

การศึกษาการใช้แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศในรูปแบบการจัดการสินทรัพย์

กรณีศึกษา: บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด

A Study of Asset Management Building Information Modelling Case study: Team Consulting Engineering And Management Public Company Limited

ดลัด จิตรม้น^{1*}, สุกัญญา ชัยจะโป๊ะ², นภัสกร จันทรมบัติ³ และศรัณยู พรหมศรี⁴

บทคัดย่อ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมก่อสร้างเริ่มนำระบบแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศ (Building Information Modeling : BIM) มาใช้โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่ได้รับ และในประเทศไทยได้เริ่มมีการนำ BIM มาใช้ตั้งแต่การออกแบบจนถึงขั้นตอนการบำรุงรักษาอาคาร แต่ยังไม่เป็นที่นิยมมากนักในประเทศไทย ผู้ศึกษาจึงสนใจศึกษาการทำงานของ BIM ในแต่ละมิติเพื่อศึกษาวิธีการ และเทคนิคการใช้งานโปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 รูปแบบของ 7 มิติ โดยได้ศึกษาจากการสำรวจ และสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้าง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้งาน BIM การศึกษาพบว่าการนำ BIM มาใช้ใน 3 มิติ - 7 มิติ จากการเก็บข้อมูล ทำให้ทราบถึงแนวโน้มของการทำงานด้าน BIM 7 มิติ การใช้ BIM ในแต่ละมิติ มีดังนี้ 3 มิติ ในการทำงานเพื่อให้เห็นถึงภาพในรูปแบบของการทำงาน 3 มิติ เพื่อให้เกิดความเข้าใจของงานได้มากยิ่งขึ้น 4 มิติ ด้านของการวางแผนในด้านของการทำงานเรื่องของระยะเวลาในการทำงานในด้านต่างๆ รวมถึงขั้นตอนการวางแผนการทำงาน 5 มิติ เพื่อทำการถอดแบบ และประมาณราคาของตัวโครงการของอาคาร และ 6 มิติ จนถึง 7 มิติ ช่วยในด้านของดูแล และบำรุงรักษาโครงการได้ตรงจุดตามแบบแผนงาน

^{1*,2,3,4} สาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

^{1*}E-mail: dalad11727@gmail.com

²E-mail: sukanyachijapo@gmail.com

³E-mail: napasakorn9977@gmail.com

⁴E-mail: Saranyoo29@outlook.com

* Corresponding author, e-mail: dalad11727@gmail.com

ที่วางไว้ได้ ในการนำBIM มาใช้ในงานก่อสร้างจะสามารถแก้ไขปัญหาจากการสื่อสารที่ผิดพลาด หรือไม่เข้าใจระหว่างผู้ออกแบบ และผู้ก่อสร้าง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพ และประโยชน์ในการก่อสร้างให้ได้มากที่สุด

คำสำคัญ: แบบจำลองสารสนเทศอาคาร, การบริหารอาคาร, โครงการก่อสร้าง

Abstract

Nowadays, a BIM (Building Information Modeling) In construction have been initiated to use construction industry because of advantages. And Thailand started using BIM from design to facility management But not popular in Thailand. The students are interested in studying the work of BIM in each dimension. To study methods and techniques for use Graphisoft ArchiCAD22 program. Both questionnaires and interviews from involved persons in the construction industry are used to study in this research. This research aims to reach BIM.

Project results found that BIM use in 3D – 7D .From data collection. From data collection Show the trends of working in BIM 7D. Using BIM in each dimension as the following 3D in the work to visualize in the form of 3D work in order to better understand the work. 4D planning in terms of duration of work in various fields, including work planning procedures. 5D in order to be reproduced And estimate the price of the project of the building. And the 6D-7D help with project maintenance and maintenance in accordance with the plan.

Keywords: Building Information Modeling, Building management, Building Construction Project

1. ที่มาและความสำคัญ

การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการด้านงานก่อสร้างส่วนใหญ่จะนำข้อมูลสารสนเทศมาช่วยให้การทำงานการประมาณการก่อสร้าง จัดทำงบประมาณให้มีความถูกต้อง ช่วยลดข้อผิดพลาดในด้านการทำงาน และก็ยังสามารถช่วยให้ลดต้นทุนในด้านการทำงานมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเราเกิดข้อผิดพลาดในด้านการทำงาน เรายังสามารถทำการปรับเปลี่ยน หรือแก้ไขงานในแต่ละจุดได้ อีกทั้งยังสามารถอัปเดตข้อมูลของงานในด้านส่วนต่างๆ ไปยังทุกส่วนที่เกี่ยวข้องอีกด้วย ในด้านการใช้งานของข้อมูลสารสนเทศของบริษัทในต่างประเทศก็ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเกิดขึ้นจากความต้องการที่จะปรับปรุงของด้านประสิทธิภาพใน ด้านการทำงาน และที่สำคัญของการทำงานช่วยปรับปรุงเอกสารงานก่อสร้างให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และทำให้ทุกๆ ฝ่ายที่มีความเกี่ยวข้องจะได้รับผลประโยชน์ร่วมกัน

BIM เป็นระบบจำลองข้อมูลหลายมิติที่มีความเกี่ยวข้องกันในโครงการก่อสร้างมารวมกันถูกพัฒนาขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาจากการสื่อสารที่ผิดพลาด หรือไม่เข้าใจระหว่างผู้ออกแบบ และผู้ก่อสร้าง และเพิ่มประสิทธิภาพเป็นประโยชน์ในการก่อสร้างให้ได้มากที่สุด โดยพบว่า BIM มีประโยชน์ที่แบ่งเป็นด้านใหญ่ๆ ได้ 3 ด้าน คือ ด้านลดข้อผิดพลาดด้านการใช้งาน ด้านงบประมาณ และเวลา ปัจจุบันในหลายประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาเทคโนโลยี เช่น สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐสิงคโปร์ ได้มีการวางแผนศึกษาดำเนินการพัฒนา และผลักดันให้เกิดการใช้ BIM อย่างจริงจังโดยในระดับนานาชาติมีการจัดตั้งองค์กรนานาชาติ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลอุตสาหกรรมก่อสร้าง สร้างมาตรฐาน และปรับปรุงคุณภาพ BIM [1] การจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling : BIM) เป็นแนวคิดสำคัญที่นำมาใช้เพื่อช่วยในการบริหารโครงการก่อสร้างสมัยใหม่อย่างแพร่หลาย BIM เป็นการประมวลสารสนเทศผ่านทางแบบก่อสร้างเสมือนจริง ซึ่งพัฒนาโดยอาศัยการดำเนินงานร่วมกันของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องในโครงการ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาวิธีการ และเทคนิคการใช้งานโปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ) รูปแบบของการจัดการสินทรัพย์ในหน่วยงานของเอกชน

