

การทำสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา Developing Instructional Materials for Building Information Modeling (BIM) for Cost Estimation

สุภาชาติ จงไกรจักร¹ ฤทธิยุทธ ก้อนทอง^{2*} อภิชาติ บัวกล้า² สุกิจ เรือนเบ้ง³ อรรถชัย ป้องคำ³ สุเมธ แสงคล้าย³ พรปวีณ์ ชัยแก้ว²
ธีรภัทร์ มุลละออง² และ ธีระพนธ์ ศุภวิริยะกิจ²

¹ สาขาวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

² สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จ.พะเยา

³ สำนักงานก่อสร้างชลประทานขนาดกลางที่ 1 กองพัฒนาแหล่งน้ำขนาดกลาง กรมชลประทาน จ.เชียงใหม่

*Corresponding author; E-mail address: rittayut.go@up.ac.th

บทคัดย่อ

การก่อสร้างในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการพัฒนาและเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วแบบก้าวกระโดด ซึ่งได้นำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามามีบทบาท เกี่ยวกับการก่อสร้าง ตลอดจนถึงการตรวจสอบโครงสร้าง การออกแบบอาคาร และการประมาณราคาค่าใช้จ่าย โดยได้นำเทคโนโลยีแบบจำลอง สารสนเทศของอาคาร (Building Information Modeling, BIM) มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยลดความขัดแย้งและข้อผิดพลาดในการก่อสร้างตั้งนั้นผู้วิจัยได้ มองเห็นปัญหาในการก่อสร้างจึงได้จัดทำสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลอง สารสนเทศของอาคาร เพื่อเป็นคู่มือแนวทางการใช้งานต่อวิศวกรและผู้ออกแบบ โดยใช้ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป Autodesk Revit (Education License) เป็นสื่อการสอนให้กับ นิสิต นักศึกษา วิศวกรประมาณราคาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 58 ท่าน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าในภาพรวมวิศวกรประมาณราคา และผู้ที่เกี่ยวข้อง มีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการประมาณราคา ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.73 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

คำสำคัญ: สื่อการสอน, แบบจำลองสารสนเทศอาคาร, การประมาณราคา

Abstract

The construction industry in Thailand has recently experienced rapid and significant growth, marked by the adoption of advanced technologies in various domains, including structural inspection, building design, and cost estimation. Among these innovations, Building Information Modeling (BIM) has played a crucial role in reducing conflicts and minimizing construction errors. In response to these developments and challenges, this study aimed to develop instructional media on BIM technology to serve as a practical

guide for engineers and designers. The instructional content was created using Autodesk Revit (Education License) and delivered to a group of 58 participants comprising university students, cost estimators, and related professionals. A satisfaction survey was conducted using statistical methods, including mean, percentage, and standard deviation. The findings indicate that the overall satisfaction with the BIM-based instructional media for cost estimation was at the highest level, with a mean score of 4.54 and a standard deviation of 0.73.

Keywords: : instructional media, Building Information Modeling, Cost Estimate

1. คำนำ

การประมาณหรือการวิเคราะห์หาปริมาณวัสดุ เป็นการประมาณค่าแรงและค่าดำเนินงานที่ราคาใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายจริงมากที่สุดโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อมของแต่ละโครงการ ซึ่งในการแยกรายการวัสดุ ค่าแรง ค่าใช้จ่าย เครื่องมือ เครื่องจักร และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับงาน มีผลกับตัวแปร ตามในด้านระยะเวลาของการทำงาน เมื่อทำการแยกงานออกเป็นหมวดหมู่เสร็จแล้วก็จะสามารถกำหนดราคาต่อหน่วยของต้นทุนก่อสร้างได้ ดังนั้นการประมาณราคาจึงไม่ใช่ราคาที่แท้จริง แต่อาจใกล้เคียงกับราคาจริง ซึ่งไม่ควรจะคลาดเคลื่อนไปจากราคาที่แท้จริงเกินกว่าร้อยละ 5 (Martin Brook, 2004) วิธีการประมาณราคางานก่อสร้างมีอยู่ 2 แบบคือแบบหยาบ และแบบละเอียด โดยการประมาณราคาแบบหยาบจะเป็นการประมาณราคา เบื้องต้น ใช้เวลาน้อยแต่อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการคำนวณ และการประมาณราคาแบบละเอียดซึ่งจะใช้เวลามากพอสมควรในการประเมินราคาบ้านแต่ละหลัง แต่ความถูกต้องและแม่นยำจะมากกว่าการ ประมาณราคาแบบหยาบ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศถูกพัฒนาเพิ่มมากขึ้นเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อสาขางานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นในภาครัฐและภาคเอกชนต่าง

นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการงาน ในหลาย ๆ ด้าน เทคโนโลยีสารสนเทศแบบจำลองอาคาร Building Information Modeling หรือ BIM เป็นกระบวนการทางเทคโนโลยีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในต่างประเทศใช้ในการกระบวนการออกแบบการก่อสร้างอาคาร การบริหาร ทรัพยากรอาคาร ตลอดจนการใช้งานของอาคาร การประยุกต์ใช้ BIM สามารถควบคุมระบบการทำงานในกระบวนการต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้อง กันมากขึ้น เช่น ทำให้ผู้ร่วมสามารถสื่อสารได้เข้าใจกันง่ายขึ้น ลดความ ผิดพลาดที่เกิดจากการแก้ไขแบบ ลดเวลา และข้อผิดพลาดในการถอด ปริมาณ ลดค่าใช้จ่าย และทำงานได้เร็วขึ้น (สมาคมสถาปนิกสยามในพระ บรมราชูปถัมภ์, 2558)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดทำสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลอง สารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถทำงานได้ทั้งในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ และสามารถถอดแบบวัสดุก่อสร้าง เป็นตัวช่วยในการ ประมาณราคางาน ก่อสร้าง เพื่อลดระยะเวลา ลดความผิดพลาดในการทำงาน และสามารถ เป็นประโยชน์ต่อวิศวกรประมาณราคา และผู้ที่เกี่ยวข้องให้นำไปใช้

1.1 วัตถุประสงค์

- เพื่อสร้างคู่มือการใช้งานซอฟต์แวร์สำเร็จรูป Autodesk Revit สำหรับ วิศวกรประมาณราคาและผู้ที่เกี่ยวข้อง
- เพื่อศึกษาความพึงพอใจของวิศวกรประมาณราคาและผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการใช้สื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับการประมาณราคา

1.2 ขอบเขตงานวิจัย

- ขอบเขตด้าน ซอฟต์แวร์
 - ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit 2024 (Education License)
- ขอบเขตด้านประชากร
 - นิสิต นักศึกษา วิศวกรที่เกี่ยวข้อง จำนวน 58 ท่าน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้คู่มือการใช้งานซอฟต์แวร์สำเร็จรูป Autodesk Revit สำหรับ วิศวกรประมาณราคาและผู้ที่เกี่ยวข้อง
- ทราบความพึงพอใจของวิศวกรประมาณราคาในการใช้สื่อการสอน สำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณ ราคา

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมาณราคาก่อสร้าง

ปาริชาติ ศรีมงคล[1] ได้ให้ความหมายของการ ประมาณราคาว่า หมายถึง การประมาณหรือการวิเคราะห์หาปริมาณวัสดุ ค่าแรง และค่า ดำเนินการให้ใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายจริงมากที่สุดโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อม ของแต่ละโครงการ ซึ่งในการแยกรายการวัสดุ ค่าแรง ค่าใช้จ่ายเครื่องมือ เครื่องจักร และค่าใช้จ่ายอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับงาน โดยมีผลกับตัวแปรตามใน ด้านระยะเวลาของการทำงาน เมื่อทำการแยกงานออกเป็นหมวดหมู่เสร็จ

แล้ว ก็จะสามารถกำหนดราคาต่อหน่วยของต้นทุน ก่อสร้างได้ ดังนั้น การ ประมาณราคาจึงไม่ใช่ราคาที่แท้จริง แต่อาจใกล้เคียง กับราคาจริง ซึ่งไม่ควร จะคลาดเคลื่อนไปจากราคาที่แท้จริงเกินกว่าร้อยละ 5

สมชาย เข็มธรรมา [2] กล่าวว่า การประมาณราคา ค่าก่อสร้าง หมายถึง การตรวจสอบราคาที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง สำหรับใน ด้าน ผู้รับเหมาก่อสร้าง คือการทำราคาเพื่อเสนอราคาให้เจ้าของงาน เพื่อประมูล งาน แต่ในฝ่ายของเจ้าของงาน คือการได้ทราบค่าใช้จ่ายสำหรับ การก่อสร้าง เพื่อที่จะได้ทราบว่าราคาค่าก่อสร้างเกินงบประมาณที่ตั้งไว้ หรือไม่ และ พร้อมทั้งจะทำการก่อสร้างหรือไม่

สรุปได้ว่า การประมาณราคา หมายถึง การประมาณหรือการวิเคราะห์ เพื่อหาวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าดำเนินการต่างๆ ที่มีความใกล้เคียง กับ ค่าใช้จ่ายจริงมากที่สุด และการประมาณราคาค่าก่อสร้าง หมายถึงการ ประมาณหรือการวิเคราะห์ราคาในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยแบบสร้างเอง ด้วยการตรวจสอบราคาที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง ค่าแรงงานและค่าดำเนินการ ในขั้นตอนต่างๆ ของการก่อสร้างให้มีความใกล้เคียงกับรูปแบบบ้านที่สร้าง และสอดคล้องกับงบประมาณของเจ้าของบ้านพักที่กำหนดไว้มากที่สุด ขนาดตัวอักษรและการเว้นระยะ

