การสร้างข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับอาคารสถานเอกอัครราชทูตไทยและสถานกงสุลไทยในต่างประเทศ

The Creation of Data Base from Building Information Modeling for Royal Thai Embassies and Royal Thai Consulate-Generals

รับบทความ	13/03/2020
แก้ไขบทความ	15/04/2020
ยอมรับบทความ	18/04/2020

สุดารัตน์ ทิพย์ทวีชัย
ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Sudarat Tiptaweechai
Department of Architecture, Faculty of Architecture, Chulalongkorn University
6173355625@student.chula.ac.th

บทคัดย่อ

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย เพื่อการศึกษาการใช้ประโยชน์จากแบบจำลองสารสนเทศ (Building Information Modeling: BIM) โดยการสร้างองค์ประกอบกายภาพอาคารขึ้นในโปรแกรมแบบจำลองฯ ของโครงการกรณีศึกษา ที่ทำการสถานเอกอัครราชทูตไทย ณ เมืองกัวลาลัมเปอร์ และที่ทำการสถานกงสุลใหญ่ไทย ณ เมืองปีนัง สหพันธรัฐมาเลเซีย วัตถุประสงค์เพื่อทราบขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศ และการประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมในการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพของกระทรวงการต่างประเทศ

การศึกษาทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระทรวงการต่างประเทศ โดยศึกษาจากแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) ของอาคารที่ทำการสถานเอกอัครราชทูตไทยและสถานกงสุลใหญ่ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับกระทรวงและอาคารสถานที่ การสำรวจสถานที่จริง เพื่อสรุปข้อมูลองค์ประกอบอาคาร และประเด็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจริงในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารต้นแบบ ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมกราฟฟิกซอฟ อาคิแคต (Graphicsoft ArchiCAD) เป็นต้นแบบ วิเคราะห์แบบจำลองสารสนเทศกับการบริหารจัดการอาคารสถานที่ และสรุปข้อมูลและข้อเสนอแนะของอาคารที่ทำการสถานเอกอัครราชทูตไทยและสถานกงสุลใหญ่ของกรณีศึกษา

ผลการศึกษาแบบจำลองสารสนเทศโครงการกรณีศึกษาพบว่า การสรุปข้อมูลกายภาพรอบนอกอาคารและตัวอาคารควรใช้วิธีแสดงภาพแบบกราฟฟิก (graphic) มากกว่า แต่สำหรับงานระบบประกอบอาคาร ต้องการใช้ข้อมูลรายละเอียดเฉพาะอุปกรณ์ประกอบอาคาร เพื่อวางแผนซ่อมแซมหรือการบำรุงรักษา จากการสัมภาษณ์บุคลากรสำนักจัดหาและบริหารทรัพย์สิน พบว่า สำหรับแบบจำลองสารสนเทศงานระบบให้ความสำคัญกับข้อมูลอักขระและตัวเลข (non - graphic) และในการสร้างข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศ นอกจากต้องใช้แบบก่อสร้างจริง (As built drawing) เพื่อความแม่นยำของข้อมูลยังจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากการสำรวจสถานที่จริงมาเพิ่มเติมให้เป็นข้อมูลที่ถูกต้องตามสภาพจริงในปัจจุบันด้วย นอกจากนี้แบบจำลองสารสนเทศเป็นแหล่งเก็บรวบรวมข้อมูลใช้งานทางไกล 2 ที่ คือที่สถานเอกอัครราชทูตไทย, สถานกงสุลใหญ่ในต่างประเทศและที่กระทรวงการต่างประเทศ ในประเทศไทย (distant Information) เป็นประโยชน์ในการสืบค้นข้อมูลที่ถูกต้องตรงกัน และนำข้อมูลมาใช้วางแผนด้านงบประมาณต่อไปในอนาคต ทั้งนี้ แบบจำลองสารสนเทศดังกล่าวเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ เพื่อพัฒนาไปสู่การบริหารจัดการกายภาพอาคารสถานทูต สถานกงสุลของกระทรวงการต่างประเทศต่อไปในอนาคต

***คำสำคัญ**: แบบจำลองสารสนเทศ สถานเอกอัครราชทูตไทย สถานกงสุลใหญ่ บริหารจัดการอาคาร*

Abstract

This report is a part of research to study the benefit of Building Information Modeling (BIM) by constructing building physical components in the BIM of the project. The Thai Embassy in Kuala Lumpur and the Thailand Consulate General's office, Penang, Malaysia, are used as building models in this case study. The aims are to explain the steps in creating the BIM and to identify appropriate application in the management of physical resources of the Ministry of Foreign Affairs.

In order to satisfy the objectives, research methods including surveying the actual construction (As built drawing) and interviewing personnel who work in the building were conducted to receive the information on building components and potential issues which could arise from developing the BIM. Graphisoft ArchiCAD was used to analyze and to summarize the BIM and building management together with making recommendations to the Thai embassy and the consulate general.

The results of the BIM of the case study revealed that graphic images are preferred to summarize the physical information of the exterior's building and the building itself, but the building assembly system requires to use of detailed information on specific building components to plan for repairs or maintenance. From the interviews with personnel employed at the Bureau of Property Procurement and Management, it was found that for the information system model, the system prioritizes the character and number data (Non-Graphic). In order to create the information, the BIM is not only required to use the actual construction model for the accuracy, but it is also necessary to use the data from the actual site survey (As built drawing) in order to receive more precise data according to the current conditions. In addition, the information model is a source for remote data collection at two locations, the Thai Embassy, the Consulate General in foreign countries, and the Ministry of Foreign Affairs located in Thailand (Distant Information). The benefit is to search for the accurate information and use the information to plan budgets in the future. In this regard, the information model is an important basis for further development in physical management, embassies, consulates of the Ministry of Foreign Affairs in the future.