2.2 เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดี และข้อจำกัดระหว่างการใช้วิธีดั้งเดิมกับการใช้ระบบข้อมูล สารสนเทศในรูปแบบของการจัดการสินทรัพย์

3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎี

Building Information Modeling คือ กระบวนการออกแบบที่ใช้ฐานข้อมูล รูปทรงที่ชาญฉลาด ที่มีข้อมูลของอาคารบรรจุอยู่รวมทั้งการวิเคราะห์สภาวะอาคาร และระบบอาคาร ตลอดจนวัฏจักรอายุ [2] Building Information Modeling คือ การนำเสนอแบบดิจิทัลของกายภาพ และรูปแบบการใช้งานขององค์ประกอบอาคาร โดยมีการแบ่งปันข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานตลอดอายุการใช้งาน ตั้งแต่เริ่มต้นสร้างจากแบบแนวคิด จนถึงขั้นตอนการทำลายอาคาร [3]

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทำรายงานการศึกษาเรื่อง บุคลากรแนวความคิดการจำลอง สารสนเทศอาคาร (BIM) กับกระบวนการออกแบบอาคาร ผลการศึกษาพบว่า สำหรับประเทศไทย BIM ยังเป็นแนวคิดที่ค่อนข้างใหม่ จึงมีแต่เพียงแนวทางที่จัดทำขึ้นโดยสมาคมสถาปนิกสยามเท่านั้น ซึ่งเนื้อหาพัฒนาจากมุมมองของสถาปนิกที่มุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองเท่านั้น จึงไม่ครอบคลุมถึงการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง [3]

จากการศึกษาเรื่อง การใช้งาน และแนวทางการผลักดัน Building Information Modeling (BIM) ในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่า ปัจจุบันประเทศไทยเริ่มมีการใช้ BIM ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการก่อสร้างใหม่ในสถาบันหรือบริษัทชั้นนำของประเทศไทยจำนวนน้อยส่วนหนึ่งเท่านั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการปรับปรุง และแก้ไขปัญหา

ที่เกิดขึ้นจากแบบก่อสร้างสองมิติให้มีประสิทธิภาพ และประโยชน์มากขึ้น โดยเฉพาะการกำจัดข้อผิดพลาด และการขัดแย้งกันที่เกิดขึ้นจาก แบบก่อสร้างสองมิติรวมถึงสามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้าง และสามารถประหยัดงบประมาณได้อีกด้วย [1] อย่างไรก็ตาม พบว่าในปัจจุบันผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้างส่วนมากยังไม่รู้จัก และไม่สามารถใช้ BIM ได้เนื่องจากการเข้าถึง BIM เพราะซอฟต์แวร์ที่มีราคาสูงซึ่งอาจไม่คุ้มทุน และขาด การเผยแพร่ความรู้ในวงกว้างในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

จากการศึกษาเรื่อง รูปแบบการนำ BIM ไปปฏิบัติในองค์กรด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการก่อสร้าง ผลการศึกษาพบว่า ขั้นตอนการสร้างรูปแบบการทำ BIM ไปปฏิบัติในองค์กร ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะงานวิจัย โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้ [4]

- ขั้นตอนการสร้างรูปแบบการนำ BIM ไปปฏิบัติในองค์กร
- ตัวอย่างขั้นตอนการสร้างรูปแบบการนำ BIM ไปปฏิบัติในองค์กร ที่ประสบความสำเร็จ
- ข้อจำกัด ข้อควรระวัง และจุดดี จุดด้อยของตัวเลือกในแต่ละขั้นตอน

จากการการศึกษาเรื่อง รูปแบบการนำ BIM ไปปฏิบัติในองค์กรด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการก่อสร้าง ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการจัดเตรียมแบบก่อสร้าง และแบบก่อสร้างจริงโดยทั่วไปในปัจจุบันพบปัญหาที่เจอในการจัดเตรียมแบบ คือ การแลกเปลี่ยน 22 ข้อมูลที่สับสนวุ่นวาย และการกระจายข้อมูลไม่ทั่วถึง รวมทั้งการจัดเก็บข้อมูลที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้การจัดทำแบบก่อสร้างจริงโดยทั่วไปมีการตกหล่นของข้อมูล หรือรายละเอียด ซึ่งเกิดจากการแลกเปลี่ยน ข้อมูล และการจัดเก็บข้อมูลที่สับสนวุ่นวายไม่เป็นระบบซึ่งหากนำแนวคิด BIM มาใช้นั้นสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้โดยการระบุข้อมูล และสารสนเทศที่เปลี่ยนแปลงนั้นลงในแบบจำลองที่มีการปรับตลอดระยะเวลาการก่อสร้างได้ [5]

4. วิธีการดำเนินงาน

วิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดี และข้อจำกัดในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในงานก่อสร้าง (BIM) ในแต่ละมิติ โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากบทความ งานวิจัย การสัมภาษณ์ และวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการนำ BIM ไปปฏิบัติในโครงการก่อสร้างจากนั้นทำการวิเคราะห์ และสรุปข้อมูล วิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเผยแพร่ให้ผู้สนใจได้นำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นแนวทางการนำไปใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

4.1 การเลือกโครงการ หรือเป้าหมาย

ในกรณีศึกษาได้เลือกโครงการอาคารแห่งหนึ่ง โดยขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากบริษัทที่มีข้อมูล และประสบการณ์ในการประยุกต์ใช้โปรแกรม BIM จากบริษัทที่ไปฝึกสหกิจจากบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งที่ได้ทำเกี่ยวกับโปรแกรม Graphisoft ArchiCAD, Autodesk Revit, Autodesk Navisworks Manage โดยเฉพาะ

