การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลาง

The Application of Building Information Modeling (BIM) to Manage in Medium-Sized Building Construction Projects

นัทธ์หทัย ตะลุวัน (Nathathai Taluwan)[1]* ดร.พีร์นิธิ อักษร (Dr.Preenithi Aksorn)**

(Received: *January 15, 2026*; Revised: *March 19, 2026*; Accepted: *March 23, 2026*)

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบ การวางแผน และการบริหารโครงการก่อสร้าง แต่การประยุกต์ใช้ในโครงการอาคารขนาดกลางยังมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ ค่าใช้จ่ายซอฟต์แวร์ และความพร้อมของบุคลากร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการนำ BIM มาใช้ โดยเก็บข้อมูลจากวิศวกรและสถาปนิกจำนวน 450 คน และวิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) ผลการศึกษาพบว่าสามารถจัดกลุ่มปัจจัยความสำเร็จได้ 8 องค์ประกอบ และแบบจำลองสามารถอธิบายความแปรปรวนรวมได้ร้อยละ 66.424 ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ BIM ขึ้นอยู่กับการบูรณาการด้านเทคโนโลยี การบริหารจัดการ และความพร้อมขององค์กร ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการยกระดับประสิทธิภาพการบริหารโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลางได้อย่างเป็นระบบ

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) enhances efficiency in the design, planning, and management of construction projects. However, the implementation of BIM in medium-sized building projects still faces limitations related to budget constraints, software costs, and personnel readiness. This study aims to analyze the factors influencing the successful implementation of BIM by collecting data from 450 engineers and architects and analyzing them using Exploratory Factor Analysis (EFA). The results identified eight key success factors, and the model explained 66.424% of the total variance. The findings suggest that successful BIM implementation relies on the integration of technological, managerial, and organizational readiness factors, providing guidance for enhancing the efficiency of project management in medium-sized building construction projects.

คำสำคัญ: เทคโนโลยีสารสนเทศอาคาร ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการบริหารโครงการ โครงการก่อสร้าง

Keywords: Building information modeling, Factors influencing project management, Construction project

[1]*Corresponding author: nathathaita@kkumail.com*

**นักศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

Student, Master of Engineering Program in Civil Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University

***รองศาสตราจารย์ ศูนย์วิจัยละพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน สาขาวิชาวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

Associate Professor, Infrastructure Research and Development Center (SIRDC), Faculty of Engineering, Khon Kaen University

บทนำ

อุตสาหกรรมก่อสร้างในปัจจุบันมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น ทั้งในด้านกระบวนการทำงาน การประสานงานระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง และการบริหารจัดการทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด BIM จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการออกแบบ การวางแผน และการบริหารจัดการโครงการก่อสร้าง [1] โดย BIM ช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ลดข้อผิดพลาดจากการทำงานแบบแยกส่วน และสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารโครงการ ส่งผลให้มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่และโครงการที่มีความซับซ้อนสูง [2]

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่าการประยุกต์ใช้ BIM สามารถช่วยลดระยะเวลาก่อสร้าง ควบคุมต้นทุน เพิ่มคุณภาพของงาน และเสริมสร้างความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้อย่างมีนัยสำคัญ [3] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาเน้นการศึกษาในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่หรือโครงการโครงสร้างพื้นฐานเป็นหลัก ขณะที่โครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลาง ซึ่งมีความซับซ้อนในระดับหนึ่งแต่มีข้อจำกัดด้านงบประมาณ เทคโนโลยี และทรัพยากรบุคคล กลับได้รับความสนใจค่อนข้างจำกัด [4]

แม้จะมีการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของการใช้ BIM ในหลากหลายบริบท แต่งานวิจัยส่วนใหญ่มักนำเสนอปัจจัยในลักษณะรายการตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรมหรือความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยยังขาดการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างของปัจจัยด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยเฉพาะในบริบทของโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลาง ส่งผลให้ยังไม่มีกรอบแนวคิดที่ชัดเจนซึ่งสามารถสะท้อนลักษณะเฉพาะของโครงการประเภทนี้และนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้อย่างเป็นระบบ

ดังนั้น ช่องว่างของการวิจัยนี้จึงมุ่งวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของการใช้ BIM ในการบริหารโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลาง โดยรวบรวมตัวแปรจากการทบทวนวรรณกรรม และเก็บข้อมูลจากวิศวกรและสถาปนิกเพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) เพื่อจัดกลุ่มและพัฒนาโครงสร้างปัจจัยเชิงประจักษ์ ผลการศึกษานี้มีส่วนช่วยเติมเต็มช่องว่างขององค์ความรู้ โดยนำเสนอ กรอบปัจจัยความสำเร็จของการใช้ BIM ในโครงการอาคารขนาดกลาง ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนและสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารโครงการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการนำ BIM มาใช้ในการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลาง

จริยธรรมการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการศูนย์จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยจัดอยู่ในประเภทงานวิจัยที่เข้าข่ายขอยกเว้นการพิจารณา เนื่องจากเป็นการศึกษาในลักษณะการสำรวจ การประเมินความรู้และการวิเคราะห์ปัญหา ทั้งนี้ งานวิจัยดังกล่าวไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากอาสาสมัครที่มีอายุต่ำกว่า 18 ปี

วิธีการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการนำ BIM มาใช้ในการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลาง เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) และ

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) เพื่อระบุและจัดกลุ่มปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ ขั้นตอนและรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยมีดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการศึกษานี้ ได้แก่ วิศวกรและสถาปนิกที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างอาคารในประเทศไทย ซึ่งมีจำนวนประมาณ 120,000–150,000 คน อ้างอิงจากข้อมูลของสภาวิศวกร [5] และสภาสถาปนิก [6]

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างใช้สูตรของ Taro Yamane [7] ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าความคลาดเคลื่อน 0.05 จึงสามารถกล่าวได้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่เพียงพอกับความต้องการของการสำรวจที่เหมาะสมต้องไม่น้อยกว่า 400 ตัวอย่าง

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจริงจำนวน 450 ตัวอย่าง ซึ่งมากกว่าขนาดขั้นต่ำที่กำหนด เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ [8] ตั้งแต่ระดับ 1 (น้อยที่สุด) ถึงระดับ 5 (มากที่สุด) เพื่อประเมินปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ BIM ในการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลาง

แบบสอบถามได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ด้วยดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การวิจัย (Index of Item-Objective Congruence: IOC)

นอกจากนี้ ได้ทดสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) โดยการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับประชากรเป้าหมาย ผลการวิเคราะห์ด้วยค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) มีค่ามากกว่า 0.80 แสดงให้เห็นว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับดีและเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) ใช้เพื่อศึกษากลุ่มปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ BIM โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) การตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูล พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Correlation) และตรวจสอบความเหมาะสมของข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ โดยใช้ค่า Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) ซึ่งต้องมากกว่า 0.70 และการทดสอบ Bartlett's Test of Sphericity ต้องมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) การสกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction) ใช้วิธี Principal Component Analysis (PCA) เพื่อสกัดองค์ประกอบ และกำหนดจำนวนองค์ประกอบจากค่า Eigenvalue มากกว่า 1.00

3) การหมุนแกนองค์ประกอบ (Factor Rotation) ใช้การหมุนแกนแบบฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธี Varimax เพื่อให้โครงสร้างขององค์ประกอบมีความชัดเจนและสามารถแปลความหมายได้ง่าย

4) การคัดเลือกและตีความองค์ประกอบ (Factor Interpretation) พิจารณาตัวแปรที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และตั้งชื่อองค์ประกอบให้สอดคล้องกับแนวคิดทางทฤษฎีและลักษณะของตัวแปรในแต่ละกลุ่ม

นอกจากนี้ ได้ตรวจสอบคุณสมบัติของข้อมูลเพิ่มเติม โดยพิจารณาการแจกแจงปกติของตัวแปรจากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) ซึ่งอยู่ในช่วง −2 ถึง 2 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอยู่ในช่วง 0.30–0.80 ทั้งนี้ การวิเคราะห์ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 450 ตัวอย่าง ซึ่งเพียงพอและเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

4. ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการบริหารงานก่อสร้าง

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างประกอบด้วยตัวแปรทั้งหมด 68 ตัวแปร ซึ่งสามารถจัดกลุ่มเป็นปัจจัยหลักจำนวน 8 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลุ่มปัจจัยที่มีอิทธิพลในการบริหารการก่อสร้างโครงการอาคารขนาดกลาง

กลุ่มปัจจัย	กลุ่มปัจจัยที่มีอิทธิพลในการบริหารงานก่อสร้าง	อ้างอิง
กลุ่มที่ 1	การบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพด้วย BIM	[9], [10], [11], [12], [13], [14], [17], [18], [19],
กลุ่มที่ 2	การประยุกต์ใช้ BIM ในการบริหารโครงการ	[9], [10], [11], [12], [13], [15], [16], [18], [20], [21], [22]
กลุ่มที่ 3	ความพร้อมขององค์กรในการใช้ BIM	[10], [11], [13], [14], [15], [16], [21]
กลุ่มที่ 4	ความพร้อมด้านงานออกแบบและการก่อสร้าง	[11], [12], [13], [14], [17], [23]
กลุ่มที่ 5	ความเข้าใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ	[11], [13], [14], [19], [20]
กลุ่มที่ 6	การบริหารทีมงานและการวางแผนโครงการ	[10], [11], [12], [15], [17], [20]
กลุ่มที่ 7	มาตรฐานและความพร้อมขององค์กร	[10], [11], [12], [13], [15]
กลุ่มที่ 8	การกำหนดขอบเขตและแผนโครงการ	[11], [12], [17], [18], [20], [21], [22], [23]

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของแบบสำรวจ

ผลการสำรวจจากผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งเป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้าง จำนวน 450 ชุด โดยคัดเลือกเฉพาะแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์และตอบครบทุกข้อ นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของแบบสำรวจ (n=450)

