

รูปแบบการสอนประมาณราคางานออกแบบ ตกแต่งภายในด้วยแนวคิดเชิงคำนวณ รายวิชาประมาณราคาเบื้องต้น สำหรับนักศึกษา สาขาสถาปัตยกรรมภายใน

กชพร วงษาเนา

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Kotchaphorn_w@mutt.ac.th

Received 2021-02-22; Revised 2021-06-21; Accepted 2021-06-25

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งจากงานวิจัยเรื่อง แนวทางการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในโดยการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคารและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในด้วยแนวคิดเชิงคำนวณ และเพื่อสำรวจความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาในรายวิชาประมาณราคาเบื้องต้น สาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งเป็นการปูพื้นฐานก่อนการใช้งานการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคาร ผลจากการวิจัยสรุปรูปแบบการสอนการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในด้วยแนวคิดเชิงคำนวณ มีขั้นตอนในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายใน 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การแยกองค์ประกอบ ขั้นตอนที่ 2 การแบ่งขั้นตอน ขั้นตอนที่ 3 การพิจารณารูปแบบ ขั้นตอนที่ 4 การคิดเชิงนามธรรม และขั้นตอนที่ 5 การออกแบบอัลกอริทึม ซึ่งรูปแบบการสอนนี้ปรากฏผลว่า ระดับความสนใจและเข้าใจด้านการประมาณราคาจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดอยู่ในระดับปานกลาง ($X = 3.04$) โดยผลจากการวิจัยแสดงว่ารูปแบบการสอนนี้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยซึ่งมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลางเป็นผลที่น่าพึงพอใจ แต่ควรมีการพัฒนาแบบเพิ่มเติมให้อยู่ในระดับมาก ผู้วิจัยจึงเสนอแนะดำเนินการวิจัยในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในร่วมกับการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคารซึ่งเป็นแนวคิดในการใช้เทคโนโลยีทางด้านสถาปัตยกรรมมาร่วมด้วย นอกจากนี้ผู้วิจัยเสนอแนะให้ศึกษารูปแบบการสอนอื่น ๆ เพื่อเสริมให้ความรู้ความเข้าใจของนักศึกษามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การประมาณราคา งานออกแบบตกแต่งภายใน แนวคิดเชิงคำนวณ

Teaching Model of Cost Estimation for Interior Design with the Computational Thinking of Introduction to Cost Estimation Course for Students in Interior Architecture

Kotchaphorn Wongsanao

Faculty of Architecture, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Kotchaphorn_w@mutt.ac.th

Abstract

This research article is a component of the research study, "Guidelines for Estimating the Cost of Interior Design by Building Information Modeling and Developing as an Educational Product". The purpose of this research article is to explore students' knowledge and understanding in the Introduction to Cost Estimation Course, department of interior architecture, faculty of architecture, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. This is the foundation before the implementation of building information modeling. Research results it can be concluded that the teaching model of cost estimation for interior design with the computational thinking, there are 5 steps in interior design cost estimation, step 1 separation of components, step 2 division of steps, step 3 pattern recognition, step 4 abstraction, and step 5 algorithm. In which this teaching model appears that the level of interest and understanding of cost estimation from all samples was moderate ($X = 3.04$), with the results of research showing that the teaching model was effective in use. Research recommendations, which are moderately effective, are satisfactory. But there should be additional teaching models to be developed at a high level. Therefore, the researcher recommends conducting research in cost estimation, interior design works together with building information modeling, which is a concept of technology in architecture. In addition, the researcher recommends studying other teaching models to enhance students' knowledge and understanding more effectively.