***keywords**: Building Information Modelling, Royal Thai Embassy, Consulate General, Building Management*

บทนำ

กระทรวงการต่างประเทศ ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเป็นตัวแทนรัฐบาลในการเจรจาระหว่างประเทศ ดำเนินงานเกี่ยวกับพิธีการที่สนับสนุนการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์ ด้านการต่างประเทศอีกทั้งคุ้มครอง ดูแลสิทธิ และผลประโยชน์ของคนไทยในต่างประเทศ โดยมีสถานเอกอัครราชทูต และสถานกงสุลตั้งอยู่ในประเทศต่าง ๆ จึงกล่าวได้ว่าเป็นอาคารที่เป็นสัญลักษณ์และความภาคภูมิใจของประเทศ (ลลิตา เจียมวัฒนศิริกิจ, 2558, น.14) ปัจจุบันกระทรวงการต่างประเทศ มีหน่วยงานในสังกัดนอกประเทศไทย ประกอบด้วย สถานทูตไทยในต่างประเทศ 66 ประเทศ สถานกงสุลใหญ่ 29 แห่ง สำนักงานคณะผู้แทนถาวร 3 แห่ง สำนักงานการค้าและเศรษฐกิจไทย (ไทเป) รวมทั้งสิ้น 99 แห่ง (กระทรวงการต่างประเทศ, [ม.ป.ป.]) สำหรับโครงการก่อสร้างอาคารสถานเอกอัครราชทูตและสถานกงสุลไทย ผู้รับผิดชอบการบริหารโครงการ คือสำนักจัดหาและบริหารทรัพย์สิน ของกระทรวงการต่างประเทศ หน่วยงานนี้ทำหน้าที่ ประสานงานดำเนินโครงการจากสถานเอกอัครราชทูตและสถานกงสุลต่าง ๆ การประเมินพิจารณาการก่อสร้าง และการวางแผนตามความจำเป็นขององค์กร โดยการจัดตั้งงบประมาณสำหรับหมวดค่าครุภัณฑ์และสิ่งก่อสร้าง การตรวจสอบเอกสารและทำการสัญญา สำหรับเอกสารการก่อสร้างของสถานเอกอัครราชทูตและสถานกงสุลไทยที่สามารถสืบค้นได้ คือแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) ในรูปแบบพิมพ์เขียว ไฟล์ดิจิตอล และภาพถ่ายสถานที่จริง เมื่อมีการปรับปรุง ซ่อมแซมดูแลอาคาร ส่งผลให้ข้อมูลที่เกิดขึ้นเป็นการเก็บข้อมูลทางไกล (distant information) ระหว่างอาคารสถานที่ในต่างประเทศ และกระทรวงการต่างประเทศ ในประเทศไทย ข้อมูลไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน จึงไม่สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนด้านงบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับสำนักจัดหาและบริหารทรัพย์สิน เบื้องต้นพบว่ายังไม่เคยมีการรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบจำลองสารสนเทศ

ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศในหลายประเทศและในอนาคตยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี ค.ศ. 2013 - 2015 พบว่าการใช้งาน BIM ของประเทศญี่ปุ่นเพิ่มขึ้น 43 เปอร์เซ็นต์ ประเทศเกาหลี เพิ่มขึ้น 52 เปอร์เซ็นต์ และประเทศสหรัฐอเมริกา เพิ่มขึ้น 79 เปอร์เซ็นต์ (The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets, [n.d.]) เป็นต้น สำหรับ BIM (Building Information Modeling) เป็นการทำงานผ่านระบบคอมพิวเตอร์ สามารถมองเห็นภาพ (visualization) การวิเคราะห์ทางวิศวกรรม การตรวจสอบ แบบจำลองสร้างขึ้นเพื่อเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลสำหรับการจัดการสารสนเทศตลอดวัฏจักรชีวิตอาคาร (building life cycle) (สราวุธ ลีลเดชกุล, 2556, น.24) เพื่อช่วยแก้ปัญหาด้านการสื่อสาร นอกจากนี้ BIM สามารถทราบข้อมูลส่วนต่าง ๆ ขององค์ประกอบอาคารได้อย่างแม่นยำ เช่น การคำนวณชิ้นส่วน การคำนวณปริมาตรวัสดุ หรือ การนำข้อมูลจากองค์ประกอบอาคาร ไปใช้กับการบริหารจัดการอาคาร (facility management) ปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีการใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศ (MRAC 2009) พบว่าเอกสารงานก่อสร้างมีความถูกต้องแม่นยำ 71 เปอร์เซ็นต์ การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง 70 เปอร์เซ็นต์ และลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการประสานงานโครงการ 68 เปอร์เซ็นต์ (คฑาวุธ ลิ้มพงษธร, 2560, น.15) เป็นต้น ข้อมูลภายใน BIM สามารถสืบค้นและตรวจสอบได้ (กนกวรรณ เรืองปิ่น, 2558, น.22) การสร้างแบบจำลองสารสนเทศจำเป็นต้องสร้างอุปกรณ์ประกอบอาคาร หรือชิ้นส่วนภายในอาคาร และหมุนปรับตำแหน่งได้ (การเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ, [ม.ป.ป.]) เพื่อให้ทราบถึงองค์ประกอบอาคารสถานเอกอัครราชทูตไทย และสถานกงสุลใหญ่ มองเห็นภาพเข้าใจตรงกัน นอกจากนั้นกระทรวงการต่างประเทศสามารถนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในอนาคต

จากการรวบรวมข้างต้น ผู้วิจัยจึงมองเห็นความสำคัญเรื่องขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสารสนเทศสำหรับกระทรวงการต่างประเทศ และข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศจากแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) ความแม่นยำสำหรับการเก็บข้อมูล เพื่อจัดทำแบบจำลองสารสนเทศต้นแบบให้กับสำนักจัดหาและบริหารทรัพย์สิน ของกระทรวงการต่างประเทศ เป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศและการเก็บข้อมูลต่อไปในอนาคต จึงศึกษาการเก็บข้อมูลและปัญหาเพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่มีความแม่นยำและเป็นปัจจุบัน ทั้งนี้ ผู้ปฏิบัติมีความต้องการและนำข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศไปใช้งานอย่างไร การวิจัยนี้ได้เลือกกรณีศึกษาแบบเจาะจง คือสถานเอกอัครราชทูต ณ เมืองกัวลาลัมเปอร์ และสถานกงสุลใหญ่ ณ เมืองปีนัง สหพันธรัฐมาเลเซีย สำหรับสร้างแบบจำลองต้นแบบ เนื่องจากลักษณะอาคารมีพื้นที่ใช้สอยใกล้เคียงกัน ประจำอยู่

