



การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร ด้วยแบบก่อสร้างและแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM)

Comparison of Learning Outcomes in Building Structure Models Using Construction Drawings and Building Information Modeling (BIM)

ปกรณ พัฒนานุโรจน์^{1*} ภาณุพงศ์ จันทรุไชย¹ นิโรธ ศรีมันตะ² และเดชณรงค์ วนสันเทียะ²

Pakorn Pattananurot^{1*} Panupong Janruechai¹ Niroth Srimunta² and Detnarong Wonsuntier²

¹สาขาวิศวกรรมโยธา คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จังหวัดสกลนคร

²สาขาเทคโนโลยีโยธาและสถาปัตยกรรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Industry and Technology,

Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus, Sakon Nakhon Province

²Division of Civil and Architecture Technology, Faculty of Liberal Arts and Science,

Sisaket Rajabhat University, Sisaket Province

*Corresponding author: pakron.pa@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคารชั้นเดียว โดยใช้แบบก่อสร้างสองมิติ (2D) และแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling, BIM) การวิจัยแบ่งนักศึกษาออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A ที่ใช้แบบก่อสร้างสองมิติในการสร้างหุ่นจำลอง และกลุ่ม B ที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการสร้างหุ่นจำลอง เพื่อวัดประสิทธิภาพการใช้เวลา ความถูกต้อง และความเข้าใจในองค์ประกอบโครงสร้างอาคารก่อนและหลังการสร้างหุ่นจำลอง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่ม B ใช้เวลาในการสร้างหุ่นจำลองน้อยกว่ากลุ่ม A ในทุกองค์ประกอบของการสร้างหุ่นจำลอง ค่า SD ของกลุ่ม B ต่ำกว่ากลุ่ม A แสดงถึงความสม่ำเสมอและประสิทธิภาพที่ดีกว่า นอกจากนี้ กลุ่ม B ยังมีประสิทธิภาพในการสร้างองค์ประกอบโครงสร้างฐานราก เสา และคานดีกว่ากลุ่ม A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ในแง่ของความถูกต้อง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม B สูงกว่ากลุ่ม A ในองค์ประกอบฐานรากและหลังคา แม้ว่าผลการทดสอบ t-test จะไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$) แต่กลุ่ม B มีค่า SD ต่ำกว่ากลุ่ม A ในทุกองค์ประกอบ ซึ่งแสดงถึงความสม่ำเสมอและความแม่นยำที่ดีกว่า ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่า คะแนนความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารของกลุ่ม B ดีกว่ากลุ่ม A ทั้งก่อนและหลังการสร้างหุ่นจำลอง โดยกลุ่ม B มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม A หลังการสร้างหุ่นจำลอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ระบุว่า การใช้ BIM ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในองค์ประกอบโครงสร้างอาคารได้ดีขึ้น จากผลการวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่า การใช้เทคโนโลยี BIM ไม่เพียงเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง แต่ยังช่วยประหยัดเวลาในการทำงานและเพิ่มความเข้าใจของนักศึกษาในองค์ประกอบโครงสร้างอาคารได้ดีกว่าวิธีการแบบก่อสร้างสองมิติ การนำ BIM มาใช้ในการเรียนการสอนจึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะและความรู้ของนักศึกษาในสาขาวิชาช่างโยธา



คำสำคัญ: หุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร แบบก่อสร้างสองมิติ (2D) แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

Abstract

The objective of this research is to study and compare the learning outcomes in building a single-story structure model using two-dimensional (2D) construction drawings and Building Information Modeling (BIM). The study divided students into two groups: Group A, which used 2D construction drawings to build the model, and Group B, which used BIM. The efficiency of time usage, accuracy, and understanding of structural elements before and after model construction were measured. The results showed that Group B took less time to construct the model in every component compared to Group A. The standard deviation (SD) of Group B was lower than that of Group A, indicating greater consistency and efficiency. Additionally, Group B demonstrated significantly better performance in constructing foundation, column, and beam components than Group A ($p\text{-value} < 0.05$). In terms of accuracy, the average scores of Group B were higher than those of Group A in the foundation and roof components. Although the t-test results did not show significant statistical differences ($p\text{-value} > 0.05$), Group B had a lower SD than Group A in every component, indicating greater consistency and accuracy. Furthermore, the research indicated that Group B had better understanding scores of structural elements than Group A both before and after the model construction. Group B's average scores increased more than Group A's after the model construction, consistent with previous studies that noted BIM enhances understanding of structural elements. The study concludes that the use of BIM technology not only improves the efficiency of model construction but also saves time and enhances students' understanding of building structures more effectively than traditional 2D construction methods. Thus, integrating BIM into the curriculum is an effective approach to developing skills and knowledge in civil engineering students.