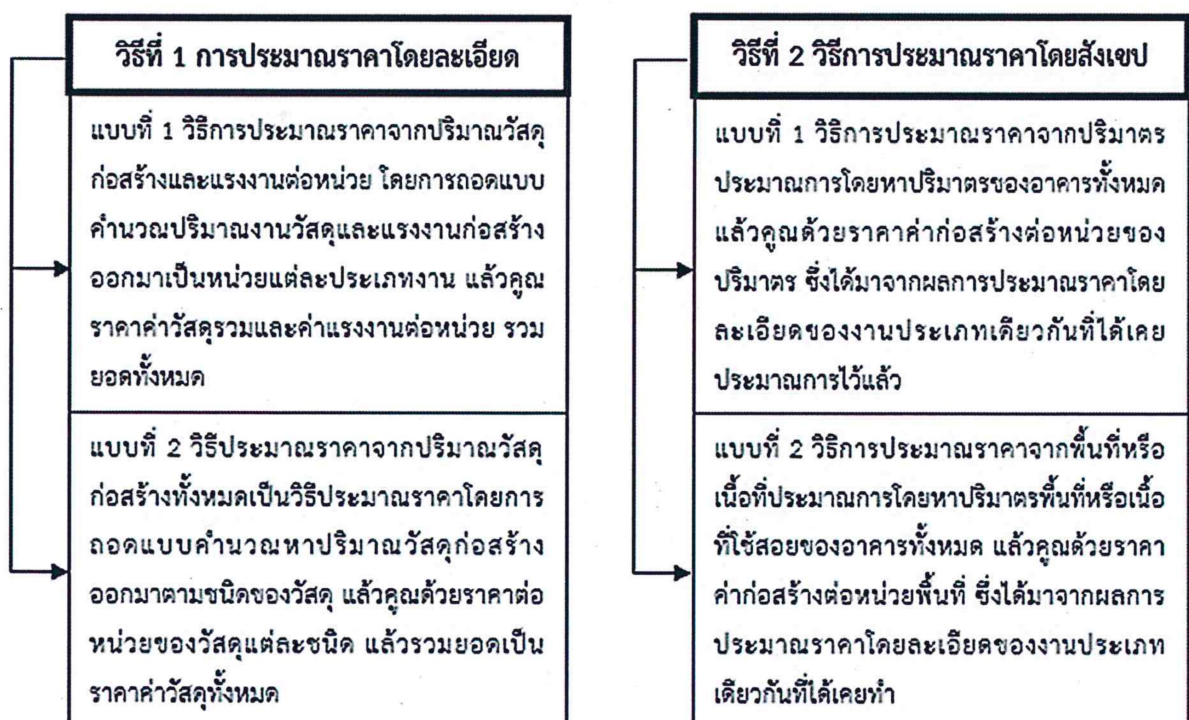
Keywords: Cost Estimation, Interior Design, Computational Thinking

บทนำ

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 วางแผนการศึกษาแห่งชาติไว้ 6 ยุทธศาสตร์ ซึ่งมียุทธศาสตร์ที่ 2 การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ เป็นยุทธศาสตร์ที่ผู้วิจัยให้ความสนใจ ทั้งนี้ยุทธศาสตร์ที่ 2 มีเป้าหมายทั้งหมด 3 ด้าน คือ เป้าหมายที่ 1 กำลังคนมีทักษะที่สำคัญจำเป็นและสมรรถนะตรงตามความต้องการของตลาดงานและพัฒนาเศรษฐกิจของสังคมประเทศ เป้าหมายที่ 2 สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่จัดการศึกษามีผลิตบัณฑิตที่มีความเชี่ยวชาญและเป็นเลิศเฉพาะด้าน เป้าหมายที่ 3 การวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมที่สร้างผลผลิตและมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) จากเป้าหมายทั้ง 3 ด้านดังกล่าว ผู้วิจัยสามารถมีส่วนร่วมพัฒนาและช่วยส่งเสริม

ได้ อีกทั้งยังสามารถทำได้โดยตรงด้วยการทำวิจัยนั่นเอง ซึ่งรูปแบบการวิจัยที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือการวิจัยและการพัฒนาทางการศึกษา (research and development)