ภายในประเทศเดียวกัน สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ และมีความแตกต่างเรื่องข้อมูลแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) สถานเอกอัครราชทูตเป็นอาคารเก่าข้อมูลแบบไม่สมบูรณ์ และสถานกงสุลใหญ่มีข้อมูลค่อนข้างสมบูรณ์

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสารสนเทศกับอาคารสถานเอกอัครราชทูตไทยและสถานกงสุลใหญ่ในสหพันธรัฐมาเลเซีย และการศึกษาแบบจำลองสารสนเทศจากแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) ความแม่นยำสำหรับการเก็บข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศและการเก็บข้อมูลต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลและรวบรวมเกี่ยวกับกระทรวงการต่างประเทศ ประกอบด้วย ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของการใช้อาคารและการรวบรวมข้อมูลเอกสารจากแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) ของสถานเอกอัครราชทูตไทยและสถานกงสุลใหญ่ในต่างประเทศ

2. การเก็บข้อมูลและการสำรวจจริง โดยการสัมภาษณ์ เลือกกลุ่มตัวอย่างการสัมภาษณ์ โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling) ได้แก่ บุคลากรสำนักจัดหาและบริหารทรัพย์สิน กระทรวงการต่างประเทศ และบุคลากรประจำสถานเอกอัครราชทูตและสถานกงสุลใหญ่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับความต้องการข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการอาคาร

3. สรุปข้อมูลการบริหารจัดการ องค์ประกอบอาคารสถานเอกอัครราชทูตไทยและสถานกงสุลใหญ่ที่เป็นข้อมูลปัจจุบัน เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูล สำหรับการสร้างแบบจำลองสารสนเทศ

4. สร้างแบบจำลองสารสนเทศต้นแบบ โดยใช้โปรแกรม ArchiCAD สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล และ

5. นำเสนอแบบจำลองสารสนเทศกับบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับกระทรวงการต่างประเทศ

6. สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ เพื่อให้ข้อมูลการบริหารจัดการอาคารเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการในอนาคต

การเลือกกรณีศึกษา

การศึกษาแบบเฉพาะเจาะจง (positive sampling) โดยเลือกอาคารที่ทำการสถานเอกอัครราชทูตไทยและสถานกงสุลใหญ่ เนื่องจากการบริหารจัดการขนาดของพื้นที่ใกล้เคียง และมีความแตกต่างด้านอายุอาคาร นอกจากนั้นอาคารที่ทำการสถานเอกอัครราชทูตไทยและสถานกงสุลใหญ่ตั้งอยู่ในประเทศเดียวกัน เพื่อศึกษาปัญหาและข้อมูลระหว่างอาคารเก่าและอาคารก่อสร้างใหม่ จากการศึกษาคัดเลือกข้อมูลอาคารสถานเอกอัครราชทูต ณ เมืองกัวลาลัมเปอร์ สหพันธรัฐมาเลเซีย ก่อสร้างเสร็จและเริ่มใช้งานเมื่อปี พ.ศ. 2532 พื้นที่ใช้สอย 2,759.53 ตารางเมตร และอาคารสถานกงสุลใหญ่ ณ เมืองปีนัง สหพันธรัฐมาเลเซีย ก่อสร้างเสร็จและเริ่มใช้งานเมื่อปี พ.ศ. 2557 พื้นที่ใช้สอย 1,858.68 ตารางเมตร



ภาพ 1 แสดงสถานเอกอัครราชทูต ณ เมืองกัวลาลัมเปอร์ สหพันธรัฐมาเลเซีย



ภาพ 2 แสดงสถานกงสุลใหญ่ ณ เมืองปีนัง สหพันธรัฐมาเลเซีย

ที่มา: ภาพถ่าย จาก Google Map

คำนิยามและงานวิจัย

1. คำนิยาม

1) แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) คือเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นสำหรับช่วยแก้ไขกระบวนการทำงานในอุตสาหกรรมการก่อสร้าง โดยอยู่บนพื้นฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลในรูปแบบดิจิตอล ช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้าง เพิ่มคุณภาพในการก่อสร้าง ลดต้นทุน เป็นการจัดการข้อมูลตลอดวงจรชีวิตอาคาร การนำแนวคิด BIM มาประยุกต์ใช้ใน FM ยกตัวอย่างเช่น การระบุตำแหน่งพิกัดของอุปกรณ์ เป็นต้น การสร้างแบบจำลอง สามารถสร้างได้ทั้งในรูป 2 มิติ 3 มิติ และ 4 มิติ สามารถใช้เพื่อการบริหารระยะยาว (รัศรินทร์ โคตรปาลี, 2559, น.23)

2) การบริหารทรัพยากรอาคาร Facilities Management หรืองานบริหารทรัพยากรอาคาร คือ กระบวนการทำงาน บริหารจัดการ กำกับการใช้ และดูแลซ่อมบำรุงอาคารและทรัพยากรกายภาพอาคาร ได้แก่ สิ่งก่อสร้าง อุปกรณ์อาคาร อุปกรณ์สำนักงาน สถานที่ และสภาพแวดล้อม ให้พร้อมและตอบสนองการใช้งาน เอื้อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้ใช้ และเจ้าของอาคาร โดยกำหนดกิจกรรมและเป้าหมายขององค์กรเป็นศูนย์กลาง อาคารเป็นเครื่องมือ สนับสนุนองค์กรในการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผล (เสริชย์ โชติพานิช, 2553b, น.56)