Keywords: Structure model, Two-dimensional (2D) construction drawing, Building, Information Modeling (BIM), Learning outcomes

1. บทนำ

ในปัจจุบันการเรียนการสอนสาขาวิชาช่างโยธาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาบุคลากรในอุตสาหกรรมก่อสร้าง สำหรับในรายวิชาพื้นฐานการเขียนแบบโยธา ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่นักศึกษาจำเป็นต้องเรียนรู้และเข้าใจอย่างถ่องแท้ (Ministry of Education, 2019) อย่างไรก็ตามวิธีการสอนแบบเดิมที่ใช้แบบก่อสร้างสองมิติอาจไม่เพียงพอในการสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับโครงสร้างอาคารและรายละเอียดการก่อสร้างให้นักศึกษา (Barison & Santos, 2010) ปัญหาที่พบในการเรียนการสอนรายวิชานี้



คือ นักศึกษาอ่านแบบก่อสร้างสองมิติไม่เข้าใจ เนื่องจากแบบเหล่านี้แสดงมุมมองของอาคารโดยนำเสนอภาพฉาย เช่น แบบแปลน แบบรูปด้าน แบบรูปตัด เป็นต้น โดยแสดงให้เห็นเพียงเส้น สัญลักษณ์ และข้อความกำกับ ทำให้นักศึกษาที่ขาดประสบการณ์หรือขาดทักษะการแปลภาพ อาจเกิดความสับสน จนไม่สามารถเชื่อมโยงภาพแต่ละมุมมองเข้าด้วยกัน ทำให้ไม่สามารถจินตนาการมองภาพโครงสร้างอาคารได้ ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและอาจนำไปสู่ข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงานจริง (Eastman et al., 2011) นอกจากนี้ ยังพบว่าวิธีการสอนแบบเดิมอาจไม่สามารถกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของนักศึกษาได้อย่างเต็มที่ (Ibrahim & Rahimian, 2010) แนวทางแก้ไขปัญหานี้ที่น่าสนใจ คือ การนำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งอาจช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และความเข้าใจของนักศึกษา โดยการใช้แบบจำลองสามมิติที่มีรายละเอียดครบถ้วน (Sacks et al., 2010) การใช้เทคโนโลยี BIM ช่วยยกระดับจากการเรียนรู้แบบสองมิติ ส่งผลให้นักศึกษาพัฒนาทักษะการอ่านแบบทำความเข้าใจโครงสร้างอาคาร ผ่านมุมมองที่หลากหลายและรายละเอียดที่สมจริง เสริมสร้างความเข้าใจ กระตุ้นการเรียนรู้เชิงลึก และเตรียมความพร้อมสู่การทำงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุนี้ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคารขึ้นด้วย พื้นที่ใช้สอย 75 ตารางเมตร จากแบบก่อสร้างและแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษา ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในการสอนราย วิชาพื้นฐานการเขียนแบบโยธา ผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาหลักสูตรและวิธีการสอน เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษาในรายวิชานี้และรายวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

2. ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

2.1 การศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นไปที่วิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพสำหรับวิชาพื้นฐานการเขียนแบบโยธา โดยการใช้แบบก่อสร้างและแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร ทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำมาใช้นั้นเน้นการฝึกฝนทักษะปฏิบัติและการแก้ไขปัญหา คือ ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงพฤติกรรม (Behaviorism) และทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Constructivism) นำมาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นและการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริง (Thompson, 2020) แบบก่อสร้างสองมิติ (2D Construction Drawings) เป็นเครื่องมือสำคัญในการสอนวิชาพื้นฐานการเขียนแบบโยธา แต่นักศึกษามักประสบปัญหาในการเชื่อมโยงภาพแต่ละมุมมอง แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการสอนรวมถึงการใช้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม คือ การฝึกฝนโดยเขียนภาพสามมิติจากซอฟต์แวร์ออกแบบอาคาร (Jitsa-ngiam et al., 2023) แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) จากงานวิจัยการเพิ่มผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยี BIM ช่วยให้นักศึกษาสามารถเห็นภาพ รวมโครงสร้างอาคารในรูปแบบสามมิติที่สมจริง พร้อมแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคารอย่างครบถ้วน (Smith, 2022) ส่วนงานวิจัยการใช้เทคโนโลยี BIM เป็นเครื่องมือการสอนในวิชา การก่อสร้าง พบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่ดี ในด้านความเข้าใจโครงสร้างอาคารและรายละเอียดการก่อสร้าง เกิดกระตุ้นความสนใจและจดจำเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเรียนด้วยแบบก่อสร้างสองมิติ (Johnson, 2023) และยิ่งนอกจากนี้แล้ว BIM ยังช่วยลดข้อผิดพลาดและเพิ่มความแม่นยำในการออกแบบและก่อสร้าง (Azhar, 2011)

สำหรับหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร (Structural Model) เป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้นักศึกษาเข้าใจองค์ประกอบของโครงสร้างอาคารได้อย่างเป็นรูปธรรม ผ่านการมองเห็นและสัมผัสได้ จากงานวิจัยผลกระทบของแบบจำลองโครงสร้างต่อการเรียนรู้ของนักศึกษา พบว่า การใช้หุ่นจำลองโครงสร้างอาคารในกระบวนการเรียนการสอน ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษา ช่วยเพิ่มความเข้าใจองค์ประกอบและการทำงานของโครงสร้างอาคาร กระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ช่วยให้นักศึกษาเกิดความสนใจ สนุกสนาน และจดจำเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น (Jones, 2023) ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา และพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม หุ่นจำลองโครงสร้างอาคารสำหรับการเรียนรู้โครงสร้างอาคารพื้นฐาน มักทำจากวัสดุธรรมชาติหรือวัสดุสังเคราะห์ เช่น ไม้ ไม้อัด กระดาษ หรือปูนปลาสเตอร์ การเลือกวิธีการสอนที่หลากหลาย ผสมผสานกับหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร จะช่วยให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่ดีและเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้