เนื่องด้วยผู้วิจัยประกอบอาชีพอาจารย์ทางด้านการออกแบบตกแต่งภายใน เป็นความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน และจากการประกอบอาชีพพบว่าเมื่อปีการศึกษา 2561 ภาคเรียนที่ 2 ที่ผ่านมา ในรายวิชาการประมาณราคาเบื้องต้นเป็นรายวิชาที่สอน หลักและวิธีการประมาณราคาค่าก่อสร้างงานสถาปัตยกรรมภายใน เกิดปัญหาในการเรียนเรื่องการทำความเข้าใจในการประมาณราคา ซึ่งแต่เดิมในการสอนการประมาณราคาจะใช้วิธีการให้นักศึกษาดูรายละเอียดจากแบบสองมิติและทำความเข้าใจ จึงทำการแยกองค์ประกอบของการคิดราคามีราคาในส่วนใดบ้างเกี่ยวข้อง ซึ่งในการคำนวณในลักษณะแบบเดิมนี้อาจทำความเข้าใจในการประมาณราคาได้ยาก อาจ



ภาพที่ 1 แสดงวิธีการประมาณราคางานก่อสร้างโดยทั่วไป

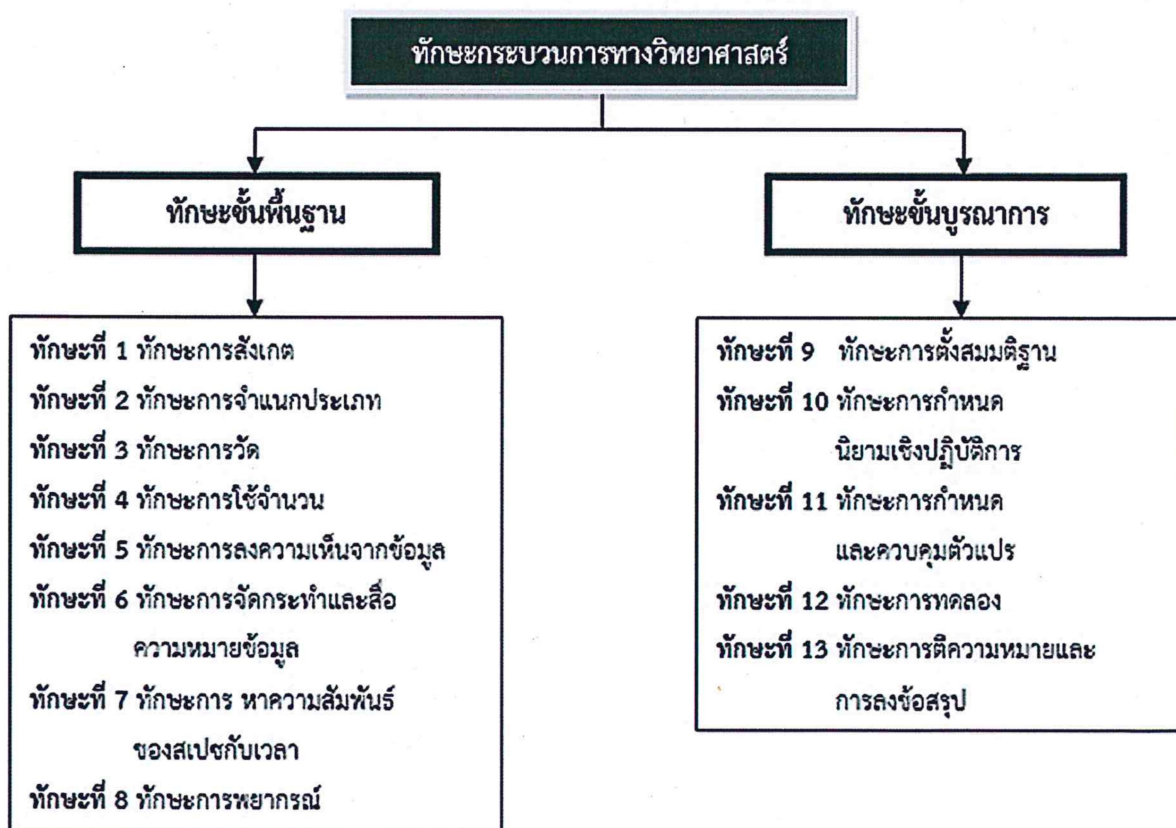
ที่มา: กลุ่มออกแบบและก่อสร้าง สำนักอำนวยการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2549.