3) ทรัพยากรด้านข้อมูลและความรู้ (Information/Knowledge Resources) ข้อมูลที่จัดว่าเป็นทรัพยากรสำคัญขององค์กรที่เกี่ยวข้องกับงาน FM คือข้อมูลด้านกายภาพ (facilities information & database) ประกอบด้วย ข้อมูลทรัพย์สินที่เป็นอาคารและอสังหาริมทรัพย์ (property) ข้อมูลแบบอาคารและแบบก่อสร้าง (CAD drawing) ข้อมูลพื้นที่อาคารและการใช้พื้นที่ (space use) ข้อมูลค่าใช้จ่าย ด้านกายภาพ ข้อมูลพัสดุและครุภัณฑ์ ข้อมูลประวัติเครื่องจักร ข้อมูลให้บริการและผู้ให้บริการ (เสริชย์ โชติพานิช, 2553a, น.77)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดเตรียมแบบก่อสร้างจริงโดยทั่วไปพบปัญหาว่า การแลกเปลี่ยนข้อมูลสับสนวุ่นวาย และกระจัดกระจาย ตกหล่นของข้อมูล หรือรายละเอียด และการนำ BIM มาใช้นั้นสามารถแก้ปัญหาเรื่องของข้อมูลได้ การนำแบบจำลองสารสนเทศมาใช้กับการบริหารจัดการอาคาร พบว่าการใช้เทคโนโลยีสนับสนุนการวางแผนซ่อมบำรุง และการบริหารจัดการอาคารคำนึงถึงข้อมูล 2 มิติ มากที่สุด (มยุรฉัตร ฉัตรสุวรรณ, 2562, น.105)

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

1. การรวบรวมและนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองสารสนเทศ การจัดทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ข้อมูลและเอกสารการก่อสร้างจริง (As built drawing) จากโครงการกรณีศึกษาเอกสารที่สามารถสืบค้นได้อยู่ในรูปแบบกระดาษพิมพ์เขียว ดิจิตอลไฟล์ และภาพถ่ายสถานที่จริง

1) อาคารสถานเอกอัครราชทูตไทย เป็นแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) ปีพ.ศ. 2532 โดยอยู่ในรูปแบบของกระดาษพิมพ์เขียว ประกอบกับเอกสารอยู่ในสภาพที่เก่าข้อมูลไม่สมบูรณ์ ไม่ตรงกับข้อมูลการก่อสร้างที่เป็นปัจจุบัน เพื่อความแม่นยำของข้อมูลยังจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากการสำรวจสถานที่จริงมาเพิ่มเติมให้เป็นข้อมูลที่ถูกต้องตามสภาพจริงในปัจจุบันด้วย

2) อาคารสถานกงสุลใหญ่ เป็นแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) ปีพ.ศ. 2557 โดยอยู่ในรูปแบบไฟล์ดิจิตอล สามารถนำข้อมูลมาจำลองสารสนเทศได้ แต่เพื่อความแม่นยำ จึงมีการสำรวจสถานกงสุลใหญ่จริง เพื่อนำข้อมูลหลังเปิดใช้งานอาคารและปัญหา มาสร้างแบบจำลองสารสนเทศเพิ่มเติมให้เป็นข้อมูลที่ถูกต้องตามสภาพจริงในปัจจุบัน

ภาพ 3 คือแหล่งข้อมูลการก่อสร้างจริง (As built drawing) ที่สามารถสืบค้นได้จากกระทรวงการต่างประเทศ ประกอบด้วยกระดาษพิมพ์เขียวของอาคารสถานเอกอัครราชทูต ไฟล์ดิจิตอล (CAD) ของอาคารสถานกงสุลใหญ่ และภาพสำรวจสถานที่จริง



ภาพ 3 แหล่งข้อมูลการก่อสร้างจริง (As built drawing)

2. การจัดแบ่งประเภทของข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศ

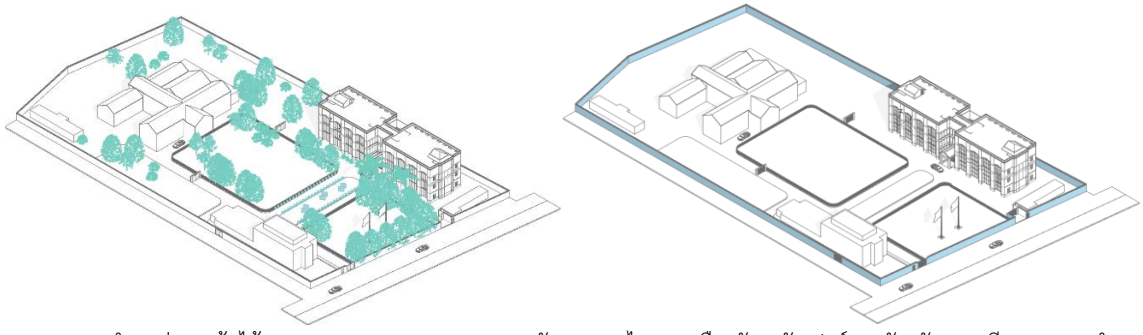
1) ข้อมูลเชิงกราฟฟิก (Graphic)

ผังบริเวณ หรือรอบนอกอาคาร เริ่มต้นจากนำข้อมูลไฟล์ PDF และไฟล์ดิจิตอล (CAD) ของผังบริเวณเข้ามาในโปรแกรม เริ่มจากการสร้างองค์ประกอบ ได้แก่ ขอบเขตแปลงที่ดิน ต้นไม้ สนามหญ้า ตำแหน่งตัวอาคาร เป็นต้น

ตัวอาคาร หรือแปลนอาคาร เริ่มต้นจากนำข้อมูลไฟล์ PDF และไฟล์ดิจิตอล (CAD) ของแปลนอาคารเข้ามาในโปรแกรม เริ่มจากการสร้างองค์ประกอบอาคารต่าง ๆ ได้แก่ เสา ผนัง พื้น ประตู หน้าต่าง และฝ้าเพดาน เป็นต้น