องค์ประกอบโครงสร้างบ้านพักอาศัยชั้นเดียวประกอบด้วย (The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage, 2014)

- 1) ฐานราก (Foundation) ทำหน้าที่รับน้ำหนักทั้งหมดและถ่ายเทลงสู่พื้นดิน
- 2) ตอม่อ (Pedestal) คือ ส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างฐานรากกับเสา
- 3) เสา (Columns) เป็นโครงสร้างแนวตั้งรับน้ำหนักจากคาน พื้น และหลังคา
- 4) คาน (Beams) เป็นโครงสร้างแนวนอนเชื่อมต่อระหว่างเสา รับน้ำหนักจากพื้นและหลังคา แล้วกระจายน้ำหนักไปยังเสา
- 5) พื้น (Floor) ทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของผู้อยู่อาศัย เฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในบ้าน กระจายน้ำหนักไปยังคานและเสา
- 6) โครงสร้างหลังคา (Roof structure) ประกอบด้วยจันทัน แป และอุปกรณ์ยึดโยงต่าง ๆ ทำหน้าที่รับน้ำหนักของวัสดุหลังคาและถ่ายเทน้ำหนักลงสู่เสา

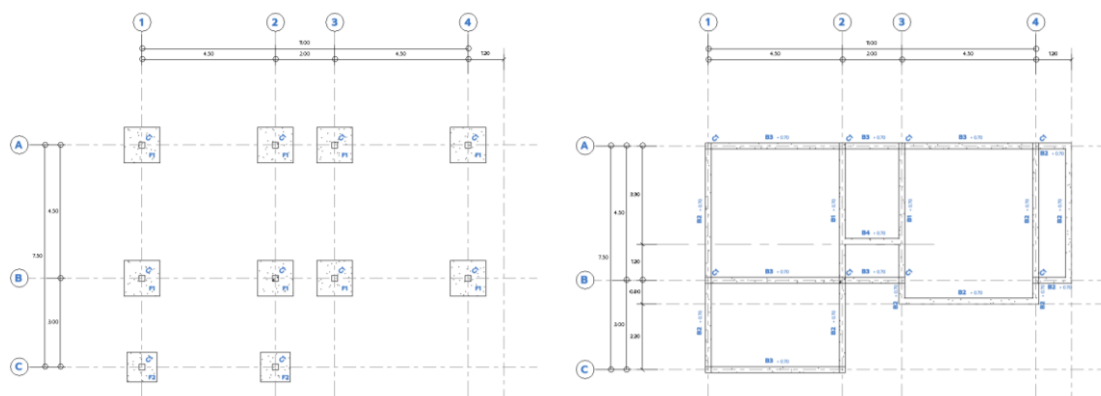


Figure 1. Foundation Structure Plan and Beam Structure Plan, 2D Construction Drawing

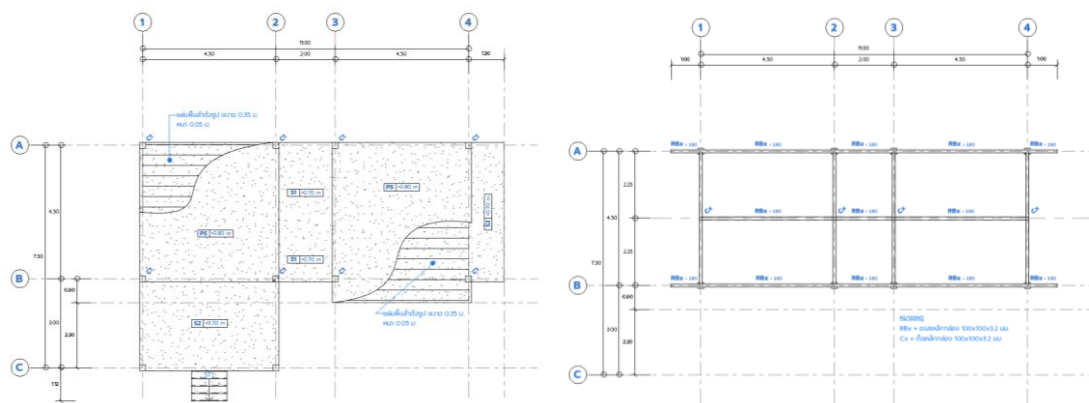


Figure 2. Floor Structure Plan and Roof Beam Structure Plan, 2D Construction Drawing