4.2 หลักเกณฑ์ในการสัมภาษณ์

4.2.1 ทำการสัมภาษณ์ผู้ที่มีความรู้ และประสบการณ์ทางด้านการใช้งานโปรแกรมเกี่ยวกับ BIM ได้สัมภาษณ์ทั้งหมด 6 คน โดยแต่ละคนจะมีคำตอบที่แตกต่างกันออกไป และนำคำตอบมาวิเคราะห์เปรียบเทียบการทำงานแบบเดิม กับการทำงานรูปแบบใหม่โดยการใช้ BIM

4.2.2 ต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านการใช้โปรแกรมเกี่ยวกับ BIM ตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป

4.2.3 ได้ทำโครงการที่ต้องทำด้วย BIM มาใช้มากกว่า 1 โครงการ ในการสัมภาษณ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาว่าลำดับขั้นตอนการดำเนินงานในปัจจุบัน โดยมีประเด็นสำคัญดังนี้

4.2.4 โครงการที่ได้รับมอบหมายให้ทำเกี่ยวกับ BIM

4.2.5 สอบถามถึงกระบวนการทำงานในโครงการและข้อจำกัดในการทำงาน

4.3 วิเคราะห์รูปแบบการนำ BIM ไปปฏิบัติในโครงการก่อสร้าง และเปรียบเทียบข้อแตกต่าง ระหว่าง BIM ในแต่ละมิติ

ขั้นตอนนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง โดยได้จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ที่มีความเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้าง เกี่ยวกับกระบวนการทำงานที่มีการนำ BIM มาใช้ โดยมีประเด็นหลักดังนี้

4.3.1 กระบวนการทำงานที่นำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างจากทฤษฎี, งานวิจัย และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

4.3.2 กระบวนการทำงานที่นำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างจากกรณีศึกษา

4.3.3 ข้อแตกต่างของการทำงานของ BIM ในแต่ละมิติ

4.3.4 ปัญหาในการนำ BIM มาใช้ในงาน

4.3.5 ประโยชน์การนำ BIM มาใช้ในงาน

5. ผล และวิจารณ์

5.1 การวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบตีพิมพ์ในแต่ละมิติ

5.1.1 BIM 3 มิติ คือ ภาพ 3 มิติจะรวบรวมข้อมูลแบบกราฟิกเป็นมิติที่รู้จักมากที่สุดเนื่องจากเป็นส่วนที่มองเห็นได้ของแบบจำลอง BIM การเชื่อมโยงโมเดลเฉพาะที่ต่างกันเข้ากับรูปแบบ



รูปที่ 1 แสดงทัศนียภาพของตึกในรูปแบบของ 3 มิติ



รูปที่ 2 แสดงทัศนียภาพของตึกในรูปแบบของ 3 มิติ

5.1.2 BIM 4 มิติ คือ การวางแผนงานด้านระยะเวลา ใช้สำหรับกิจกรรมการวางแผนโครงการก่อสร้าง เป็นไปได้ที่จะเห็นภาพ และควบคุมความคืบหน้าของกิจกรรมตลอดอายุการใช้งานของโครงการ

5.1.3 BIM 5 มิติ คือ การถอดแบบ และประมาณราคา นี้ใช้สำหรับการติดตามงบประมาณ และการวิเคราะห์ต้นทุนได้โดยตรง และจากแบบจำลอง BIM ที่มีระดับความแม่นยำสูงโดยการกำหนดต้นทุนต่อหน่วยให้กับปริมาณที่จะได้รับการวิเคราะห์ต้นทุนที่แม่นยำ และเชื่อถือได้

Element ID	2D Plan Preview	Wall Type	Height [m]	Thickness [m]	Area [m ²]	Net Volume [m ³]	Perimeter of the Wall [m]	Element Classification	Wall Schedule
01-FDC-170003		Brick, Norman	1.075	0.045	0.06	0.06	2.57	Wall	<Undefined> Exterior
		IFC Building Mat.	1.075	0.045	0.04	0.04	1.68	Wall	<Undefined> Exterior
		IFC Building Mat.	1.075	0.045	0.04	0.05	2.04	Wall	<Undefined> Exterior
		Brick, Norman	1.075	0.045	0.04	0.04	1.67	Wall	<Undefined> Exterior
		Basic Wall Interior	1.500	0.059	0.12	0.19	4.32	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	1.500	0.059	0.21	0.32	7.38	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	1.500	0.059	0.16	0.21	4.89	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	1.500	0.059	0.07	0.10	2.49	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	4.200	0.079	0.79	3.13	20.15	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	4.200	0.079	0.25	1.00	6.57	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	4.200	0.079	0.14	0.56	3.82	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	1.500	0.079	0.08	0.12	2.24	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	1.500	0.079	0.26	0.38	6.88	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	1.500	0.079	0.08	0.12	2.23	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	1.500	0.079	0.20	0.30	5.23	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	1.500	0.079	0.13	0.20	3.59	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	1.500	0.079	0.12	0.18	3.27	Wall	<Undefined> Interior
		Basic Wall Interior	1.500	0.079	0.06	0.09	1.74	Wall	<Undefined> Interior

