจ้างออกแบบ ได้ 9 ข้อ ดังนี้

1. การใช้ประโยชน์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM uses)
2. แผนปฏิบัติงาน (Schedule)
3. มาตรฐาน (Standard)
4. การสื่อสาร (Communication)
5. เทคโนโลยี (Technology)
6. โครงสร้างแบบจำลอง (Model structure)
7. ทีมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM team)
8. การประชุมโครงการ (Project meeting)
9. การควบคุมคุณภาพ (Quality control)

วิธีวิจัย

1. **ศึกษาข้อมูลและทบทวนทฤษฎี**
   ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ จากหลักการ แนวทาง รวมถึงวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตของงานจ้างออกแบบและการออกแบบโครงการที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร
2. **กำหนดโครงการกรณีศึกษา**
   กรณีศึกษาโครงการอาคารหน่วยงานของรัฐซึ่งมีการกำหนดให้ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในขั้นตอนการออกแบบ โดยทำการคัดเลือกจากความหลากหลายของประเภทหน่วยงานและประเภทอาคาร จำนวน 6 โครงการ ดังนี้

ตาราง 2 แสดงโครงการกรณีศึกษาและข้อมูลเบื้องต้น

ลำดับ	ประเภทหน่วยงาน	ประเภทอาคาร	ปี
โครงการ A	องค์กรสาธารณกุศลไม่แสวงหาผลกำไร	อาคารปฏิบัติการ	2564
โครงการ B	รัฐวิสาหกิจ	อาคารสาธารณะ	2564
โครงการ C	รัฐวิสาหกิจ	อาคารสาธารณะ	2563
โครงการ D	รัฐวิสาหกิจ	อาคารสำนักงาน	2563
โครงการ E	สภาวิชาชีพ	อาคารสำนักงาน	2563
โครงการ F	รัฐวิสาหกิจ	อาคารปฏิบัติการ	2562

3. รวบรวมข้อมูล

3.1 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อรวบรวมข้อมูลและทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารและการปฏิบัติวิชาชีพ

3.2 ศึกษาเอกสารขอบเขตของงานจ้างออกแบบกรณีศึกษาโครงการก่อสร้างของภาครัฐ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

4. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและข้อมูลจากกรณีศึกษาทั้งหมดมาวิเคราะห์และทำการสรุปผล โดยการสรุปเปรียบเทียบและการสรุปข้อมูลเชิงบรรยาย

ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อกำหนดเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารในขอบเขตของงานจ้างออกแบบ กรณีศึกษาโครงการอาคารหน่วยงานของรัฐทั้ง 6 โครงการ พบว่าในปัจจุบันไม่มีโครงการใดที่มีการระบุองค์ประกอบที่สำคัญได้ครบถ้วนบางโครงการไม่มีการกำหนดรายละเอียดใดเพิ่มเติมนอกจากการกำหนดให้ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับองค์ประกอบที่มีการกำหนดในโครงการอาคารของรัฐมากที่สุด คือ มาตรฐาน (Standard) รองลงมาคือ เทคโนโลยี (Technology)

ตาราง 3 แสดงองค์ประกอบที่สำคัญของข้อกำหนดเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารในโครงการกรณีศึกษา

ลำดับ	BIM uses	Schedule	Standard	Communication	Technology	Model Structure	BIM team	Project meeting	Quality control
โครงการ A			✓		✓				
โครงการ B									
โครงการ C			✓						
โครงการ D	✓	✓	✓		✓		✓		
โครงการ E									
โครงการ F	✓	✓	✓		✓	✓			✓

1. **การใช้ประโยชน์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM uses)** มีการกำหนดใน 2 โครงการ โดยการใช้ประโยชน์ที่มากที่สุด ได้แก่ การประมาณราคา (Cost estimation) และการประสานในสามมิติ (3D coordination) ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการใช้ประโยชน์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM uses) ที่มีการกำหนดในโครงการกรณีศึกษา

ลำดับ	Cost Estimation	Design Reviews	Engineering Analysis	3D Coordination	Asset Management
โครงการ D	✓			✓	
โครงการ F	✓	✓	✓	✓	✓