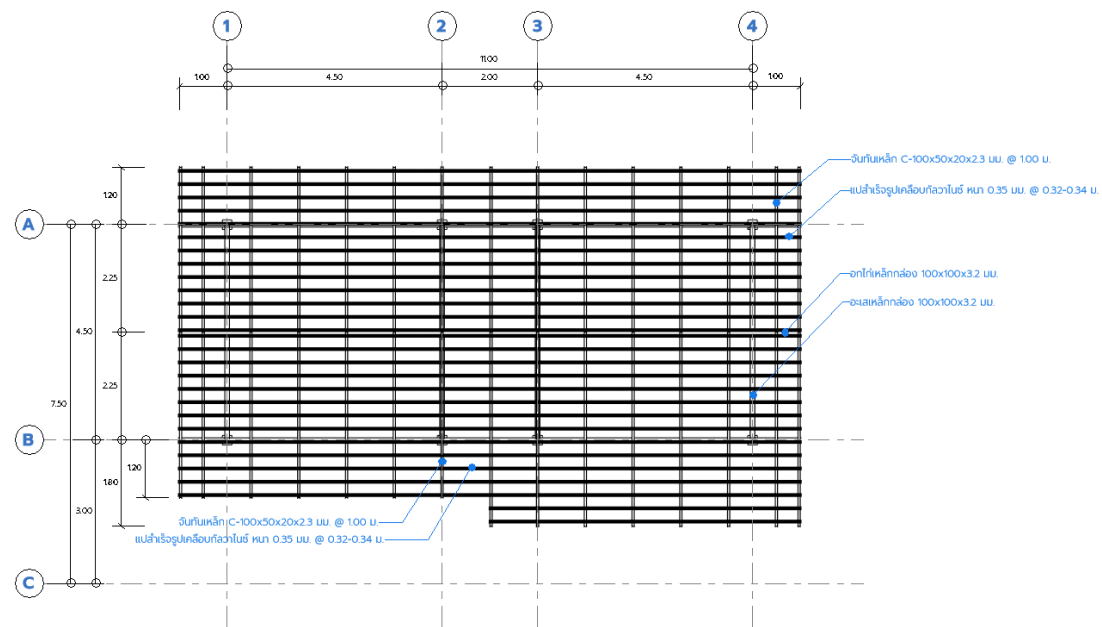


Figure 3. Roof Structure Plan, 2D Construction Drawing

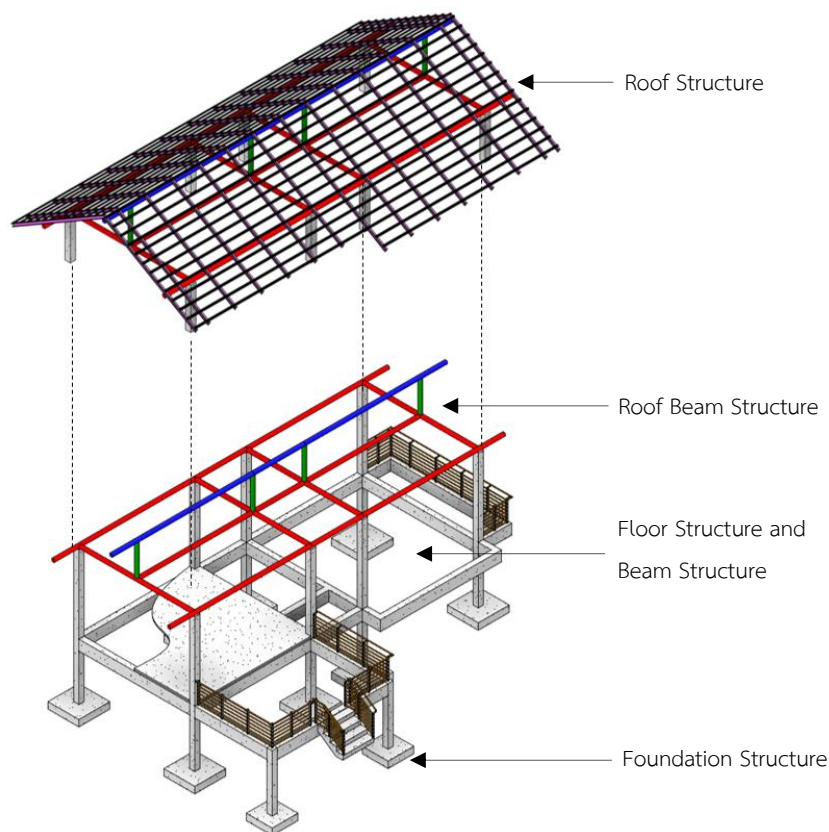


Figure 4. Building information modeling (BIM) of one-storey house structure

2.2 ดำเนินการทดสอบผลสัมฤทธิ์

2.2.1 สมมติฐานงานวิจัย นักศึกษากลุ่มที่สร้างหุ่นจำลองจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) จะมีประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดสอบสูงกว่าการสร้างหุ่นจำลองที่ดีกว่ากลุ่มที่สร้างหุ่นจำลองจากแบบก่อสร้างสองมิติ

2.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างโยธา จำนวน 20 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ (กลุ่ม A) กลุ่มที่สร้างหุ่นจำลองจากแบบก่อสร้างจำนวน 10 คน และ (กลุ่ม B) กลุ่มที่สร้างหุ่นจำลองจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารจำนวน 10 คน โดยใช้วิธีสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling)