รูปที่ 3 แสดงการถอดแบบประมาณราคาของผนัง

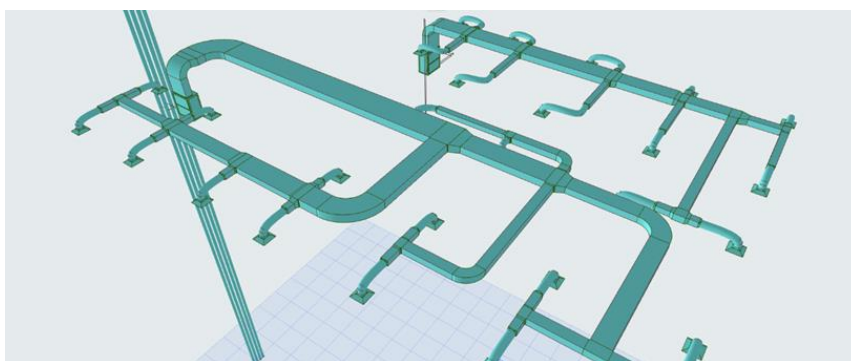
ID	Name	Volume [m ³]	Area [m ²]
---	---	18.45	---
EM-01	Timber - Roof	0.43	---
ST-00	Birch	1.35	---
ST-00	Brick, Norman	929.25	13,071.81
ST-00	Ceiling Tile 600 x 600	29.66	2,339.22
ST-00	Concrete, Cast In Situ	143.88	48.24
ST-00	Concrete, High Strength	3,250.67	14,363.22
ST-00	Concrete, Precast Panels	88.80	6,992.19
ST-00	Concrete, Sand/Cement Screed	460.08	10,335.72
ST-00	Default	4.20	---
ST-00	Default Floor	58.76	488.74
ST-00	Default Wall	3.55	5.67
ST-00	GENERIC - STRUCTURAL	14.83	431.55
ST-00	GFRG	193.34	12,900.86
ST-00	Gypsum Wall Board	10.36	1,119.00
ST-00	IFC Building Material	1,092.12	148.84
ST-00	Linen, Beige	3.08	---
ST-00	Metal - Aluminium Frame - HunterDou	0.00	---

รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการถอดแบบประมาณราคา

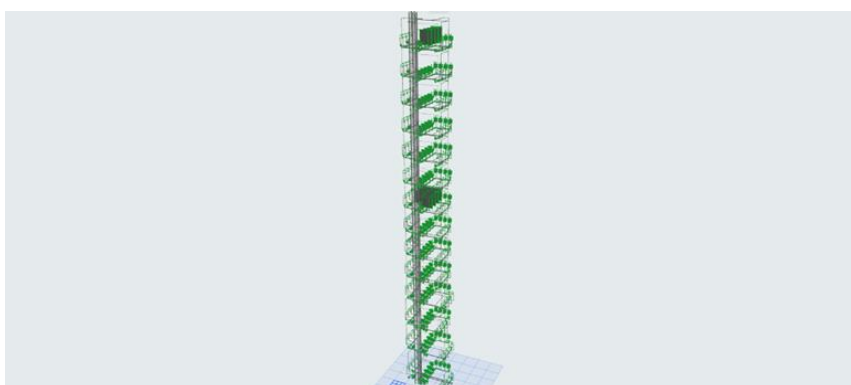
5.1.4 BIM 6 มิติ คือ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ใช้สำหรับการประเมินพลังงานระหว่างขั้นตอนการออกแบบ และขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพช่วยให้เข้าใจถึงประสิทธิภาพของอาคาร และกำหนดกลยุทธ์ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร



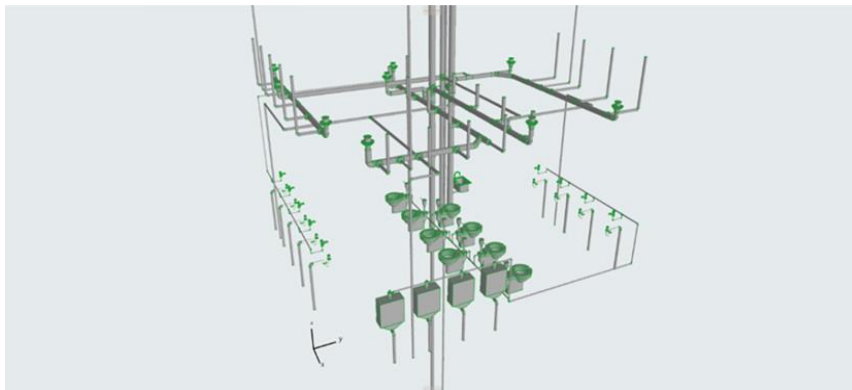
รูปที่ 5 แสดงงานระบบปรับอากาศของทุกระดับชั้น



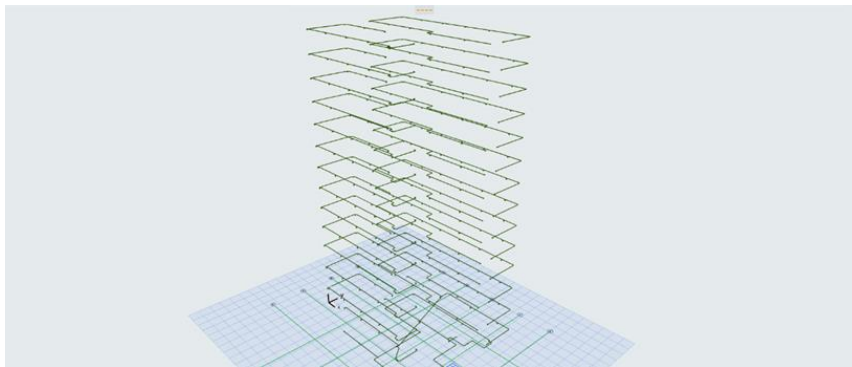
รูปที่ 6 แสดงงานระบบปรับอากาศ



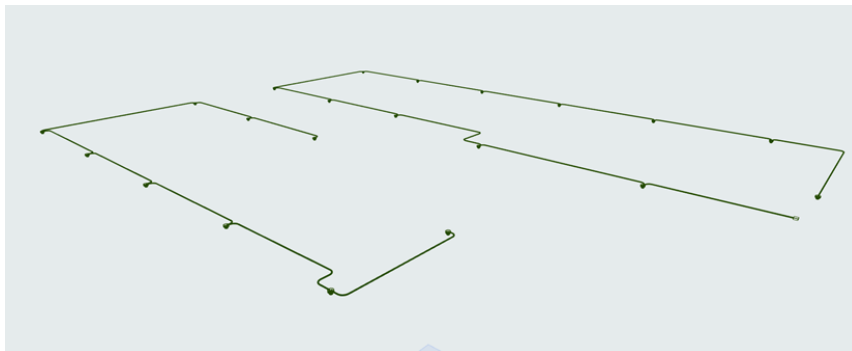
รูปที่ 7 แสดงงานระบบสุขาภิบาลของทุกระดับชั้น