2. **แผนปฏิบัติงาน (Schedule)** มีการกำหนดใน 2 โครงการกำหนดให้มีการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารทุกขั้นตอน ตั้งแต่ ขั้นตอนการออกแบบเบื้องต้น (Conceptual design) ไปจนถึงขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด (Final detail design)
3. **มาตรฐาน (Standard)** มีการกำหนดใน 4 โครงการ โดยส่วนมากจะกำหนดระดับของการพัฒนา (LOD) อยู่ที่ 300 และ Construction documents ตามลำดับ โดยมีการอ้างอิงจากมาตรฐานแนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (Thailand BIM guideline) โดยสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ปี พ.ศ.2558 และ National BIM Standard-United States (NBIMS-US) ในการกำหนดระดับของการพัฒนา (LOD) จะมีความแตกต่างกันไปตามมาตรฐาน จึงควรอ้างอิงจากมาตรฐานฉบับใดฉบับหนึ่งด้วย

ตาราง 5 แสดงระดับของการพัฒนา (LOD) และมาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิงซึ่งกำหนดในโครงการกรณีศึกษา

ลำดับ	ระดับของการพัฒนา (LOD)	มาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง
โครงการ A	300	-
โครงการ C	Construction documents	แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (Thailand BIM guideline) โดยสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ปี พ.ศ. 2558
โครงการ D	300 หรือ Construction documents	แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (Thailand BIM guideline) โดยสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ปี พ.ศ. 2559
โครงการ F	300	National BIM Standard-United States (NBIMS-US)

4. **เทคโนโลยี (Technology)** มี 3 โครงการได้กำหนดซอฟท์แวร์สำหรับการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยซอฟท์แวร์ที่นิยมใช้มากที่สุด คือ Autodesk Revit นอกจากนี้ยังมีซอฟท์แวร์อื่น ๆ ได้แก่ ArchiCAD, Civil 3D และ Naviswork ในการกำหนดซอฟท์แวร์ควรมีการระบุ version ด้วย เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลระหว่างฝ่ายได้สะดวก

ตาราง 6 แสดงซอฟท์แวร์ที่กำหนดให้ใช้ในโครงการกรณีศึกษา

ลำดับ	ซอฟท์แวร์ที่กำหนดให้ใช้
โครงการ A	Autodesk Revit
โครงการ D	Autodesk Revit, ArchiCAD
โครงการ F	Autodesk Revit, Civil 3D, Naviswork

5. **โครงสร้างแบบจำลอง (Model structure)** มี 1 โครงการที่ทำการกำหนดโครงสร้างของแบบจำลอง โดยให้แยกไฟล์ของระบบต่าง ๆ อย่างน้อย ดังนี้ แบบจำลองสถาปัตยกรรม (Architectural model) แบบจำลองโครงสร้าง (Structural model) และแบบจำลองเครื่องกล ระบบไฟฟ้า ระบบท่อ และระบบป้องกันอัคคีภัย (MEP model) นอกจากนี้ยังมีการระบุองค์อาคาร (element) สำหรับแบบจำลองแต่ละระบบอีกด้วย
6. **ทีมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM team)** มี 1 โครงการที่ทำการกำหนดผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM manager) ให้เป็นหนึ่งในบุคลากรหลักของโครงการ
7. **การควบคุมคุณภาพ (Quality control)** มี 1 โครงการที่ทำการกำหนดการควบคุมคุณภาพโดยการให้สร้างแบบจำลอง 3 มิติที่สามารถเปิดดูและให้ข้อคิดเห็น (review) ได้

สรุปผล

1. จากการศึกษาสามารถสรุปองค์ประกอบที่สำคัญของข้อกำหนดเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในขอบเขตของงาน (TOR) จ้างออกแบบ ได้แก่ การใช้ประโยชน์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM uses) แผนปฏิบัติงาน (Schedule) มาตรฐาน (Standard) การสื่อสาร (Communication) เทคโนโลยี (Technology) โครงสร้างแบบจำลอง (Model structure) ทีมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM team) การประชุมโครงการ (Project meeting) และการควบคุมคุณภาพ (Quality control)
2. ในปัจจุบัน ข้อกำหนดเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารโครงการอาคารหน่วยงานของรัฐยังคงขาดรายละเอียดตามองค์ประกอบที่สำคัญดังกล่าวอยู่มาก โดยเฉพาะการกำหนดการใช้ประโยชน์แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM uses) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการกำหนดเป้าหมายและทิศทางในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศของโครงการ
3. โครงการอาคารหน่วยงานของรัฐ ควรมีการกำหนดเกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในขอบเขตของงาน (TOR) จ้างออกแบบ ให้ครบถ้วนตามองค์ประกอบในข้อ 1. เพื่อให้ขอบเขตของงานมีความสมบูรณ์ ระบุข้อมูลให้ผู้ออกแบบสามารถดำเนินงานได้ตรงตามจุดประสงค์ของโครงการและช่วยให้การจ้างออกแบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ รายละเอียดขององค์ประกอบแต่ละข้อสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากแผนปฏิบัติงานด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM execution plan) ตามแนวทางหรือมาตรฐานแบบจำลองสารสนเทศอาคารต่าง ๆ