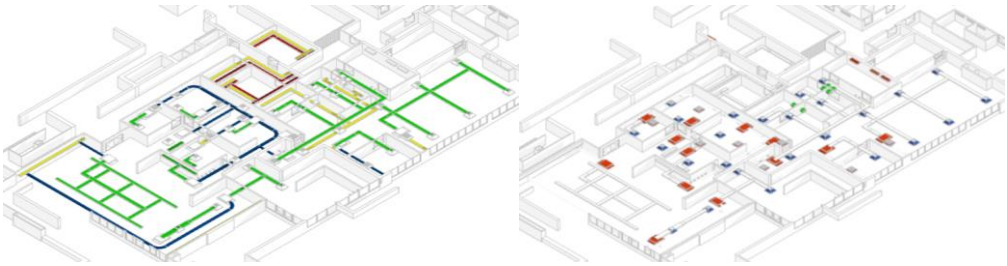
ระบบประกอบอาคาร เริ่มต้นจากนำไฟล์ดิจิตอล (CAD) ของงานระบบต่าง ๆ ประกอบด้วย 5 หมวด ได้แก่ 1) ระบบโสตทัศน์ 2) ระบบโทรศัพท์ 3) ระบบไฟฟ้าหลัก 4) ระบบสัญญาณแจ้งเพลิงไหม้ และ5) ระบบปรับอากาศ โดยงานระบบแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คืองานอุปกรณ์ และงานท่อ มาจากแบ่งประเภทของงานระบบ แล้วนำมาสร้างองค์ประกอบงานระบบต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ สัญญาณเตือนภัย ท่อปรับอากาศ เป็นต้น

ภาพ 4 แสดงตำแหน่งที่ตั้งของต้นไม้ และแสดงขอบเขตโดยรอบของอาคารสถานเอกอัครราชทูตไทย ในมุมมองภาพ 3 มิติ ซึ่งเป็นข้อมูลของระดับผังบริเวณรอบอาคาร อ้างอิงเอกสารจากแบบก่อสร้างจริง (As built drawing)



ภาพ 4 แสดงตำแหน่งของต้นไม้และขอบเขตของอาคารสถานเอกอัครราชทูตไทย ณ เมืองกัวลาลัมเปอร์ สหพันธรัฐมาเลเซีย จากแบบจำลองสารสนเทศภายในโปรแกรมอาคิแคต

ภาพ 5 แสดงการแสดงผลของระบบประกอบอาคาร โดยการแสดงประเภทของท่อปรับอากาศโดยการแยกสีตามประเภทของระบบท่อ และตำแหน่งของอุปกรณ์ปรับอากาศ โดยแยกสีตามประเภทของประเภทอุปกรณ์ระบบประกอบอาคาร



ภาพ 5 แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์ประกอบอาคารและประเภทท่อปรับอากาศของสถานกงสุลใหญ่ ณ เมืองปีนัง สหพันธรัฐมาเลเซีย จากแบบจำลองสารสนเทศภายในโปรแกรมอาคิแคต

2) ข้อมูลเชิงอักขระและตัวเลข (Non - Graphic)

ผังบริเวณ สำหรับข้อมูลที่นำไปใช้อยู่ในองค์ประกอบของตัวอาคาร โดยระบุข้อมูลภายในองค์ประกอบชิ้นนั้น ๆ เช่น ขนาด (กว้าง ยาว และสูง) ราคา จำนวน รหัสสินค้า วันหมดอายุ ผู้รับผิดชอบ เป็นต้น

ตัวอาคาร สำหรับข้อมูลที่นำไปใช้อยู่ในองค์ประกอบของตัวอาคาร ได้แก่ เสา ผนัง พื้น ประตู หน้าต่าง และฝ้าเพดาน โดยระบุข้อมูลภายในองค์ประกอบชิ้นนั้น ๆ เช่น สัญลักษณ์ประตูหน้าต่าง ชื่อห้อง และประเภทวัสดุ เป็นต้น

ระบบประกอบอาคาร สำหรับการใส่ข้อมูลใช้กับองค์ประกอบงานระบบต่าง ๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ หัวจ่ายแอร์ หลอดไฟ ปลั๊กไฟ และอุปกรณ์ดับเพลิง เป็นต้น โดยรายละเอียดข้อมูลที่สร้างขึ้น ได้แก่ ราคา รหัสสินค้า อายุการใช้งาน วันเดือนปี และผู้ผลิต เป็นต้น

ภาพ 6 แสดงตารางข้อมูลภายในอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยการระบุข้อมูลต่าง ๆ ภายในอุปกรณ์เพื่อให้ข้อมูลชนิดนั้น เพียงพอต่อการใช้งานและเป็นประโยชน์สำหรับการเก็บข้อมูล เพื่อนำไปบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพอาคารต่อไปในอนาคต อุปสรรคระหว่างการสร้างข้อมูลอักขระ คือข้อมูลสำหรับการบริหารจัดการ จำเป็นต้องระบุอุปกรณ์ระบบประกอบทุกชิ้นและตำแหน่งที่ตั้ง เพื่อให้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการใช้งาน

งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง					
Type	Lamp				
ชื่อ	CEILING DOWNLIGHT	CHANDERIER	LED STRIP TYPE	SWITCH TEXT	
วัสดุ	Glass - Clear Fast; Metal - Nickel; Metal - Aluminium	White Titanium ; Metal - Brass	Glass - Clear Fast; Metal - Nickel; Metal - Aluminium	สีขาว	
โครงสร้าง	Background	Background	Background	Background	
จำนวนชั้น	FIRST FLOOR PLAN	FIRST FLOOR PLAN	FIRST FLOOR PLAN	FIRST FLOOR PLAN	
จำนวน	47	6	10	14	77
พท.	24.44	1.74	9.70	0.42	36.30 m²
ขนาด	---	---	---	---	
รหัสครุภัณฑ์	OO-XXXX-LAMP-00	OO-XXXX-LAMP-00	OO-XXXX-LAMP-00	OO-XXXX-LAMP-00	
รุ่น / แบบ	ดาวน์ไลน์แบบฝัง	โคมไฟระย้า	ไฟ LED แบบเส้น	SWITCH	
ผู้ผลิต	PHILIPS	PHILIPS	PHILIPS	PHILIPS	
อายุการใช้งาน	3	3	3	3	
อัตราค่าเสื่อม	2020	2020	2020	2020	
วันเริ่มค่าเสื่อม	---	---	---	---	
เช็ค/ตรวจสอบ					
การใช้สอย	---	---	---	---	
มูลค่า/ราคา	189.00	20000.00	290.00	250.00	135283.00
เอกสารรับประกัน	---	---	---	---	
วัน/เดือน/ปี ผลิต	2019	2019	2019	2019	
ใบรับประกัน	---	---	---	---	
ผู้รับผิดชอบ	อาคารและสถานที่	อาคารและสถานที่	อาคารและสถานที่	อาคารและสถานที่	
วิธีการใช้งาน/คู่มือ	www.boonthavorn.com	www.boonthavorn.com	www.boonthavorn.com	www.boonthavorn.com	