รูปที่ 8 แสดงงานระบบสุขาภิบาล



รูปที่ 9 แสดงงานระบบดับเพลิงของทุกระดับชั้น



รูปที่ 10 แสดงงานระบบดับเพลิง

5.1.5 การจัดการสินทรัพย์ คือ การจัดการทรัพยากรอาคาร ใช้ในการวิเคราะห์ และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน และสถานะการบำรุงรักษาของอาคารตลอดอายุการใช้งาน การบริหารจัดการสินทรัพย์เป็นสาขาหลักที่ข้อมูลของ BIM สามารถสร้างความแตกต่างได้อย่างแน่นอน บนพื้นฐานของข้อมูลที่เชื่อถือได้จาก BIM ที่สร้างขึ้นนั้นเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการจัดการอาคาร ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสินทรัพย์ตั้งแต่การออกแบบจนถึงการรื้อถอน

5.1.5.1 ขั้นแรกเริ่มจากการเก็บข้อมูลในด้านการทำงานของด้านอุปกรณ์สำนักงานเป็นการสำรวจแบบในด้านการทำงาน ในส่วนของทรัพยากรอาคารเพื่อตรวจเช็คความถูกต้อง

5.1.5.2 นำข้อมูลที่ได้มานั้นนำมาใส่ลงไปในโปรแกรม Microsoft Excel2013 เพื่อเก็บข้อมูลนำมาพัฒนาในด้านการทำงาน

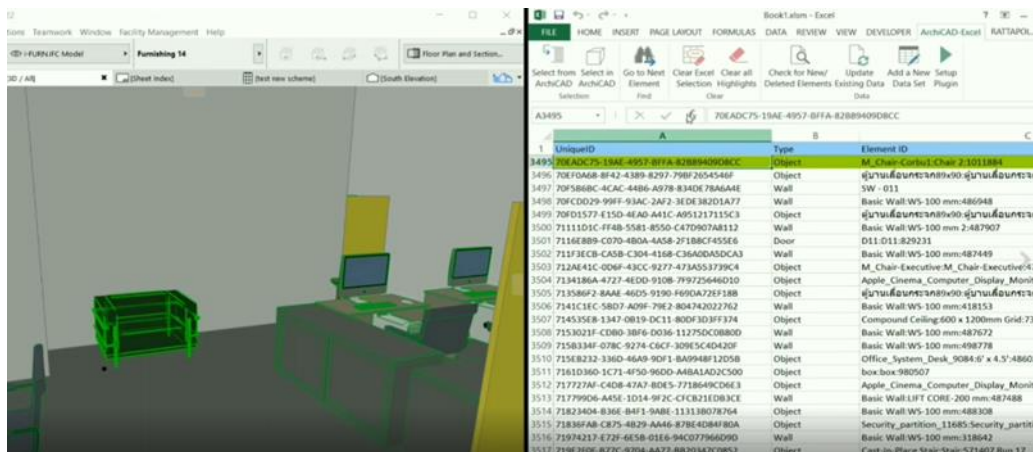
Item	Quantity	Unit	Technical Details
TEAM_ABB_0001	1	Set	...
TEAM_ABB_0002	1	Set	...
TEAM_ABB_0003	1	Set	...
TEAM_ABB_0004	1	Set	...
TEAM_ABB_0005	1	Set	...
TEAM_ABB_0006	1	Set	...
TEAM_ABB_0007	1	Set	...
TEAM_ABB_0008	1	Set	...
TEAM_ABB_0009	1	Set	...
TEAM_ABB_0010	1	Set	...
TEAM_ABB_0011	1	Set	...
TEAM_ABB_0012	1	Set	...
TEAM_ABB_0013	1	Set	...
TEAM_ABB_0014	1	Set	...
TEAM_ABB_0015	1	Set	...
TEAM_ABB_0016	1	Set	...
TEAM_ABB_0017	1	Set	...
TEAM_ABB_0018	1	Set	...
TEAM_ABB_0019	1	Set	...
TEAM_ABB_0020	1	Set	...
TEAM_ABB_0021	1	Set	...
TEAM_ABB_0022	1	Set	...
TEAM_ABB_0023	1	Set	...
TEAM_ABB_0024	1	Set	...
TEAM_ABB_0025	1	Set	...
TEAM_ABB_0026	1	Set	...
TEAM_ABB_0027	1	Set	...
TEAM_ABB_0028	1	Set	...
TEAM_ABB_0029	1	Set	...
TEAM_ABB_0030	1	Set	...
TEAM_ABB_0031	1	Set	...
TEAM_ABB_0032	1	Set	...
TEAM_ABB_0033	1	Set	...
TEAM_ABB_0034	1	Set	...
TEAM_ABB_0035	1	Set	...
TEAM_ABB_0036	1	Set	...
TEAM_ABB_0037	1	Set	...
TEAM_ABB_0038	1	Set	...
TEAM_ABB_0039	1	Set	...
TEAM_ABB_0040	1	Set	...
TEAM_ABB_0041	1	Set	...
TEAM_ABB_0042	1	Set	...
TEAM_ABB_0043	1	Set	...
TEAM_ABB_0044	1	Set	...
TEAM_ABB_0045	1	Set	...
TEAM_ABB_0046	1	Set	...
TEAM_ABB_0047	1	Set	...
TEAM_ABB_0048	1	Set	...
TEAM_ABB_0049	1	Set	...
TEAM_ABB_0050	1	Set	...
TEAM_ABB_0051	1	Set	...
TEAM_ABB_0052	1	Set	...
TEAM_ABB_0053	1	Set	...
TEAM_ABB_0054	1	Set	...
TEAM_ABB_0055	1	Set	...
TEAM_ABB_0056	1	Set	...
TEAM_ABB_0057	1	Set	...
TEAM_ABB_0058	1	Set	...
TEAM_ABB_0059	1	Set	...
TEAM_ABB_0060	1	Set	...
TEAM_ABB_0061	1	Set	...
TEAM_ABB_0062	1	Set	...
TEAM_ABB_0063	1	Set	...
TEAM_ABB_0064	1	Set	...
TEAM_ABB_0065	1	Set	...
TEAM_ABB_0066	1	Set	...
TEAM_ABB_0067	1	Set	...
TEAM_ABB_0068	1	Set	...
TEAM_ABB_0069	1	Set	...
TEAM_ABB_0070	1	Set	...
TEAM_ABB_0071	1	Set	...
TEAM_ABB_0072	1	Set	...
TEAM_ABB_0073	1	Set	...
TEAM_ABB_0074	1	Set	...
TEAM_ABB_0075	1	Set	...
TEAM_ABB_0076	1	Set	...
TEAM_ABB_0077	1	Set	...
TEAM_ABB_0078	1	Set	...
TEAM_ABB_0079	1	Set	...
TEAM_ABB_0080	1	Set	...
TEAM_ABB_0081	1	Set	...
TEAM_ABB_0082	1	Set	...
TEAM_ABB_0083	1	Set	...
TEAM_ABB_0084	1	Set	...
TEAM_ABB_0085	1	Set	...
TEAM_ABB_0086	1	Set	...
TEAM_ABB_0087	1	Set	...
TEAM_ABB_0088	1	Set	...
TEAM_ABB_0089	1	Set	...
TEAM_ABB_0090	1	Set	...
TEAM_ABB_0091	1	Set	...
TEAM_ABB_0092	1	Set	...
TEAM_ABB_0093	1	Set	...
TEAM_ABB_0094	1	Set	...
TEAM_ABB_0095	1	Set	...
TEAM_ABB_0096	1	Set	...
TEAM_ABB_0097	1	Set	...
TEAM_ABB_0098	1	Set	...
TEAM_ABB_0099	1	Set	...
TEAM_ABB_0100	1	Set	...