ข้อมูลทั่วไป		ผลการวิเคราะห์		
		จำนวน	ร้อยละ	Meaning
หน่วยงาน	งานออกแบบ	196	43.56	ส่วนใหญ่ของผู้ตอบอยู่ในหน่วยงานออกแบบ
	งานก่อสร้าง	178	39.56	
	งานควบคุม ดูแล และตรวจสอบ	76	16.89	
ตำแหน่ง/หน้าที่	วิศวกร	260	57.78	ส่วนใหญ่ของผู้ตอบเป็นวิศวกร
	สถาปนิก	190	43.33	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	195	43.33	ส่วนใหญ่ของผู้ตอบเป็นวิศวกรรมโยธา
	วิศวกรรมสุขาภิบาล	9	2	
	วิศวกรรมไฟฟ้า	30	6.67	
	วิศวกรรมเครื่องกล	15	3.33	
	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	11	2.44	
	สถาปนิก	190	42.22	
ประสบการณ์	0-5 ปี	350	77.78	ส่วนใหญ่ของผู้ตอบมีประสบการณ์อยู่ระหว่าง 0-5 ปี
	6-10 ปี	72	16	
	11-15 ปี	26	5.78	
	16-20 ปี	0	0	
	21-25 ปี	0	0	
	26-30 ปี	2	0.44	
	มากกว่า 30 ปี	0	0	
เพศ	ชาย	239	53.11	ส่วนใหญ่ของผู้ตอบเป็นเพศชาย
	หญิง	185	41.11	
	เพศทางเลือก	26	5.78	
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	1	0.22	ส่วนใหญ่ของผู้ตอบมีอายุอยู่ระหว่าง 21-30 ปี
	21-30 ปี	393	87.33	
	31-40 ปี	54	12	
	41-50 ปี	1	0.22	
	51-60 ปี	1	0.22	
	มากกว่า 60 ปี	0	0	
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	4	0.89	ส่วนใหญ่ของผู้ตอบอยู่ในระดับปริญญาตรี
	ปริญญาตรี	429	95.33	
	ปริญญาโท	13	2.89	
	ปริญญาเอก	4	0.89	

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ทำงานด้านการออกแบบ (ร้อยละ 43.56) ปฏิบัติงานในตำแหน่งวิศวกร (ร้อยละ 57.78) สำเร็จการศึกษาในสาขาวิศวกรรมโยธา (ร้อยละ 43.33) เป็นเพศชาย (ร้อยละ 53.11) มีอายุระหว่าง 21–30 ปี (ร้อยละ 87.33) และสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 95.33)

2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการบริหารงานก่อสร้าง

ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) ยกมานำเสนอ 6 ตัวที่มีผู้ตอบแบบสอบถามให้มากที่สุดและน้อยที่สุด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของตัวแปรที่มีอิทธิพลในการบริหารโครงการก่อสร้าง

อันดับ	ตัวแปร	ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการบริหารงานก่อสร้าง	เฉลี่ย	SD
1	X12	การทำเงื่อนไขหรือสัญญาที่ชัดเจน	3.99	0.90
2	X11	การออกแบบแผนงานก่อนการดำเนินงานโครงการ	3.99	0.87
3	X45	BIM สามารถครอบคลุมภาพรวมการทำงานที่มีขนาดใหญ่ และซับซ้อนได้	3.99	0.92
4	X20	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วมในการหาแนวทางการพัฒนาบุคลากรภายในองค์กร	3.74	0.95
5	X6	การสร้างแรงจูงใจให้กับสมาชิกภายในองค์กร	3.72	0.98
6	X7	การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของทีมงาน	3.69	0.99

ผลการศึกษาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) พบว่า การทำเงื่อนไขหรือสัญญาที่ชัดเจน มีระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.99 (SD.= 0.90) รองลงมาคือ การออกแบบแผนงานก่อนการดำเนินงานโครงการ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.99 (SD.= 0.87) และ BIM สามารถครอบคลุมภาพรวมการทำงานที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนได้ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.99 (SD.= 0.92) ในส่วนของคะแนนที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้น้อยที่สุดคือ การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของทีมงาน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.69 (SD.= 0.99) รองลงมาคือ การสร้างแรงจูงใจให้กับสมาชิกภายในองค์กร คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.72 (SD.= 0.98) และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วมในการหาแนวทางการพัฒนาบุคลากรภายในองค์กร คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.74 (SD.= 0.95)

3. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลในการบริหารงานก่อสร้าง

จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 450 ชุด และตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์จำนวน 68 ตัวแปร พบว่าทุกตัวแปรมีการแจกแจงแบบปกติ ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยวิธีเพียร์สัน (Pearson Correlation) แสดงให้เห็นว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอยู่ในช่วง 0.311–0.800 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ 0.3-0.8

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) จากตัวแปรทั้งหมดโดยใช้วิธีการสกัดปัจจัยด้วยองค์ประกอบหลัก (PCA) พบว่าค่า Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) เท่ากับ 0.969 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 0.70 และเข้าใกล้ 1 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมีความเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ นอกจากนี้ ผลการทดสอบ Bartlett's Test of Sphericity มีค่าไคสแควร์ (χ^2) เท่ากับ 27,236.971 และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สะท้อนให้เห็นว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ไม่เป็นเมทริกซ์เอกภาพ ดังนั้นตัวแปรทั้ง 68 ตัวแปรจึงมีความสัมพันธ์กันในระดับที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบได้ ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบ KMO และการทดสอบ Bartlett's