2.2.3 เครื่องมือวิจัยมี 4 ชนิด ประกอบด้วย

- 1) แบบก่อสร้างสองมิติแสดงรายละเอียดของโครงสร้างอาคาร ได้แก่ ฐานราก ตอม่อ เสา คาน พื้น และโครงสร้างหลังคา ของนักศึกษาในกลุ่ม A
- 2) แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) เป็นแบบสามมิติที่แสดงรายละเอียดของโครงสร้างอาคาร ของนักศึกษาในกลุ่ม B
- 3) ชุดอุปกรณ์สร้างหุ่นจำลอง ได้แก่ ไม้บัลซ่า กระดาษ แผ่นพลาสติก กาว สี และมีดคัตเตอร์ นักศึกษาทั้งสองกลุ่มใช้ชุดอุปกรณ์สร้างหุ่นจำลองเดียวกัน



4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ คือ เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้และความเข้าใจของนักศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบโครงสร้างอาคารและรายละเอียดการก่อสร้าง แบบทดสอบมี 50 ข้อ ประกอบด้วย 30 ข้อเลือกตอบและ 20 ข้อเขียน

2.2.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) นักศึกษาทั้งสองกลุ่มรับฟังการสอนและอธิบายขั้นตอนการสร้างหุ่นจำลองโครง สร้างอาคาร จากอาจารย์ผู้สอน

2) นักศึกษาทั้งสองกลุ่มสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร

3) นักศึกษาทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ก่อนและหลังการสร้างหุ่นจำลอง โครงสร้างอาคาร

2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีคำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากสูตรที่ (1)

- 1) วิเคราะห์ประสิทธิภาพการสร้างหุ่นจำลองของเวลา
- 2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพการสร้างหุ่นจำลองของความถูกต้อง
- 3) วิเคราะห์ประสิทธิภาพการสร้างหุ่นจำลองของความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้าง

$$\text{สูตร : } \bar{X} = \sum x_i / n \quad (1) \dots\dots\dots \text{สมการที่ 1}$$

โดยที่ : กำหนดให้

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ย

x_i = คะแนนของแต่ละกลุ่ม

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

4) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการสร้างหุ่นจำลองด้วย t-test จากสูตรที่ (2)

$$\text{สูตร : } t = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / \sqrt{(SD_1^2 + SD_2^2) * (1/n_1 + 1/n_2)} \quad (2) \dots\dots\dots$$

.....สมการที่ 2

โดยที่ : กำหนดให้

t = ค่า t

$\bar{X}_1$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่ม 1

$\bar{X}_2$ = ค่าเฉลี่ยของกลุ่ม 2

SD_1 = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่ม 1

SD_2 = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่ม 2

n_1 = จำนวนกลุ่มตัวอย่างของกลุ่ม 1

n_2 = จำนวนกลุ่มตัวอย่างของกลุ่ม 2

3. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้ในการสร้างหุ่นจำลองของ each group เปรียบเทียบความแตกต่างที่ใช้ระหว่างสองกลุ่มด้วย t-test แบ่งเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

3.1 ผลสัมฤทธิ์ประสิทธิภาพ t-test การสร้างหุ่นจำลองของเวลา ได้ผลวิจัยดังนี้

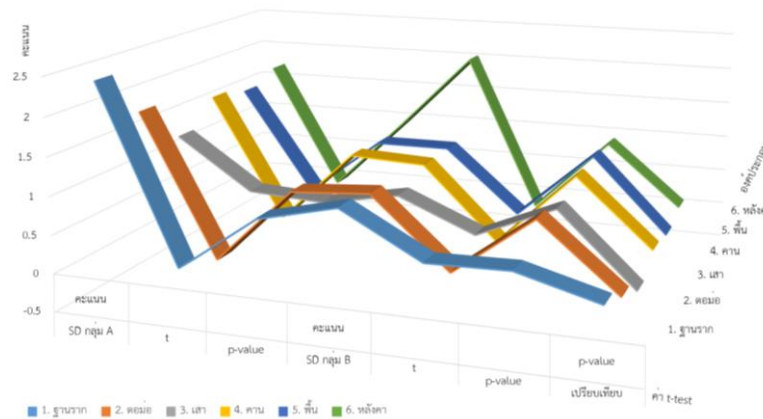


Figure 5. Analysis results of the average time taken to build the structure models

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการสร้างหุ่นจำลองระหว่างกลุ่มทดสอบ A และ B โดยใช้การทดสอบ t-test พบว่า กลุ่ม B แสดงแนวโน้มของความสม่ำเสมอในการทำงานที่สูงกว่า โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ต่ำกว่ากลุ่ม A ในทุกองค์ประกอบของโครงสร้าง เมื่อพิจารณาค่า p-value จากการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในองค์ประกอบฐานราก เสา และคาน อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบอื่นๆ ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม กลุ่ม B ที่ใช้แบบสารสนเทศอาคารในการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างช่วยลดเวลาในการสร้างหุ่นจำลองเมื่อเทียบกับกลุ่ม A ที่ใช้แบบก่อสร้างสองมิติ