จะด้วยการคำนวณที่ไม่คุ้นชิน หรือการศึกษาแบบที่ยังไม่ละเอียดก็เป็นได้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างความเข้าใจในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในและสำรวจความรู้ความเข้าใจนักศึกษา โดยวิธีการประมาณราคางานก่อสร้างโดยทั่วไปมี 2 วิธี ดังภาพที่ 1

เช่นเดียวกันวิธีการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายใน ก็มีวิธีการประมาณราคา 2 วิธี ซึ่งจะเห็นได้ว่าการอาจดูไม่ซับซ้อนแต่ก็ยากที่จะทำความเข้าใจ แม้ว่าผู้เรียนหรือนักศึกษานั้นจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการแล้ว โดยทั่วไปนักศึกษาจะได้รับการพัฒนาทักษะด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะจากการเรียนระดับมัธยมอยู่แล้ว โดยประกอบด้วย 2 ระดับ คือ ระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และระดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ

เหล่านี้จะเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับพัฒนาการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษา โดยหากมีการจัดระเบียบองค์ความรู้ที่ตักตักศึกษาจะสามารถพัฒนาความคิดอย่างมีระบบและมีความชำนาญในการคิด ทำให้สามารถค้นหาความรู้ที่เชิงวิพากษ์และแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างดี ดังภาพที่ 2

จากข้อมูลข้างต้นเป็นเพียงทักษะเบื้องต้นเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับพัฒนาการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษา แต่ขณะเดียวกันในการสอนการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่นักศึกษาจะต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ และจากการศึกษาแนวคิดที่ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในนั้นคือการนำ แนวคิดเชิงคำนวณ (computational thinking) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา



ภาพที่ 2 แสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ
ที่มา: ศูนย์จัดการความรู้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, [ม.ป.ป.].

เพื่อให้ได้แนวทางหาคำตอบอย่างเป็นขั้นตอนที่สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยบุคคลหรือคอมพิวเตอร์อย่างถูกต้อง แนวคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลายลักษณะ เช่น การจัดลำดับเชิงตรรกศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างสรรค์วิธีแก้ปัญหาไปที่ละขั้น รวมทั้งการย่อยปัญหาที่ช่วยให้รับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนหรือมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดได้วิธีคิดเชิงคำนวณ จะช่วยทำให้ปัญหาที่ซับซ้อนเข้าใจได้ง่ายขึ้น เป็นทักษะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อทุก ๆ สาขาวิชา และทุกเรื่องในชีวิตประจำวันซึ่งไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการคิดให้เหมือนคอมพิวเตอร์ แต่เป็นกระบวนการคิดแก้ปัญหาของมนุษย์ เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานและช่วย

แก้ปัญหาตามที่เรต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวคิดเชิงคำนวณมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ดังภาพที่ 3

โดยบทความวิจัยนี้จะเป็นการทดลองในเบื้องต้นและจะนำมาพัฒนาปรับปรุงต่อไป กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมภายใน จำนวน 80 คน และเป้าหมายท้ายสุดในการทำวิจัยครั้งนี้คือ สามารถพัฒนารูปแบบการสอนการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในที่ดีให้นักศึกษาและสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนกับนักศึกษาได้ในอนาคต

ส่วนที่ 1 การแบ่งปัญหาใหญ่เป็นปัญหาย่อย (Decomposition) ย่อยปัญหาหรือระบบซับซ้อนออกเป็นส่วนเล็ก ๆ เพื่อง่ายต่อการจัดการและแก้ปัญหา ทำได้ 2 รูปแบบ ดังนี้ ก) การแยกองค์ประกอบ เช่น การออกแบบบ้าน มีห้องอะไรบ้างและแยกออกแบบห้อง ข) การแบ่งขั้นตอน เช่น การสร้างบ้าน แบ่งออกเป็นหลายขั้นตอนทำงานตามลำดับ โดยในแต่ละขั้นตอนจะใช้วิธีการใดก็ได้ ส่วนประกอบของวัตถุนั้น สามารถพิจารณาให้ละเอียดย่อยลงไปได้อีกหลายระดับ แต่ไม่ควรแยกย่อยรายละเอียดให้มากเกินไปจนเกิดความจำเป็น