2.2 Building Information Modelling

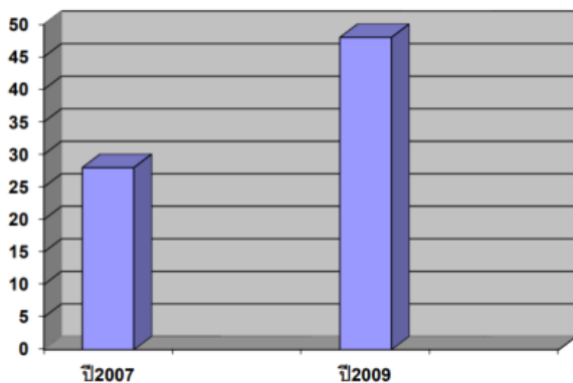
2.2.1 ความหมายของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

อิสต์แมน [3] และองค์กรวิจัยและวิเคราะห์ด้านการ ก่อสร้าง แมคกรอ ฮิลล์ [4] ได้นิยามความหมายของแบบจำลองข้อมูลอาคารว่าหมายถึง กระบวนการสร้างข้อมูลขึ้นส่วนสามมิติที่สามารถ คำนวณขนาดและ ปริมาณได้ โดยมีความละเอียดครบถ้วน และครอบคลุม เกี่ยวกับการ ออกแบบ คุณภาพของงานก่อสร้าง ความสามารถในการสร้างขั้นตอนการ ดำเนินงาน และการคำนวณต้นทุน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนในโครงการ สามารถนำข้อมูล ดังกล่าวไปใช้ได้ในทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ Mendati [5] และ van Nederveen et al. [6] 1) ได้นิยามเอาไว้ดีกว่า แบบจำลองข้อมูลอาคาร อาจหมายถึง ขั้นตอนการเตรียมแบบจำลองที่ ประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆ ของอาคารหรือสิ่งก่อสร้างคุณสมบัติ ของการใช้งาน รูปร่าง วัสดุ และกระบวนการของวงจรชีวิตของอาคาร ที่ สามารถแสดงผลออกมา เป็นชั้นส่วนในลักษณะ สามมิติที่เหมือนจริงและ สามารถนำไปใช้ได้ในทุกๆ ขั้นตอนของการดำเนินโครงการ โดยแบบจำลอง ดังกล่าวสามารถเพิ่มเติม ปรับปรุงและแก้ไขข้อมูล โดยที่มิมีส่วนผู้เกี่ยวข้อง ทุกคนได้ และในทุกขั้นตอน ของโครงการ นอกจากนี้หลักการทำงาน ดังกล่าวยังเป็นการรวบรวมข้อมูล ที่กระจายตัวอย่างไม่เป็นระบบ สามารถ นำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกลับมาใช้ใหม่โดย ไม่ต้องสร้างให้เกิดการทำงานที่ ซ้ำซ้อน และใช้รูปแบบชิ้นส่วนที่ออกแบบ ถูกต้องเป็นหลักในการออกแบบ แทน ระบบ CAD เพื่อลดความผิดพลาด สรุปได้ว่า แบบจำลองข้อมูลอาคาร ว่าหมายถึง เทคโนโลยีหรือแนวการจัดการ ข้อมูลอาคารผ่านแบบจำลอง อาคารสามมิติ โดยข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจะอยู่ในรูปของฐานข้อมูล ซึ่ง ประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร รวมถึงความสัมพันธ์ต่างๆ ที่สามารถเชื่อมโยง และแบ่งปันข้อมูล ร่วมกันได้ ทั้งลักษณะทางกายภาพ

การวิเคราะห์พลังงานและสภาพแวดล้อม ของอาคาร ขั้นตอนการก่อสร้าง และการสื่อสาร

2.2.2 การประยุกต์ใช้ Building Information Modeling ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในหลายประเทศ และในอนาคตยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากการสำรวจ และเปรียบเทียบระดับการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี ค.ศ. 2007 และ 2009 พบว่ามีการประยุกต์ใช้งาน เพิ่มขึ้น จาก 28 เปอร์เซ็นต์ เป็น 48 เปอร์เซ็นต์ หรือเพิ่มขึ้นถึง 75 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลาเพียง 2 ปี ดังที่แสดงในรูปที่ 1 จากการสำรวจองค์กร สถาปนิก 100 อันดับแรกของ ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า 45 จาก 48 องค์กรที่ ดำเนินการสำรวจ หรือประมาณ 94 เปอร์เซ็นต์ มีการใช้งานและเห็น ตรงกันว่า BIM มีประโยชน์กับงานทางด้านสถาปัตยกรรม (National Institute of Building Sciences (NIBS), [4]



รูปที่ 1 แนวโน้มการเติบโตในการประยุกต์ใช้ BIM ในช่วงปี 2007 และ 2009 [4]