KMO Measure of Sampling Adequacy		0.969
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	27,236.971
	Df	0.227
	Sig.	0.000

ตารางที่ 5 ตารางค่า Eigenvalue และ Total Variance

องค์ประกอบ	Initial Eigenvalues			Rotation Sums of Squared Loading		
	รวม	Variance (ร้อยละ)	Cumulative (ร้อยละ)	รวม	Variance (ร้อยละ)	Cumulative (ร้อยละ)
กลุ่มที่ 1	34.295	50.434	50.434	8.760	12.883	12.883
กลุ่มที่ 2	2.705	3.978	54.412	8.729	12.837	25.720
กลุ่มที่ 3	1.978	2.909	57.321	8.422	12.385	38.105
กลุ่มที่ 4	1.630	2.397	59.717	5.574	8.197	46.302
กลุ่มที่ 5	1.226	1.802	61.520	3.899	5.734	52.036
กลุ่มที่ 6	1.161	1.707	63.227	3.816	5.612	57.648
กลุ่มที่ 7	1.112	1.636	64.863	3.314	4.873	62.521
กลุ่มที่ 8	1.061	1.561	66.424	2.654	3.903	66.424

หมายเหตุ: เทคนิคการสกัดองค์ประกอบใช้วิธีการ Principal Component Analysis

ในส่วนของการสกัดองค์ประกอบ โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ ด้วยการวิเคราะห์การหมุนแกนแบบตั้งฉาก โดยใช้วิธีการแบบแวริแมกซ์ จึงได้องค์ประกอบของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริหารจัดการโครงการก่อสร้าง พิจารณาจากองค์ประกอบที่มีค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalue) ที่มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งค้นพบว่ามีทั้งหมด 8 องค์ประกอบ และสามารถให้ความหมายค่าความแปรปรวนทั้งหมดได้เท่ากับร้อยละ 66.424 ตารางที่ 6 และดังภาพที่ 1

ตารางที่ 6 แสดงค่า Factor Loading Cronbach's Alpha Eigenvalue และ Cumulative

รหัสตัวแปร	ความหมาย	Factor Loading
กลุ่มที่ 1 การบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยี BIM (16 ตัวแปร)		
X68	มีการปรับปรุงแผนการทำงานอย่างสม่ำเสมอ	0.696
X66	มีกลยุทธ์การจัดซื้อจัดจ้าง	0.650
X67	มีการประชุมติดตามความคืบหน้างานอย่างสม่ำเสมอ	0.649
X72	การจัดทำตารางการปรับปรุงแผนงานเพื่อให้เห็นพัฒนาการขององค์กร	0.622
X69	มีการตรวจสอบหน้างานกับแผนงานอย่างสม่ำเสมอ	0.609

ตารางที่ 6 แสดงค่า Factor Loading Cronbach's Alpha Eigenvalue และ Cumulative (ต่อ)

รหัสตัวแปร	ความหมาย	Factor Loading
กลุ่มที่ 1 การบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยี BIM (16 ตัวแปร)		
X70	การเก็บข้อมูลโครงการขององค์กร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาแนวทางการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ในโครงการในอนาคต	0.595
X64	มีการประสานงานระหว่างฝ่ายออกแบบและฝ่ายก่อสร้างอย่างสม่ำเสมอ	0.572
X65	ใช้การประสานงานผ่านรูปแบบสื่อกลางระหว่างสถาปนิก วิศวกร บุคลากรภายในโครงการตลอดขั้นตอนการทำงาน	0.545
X48	ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายของโครงการทราบถึงกฎหมายและความเสี่ยง	0.527
X59	การวางแผนรับมือความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นตลอดช่วงการก่อสร้าง	0.522
X73	การจัดทำตารางบันทึกพัฒนาการภายหลังการดำเนินงาน	0.520
X53	สมาชิกในองค์กรมีทักษะ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านของแต่ละบุคคล	0.495
X71	การตรวจสอบระบบความถูกต้องของเอกสารที่จัดทำขึ้นจาก BIM	0.487
X57	สมาชิกในองค์กรมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดของโครงการ และสามารถแก้ไขข้อขัดแย้งได้อย่างรวดเร็ว	0.460
X58	สามารถเข้าถึงเอกสารได้อย่างรวดเร็วมาก	0.421
X56	มีระบบการสื่อสารส่วนกลางที่เพียงพอ	0.420
Cronbach's Alpha 0.957	**Variance (ร้อยละ)** 50.434	**Cumulative (ร้อยละ)** 50.434
กลุ่มที่ 2 การประยุกต์ใช้ BIM ในการบริหารโครงการ (15 ตัวแปร)		
X44	การใช้ BIM เข้ามาช่วยทำให้มองเห็นภาพและเข้าใจโครงสร้างที่มีความซับซ้อนมากขึ้น	0.739
X45	BIM สามารถครอบคลุมภาพรวมการทำงานที่มีขนาดใหญ่ และซับซ้อนได้	0.709
X46	BIM ช่วยให้การทำงานภายในทั้งหมดของโครงการแม่นยำมากยิ่งขึ้น	0.694
X51	BIM เข้ามาช่วยในการบริหารจัดดการโครงการ	0.670
X52	BIM เข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการในการทำงานของโครงการ	0.668
X43	การใช้ BIM เข้ามาช่วยในการคำนวณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง	0.631
X42	มีมาตรการป้องกันความปลอดภัยในการนำ BIM มาใช้	0.573
X41	มีข้อกำหนดในการปฏิบัติและดำเนินการนำ BIM มาใช้ในองค์กรอย่างชัดเจน	0.563
X61	การนำ BIM เข้ามาช่วยลดการแก้ไขแบบซ้ำๆ และลดการเกิดข้อผิดพลาดของข้อมูล	0.555
X49	มีกลยุทธ์ในการนำ BIM มาใช้	0.549
X60	การนำ BIM เข้ามาช่วยการจัดการเอกสารโครงการ	0.500
X50	มีงบประมาณในการบำรุงรักษาซอฟต์แวร์	0.490
X47	การวิเคราะห์จากการถอดบทเรียนของโครงการที่ผ่านมา	0.461
X55	การทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพ	0.450