ภาพ 6 แสดงตารางข้อมูลของระบบไฟฟ้าแสงสว่างอาคารสถานกงสุลใหญ่ ณ เมืองปีนัง สหพันธรัฐมาเลเซีย จากแบบจำลองสารสนเทศภายในโปรแกรมอาคิแคต

3) การสำรวจภาคสนามและตรวจสอบข้อมูล

การสำรวจภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติมและตรวจสอบความถูกต้อง รวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นประจำในอาคารสถานที่ เพื่อทำให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน โดยการเก็บข้อมูลเป็นแบบภาพถ่าย และรายละเอียดสำคัญอื่น ๆ เช่น สภาพแวดล้อม ปัญหาหลังการใช้งาน เป็นต้น

3. การวิเคราะห์และแสดงผลจากแบบจำลองสารสนเทศ

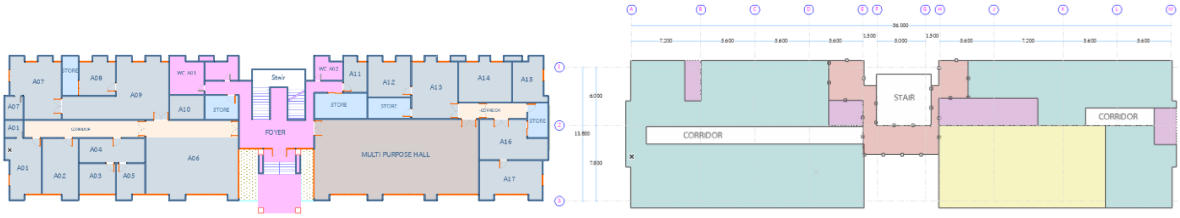
1) สรุปขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลการนำไปใช้กับอาคารสถานเอกอัครราชทูตและสถานกงสุลใหญ่ไทย การสร้างข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศ รายละเอียดของการดำเนินงานวิจัยดังภาพ 7



ภาพ 7 แสดงสรุปขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศ

การศึกษาข้อมูลอาคารจากแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) สำหรับบริหารจัดการอาคาร การนำระบบสารสนเทศอาคารมาประยุกต์ใช้กับอาคาร โดยการนำเสนอข้อมูลแบบแปลนหรือแผนผังอาคาร พบว่า สำหรับข้อมูลเชิงกราฟฟิก (Graphic) เป็นการนำเสนอมุมมองภาพเสมือนจริง ของอาคารสถานเอกอัครราชทูตและสถานกงสุลใหญ่ เช่น ทัศนียภาพโดยรอบอาคาร อุปกรณ์ และตำแหน่งของระบบประกอบอาคาร เป็นต้น ทำให้มองเห็นองค์ประกอบอาคารได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น และสามารถสรุปปริมาณ และตำแหน่งที่ตั้ง เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการบำรุงรักษาและบริหารการจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาพ 8 แสดงภาพของแบบแปลน เพื่อใช้สำหรับการนำเสนอ โดยสามารถแยกประเภทของข้อมูลและความละเอียดของแบบแปลน ซึ่งเป็นการแสดงข้อมูลเชิงอักขระและตัวเลข (non - graphic)



ภาพ 8 แสดงการนำเสนอข้อมูลเชิงอักขระและตัวเลข (non-graphic) จากแบบจำลองสารสนเทศภายในโปรแกรมอาคิแคต

ภาพ 9 การแสดงผลทั้งหมดที่สามารถเลือกใช้งานได้ในแบบจำลองสารสนเทศ ทั้งรูปแบบกราฟฟิก 3 มิติ แบบแปลนพื้น 2 มิติ และข้อมูลองค์ประกอบภายในอุปกรณ์ระบบประกอบอาคาร โดยการทำงานของทั้ง 3 แบบนั้นมีการเชื่อมโยงข้อมูลกัน



(ก) แสดงผลแบบกราฟฟิก 3 มิติ (graphic) (ข) แสดงผลแบบ 2 มิติ และเชิงอักขระและตัวเลข (non-graphic)

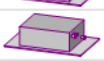
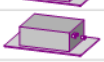
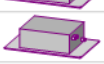
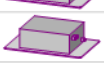
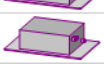
ภาพ 9 แสดงผลการนำเสนอประเภทของข้อมูล จากแบบจำลองสารสนเทศภายในโปรแกรมอาคิแคต

2) การนำเสนอข้อมูลเชิงอักขระและตัวเลข (Non - Graphic) ภายในแบบจำลองสารสนเทศ สามารถแสดงในรูปแบบของตาราง ประโยชน์ที่ได้รับ คือข้อมูลสามารถสืบค้นได้ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลภายในแบบจำลองสารสนเทศ สามารถทำให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน เช่น พื้นที่การใช้สอย ราคา จำนวน และรหัสสินค้า เป็นต้น นอกจากนั้นข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศ สามารถทราบถึงตำแหน่งที่ตั้งของวัสดุอุปกรณ์ประกอบอาคาร เมื่อมีการซ่อมบำรุงอาคารสามารถตรวจสอบได้ และประสานงานกับผู้ปฏิบัติงานประจำสถานที่ ให้ทราบข้อมูลที่ตรงกัน ลดความผิดพลาดของการสื่อสาร