2.3 ทฤษฎีความพึงพอใจ

หลุย จาปาเทศ [7] กล่าวว่า “ความพึงพอใจ หมายถึง ความต้องการ (Need) ได้บรรลุ เป้าหมายพฤติกรรมที่แสดงออกมาก็จะมีความสุขสังเกตได้จาก สายตา คำพูด และการแสดงออก” ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ [8] กล่าวว่า “ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มี ต่อการทำงานในทางบวก เป็นความสุขของบุคคล ที่เกิดจากการปฏิบัติงานและได้รับ ผลตอบแทน คือผลที่เป็นความพึงพอใจ ที่ทำให้บุคคลเกิดความรู้สึก กระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน มีขวัญกำลังใจสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อ ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงานรวมทั้งการส่งผลต่อความสำเร็จ และเป็นไปตามเป้าหมายขององค์กร

2.4 ทฤษฎีมาตรวัดลิเคิร์ต

Likert Scale คือ ชื่อเรียกของ Likert Rating Scales หรือ มาตรวัด ของ ลิเคิร์ต เป็นมาตรวัดที่ใช้สำหรับให้ผู้ แสดงระดับความคิดเห็นใน แบบสอบถามปลายปิด (Close Ended Question) ที่จะมีตัวเลือกให้ผู้ตอบ แบบสอบถามตอบตามระดับความเห็นด้วย มาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert Rating Scales) จะสามารถพบเห็นได้บ่อยจากแบบสอบถามแบบมีตัวเลือก

ที่เป็นแบบสอบถามที่สามารถพบเห็นเห็นได้ทั่วไป โดยเฉพาะในระดับ มหาวิทยาลัยที่นำมาใช้ในงานวิจัยของสาขาวิชาด้านสังคมศาสตร์ วิจัยวัดความ พึงพอใจหรือความเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามด้วย Likert Scale คือการ ให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกแสดงความคิดเห็น จากระดับความ ถึงพอใจ หรือระดับความเห็นด้วย 5 ระดับ ต่อแบบสอบถามในแต่ละข้องานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง ระดับความเห็นด้วยทั้ง 5 ระดับ ของ Likert Scale ระดับ ความเห็นด้วยทั้ง 5 ระดับ ของ Likert Scale คือ ระดับ ความพึงพอใจที่จะ มีตั้งแต่พอใจที่สุดหรือเห็นด้วยที่สุด (Favorable) ไปจนถึงไม่ พึงพอใจหรือไม่ เห็นด้วยที่สุด (Unfavorable) [9]

นอกจากนี้ เมื่อผู้ออกแบบสอบถามเก็บข้อมูลจากผู้ตอบ แบบสอบถาม และนำค่าที่ได้จาก Likert Scale มาหาค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง ($\bar{X}$) จะ สามารถแปลผลความพึงพอใจหรือความเห็นด้วยของผู้ตอบ แบบสอบถาม ตามแนวคิด Likert Rating Scales ได้ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50 ถึง 5.00 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับ มากที่สุด หรือ มีความเห็นด้วยในระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.50 ถึง 4.49 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับ มาก หรือ มีความเห็นด้วยในระดับมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.50 ถึง 3.49 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับ ปานกลาง หรือ มีความเห็นด้วยในระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.50 ถึง 2.49 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับ น้อย หรือ มีความเห็นด้วยในระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00 ถึง 1.49 หมายความว่า มีความพึงพอใจในระดับ น้อยที่สุด หรือ มีความเห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

ซึ่งในแต่ละระดับของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง ($\bar{X}$) ที่ทำได้ จะใช้ ในการ สรุปว่าโดยเฉลี่ยแล้วผู้ตอบแบบสอบถาม (ในแต่ละข้อ) มีความคิดเห็น อย่างไรต่อคำถามดังกล่าว ตั้งแต่เห็นด้วยที่สุด (Favorable) ไปจนถึงไม่ พึงพอใจ หรือไม่เห็นด้วยที่สุด (Unfavorable) ตามค่าเฉลี่ยที่แสดงทั้ง 5 ระดับ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิภาวี แปนจุลสี และอดุมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ(2563) [10] ทำการศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ อาคารกับโครงการก่อสร้างจริง ซึ่งบทความฉบับนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อ ศึกษาประสิทธิภาพของแบบจำลอง เทคโนโลยีสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling :BIM) ในการเข้ามาประยุกต์หรือแทนที่แผนก สำรวจปริมาณงาน(Quantity Surveyor) โดยเป็นกระบวนการสร้าง แบบจำลองอาคาร ในระบบ 3 มิติและสามารถถอดข้อมูลปริมาณงาน ก่อสร้างที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างได้โดยใช้ในการประมาณราคาค่าต้นทุน ผลการวิจัยจะทำการนำเสนอ ได้แก่ ผลการเทียบปริมาณงานโครงสร้าง ผล การเทียบระยะเวลาในการดำเนินการถอดปริมาณงาน และผลการเทียบ จำนวนบุคลากรในการถอดปริมาณงาน

ฤทธิ์หยุด ก้อนทองและคณะ (2565) [11].การศึกษาเปรียบเทียบและ ประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศมิติที่สามในโครงการก่อสร้างอาคารที่พัก แพร่ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพและฟื้นฟูผู้สูงอายุจังหวัดเชียงรายงานวิจัยนี้