ตารางที่ 6 แสดงค่า Factor Loading Cronbach's Alpha Eigenvalue และ Cumulative (ต่อ)

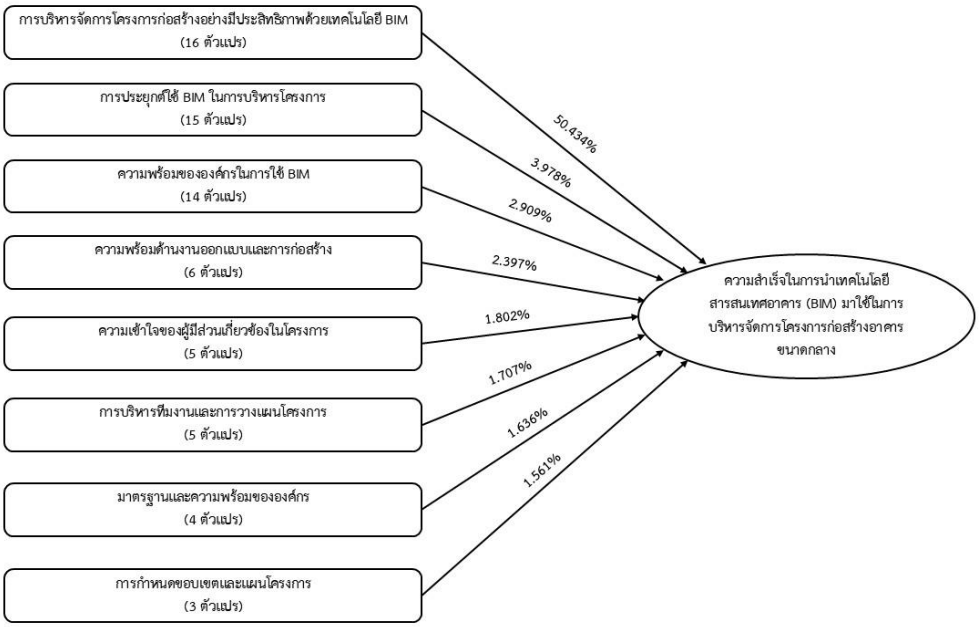
รหัสตัวแปร	**ความหมาย**				**Factor Loading**
กลุ่มที่ 2 การประยุกต์ใช้ BIM ในการบริหารโครงการ (15 ตัวแปร)					
X54	มีระบบการประสานงานที่มีประสิทธิภาพ				0.393
Cronbach's Alpha	0.954	**Variance (ร้อยละ)**	3.978	**Cumulative (ร้อยละ)**	54.412
กลุ่มที่ 3 ความพร้อมขององค์กรในการใช้ BIM (14 ตัวแปร)					
X23	มีงบประมาณที่เพียงพอในการสนับสนุนฝึกอบรม				0.778
X24	มีทรัพยากรที่เพียงพอในการฝึกอบรม				0.748
X19	การได้รับทุนสนับสนุนการอบรม				0.697
X22	สมาชิกภายในองค์กรและบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการฝึกอบรม				0.683
X14	ส่งเสริมการจัดอบรม				0.643
X21	มีการส่งเสริมด้านงบประมาณในการนำ BIM เข้ามาใช้งานในองค์กร				0.604
X16	การให้คำปรึกษาในด้านเทคโนโลยี				0.598
X15	การลงทุนอย่างต่อเนื่อง				0.586
X17	ความพร้อมของเครื่องมือด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์				0.549
X13	มีพัฒนาและการฝึกอบรมการนำเทคโนโลยีมาใช้				0.497
X30	บุคลากรภายในองค์กรเข้าใจวัตถุประสงค์ของการนำ BIM มาใช้				0.477
X20	ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีส่วนร่วมในการหาแนวทางการพัฒนาบุคลากรภายในองค์กร				0.458
X75	การบำรุงรักษาซอฟต์แวร์เป็นประจำ				0.457
X31	การบริหารจัดการระบบภายในองค์กรที่มีประสิทธิภาพ				0.395
Cronbach's Alpha	0.948	**Variance (ร้อยละ)**	2.909	**Cumulative (ร้อยละ)**	57.321
กลุ่มที่ 4 ความพร้อมด้านงานออกแบบและการก่อสร้าง (6 ตัวแปร)					
X37	ความละเอียดและครบถ้วนของแบบก่อสร้าง				0.725
X38	สถาปนิกมีความสามารถในการออกแบบได้เหมาะสมกับงบประมาณ และระยะเวลาในการดำเนินงาน				0.713
X36	ความละเอียดและครบถ้วนของแบบสถาปัตย์				0.644
X40	ทุกคนมีความรู้ในด้านการออกแบบ				0.634
X39	ทุกคนเข้าใจกระบวนการในการก่อสร้าง				0.601
X5	สมาชิกในองค์กรเข้าใจเป้าหมายของผู้ใช้งาน (User) อย่างชัดเจน				0.393
Cronbach's Alpha	0.896	**Variance (ร้อยละ)**	2.397	**Cumulative (ร้อยละ)**	59.717