จากการสัมภาษณ์ก่อนทำวิจัย ความต้องการข้อมูลของการบริหารจัดการทรัพยากรอาคาร พบว่า อุปกรณ์ระบบประกอบอาคาร คือข้อมูลที่สำคัญและเป็นที่ต้องการสำหรับการบริหารจัดการ สำหรับองค์ประกอบกายภาพรอบนอกอาคารและตัวอาคารต้องการข้อมูล เช่น ขนาดพื้นที่ใช้สอย ราคา เป็นต้น ซึ่งแบบจำลองสารสนเทศสามารถสร้างข้อมูลที่เพียงพอต่อความต้องการและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปในอนาคต นอกจากนั้นข้อมูลอักขระและตัวเลขของกายภาพอาคารให้ความสำคัญกับเรื่องของราคาสำหรับการวางแผนของสำนักจัดหาและบริหารทรัพย์สิน กระทรวงการต่างประเทศ

ภาพ 10 แสดงข้อมูลอักขระที่มีความจำเป็นสำหรับระบบประกอบอาคารเพื่อนำข้อมูลไปใช้กับการบริหารจัดการหรือวางแผนซ่อมบำรุง โดยตารางสามารถสรุปผลรวมข้อมูลและตำแหน่งของอุปกรณ์ เพื่อให้การค้นหามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

งานระบบปรับอากาศ

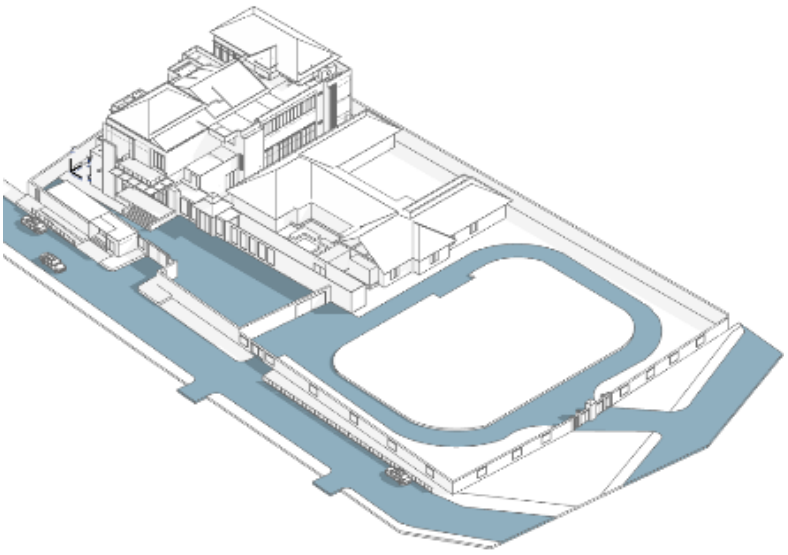
3D	ชื่อ	จำนวน	มูลค่า/ราคา	ผู้ผลิต	วัน/เดือน/ปี ผลิต
จำนวนชั้น GROUND FLOOR PLAN, Type Equipment					
	AC-1-1	1	15800.00	DAKIN	2019
	AC-1-2	1	18900.00	DAKIN	2019
	AC-1-3	2	18900.00	DAKIN	2019
	AC-1-4	1	18900.00	DAKIN	2019
	AC-1-5	1	18900.00	DAKIN	2019
	AC-1-6	1	15800.00	DAKIN	2019
	AC-1-7	1	15800.00	DAKIN	2019
	AC-1-8	1	18900.00	DAKIN	2019
	AC-1-10	1	18900.00	DAKIN	2019
	AC-1-11	1	15800.00	DAKIN	2019
	AC-1-12	1	15800.00	DAKIN	2019

ภาพ 10 แสดงตารางสรุปอุปกรณ์ระบบประกอบอาคาร (เครื่องปรับอากาศ) จากแบบจำลองสารสนเทศภายในโปรแกรมอาคิแคต

3) การนำเสนอข้อมูลเชิงกราฟฟิก (Graphic) ของอาคารสถานเอกอัครราชทูตและสถานกงสุลใหญ่ไทย โดยนำเสนอแบบจำลองสารสนเทศ ในรูปแบบภาพเสมือนจริง ผู้ใช้งานสามารถเลือกแสดงมุมมองภาพส่วนต่าง ๆ ของอาคารได้อย่างอิสระ แบบจำลองสารสนเทศสามารถปรับเปลี่ยนทัศนียภาพของอาคาร รวมถึงการแสดงภาพเพื่อนำเสนอผลงานต่าง ๆ ได้หลากหลาย นอกจากนี้สามารถนำแบบจำลองสารสนเทศไปแสดงผลในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อให้เห็นภาพรวมของโครงการได้ชัดเจน ผู้ใช้งานข้อมูลสามารถสื่อสารเข้าใจกัน อีกทั้งยังเป็นประโยชน์สำหรับการเก็บรวมรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพ เพื่อวางแผนด้านงบประมาณในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการสัมภาษณ์หลังทำวิจัย การบริหารจัดการทรัพยากรอาคาร พบว่า ข้อมูลเชิงกราฟฟิกสามารถสื่อสารได้เข้าใจ เนื่องจากเจ้าหน้าที่กระทรวงการต่างประเทศไม่มีความรู้เรื่องการอ่านแบบสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม การนำเสนอของภาพกราฟฟิกโดยรวมของอาคาร ช่วยให้บุคลากรของสำนักจัดหาและบริหารทรัพย์สิน กระทรวงการต่างประเทศเข้าใจ ทราบถึงตำแหน่งที่ตั้งขององค์ประกอบอาคาร และสามารถสื่อสารกับผู้ปฏิบัติงานประจำสถานเอกอัครราชทูตไทยและสถานกงสุลใหญ่เข้าใจตรงกัน

ภาพ 11 แสดงการนำเสนอข้อมูลเชิงกราฟฟิกเฉพาะส่วนของอาคาร เพื่อให้ผู้ใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องเข้าใจได้ดีมากยิ่งขึ้น