ศึกษาเปรียบเทียบและประยุกต์การนำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร มาใช้ในโครงการก่อสร้างที่พักแพทย์ ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพและฟื้นฟูผู้สูงอายุ จังหวัดเชียงราย และเปรียบเทียบ ระหว่างการทำงานด้วยระบบเดิมคือการเขียนแบบสองมิติ (2D CAD) กับการทำงานด้วยระบบจำลองอาคารสารสนเทศ (BIM) ใน 3 ด้าน ของกระบวนการทำงาน BIM ได้แก่ เวลา ต้นทุน และการสื่อสาร พบว่า การทำแบบก่อสร้างด้วยระบบแบบจำลองอาคาร สารสนเทศมิติที่สามของโครงการก่อสร้างที่พักแพทย์ ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพและฟื้นฟูผู้สูงอายุ จังหวัดเชียงราย ช่วยให้เวลาในการทำแบบเสร็จเร็วขึ้นร้อยละ 46 ต้นทุนในการก่อสร้างลดลงเนื่องจากการตรวจพบข้อขัดแย้งในระบบต่างๆก่อนการก่อสร้างจริง และทำให้การสื่อสารเกี่ยวกับโครงการก่อสร้างทั้งหมดเป็นไปอย่างราบรื่น เนื่องจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง มีความเข้าใจแบบก่อสร้างตรงกัน

เมธาสิทธิ์ จันทรพิทักษ์ และ ธนิต ธงทอง (2554) [12]. ได้ศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเชิงพารามิเตอร์เพื่อการลดปริมาณวัสดุผนังอิฐก่อ โดยแนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารโดยใช้การออกแบบเชิง พารามิเตอร์ เพื่อลดปริมาณและสร้างข้อมูลรายละเอียดการก่อสร้างส่วนอิฐ ในผนังอิฐก่อ โดยการใช้โปรแกรม Dynamo ผ่านซอฟต์แวร์ Autodesk Revit ในการสร้างชุดคำสั่งเพื่อคำนวณตำแหน่ง ความยาว และปริมาณของ ชิ้นอิฐก่อ ผลการทดสอบระบบพบว่าใช้เวลาในการลดปริมาณน้อยและ สามารถให้แสดงผลในรูปแบบสามมิติได้ ซึ่งช่วยเสริมในการมองเห็นรายละเอียดตำแหน่งและความยาวของอิฐก่อได้ สามารถนำข้อมูลของอิฐแต่ละชิ้นไปคำนวณสร้างรายการตัดอิฐเพื่อนำไปวางแผนการก่อสร้างต่อไป

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเรื่องการทำสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา มีขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด 5 วิธีดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการทำสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคาโครงสร้าง

3.2 ศึกษาเครื่องมือสำหรับใช้ในการดำเนินโครงการ

ศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์สำเร็จรูป Autodesk Revit และโปรแกรม OBS สตูดิโอ และแพลตฟอร์ม Google form, Youtube และ E-book ที่จะใช้ สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 กำหนดหัวข้อในการทำสื่อการสอน

ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดหัวข้อการสอนการลดปริมาณด้วยซอฟต์แวร์ Autodesk Revit ในส่วนของงานโครงสร้างดังนี้

- การลดปริมาณฐานรากแผ่
- การลดปริมาณฐานรากเสาเข็ม
- การลดปริมาณเสาคอนกรีต
- การลดปริมาณคานคอนกรีต

- การลดปริมาณพื้นโครงสร้าง
- การลดปริมาณเหล็กโครงสร้าง
- การลดปริมาณบันไดคอนกรีต
- การลดปริมาณเหล็กเสริมโครงสร้าง



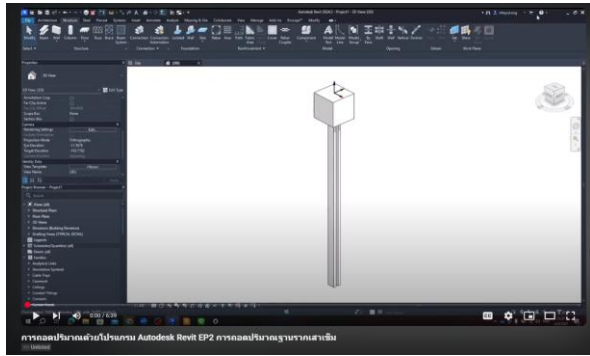
รูปที่ 2 กำหนดหัวข้อในการทำสื่อการสอนกับผู้เชี่ยวชาญ