รูปที่ 11 แสดงข้อมูลจากการเก็บข้อมูลในเบื้องต้น

5.1.5.3 เริ่มการเขียนโค้ดโปรแกรมขึ้นมาเพื่อให้โปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ) สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรม Microsoft Excel2013 ได้โดยใช้การเขียนโค้ดในโปรแกรม Visual Basic 2010 กับ Microsoft Visual C+ เพื่อนำไปทำต่อใน ArchiCAD API เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ และพัฒนาในโปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ)

จากนั้นทำการเปิดไปที่ตัวโปรแกรม Microsoft Excel2013 และเปิดงานจาก Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ) ไปเป็น Microsoft Excel2013 ก่อนจึงจะทำการใส่ Plugin ได้ และเมื่อใส่ Plugin เสร็จแล้วจึงจะไปเปิดไฟล์งานที่ทำการส่งออก (Export) มาได้ และจะได้ไฟล์งานที่สามารถทำการลิงก์ได้ เนื่องจากการใส่แทรกเข้าไป (Plugin) เรียบร้อยแล้ว

5.1.5.4 เมื่อทำการเปิดไฟล์งานได้แล้ว จึงจะทำการลิงค์ได้ โดยการลิงค์จากตัว Microsoft Excel2013 ไปสู่ Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ) จะต้องไปเลือกที่ Select in ArchiCAD ก่อน แล้วจึงจะไปเลือกของหน้า Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ) ว่า Select form Excel จึงจะเห็นถึงงานหรือชิ้นส่วนที่เราจะต้องการตรวจเช็คหรือดูข้อมูลต่างๆ ได้



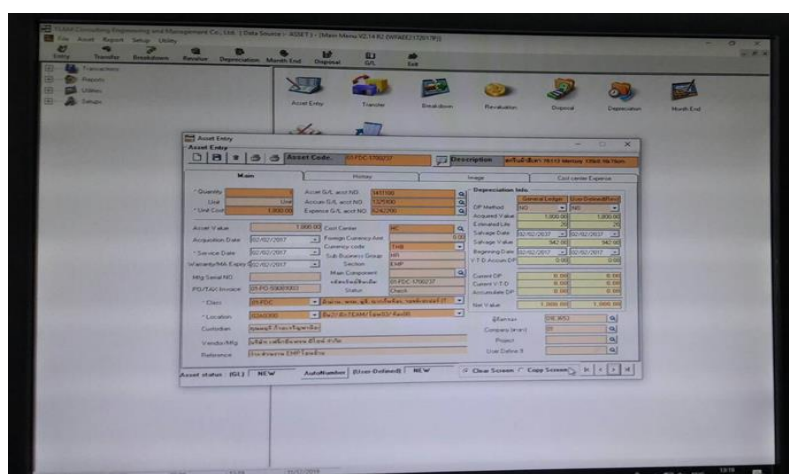
รูปที่ 12 แสดงการทำงานของโปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ) ร่วมกับโปรแกรม Microsoft Excel2013

เป็นการทำงานในรูปแบบของการลิงก์โดยวิธีนี้จะช่วยให้ดูถึงข้อมูลจากทั้ง 2 โปรแกรมได้อย่างแม่นยำ และถูกต้องตามแบบแผนงานจริง ซึ่งสามารถจัดทำประวัติรายการสินทรัพย์ได้โดยการใส่ข้อมูลของสินทรัพย์ขึ้นนั้นได้ทั้งในโปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ) และโปรแกรม Microsoft Excel2013 เลือกใส่ในโปรแกรมใดโปรแกรมหนึ่ง อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบยืนยันตัวตนได้ตรวจเช็คได้ถึงตัวของเฟอร์นิเจอร์นั้นๆ ได้อย่างถูกต้อง อย่างเช่น รหัสทรัพย์สิน ผู้ครอบครอง รวมถึงชนิดของเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ได้ และยังสามารถดูได้ว่า เฟอร์นิเจอร์ที่ต้องการตรวจเช็คนั้น ตั้งอยู่ที่ใด ด้วยการดูภาพแบบจำลอง 2 มิติ และ 3 มิติซึ่งสามารถช่วยให้สะดวกมากยิ่งขึ้นในด้านของการทำงาน

5.2 ขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเดิมในการจัดการสินทรัพย์

5.2.1 ขั้นแรก คือ การเดินสำรวจตรวจสอบทรัพย์สินรหัสประจำสินทรัพย์และทำการเก็บข้อมูล