ตารางที่ 6 แสดงค่า Factor Loading Cronbach's Alpha Eigenvalue และ Cumulative (ต่อ)

รหัสตัวแปร	**ความหมาย**				**Factor Loading**
กลุ่มที่ 5 ความเข้าใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ (5 ตัวแปร)					
X33	ลูกค้าเข้าใจขอบเขตของโครงการอย่างชัดเจน				0.544
X63	ผู้รับเหมามีความสามารถในการบริหารจัดการโครงการ				0.517
X29	ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการทุกฝ่ายเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของโครงการ				0.490
X32	ลูกค้าเข้าใจกระบวนการดำเนินงานของโครงการ				0.470
X34	ลูกค้าเข้าใจถึงเป้าหมายของโครงการอย่างชัดเจน				0.447
Cronbach's Alpha	0.893	**Variance (ร้อยละ)**	1.802	**Cumulative (ร้อยละ)**	61.520
กลุ่มที่ 6 การบริหารทีมงานและการวางแผนโครงการ (5 ตัวแปร)					
X7	การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของทีมงาน				0.652
X62	การก่อสร้างตรงตามแผนงานที่ได้วางแผนไว้				0.517
X6	การสร้างแรงจูงใจให้กับสมาชิกภายในองค์กร				0.506
X28	การวางแผนระยะเวลาในการทำงานที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง				0.480
X35	มีการวางแผนเผื่อระยะเวลาในการทำงาน ในกรณีเกิดข้อผิดพลาดระหว่างการทำงาน				0.440
Cronbach's Alpha	0.867	**Variance (ร้อยละ)**	1.707	**Cumulative (ร้อยละ)**	63.227
กลุ่มที่ 7 มาตรฐานและความพร้อมขององค์กร (4 ตัวแปร)					
X12	การทำเงื่อนไขหรือสัญญาที่ชัดเจน				0.692
X11	การออกแบบแผนงานก่อนการดำเนินงานโครงการ				0.579
X10	ความมั่นคงทางการเงินและเศรษฐกิจ				0.545
X9	องค์กรมีมาตรฐานในการทำงาน				0.372
Cronbach's Alpha	0.808	**Variance (ร้อยละ)**	1.636	**Cumulative (ร้อยละ)**	64.863
กลุ่มที่ 8 การกำหนดขอบเขตและแผนโครงการ (3 ตัวแปร)					
X26	กลยุทธ์ในการวางแผนการทำงานของโครงการที่มีประสิทธิภาพ				0.624
X25	ขอบเขตของโครงการมีความชัดเจน				0.462
X27	การวางแผนงบประมาณที่แม่นยำ				0.402
Cronbach's Alpha	0.840	**Variance (ร้อยละ)**	1.561	**Cumulative (ร้อยละ)**	66.424

หมายเหตุ: Eigenvalue คือค่าที่บ่งบอกความสำคัญขององค์ประกอบจากปริมาณความแปรปรวนที่อธิบายได้

Total Variance Explained คือสัดส่วนความแปรปรวนรวมของข้อมูลที่องค์ประกอบทั้งหมดสามารถอธิบายได้



ภาพที่ 1 องค์ประกอบความสำเร็จในการนำ BIM มาใช้ในการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลาง

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจจากตัวแปรจำนวน 68 ตัวแปร แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างปัจจัยที่ได้สามารถอธิบายความแปรปรวนรวมได้ร้อยละ 66.424 และสามารถจำแนกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ BIM ในการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลางออกเป็น 8 องค์ประกอบหลัก ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นว่าความสำเร็จของการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างไม่ได้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากการบูรณาการระหว่าง เทคโนโลยี กระบวนการทำงาน และบุคลากร

องค์ประกอบที่ 1 การบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอย่างมีประสิทธิภาพด้วย BIM เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญสูงสุด โดยสะท้อนบทบาทของ BIM ในการสนับสนุนการติดตามความก้าวหน้าของโครงการ การปรับปรุงแผนงาน และการจัดการข้อมูลโครงการแบบบูรณาการ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารโครงการ ลดข้อผิดพลาดของแบบก่อสร้าง และสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

องค์ประกอบที่ 2 การประยุกต์ใช้ BIM ในการบริหารโครงการ สะท้อนถึงการใช้ BIM เพื่อเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล การคำนวณปริมาณวัสดุ และลดการแก้ไขแบบซ้ำซ้อน ซึ่งส่งผลให้การวางแผนงาน การประสานงานระหว่างทีม และการควบคุมต้นทุนของโครงการมีประสิทธิภาพมากขึ้น