3.2 ผลสัมฤทธิ์วิเคราะห์ประสิทธิภาพ t-test การสร้างหุ่นจำลองของความถูกต้อง

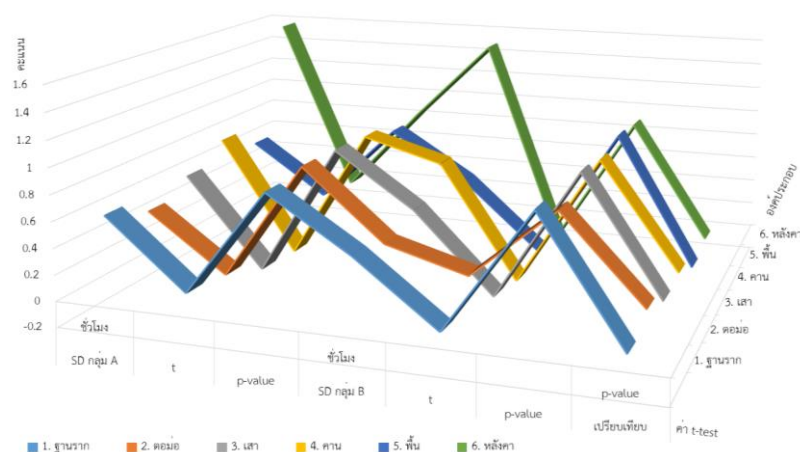


Figure 6. Analysis results of the average accuracy scores in building the structure models



จากผลการวิเคราะห์ พบว่า คะแนนความถูกต้องเฉลี่ยของกลุ่ม B นั้นมีค่ามากกว่ากลุ่ม A ในองค์ประกอบฐานรากและหลังคา แต่ค่าความแตกต่างนั้นไม่มากนัก จากการวิเคราะห์โดยใช้ t-test สองตัวอย่างนั้นไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$) ระหว่างกลุ่ม A และกลุ่ม B ในองค์ประกอบใด ๆ ค่า SD ของกลุ่ม A นั้นมีค่ามากกว่ากลุ่ม B ในทุกองค์ประกอบ ยกเว้นองค์ประกอบหลังคา แสดงว่าคะแนนของกลุ่ม A นั้นมีความแปรปรวนมากกว่ากลุ่ม B แสดงว่าคะแนนความถูกต้องของนักศึกษาในกลุ่ม B สร้างหุ่นจำลองได้ถูกต้องกว่านักศึกษาในกลุ่ม A

3.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารเฉลี่ยก่อนและหลังการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง t-test

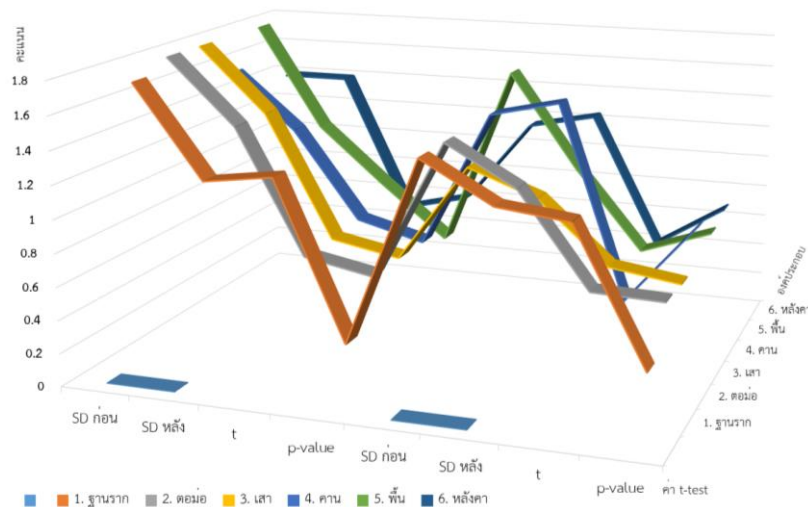


Figure 7. Analysis results of the average understanding scores of building components before and after constructing the models

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า พบว่านักศึกษาในกลุ่ม B มีคะแนนความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารเฉลี่ยดีกว่า กลุ่ม A ทั้งก่อนและหลังการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง โดยกลุ่ม B มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม A หลังการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง ทั้งนี้ผลลัพธ์นี้อาจเกิดจากนักศึกษาในกลุ่ม B ได้เรียนรู้ผ่านการสร้างหุ่นจำลองด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารซึ่งช่วยให้นักศึกษา มีความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารได้ดีขึ้น และคะแนนความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารเฉลี่ยหลังการสร้างหุ่นจำลอง ของทั้งกลุ่ม A และกลุ่ม B เพิ่มขึ้นทุกองค์ประกอบ แสดงว่านักศึกษามีความเข้าใจดีขึ้นหลังจากการสร้างหุ่นจำลอง นั้นว่าการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร ส่งผลให้นักศึกษามีความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ



4. สรุปผลการวิจัย

4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิภาพการสร้างหุ่นจำลองของเวลา โดยใช้วิธีการทดสอบ t-test โดยแบ่งนักศึกษาเป็น 2 กลุ่ม คือ นักศึกษากลุ่ม A ใช้แบบก่อสร้างสองมิติในการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง กลุ่ม B ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง สรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้ 3 ประเด็นดังนี้

4.1.1 กลุ่ม B ใช้เวลาสร้างหุ่นจำลองได้น้อยกว่าในทุกองค์ประกอบ โดยมีค่า SD ของกลุ่ม B ต่ำกว่ากลุ่ม A ในทุกองค์ประกอบของการสร้างหุ่นจำลอง