5.2.2 เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วก็นำข้อมูลมาลงในระบบ fix asset



รูปที่ 13 แสดงตัวอย่างหน้าต่างของระบบ fix asset

5.2.3 จากนั้นจัดทำรายงานผลการตรวจสอบ และนำรหัสมาปรับแก้ไขที่โปรแกรม Microsoft Excel13

เป็นข้อมูลที่ได้ทำการเดินเก็บมาจากข้างต้น และได้นำข้อมูลที่ได้นำนั้น นำมาใส่ในระบบแบบแผนข้อมูลของตัวโปรแกรม Microsoft Excel2013 เพื่อทำการตรวจเช็ค ถึงความเสียหายในส่วนของเฟอร์นิเจอร์ จึงทำให้การเช็คสินทรัพย์นี้จะต้องทำขึ้นในทุกๆ 3-4 เดือน เพื่อทำให้เกิดความเสียหายได้น้อยลง

ID	ชื่อ	สถานที่	สถานะ
474	CPG	TEAMKOPS 01046	...
475	CPG	TEAMKOPS 01046	...
476	CPG	TEAMKOPS 01046	...
477	CPG	TEAMKOPS 01046	...
478	CPG	TEAMKOPS 01046	...
479	CPG	TEAMKOPS 01046	...
480	CPG	TEAMKOPS 01046	...
481	CPG	TEAMKOPS 01046	...
482	CPG	TEAMKOPS 01046	...
483	CPG	TEAMKOPS 01046	...
484	CPG	TEAMKOPS 01046	...
485	CPG	TEAMKOPS 01046	...
486	CPG	TEAMKOPS 01046	...
487	CPG	TEAMKOPS 01046	...
488	CPG	TEAMKOPS 01046	...
489	CPG	TEAMKOPS 01046	...
490	CPG	TEAMKOPS 01046	...
491	CPG	TEAMKOPS 01046	...
492	CPG	TEAMKOPS 01046	...
493	CPG	TEAMKOPS 01046	...
494	CPG	TEAMKOPS 01046	...
495	CPG	TEAMKOPS 01046	...
496	CPG	TEAMKOPS 01046	...
497	CPG	TEAMKOPS 01046	...
498	CPG	TEAMKOPS 01046	...
499	CPG	TEAMKOPS 01046	...
500	CPG	TEAMKOPS 01046	...

รูปที่ 14 แสดงตารางการข้อมูลจากการเก็บข้อมูล

5.3 แบบสัมภาษณ์เชิงลึก

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกได้ทำการสัมภาษณ์ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านกระบวนการทำงาน ตั้งแต่สามมิติ ไปจนถึงการจัดการสินทรัพย์ ได้ข้อมูลดังนี้

ในแต่ละมิติมีกระบวนการทำอย่างไร ตั้งแต่ 3 มิติถึงการจัดการสินทรัพย์ ในกระบวนการทำงานของ 3 มิติ หรือสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคารที่เป็นโมเดล ทางบริษัทได้เริ่มมีการทำมานานแล้ว ทั้งในโครงการของภาครัฐ และภาคเอกชน โดยส่วนใหญ่บริษัทจะเน้นโปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 และโปรแกรม Autodesk Revit ในการสร้างแบบจำลอง ในส่วนกระบวนการทำงานของ 4 มิติ ถึง 5 มิติ เกี่ยวกับเรื่องการวางแผนงาน และเรื่องการประมาณราคาโดยใช้โปรแกรม Autodesk Naviswork Manage ทางบริษัทไม่ได้มีการทำกับโครงการ ได้ทำแค่เอาไว้โชว์แสดงเป็นตัวอย่างให้ดูว่า BIM ว่าสามารถทำได้ กระบวนการทำงานของ 6 มิติ ทางบริษัทจะเกี่ยวกับการจำลอง (Simulate) โดยการใช้โปรแกรม PTV Vissim Viswalk 11 คือ การจำลอง เช่น การจำลองทิศทางของลม หรือการจำลองทิศทางของควัน หรือเกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์คนเดิน โดยทางบริษัทจะใช้โปรแกรม Autodesk Naviswork Manage ในการทำการจำลอง (Simulate) กระบวนการทำงานของการจัดการสินทรัพย์ทางบริษัทยังไม่ได้นำไปใช้กับโครงการใด แต่ทางผู้จัดทำโครงการได้รับมอบหมายให้ทำงานในส่วนของการตรวจสอบสินทรัพย์ของทางบริษัท โดยกระบวนการทำงาน คือ การเก็บข้อมูล หรือจัดรหัสสินทรัพย์ เพื่อจะนำมาข้อมูลมาใส่ในโปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 เพื่อที่จะทำการลิงก์ข้อมูลให้เข้าไปอยู่ในโปรแกรม Microsoft Excel13 เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลการตรวจสอบสินทรัพย์ว่าใครเป็นผู้ครอบครองดูแล หรือทราบถึงราคาที่ซื้อ และยังสามารถทำการลิงก์ข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel13 ไปสู่โปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 ได้เพื่อที่จะให้ทราบถึงตำแหน่งของสินทรัพย์

6. สรุปผล

6.1 ข้อดีของการนำแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศในการจัดการสินทรัพย์ มาใช้ในงานการเก็บข้อมูลสินทรัพย์นี้

6.1.1 ทำให้มีความเข้าใจที่ตรงกันในงานชิ้นนั้น ในแบบเดิมนั้นจะเป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบเอกสาร ไม่เห็นภาพที่ชัดเจนดังนั้น หากเป็นบุคคลอื่นหรือฝ่ายอื่นที่ไม่เข้าใจในงาน ก็จะเข้าใจในข้อมูลชุดนั้นได้ยาก แต่หากมีการนำ BIM ในรูปแบบของการจัดการสินทรัพย์ มาใช้ก็จะทำให้เข้าใจได้มากขึ้น

6.1.2 การใช้ BIM ในการจัดการสินทรัพย์นั้นมีขั้นตอนดำเนินงานที่ไม่ซับซ้อนสามารถช่วยลดเวลา และข้อผิดพลาดในงาน