ภาพ 11 แสดงพื้นที่รอบนอกอาคารสถานกงสุลใหญ่ ณ เมืองปีนัง สหพันธรัฐมาเลเซีย จากแบบจำลองสารสนเทศภายในโปรแกรมอาคิแคต

สรุปผลการศึกษา

อาคารสถานเอกอัครราชทูตและสถานกงสุลใหญ่ในต่างประเทศ มีนโยบายการซ่อมแซม บำรุงรักษาอาคาร เมื่ออาคารมีการบำรุงรักษา ส่งผลให้ข้อมูลที่เกิดขึ้นระหว่างอาคารสถานที่และกระทรวงการต่างประเทศ ไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ข้อมูลที่กระทรวงการต่างประเทศมี คือแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) อยู่ในรูปแบบของกระดาษพิมพ์เขียว ดิจิตอลไฟล์ และรูปถ่าย เมื่อมีการวางแผนด้านงบประมาณ ส่งผลให้ข้อมูลที่มีอยู่นำมาใช้ประโยชน์ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสารสนเทศกับอาคารสถานเอกอัครราชทูตไทยและสถานกงสุลใหญ่ในสหพันธรัฐมาเลเซีย และการศึกษาแบบจำลองสารสนเทศจากแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) ความแม่นยำสำหรับการเก็บข้อมูล โดยใช้โปรแกรมกราฟฟิกซอฟ อาคิแคต (Graphicsoft ArchiCAD) เป็นแหล่งรวบรวมและสร้างแบบจำลองสารสนเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศและการเก็บข้อมูลต่อไปในอนาคต

การศึกษาแบบจำลองสารสนเทศกับการบริหารจัดการอาคาร และการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้อง พบว่าการนำแบบจำลองสารสนเทศมาใช้ สามารถทำงานได้ครอบคลุม ผู้ใช้งานสามารถเลือกการแสดงผลแบบต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ เข้าใจด้วยข้อมูลเชิงกราฟฟิก (graphic) และข้อมูลอักขระตัวเลข (non - graphic) เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างเจ้าหน้าที่การทูตในต่างประเทศ และเจ้าหน้าที่สำนักจัดหาและบริหารทรัพย์สิน ของกระทรวงการต่างประเทศ ซึ่งเป็นแหล่งเก็บรวบรวม

ข้อมูลการใช้งานทางไกล (distant information) สำหรับการเก็บข้อมูลพบว่า ข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศเพียงพอต่อการใช้งาน นอกจากนั้นมีประโยชน์เรื่องการคำนวณสรุปปริมาณ และสรุปข้อมูลเรื่องราคา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญสำหรับกระทรวงการต่างประเทศ เพื่อทราบถึงมูลค่าทรัพย์สินของอาคาร สำหรับการวางแผนด้านงบประมาณ หรือ นำไปสู่แนวทางในการเก็บข้อมูลของแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

การศึกษาแบบจำลองสารสนเทศจากแบบก่อสร้างจริง (As built drawing) พบว่าเอกสารที่สืบค้นได้ไม่เพียงพอสำหรับการสร้างแบบจำลองสารสนเทศ เนื่องจากเอกสารเก่าและไม่เป็นปัจจุบัน เพื่อความแม่นยำของข้อมูลจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากการสำรวจสถานที่จริงมาเพิ่มเติมให้เป็นข้อมูลที่ถูกต้องตามสภาพจริงในปัจจุบัน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ

บรรณานุกรม

กนกวรรณ เรื่องปิ่น. (2558). *บูรณาการแนวคิดการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) กับกระบวนการออกแบบอาคาร.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

กระทรวงการต่างประเทศ. [ม.ป.ป.]. *Thai embassy and consulates.* สืบค้นเมื่อ 31 มกราคม 2562, จาก www.thaiembassy.org/

การเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ. [ม.ป.ป.]. *นิยามศัพท์เฉพาะ.* สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2563, จาก https://download.asa.or.th/03media/isa/bim/20150427-tbgv01-appendix.pdf

คฑาวุฒิ ลิ้มพงษธร. (2560). *การเปรียบเทียบการใช้โปรแกรมเขียนแบบสองมิติและวิธีแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) มาใช้ในการเขียนแบบก่อสร้างร้านค้าปลีกในประเทศไทย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสยาม).

มยุรฉัตร ฉัตรสุวรรณ. (2562). *การใช้และการจัดการข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรกายภาพอาคารชุด.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

รัศรินทร์ โคตรปาลี. (2559). *แนวทางพัฒนาแบบจำลองสารสนเทศอาคารก่อสร้างจริง.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

ลลิตา เจียมวัฒนศิริกิจ. (2558). *กระบวนการบริหารโครงการออกแบบเพื่อก่อสร้างสถานเอกอัครราชทูตไทยในต่างประเทศ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

สราวุธ ลีลเดชกุล. (2556). *กรอบสำหรับพัฒนาการนำ BIM ไปปฏิบัติเชิงกลยุทธ์และการประเมินผลความสมบูรณ์ขององค์กรสำหรับเจ้าของโครงการ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

เสริชย์ โชติพานิช. (2553a). *การบริหารทรัพยากรกายภาพ: ทรัพยากรด้านข้อมูลและความรู้.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสริชย์ โชติพานิช. (2553b). *การบริหารทรัพยากรกายภาพ: หลักการและทฤษฎี.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อมรรัตน์ กังวานโชติ. เจ้าหน้าที่ประจำสถานกงสุลใหญ่ ณ เมืองปีนัง. (28 มีนาคม 2562.) *สัมภาษณ์.*

อารี ยอดประสิทธิ์. เจ้าหน้าที่ประจำสถานกงสุลใหญ่ ณ เมืองปีนัง. (28 มีนาคม 2562.) *สัมภาษณ์.*

The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets. [n.d]. *Recent SmartMarket BIM research by MCGraw Hill Construction.* Retrieved 2020, April 14, from https://cdn.ymaws.com/www.nibs.org/resource/resmgr/BSA/20140108_moa_jones.pdf