บรรณานุกรม

กนกวรรณ เรืองปิ่น. (2558). *บูรณาการแนวคิดการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) กับกระบวนการออกแบบอาคาร* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรงพล ยมนาค. (2564, 23 กรกฎาคม). *BIM Execution Plan (BEP) คืออะไร?* ThaiBIM. https://thaibim.net/2021/07/23/bim-execution-plan-bep/

นพจิรา ฤกษ์ขจรนามกุล, วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์, และวิสุทธิ์ ช่อวิเชียร. (2563). การวิเคราะห์เอกสารสัญญาจ้างก่อสร้างสำหรับโครงการก่อสร้างซึ่งใช้การจำลองสารสนเทศอาคาร. ใน พัทรพงษ์ อาสนจินดา (บ.ก.), *วิศวกรรมโยธากับโครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออกเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25* (หน้า 422-431). Thaince. https://conference.thaince.org/index.php/ncce25/article/view/694

มหาวิทยาลัยศิลปากร. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. (2564). *ชุดคู่มือการจัดทำขอบเขตของงาน (Terms of Reference: TOR) งานจ้างออกแบบงานก่อสร้างของภาครัฐ.* https://asa.or.th/news/tor-20-12-2021/

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. (2558). *แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับประเทศไทย (Thailand BIM Guideline)*. พลัสเพรส. https://asa.or.th/handbook/handbook20150427/

สราวุธ ลีลเดชกุล. (2556). *กรอบสำหรับพัฒนาการนำ BIM ไปปฏิบัติเชิงกลยุทธ์และการประเมินผลความสมบูรณ์ขององค์กรสำหรับเจ้าของโครงการก่อสร้าง* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุปัญญา สาลี. (2551). *แนวทางการจัดการประกวดแบบโครงการก่อสร้างรัฐ* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพฤทธิ์ ตั้งพฤทธิ์กุล และณัฐวุฒิ สวัสดิ์สุข. (2558). การใช้งานและแนวทางการผลักดัน Building Information Modeling (BIM) ในประเทศไทย. *การพัฒนาวิศวกรรมโยธาสู่โอกาสในอาเซียน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 20*. Thaince. https://thaince.org/auto-draft-2/

Park, B., Yoo, S., Kim, J. & Kim, J. (2011). The study on the application of BIM at the pre-design stage of public projects. In S. D. Kim & J. Choi (Eds.), *Why tall? Green, safety & humanity. CTBUH 2011 Seoul Conference* (pp. 624-630). CTBUH. https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/865-the-study-on-the-application-of-bim-at-the-pre-design-stage-of-public-projects.pdf

Computer Integrated Construction Research Program [CIC]. (2019). *BIM project execution planning guide – Version 2.2.* The Pennsylvania State University. https://www.cic.psu.edu/

Construction Industry Council [CIC]. (2020). *CIC BIM standards - General*. https://www.bim.cic.hk/en/resources/publications_detail/85

Eastman, C., Teicholz, P., Sack, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

European Federation of Engineering Consultancy Associations [EFCA]. (2019). *BIM and ISO 19650 from a project management perspective*. https://www.efca.be/

National Institute of Building Sciences [NIBS]. (2007). *National building information modeling standard (NBIMS)*. The Institute.

UK BIM Framework BSI. (2018). *BS EN ISO 19650 guidance part D: Developing information requirements.* https: / / ukbimframeworkguidance. notion. site/ ukbimframeworkguidance/ UK- BIM- Framework-Guidance-20a045d01cfb42fea2fef35a7b988dbc