ส่วนที่ 2 การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition) การหารูปแบบเป็นทักษะหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ เริ่มพิจารณาปัญหา จากนั้นใช้ทักษะการแยกส่วน ประกอบทำให้ได้องค์ประกอบภายในอื่น ๆ แล้วจึงใช้ทักษะการหารูปแบบเพื่อสร้างความเข้าใจระหว่างองค์ประกอบ การพิจารณา รูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปข้อมูล พิจารณาว่าเคยพบปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยซึ่งอยู่ภายในปัญหาเดียวกัน

ส่วนที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การมุ่งความคิดไปที่ข้อมูลสำคัญ และคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อให้จดจำเฉพาะสิ่งที่เราต้องการจะทำ กระบวนการคัดกรองสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปจะมุ่งที่รูปแบบซึ่งช่วยให้แก้ปัญหาได้เรียกว่าแบบจำลอง (Model)

ส่วนที่ 4 การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอนหรือสร้างหลักเกณฑ์ขึ้นมาเพื่อดำเนินการทีละขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา การออกแบบอัลกอริทึมยังเป็นประโยชน์ต่อการคำนวณ การประมวลผลข้อมูล และการวางระบบอัตโนมัติต่าง ๆ ลักษณะที่ดีคือมีความชัดเจน ไม่กำกวม สามารถปฏิบัติตามได้ มีขั้นตอนการเริ่มต้น และขั้นตอนการสิ้นสุด มีหน้าที่ชัดเจนว่าจะแก้ปัญหาใด

ภาพที่ 3 แสดงองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนของแนวคิดเชิงคำนวณ ที่มา: ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล, 2563.

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสำรวจความเข้าใจของนักศึกษาในรายวิชาประมาณราคาเบื้องต้น สาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี หลังการศึกษาคำถามประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในด้วยแนวคิดเชิงคำนวณ และเพื่อปูพื้นฐานก่อนการใช้งานการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคาร

วิธีดำเนินการวิจัย

1) กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาสาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือ นักศึกษา จำนวน 40 คน ซึ่งกลุ่มนี้ยังไม่ได้ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการประมาณราคาเบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 คือ นักศึกษา จำนวน 40 คน ซึ่งกลุ่มนี้ได้ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการประมาณราคาเบื้องต้น โดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างทำการประมาณราคาในพื้นที่อาคารพักอาศัยขนาดเล็ก ขนาดไม่เกิน 150 ตารางเมตร

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามความคิดเห็น ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามปัจจัยด้านบุคคล ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ เกรดเฉลี่ยสะสม (การรับรู้จากการศึกษา) และชั้นปีการศึกษา

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามปัจจัยด้านการประมาณราคา ได้แก่ หลักการ วิธีการ ราคาวัสดุ และราคาแรงงาน ซึ่งมีแบบสอบถามเป็นลักษณะคำถามแบบปลายปิด และใช้

มาตราส่วนประมาณค่าตามวิธีลิเคิร์ท มีเกณฑ์คะแนน 5 ระดับคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด และส่วนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะโดยมีลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด โดยการทดสอบความเที่ยงตรง (validity) ทดสอบความน่าเชื่อถือ (reliability)

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจ รวบรวมข้อมูล และทำการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อทราบถึงข้อมูลเบื้องต้น และเก็บข้อมูลนักศึกษา แล้ววิเคราะห์เพื่อกำหนดแนวทางนำไปสู่การทำแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษา กลุ่มตัวอย่างศึกษาขั้นตอนในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในและกลุ่มตัวอย่างศึกษาคำถามประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายใน ด้วยแนวคิดเชิงคำนวณและทำแบบสอบถาม