4.1.2 กลุ่ม B มีประสิทธิภาพในการสร้างองค์ประกอบโครงสร้างฐานราก เสา และคาน ดีกว่ากลุ่ม A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.1.3 กลุ่ม B ใช้เวลาในการสร้างหุ่นจำลองน้อยกว่ากลุ่ม A ในทุกองค์ประกอบโครงสร้าง

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิภาพการสร้างหุ่นจำลองของความถูกต้อง จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบ พบประเด็นสำคัญดังนี้

4.2.1 คะแนนความถูกต้องเฉลี่ยกลุ่ม B มีคะแนนความถูกต้องเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม A ใน องค์ประกอบ ฐานรากและหลังคา การทดสอบ t-test สองกลุ่มตัวอย่าง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$) ระหว่างกลุ่ม A และกลุ่ม B ในองค์ประกอบใด ๆ

4.2.2 กลุ่ม A มีค่า SD มากกว่ากลุ่ม B ในทุกองค์ประกอบ แสดงว่าคะแนนของกลุ่ม A นั้น มีความแปรปรวนมากกว่ากลุ่ม B

4.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของคะแนนความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารเฉลี่ยก่อนและหลังการสร้างหุ่นจำลอง สรุปผลการวิเคราะห์การทดสอบพบประเด็นสำคัญดังนี้

4.3.1 คะแนนความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารกลุ่ม B มีคะแนนความเข้าใจดีกลุ่ม A ทั้งก่อนและหลังการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง โดยกลุ่ม B มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม A หลังการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง

4.3.2 คะแนนความเข้าใจหลังการสร้างหุ่นจำลองคะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม A และกลุ่ม B เพิ่มขึ้น ทุกองค์ประกอบแสดงว่า นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารดีขึ้น หลังการสร้างหุ่นจำลอง สนับสนุนว่าการสร้างหุ่นจำลองช่วยให้ให้นักศึกษาเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารได้ดีขึ้นถือเป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ



Figure 8. Structure model from construction drawings



Figure 9. Structure model from building information modeling (BIM)



5. อภิปรายผลการวิจัย

5.1 ผลสัมฤทธิ์การใช้เวลาในการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (กลุ่ม B) ใช้เวลาในการสร้างหุ่นจำลองน้อยกว่านักศึกษาในกลุ่มที่ใช้แบบก่อสร้างสองมิติ (กลุ่ม A) ในทุกองค์ประกอบของการสร้างหุ่นจำลอง ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพของการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ในการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างได้ดีกว่า ทั้งนี้ ค่า SD ของกลุ่ม B ต่ำกว่ากลุ่ม A ในทุกองค์ประกอบ ซึ่งแสดงถึงความสม่ำเสมอและประสิทธิภาพที่ดีกว่า ประสิทธิภาพในการสร้างองค์ประกอบโครงสร้าง ผลการทดสอบ t-test แสดงให้เห็นว่ากลุ่ม B มีประสิทธิภาพในการสร้างองค์ประกอบโครงสร้างฐานราก เสา และคานา ดีกว่ากลุ่ม A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) การศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sacks et al. (2010) ที่พบว่าการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบและก่อสร้างโครงสร้างได้ดีกว่าแบบก่อสร้างสองมิติ เนื่องจากสามารถมองเห็นและปรับปรุงข้อผิดพลาดได้ทันที การที่กลุ่ม B ใช้เวลาในการสร้างหุ่นจำลองน้อยกว่ากลุ่ม A ในทุกองค์ประกอบโครงสร้างนั้น เป็นข้อสรุปที่สำคัญที่แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยี BIM ไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง แต่ยังช่วยประหยัดเวลาในการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Azhar (2011) ที่พบว่าแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้อย่างมีนัยสำคัญ