3.4 ดำเนินการจัดทำวิดีโอสำหรับสื่อการสอนและ หนังสือการใช้งานแบบออนไลน์

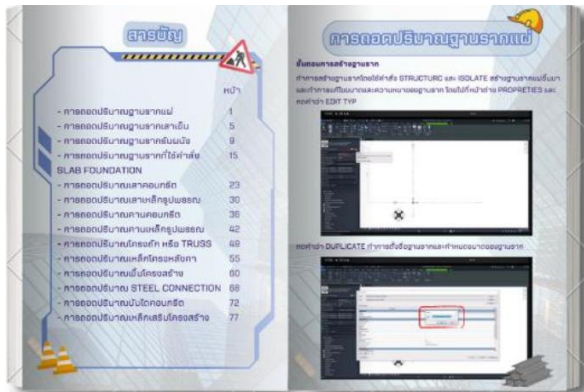
ผู้วิจัยทำการสร้างวิดีโอสำหรับการสนทั้งหมด 7 หัวข้อ โดยใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit เป็นซอฟต์แวร์หลักและใช้โปรแกรม OBS Studio ในการบันทึกวิดีโอทั้งหมด และนำเผยแพร่ในแพลตฟอร์ม Youtube <https://www.youtube.com/watch?v=ZwY0ofZk6D8> และ E-book เพื่อให้นิสิต นักศึกษา และผู้สนใจเข้ามาทดลองเรียนต่อไป



รูปที่ 3 สร้างสื่อและหนังสือ E - book จากหัวข้อการสอน



รูปที่ 4 สื่อการสอนที่เผยแพร่ในแพลตฟอร์ม Youtube



รูปที่ 5 คู่มือสำหรับการเรียนควบคู่กับสื่อการสอน

3.5 เก็บรวบรวมข้อมูลผลจากการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความพึงพอใจการใช้สื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยี แบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคาไปใช้ในการสอบถามนิสิต นักศึกษา วิศวกรประมาณราคาและผู้ที่เกี่ยวข้องจำนวน 58 ท่าน ในการทำแบบสอบถาม โดยนำวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยมีการหาค่าเฉลี่ย (Mean) การหาค่าร้อยละ (Percentage) และการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและจึงทำการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

- สมการการหาค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N} \quad (1)$$

โดยที่ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากรกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

- สมการหาค่าร้อยละ

$$P = \frac{f}{N} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ P คือ ค่าร้อยละคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง

f คือ ค่าความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง

N คือ จำนวนความถี่ทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

- สมการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (X - \mu)^2}}{N} \quad (3)$$

โดยที่ σ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X คือ คะแนนแต่ละตัวของกลุ่มตัวอย่าง

μ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

N คือ ผลรวมของกลุ่มตัวอย่าง

4. สรุปผลงานวิจัย

4.1 สื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเครื่องมือที่ใช้สำหรับการดำเนินโครงการได้ทำการรวบรวมเนื้อหาการสร้างสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคาโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit โดยทางผู้ดำเนินโครงการได้จัดทำโครงร่างสื่อประกอบการสอน และติดต่อผู้ตรวจสอบทั้ง 2 ท่านเพื่อขอคำแนะนำและประเมินโครงร่างสื่อประกอบการสอน และได้ทำการจัดทำสื่อประกอบการสอนโดยทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ตรวจสอบ

(<https://www.youtube.com/watch?v=ZwY0ofZk6D8>)

4.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ประชากรที่ใช้ในการทดสอบโครงการวิจัยเรื่องสร้างสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit คือ วิศวกรประมาณราคา และผู้ที่เกี่ยวข้องจำนวน 58 ท่าน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลุ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ร้อยละ
1.ช่วงอายุ		
20 – 30 ปี	49	84
31 – 40 ปี	8	14
41 – 50 ปี	1	2
2.เพศ		
ชาย	47	81
หญิง	11	19

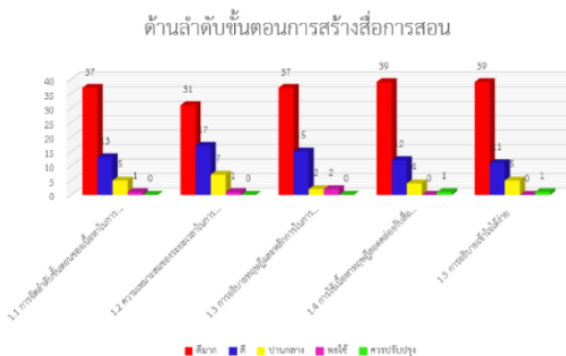
จากตารางที่ 1 พบว่าประชากรมีทั้งหมด จำนวน 58 คน แบ่งเป็นช่วงอายุ 20-30 ปี จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 84 ช่วงอายุ 31-40 ปี จำนวน 8 คน คิดเป็น ร้อยละ 14 และช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ

ละ 2 และแบ่งเป็น เพศชาย จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 81 และเพศหญิง จำนวน 11 คน คิดเป็น ร้อยละ 19

4.3 ความพึงพอใจที่ได้จากแบบสอบถาม

งานวิจัยเรื่องการสร้างสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ทางผู้จัดทำโครงการได้จัดทำแบบประเมินวัดผลความพึงพอใจ ของนิสิต นักศึกษา วิศวกรประมาณราคาและผู้ที่เกี่ยวข้อง ที่มีต่อสื่อประกอบการสอน โดยแบ่งออกเป็นห้าด้าน ประกอบด้วยด้านลำดับขั้นตอนการสร้างสื่อการสอน ด้านภาษา ด้านเนื้อหา ด้านการใช้งาน และด้านประสิทธิภาพวิเคราะห์โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ

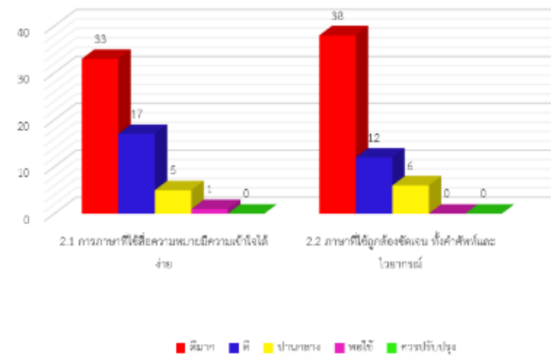
- ด้านลำดับขั้นตอนการสร้างสื่อการสอนมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.52 มีค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 อยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือการใช้เนื้อหาทฤษฎี สอดคล้องกับสื่อการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78 รองลงมาคือ การอธิบายทฤษฎี และหลักการในการใช้งานของโปรแกรม และการอธิบายเข้าใจได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 และ 0.81 ตามลำดับ โดยแต่ละรายการประเมินมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด



รูปที่ 6 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจของนักศึกษาด้านลำดับขั้นตอนการสอน

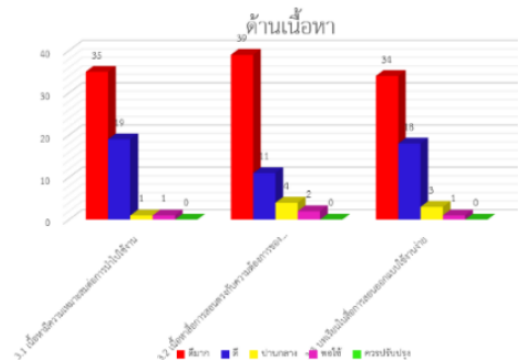
- ด้านภาษา มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.52 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 อยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีระดับ ความพึงพอใจมากที่สุด คือภาษาที่ใช้ถูกต้องชัดเจน ทั้งคำศัพท์และไวยากรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มี ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือภาษาที่ใช้สื่อความหมายมีความเข้าใจได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 มีค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 อยู่ในระดับดี

ด้านภาษา



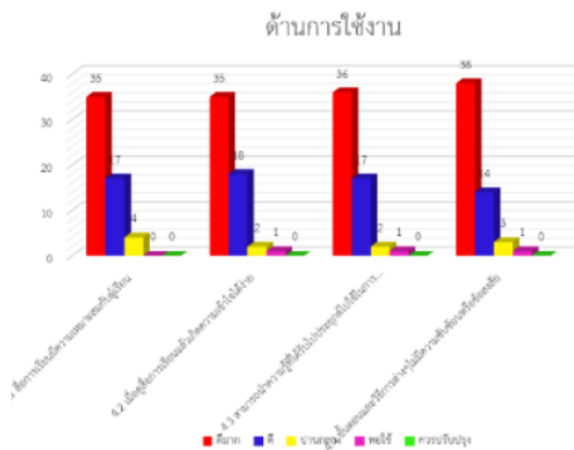
รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจของนักศึกษาด้านภาษาที่ใช้

- ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 อยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือเนื้อหาที่มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 รองลงมาคือเนื้อหาสื่อการสอนตรงกับความต้องการของผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78 โดยแต่ละรายการประเมินมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด



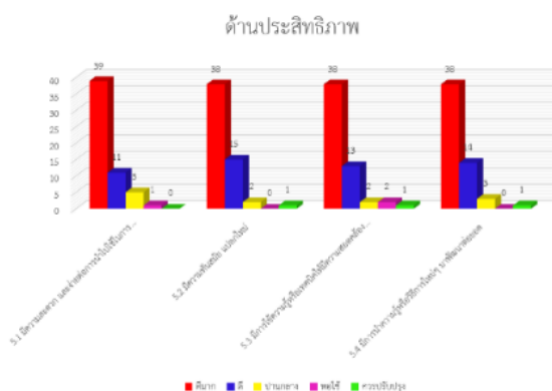
รูปที่ 8 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจของนักศึกษาด้านเนื้อหาที่ใช้

- ด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 อยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือขั้นตอนและวิธีการต่างๆไม่มีความซับซ้อนหรือข้อสงสัย มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.59 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 รองลงมาคือสามารถ นำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ไปใช้ในการทำงานได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 โดยแต่ละรายการประเมินมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด



รูปที่ 9 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจของนักศึกษาด้านการใช้งาน

- ด้านประสิทธิภาพ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78 อยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือมีความทันสมัย แปลกใหม่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือมีความสะดวก และง่ายต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน และมีการนำความรู้หรือวิธีการใหม่ๆ มาพัฒนาต่อยอด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 และ 0.76 ตามลำดับ โดยแต่ละรายการประเมินมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดในภาพรวม วิศวกรประมาณราคา และผู้ที่เกี่ยวข้อง มีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.73 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด



รูปที่ 10 แผนภูมิแสดงความพึงพอใจของนักศึกษาด้านประสิทธิภาพ

5. วิเคราะห์ผลงานวิจัย

จากการดำเนินการทดลองใช้สื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit โดยมีประชากรทั้งหมดจำนวน 58 คน แบ่งเป็น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

- ได้สื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ท่าน
- ได้คู่มือการประมาณราคาโดยใช้โปรแกรม Revit
- ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถามพบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ด้านลำดับขั้นตอนการสร้างสื่อการสอนมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.52 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77 อยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือการเนื้อหาทฤษฎีสอดคล้องกับสื่อการสอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78 รองลงมาคือการอธิบายทฤษฎี และหลักการในการใช้งานของโปรแกรม และการอธิบายเข้าใจได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 และ 0.81 ตามลำดับ โดยแต่ละรายการประเมินมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ด้านภาษา มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.52 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 อยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือภาษาที่ใช้ถูกต้องชัดเจน ทั้งคำศัพท์และไวยากรณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือการการภาษาที่ใช้สื่อความหมายมีความเข้าใจได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 อยู่ในระดับดี

ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.55 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 อยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือเนื้อหาเหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 รองลงมาคือเนื้อหาสื่อการสอนตรงกับความต้องการของผู้เรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78 โดยแต่ละรายการประเมินมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 อยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือขั้นตอนและวิธีการต่างๆไม่มีความซับซ้อนหรือข้อสงสัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 รองลงมาคือ

สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ไปใช้ในการทำงานได้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 โดยแต่ละรายการประเมินมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ด้านประสิทธิภาพ มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.78 อยู่ในระดับมากที่สุด รายการที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุดคือมีความทันสมัย แปลกใหม่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือมีความสะดวกและง่ายต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน และมีการนำความรู้หรือวิธีการใหม่ๆ มาพัฒนาต่อยอด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 และ 0.76 ตามลำดับ โดยแต่ละรายการประเมินมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ในภาพรวมวิศวกรประมาณราคา และผู้ที่เกี่ยวข้อง มีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนสำหรับเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการประมาณราคา โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ขอขอบคุณอาจารย์จากวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ในการเก็บข้อมูลตัวอย่างนักศึกษาของวิทยาลัย และขอบคุณสาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยพะเยาสำหรับความรู้และสถานที่การทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ปาริชาติ ศรีมงคล. (2554). ปัจจัยที่มีผลต่อการบานปลายของงบประมาณการก่อสร้างบ้านพักอาศัยประเภทสร้างเองในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- [2] สมชาย เจริญธีรสกุล. (2552). การประมาณราคาก่อสร้าง. ค้นหาเมื่อ 28 ตุลาคม 2567.

- [3] Eastman, C.E. (2008). BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owner Manager. Designers. Engineers and Contractors. New Jersey. John Wiley and Sons.
- [4] McGraw-Hill Construction Research and Analytics [MCRA]. (2009). The business value of BIM getting building information modelling to the bottom line. USA: McGraw-Hill Construction.
- [5] Mendati, P. (2008). "BIM extension into later stage of project life cycle." Ph.D. Thesis. Southern State University, Georgia.
- [6] Nederveen, V.S., Beheshti, R. and Gielingh, W. (2010). Modelling Concepts for BIM. Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Information : Concept and Technologies. IGI Global.
- [7] หลุย จ้าปาเทศ. (2533). จิตวิทยาเชิงใจ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันบริหารและจิตวิทยา. องค์การบริหารส่วนตำบลคลองเรือ. (2567). สืบค้น 9 ตุลาคม, 2564, จาก <http://www.klongrua.go.th/index.php>
- [8] ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. จิตวิทยาการบริหารงานบุคคล. กรุงเทพมหานคร : บริษัทพิมพ์ดี จำกัด, 2555
- [9] Likert, R. (1967). The human organization: Its management and value USA: McGraw-Hill.
- [10] วิภาวี แป้นจุลสีและ อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ. (2563). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอาคารกับโครงการก่อสร้างจริง กรณีศึกษา โครงการ บูสท์ ฟิตเนส ยิม (พิมพ์ครั้งที่ 1). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- [11] ฤทธิ์ฤทธิ์ ก้อนทองและคณะ. (2565). "การศึกษาเปรียบเทียบและประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศมิติที่สามในโครงการก่อสร้างอาคารที่พักแพทย์ศูนย์ส่งเสริมสุขภาพและฟื้นฟูผู้สูงอายุจังหวัดเชียงราย". วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา ปีที่ 33 ฉบับที่ 4.
- [12] เมธาสิทธิ์ จันทร์พิทักษ์ และ ธนิต ธงทอง (2554). "การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเชิงพารามิเตอร์เพื่อการถอดปริมาณวัสดุผนังอิฐก่อ". การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 27, 27, BIM10-1.