องค์ประกอบที่ 3 ความพร้อมขององค์กรในการใช้ BIM แสดงให้เห็นว่าปัจจัยด้านงบประมาณ ทรัพยากรบุคคล และการฝึกอบรมเป็นองค์ประกอบสำคัญของการนำ BIM มาใช้ให้เกิดผลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wuni and Shen [22] ที่ระบุว่าความพร้อมขององค์กรและการสนับสนุนจากผู้บริหารเป็นหนึ่งในปัจจัยความสำเร็จที่สำคัญที่สุดของการนำ BIM ไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

องค์ประกอบที่ 4 ความพร้อมด้านงานออกแบบและการก่อสร้าง สะท้อนว่าคุณภาพของข้อมูลการออกแบบเป็นพื้นฐานสำคัญของการใช้ BIM เนื่องจาก BIM อาศัยข้อมูลแบบจำลองดิจิทัลเป็นฐานในการบริหารจัดการโครงการ หาก

ข้อมูลตั้งต้นไม่มีคุณภาพ การประยุกต์ใช้ BIM อาจไม่สามารถสร้างประสิทธิภาพในการบริหารโครงการได้อย่างเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ชี้ว่าความถูกต้องของข้อมูลแบบจำลองเป็นปัจจัยสำคัญของการทำงานร่วมกันในระบบ BIM

องค์ประกอบที่ 5 ความเข้าใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ แสดงให้เห็นว่าความร่วมมือและความเข้าใจร่วมกันระหว่างเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้รับเหมาเป็นเงื่อนไขสำคัญของการนำ BIM มาใช้ เนื่องจาก BIM เป็นกระบวนการทำงานแบบบูรณาการที่ต้องอาศัยการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการตัดสินใจร่วมกันระหว่างหลายฝ่าย

องค์ประกอบที่ 6 การบริหารทีมงานและการวางแผนโครงการ สะท้อนบทบาทของการจัดโครงสร้างทีมงานและการกำหนดบทบาทหน้าที่ที่ชัดเจน ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพของการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้าง หากทีมงานขาดความเข้าใจหรือขาดการประสานงานที่ดี การใช้ BIM อาจไม่สามารถสร้างประโยชน์ได้อย่างเต็มที่

องค์ประกอบที่ 7 มาตรฐานและความพร้อมขององค์กร แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของมาตรฐานการทำงาน เงื่อนไขสัญญา และแนวทางการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการกำกับการใช้ BIM ให้เกิดความชัดเจนในการส่งมอบข้อมูลและความรับผิดชอบของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

สุดท้าย องค์ประกอบที่ 8 การกำหนดขอบเขตและแผนโครงการ แม้มีจำนวนตัวแปรน้อยที่สุด แต่เป็นพื้นฐานสำคัญของการบริหารโครงการ เนื่องจาก BIM จะสามารถสนับสนุนการควบคุมโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อขอบเขตงานและแผนโครงการมีความชัดเจน

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีประสบการณ์ทำงานในช่วง 0–5 ปี และอยู่ในช่วงอายุ 21–30 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มบุคลากรรุ่นใหม่ที่มีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีดิจิทัล จึงอาจมีทัศนคติเชิงบวกต่อการนำ BIM มาใช้ อย่างไรก็ตาม การนำ BIM มาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดยังต้องอาศัยประสบการณ์ด้านการบริหารโครงการและความเข้าใจในกระบวนการก่อสร้างควบคู่กัน

โดยสรุป ผลการวิจัยครั้งนี้ช่วยยืนยันแนวคิดจากงานวิจัยสากลว่าความสำเร็จของการนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างเกิดจาก การบูรณาการระหว่างเทคโนโลยี กระบวนการทำงาน และการบริหารจัดการองค์กร โครงสร้างปัจจัยทั้ง 8 องค์ประกอบ ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถใช้เป็นกรอบแนวทางในการพัฒนากลยุทธ์การนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลางได้อย่างเหมาะสม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในระดับโครงการ (Project-level implications)

ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของการประยุกต์ใช้ BIM ในโครงการก่อสร้างอาคารขนาดกลางสามารถจำแนกได้เป็น 8 องค์ประกอบสำคัญ ซึ่งสะท้อนบทบาทของการบริหารโครงการ เทคโนโลยี และการทำงานร่วมกันของผู้เกี่ยวข้อง โดยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารโครงการได้ ดังนี้

1) กำหนดแผนการใช้ BIM ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นโครงการ เพื่อกำหนดขอบเขตการใช้งาน บทบาทหน้าที่ และแนวทางการดำเนินงานให้ชัดเจน

2) ใช้ BIM เป็นเครื่องมือในการบริหารและติดตามโครงการ เพื่อสนับสนุนการตรวจสอบความก้าวหน้าและการตัดสินใจของผู้บริหารโครงการ

3) ใช้ BIM เป็นศูนย์กลางข้อมูลของโครงการ เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงข้อมูลเดียวกันและลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล

4) กำหนดมาตรฐานการจัดการข้อมูล BIM เช่น รูปแบบไฟล์ การตั้งชื่อข้อมูล และขั้นตอนการแลกเปลี่ยนข้อมูล

5) พัฒนาทักษะของทีมงานด้าน BIM ผ่านการฝึกอบรมและการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริง

ข้อเสนอแนะในระดับองค์กร (Organizational implications)

องค์กรควรสนับสนุนการนำ BIM มาใช้ในโครงการโดยการพัฒนาศักยภาพบุคลากร จัดเตรียมทรัพยากรที่จำเป็น เช่น ซอฟต์แวร์และระบบจัดการข้อมูล และกำหนดแนวทางหรือมาตรฐานการดำเนินงานด้าน BIM ภายในองค์กร เพื่อให้การใช้ BIM มีความต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต (Future research)

การศึกษาครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) เพื่อพัฒนา กรอบปัจจัยความสำเร็จของการใช้ BIM ในโครงการอาคารขนาดกลาง ดังนั้นการวิจัยในอนาคตควรทดสอบแบบจำลองดังกล่าวด้วย Confirmatory Factor Analysis (CFA) หรือ Structural Equation Modeling (SEM) รวมถึงขยายการศึกษาไปยังโครงการก่อสร้างประเภทอื่น และการศึกษากรณีโครงการที่มีการใช้ BIM จริงเพื่อพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับการนำ BIM ไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการตอบแบบสอบถาม อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้คอยให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะ ครอบครัว และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ได้ให้ทุนอุดหนุนตลอดทั้งโครงการวิจัย ผู้ช่วยวิจัย จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Sukkee T. A study of building information modeling (BIM) selection for the construction industry in Thailand [dissertation]. Nakhon Pathom: Silpakorn University; 2011. p.7-17. Thai.
2. Eastman CM, Teicholz P, Sacks R, Liston K. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken (NJ): John Wiley & Sons; 2011.
3. Yomnak T. Enhancing work processes through building information modeling (BIM) [Internet]. 2021 [cited 2022 May 5]. Available from: https://thaibim.net/2021/01/29/developing-bim-working-process/. Thai.
4. National Institute of Building Sciences. National building information modeling standard (NBIMS), version 1–part 1: Overview, principles, and methodologies. Washington (DC): National Institute of Building Sciences; 2010.
5. Council of Engineers Thailand. Annual report 2023. Bangkok: Council of Engineers Thailand; 2023.
6. Architect Council of Thailand. Annual report 2023. Bangkok: Architect Council of Thailand; 2023.
7. Yamane T. Statistics: An introductory analysis. 3rd ed. New York: Harper & Row; 1973.
8. Likert R. New patterns of management. New York: McGraw-Hill; 1961.
9. Ade Irawati N, Widyaningsih N, Bintoro BPK. Factors affecting the implementation of line of balance (LOB) scheduling and building information modelling (BIM) on demolition work. Int J Res Rev. 2021;8(2):505-12.

10. Alreshidi E, Mourshed M, Rezgui Y. Factors for effective BIM governance. J Build Eng. 2017;10:89-101.
11. Baccarini D, Collins A. Critical success factors for projects. In: Proceedings of the 17th ANZAM Conference; 2003; Fremantle, Australia.
12. Bryde D, Broquetas M, Volm JM. The project benefits of building information modelling (BIM). Int J Proj Manag. 2013;31(7):971-80.
13. Chan APC, Ho DCK, Tam CM. Design and build project success factors: Multivariate analysis. J Constr Eng Manag. 2001;127(2):93-100.
14. Eadie R, Browne M, Odeyinka H, McKeown C, McNiff S. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. Autom Constr. 2013;36:145-51.
15. Gamil Y, Abdul Rahman I. Assessment of critical factors contributing to construction failure in Yemen. Int J Constr Manag. 2020;20(5):429-36.
16. Hadzaman NAH, Takim R, Nawawi AH. Client governing success criteria in building information modelling (BIM)-based projects. Int J Sustain Constr Eng Technol. 2020;11(1):64-75.
17. Hamada HM, Haron A, Zakiria Z, Humada AM. Factors affecting BIM techniques in construction firms in Iraq. In: MATEC Web Conf. 2017;103:03003.
18. Mesároš P, Mandičák T. Exploitation and benefits of BIM in construction project management. In: IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 2017;245(6):062056.
19. Olbina S, Elliott JW. Contributing project characteristics and realized benefits of successful BIM implementation: A comparison of complex and simple buildings. Buildings. 2019;9(8):175.
20. Hong Y, Hammad AWA, Sepasgozar S, Akbarnezhad A. BIM adoption model for small and medium construction organisations in Australia. Eng Constr Archit Manag. 2018;25(5):696-710.
21. Shaqour EN. The role of implementing BIM applications in enhancing project management knowledge areas in Egypt. Ain Shams Eng J. 2022;13(1):101509.
22. Wuni IY, Shen GQ. Critical success factors for modular integrated construction projects: A review. Build Res Inf. 2020;48(7):763-84.
23. Yaakob M, Ali WNAW, Radzuan K. Identifying critical success factors (CSFs) of implementing building information modeling (BIM) in the Malaysian construction industry. In: AIP Conf Proc. 2016;1761(1):020105.