5.2 ผลสัมฤทธิ์ของความถูกต้องในการสร้างหุ่นจำลอง ผลการวิจัยที่ได้สามารถแสดงให้เห็นถึงข้อแตกต่างและข้อได้เปรียบของการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง โดยคะแนนความถูกต้องเฉลี่ยของกลุ่ม B ที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) มีคะแนนความถูกต้องเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม A ที่ใช้แบบก่อสร้างสองมิติ ในองค์ประกอบฐานรากและหลังคา แม้ว่าผลการทดสอบ t-test จะแสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$) ระหว่างกลุ่ม A และกลุ่ม B ในองค์ประกอบใด ๆ แต่ก็สามารถเห็นได้ว่าการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ช่วยให้มีความถูกต้องมากขึ้นในการสร้างหุ่นจำลอง ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Azhar (2011) ที่พบว่า แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ช่วยลดข้อผิดพลาดและเพิ่มความแม่นยำในการออกแบบและก่อสร้าง ผลการวิจัยพบว่ากลุ่ม A มีค่า SD มากกว่ากลุ่ม B ในทุกองค์ประกอบ ซึ่งแสดงว่าคะแนนของกลุ่ม A มีความแปรปรวนมากกว่ากลุ่ม B การที่กลุ่ม B มีค่า SD ต่ำกว่าแสดงถึงความสม่ำเสมอและความแม่นยำในการสร้างหุ่นจำลองมากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sacks et al. (2010) ที่ระบุว่าแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ช่วยในการควบคุมและลดความแปรปรวนในกระบวนการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ผลสัมฤทธิ์ของคะแนนความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารเฉลี่ยก่อนและหลังการสร้างหุ่นจำลองของนักศึกษาในกลุ่ม A ใช้แบบก่อสร้างสองมิติ (2D) และกลุ่ม B ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ผลการวิจัยที่ได้มีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนการสอนในสาขาวิศวกรรมโยธา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ากลุ่ม B มีคะแนนความเข้าใจดีกลุ่ม A ทั้งก่อนและหลังการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง โดยกลุ่ม B มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่ม A หลังการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง การเพิ่มขึ้นของคะแนนความเข้าใจในกลุ่ม B สอดคล้องกับงานวิจัยของ Barison & Santos (2010) ที่พบว่าการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นและเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างได้ชัดเจนและถูกต้องมากขึ้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของคะแนนความเข้าใจหลังการสร้างหุ่นจำลอง พบว่าคะแนนความเข้าใจหลังการสร้างหุ่นจำลองของทั้งกลุ่ม A และกลุ่ม B เพิ่มขึ้นในทุกองค์ประกอบ ซึ่งแสดงว่านักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคารดีขึ้นหลัง จากการสร้างหุ่นจำลอง สนับสนุนว่าการใช้หุ่นจำลองเป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ibrahim & Rahimian



(2010) ที่พบว่าการใช้หุ่นจำลองช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและการเรียนรู้ในด้านการออกแบบและการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ข้อเสนอแนะงานวิจัย

จากผลการวิจัยและการอภิปรายที่ได้ทำในข้างต้น การวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อยอดในอนาคต ดังนี้

6.1 วิเคราะห์เพิ่มเติมในส่วนของความรู้พื้นฐาน การวิจัยควรสำรวจและวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของนักศึกษา ก่อนเข้าร่วมการทดลอง เพื่อดูว่าความรู้พื้นฐานมีผลต่อประสิทธิภาพการใช้ BIM หรือไม่

6.2 การศึกษาผลระยะยาว การวิจัยควรติดตามผลระยะยาวของนักศึกษาหลังจากการใช้งาน BIM ในการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้าง เพื่อดูว่าความรู้และประสิทธิภาพที่ได้จากการใช้งาน BIM ยังคงอยู่หรือมีการพัฒนาไปในทิศทางใดในระยะยาว

6.3 ควรศึกษาวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพของ BIM กับเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่ใช้ในการศึกษาและการสร้างหุ่นจำลอง เช่น โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง เทคโนโลยี Virtual Reality (VR) หรือ Augmented Reality (AR) เพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดสำหรับการเรียนการสอนในสาขาวิศวกรรมโยธาและสถาปัตยกรรม

6.4 การวิจัยเชิงลึกด้านการประยุกต์ใช้ ควรมีการวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ BIM ในการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างในบริบทการทำงานจริงในอุตสาหกรรมก่อสร้าง เพื่อให้เห็นถึงประโยชน์และข้อจำกัดในการใช้งาน BIM ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

6.5 การพัฒนาหลักสูตรการสอน ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรการสอนที่บูรณาการการใช้ BIM ในการเรียนการสอนให้มีความชัดเจนและเหมาะสมกับระดับการศึกษาต่าง ๆ รวมถึงการฝึกอบรมอาจารย์ผู้สอนให้มีความรู้และทักษะในการใช้ BIM อย่างมีประสิทธิภาพ

7. เอกสารอ้างอิง

- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252.
- Barison, MB., & Santos, ET. (2010). BIM teaching strategies: an overview of the current approaches. In Proc., ICCCB 2010 international conference on computing in civil and building engineering.
- Eastman, CM. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons.
- Ibrahim, R., & Rahimian, FP. (2010). Comparison of CAD and manual sketching tools for teaching architectural design. *Automation in Construction*, 19(8), 978-987.
- Jitsa-ngiam, J., Wongthong, S., & Saenkham, W. (2023). Application of BIM technology in teaching civil engineering drawing. *Journal of Engineering*, 15(2), 45-60. (in Thai)
- Johnson, M. (2023). Enhancing student learning outcomes through BIM technology. *International Journal of Engineering Education*, 29(2), 123-134.
- Jones, R. (2023). The impact of structural models on student learning in civil engineering. *Education in Engineering and Technology*, 15(1), 98-110.
- Ministry of Education. (2019). Curriculum for Vocational Certificate, B.E. 2562. Bangkok: Office of the Basic Education Commission. (in Thai)



- Sacks, R., Eastman, CM., Lee, G., & Teicholz, P. (2010). BIM for building design and construction [Online]. Retrieved July 11, 2024, from: <https://www.academia.edu>.
- Smith, K. (2022). Building Information Modeling (BIM) as a teaching tool in construction education. *Journal of Building Technology*, 16(3), 345-359.
- The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage. (2014). Standards for the design and construction of reinforced concrete buildings. Bangkok: The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage. (in Thai)
- Thompson, E. (2020). Applying behaviorism and constructivism in vocational education. *Journal of Vocational Education Research*, 22(1), 34-50.