6.2 ข้อจำกัดของการนำแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศในการจัดการสินทรัพย์มาใช้ในงานการเก็บข้อมูลสินทรัพย์นี้

ในตอนนี้การเก็บข้อมูลในการทำการจัดการสินทรัพย์นั้นยังคงตั้งอาศัยการเดินสำรวจตรวจอยู่ ดังนั้นในขั้นตอนนี้อาจทำให้มีข้อมูลตกหล่น ไม่สมบูรณ์อยู่ได้บ้าง

6.3 ข้อแตกต่างระหว่างการจัดการสินทรัพย์แบบเดิมกับการใช้แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศในการจัดการสินทรัพย์

การจัดการสินทรัพย์แบบเดิม Fix asset และการใช้แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศในการจัดการสินทรัพย์ ในโปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ) มีรูปแบบการทำงานที่คล้ายคลึงกัน แต่โปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ) มีความสามารถในการทำงานที่หลากหลายครอบคลุมในวัฏจักรของงานก่อสร้าง และยังสามารถเชื่อมโยง และส่งออกข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบทั้งในรูปแบบของเอกสาร ภาพจำลอง หรือส่งออกไปยังโปรแกรมอื่นได้ที่อยู่ในระบบ BIM และมีการดำเนินงานที่รวดเร็วกว่า เพราะสามารถใช้ฐานข้อมูลเดิมจากระบบ BIM มาใช้ในการดำเนินการต่อในการจัดการสินทรัพย์

ดังนั้น โปรแกรม Graphisoft ArchiCAD22 (โปรแกรมถูกลิขสิทธิ์จากทางบริษัท ซึ่งผู้วิจัยใช้โปรแกรมขณะฝึกสหกิจ) มีความคุ้มค่า และความเหมาะสมหากจะทำการลงทุนจัดซื้อเพื่อนำมาใช้ในงานก่อสร้าง เพราะมีความสามารถที่หลากหลายในงาน [6-12]

6.4 สรุปตัวอย่างของการนำ BIM มาใช้ในโครงการของแต่ละบริษัท

6.4.1 ในกลุ่มความคิดของบริษัทผู้พัฒนา (Developer) มีการเริ่มใช้ BIM ในการทำงานบางส่วน แต่ยังไม่ครบทุกขั้นตอน และภายในอนาคตข้างหน้าอาจจะมีการนำ BIM มาใช้ใ้โครงการ

6.4.2 ในความคิดของกลุ่มบริษัทผู้รับเหมา (Contractor) มีการเริ่มใช้ BIM ในการทำงานบางส่วน แต่ในความคิดของกลุ่มบริษัทผู้รับเหมา BIM ไม่ค่อยมีความจำเป็นมากนักจึงไม่ค่อยเห็นบริษัทไหนทำ บริษัทจึงคิดว่ายังไม่ค่อยมีความจำเป็นมากนัก

6.4.3 ในความคิดของกลุ่มบริษัทผู้พัฒนา (Developer) BIM มีความสำคัญอย่างมากในด้านของการทำงานก่อสร้าง จึงยังพอที่จะมีอีกหลายบริษัทที่ได้เห็นถึงสำคัญ และได้มีการคาดการณ์ไว้ในอนาคตข้างหน้าจะริเริ่มทำงานโดยใช้ BIM มีมากขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ศรันยู พรหมสร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่คอยให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ให้โครงงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำจึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณะอาจารย์สาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้าง ที่คอยสนับสนุน คอยให้วิชาความรู้ตลอดการศึกษา ทำให้โครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำวิจัยขอขอบคุณทางบริษัทที่ฝึกสหกิจที่ให้โอกาสผู้ทำโครงงานได้เข้าไปเก็บข้อมูล รวมไปถึงบุคลากรต่างๆ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณพ่อ และคุณแม่ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุพฤทธิ์ ตั้งพฤทธิกุล และณัฐภูมิ สวัสดิ์สุข. (2558). การใช้งานและแนวทางการผลักดัน Building Information Modeling (BIM) ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- [2] Autodesk. (2014). “BIM Process & BIM Pilot Project” (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <https://www.slideshare.net/TUANNGuyenManh10/bim-process-bim-pilot-project> (13 พฤศจิกายน 2562).
- [3] กนกวรรณ เรืองปิ่น. (2558). บุคลากรแนวความคิดการจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) กับกระบวนการออกแบบอาคาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [4] นนทวัตร กมลวัชรชัย. (2559). รูปแบบการนำ BIM ไปปฏิบัติในองค์กรด้านสถาปัตยกรรม, วิศวกรรม และการก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [5] รัศรินทร์ โคตรปาลี. (2559). รูปแบบการนำ BIM ไปปฏิบัติในองค์กรด้านสถาปัตยกรรม, วิศวกรรม และการก่อสร้าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [6] ธนิต อภิวรกุลพัฒน์. (2560). แบบจำลองเพื่อประเมินสมรรถนะสำหรับองค์กรซึ่งใช้การสร้างแบบจำลองสารสนเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [7] พิธาน ทองคำโรจน์. (2559). การสร้างงานสถาปัตยกรรมด้วยเทคโนโลยี BIM ฉบับเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- [8] Xiao Feng Lin. (2559). ระบบสำหรับติดตามต้นทุนและการเบิกจ่ายด้วยเทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลอาคาร 5 มิติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- [9] ยุทธนา เกษะกิง. มปป. BIM for Construction Planning and Management. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปรานีบุรี

- [10] IMPanzee. (มปป). “IM 3D, 4D, 5D. 6D AND 7D” (ออนไลน์). แหล่งที่มา :
<http://www.bimpanzee.com/bim-3d-4d-5d-6d-7d.html> (26 ธันวาคม 2561).
- [11] Sha Liu, Xianhai Meng and Chiming Tam. (2015). “Building information modeling based building design optimization for sustainability” (ออนไลน์). แหล่งที่มา :
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778815300700> (10 มกราคม 2563).
- [12] Willem Kymmell. (2008). Building Information Modeling: Planning and Managing Construction Projects with 4D CAD and Simulations. California State University, Chico.