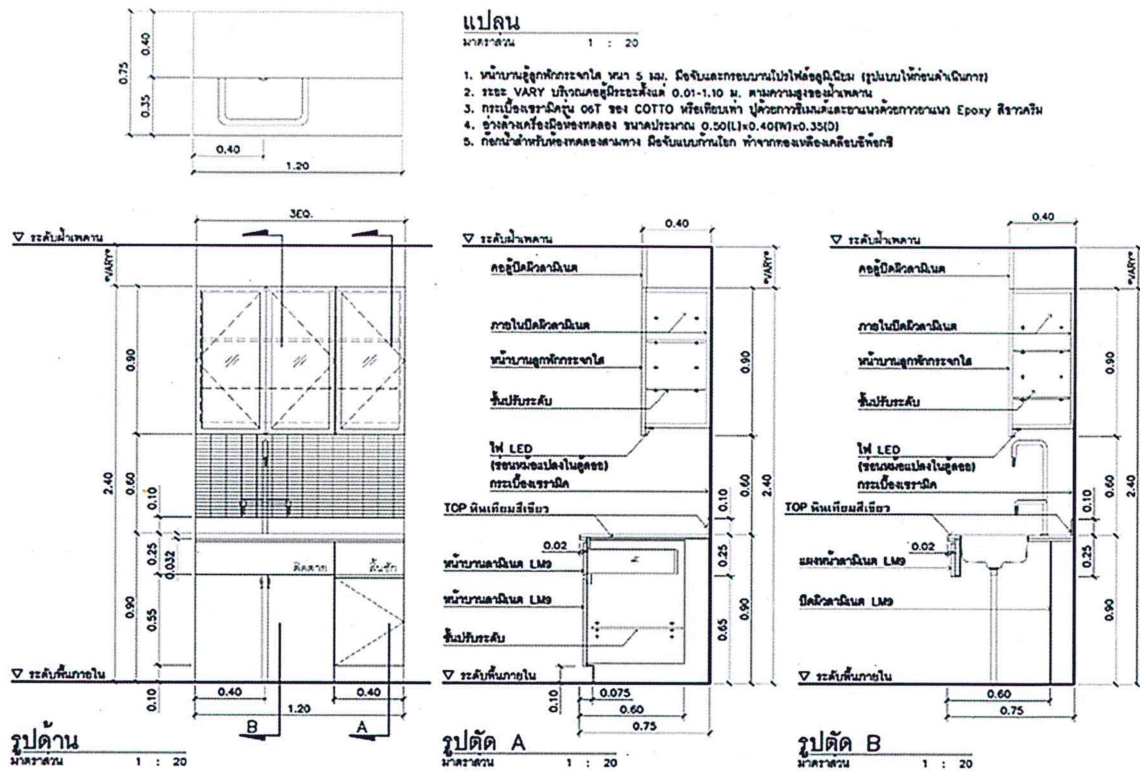
ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล เสนอแนะแนวทางที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 การแยกองค์ประกอบในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายใน คือการเขียนแบบ โดยแยกองค์ประกอบให้มืทั้ง แปลน รูปด้าน รูปตัด รายละเอียด และระบุวัสดุที่ใช้ในการออกแบบดังภาพที่ 4

ขั้นตอนที่ 2 การแบ่งขั้นตอนในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในคือการแบ่งขั้นตอนในการทำงานว่ามีงานส่วนใดที่เกี่ยวข้องบ้าง คือการทำงานตามลำดับ โดยในแต่ละขั้นตอน จะใช้วิธีการของช่าง สามารถพิจารณาให้ละเอียดย่อยลงไปได้อีกหลายระดับตามแต่งงานออกแบบตกแต่งภายในนั้น ๆ

ขั้นตอนที่ 3 การพิจารณารูปแบบในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในคือ การหารูปแบบเพื่อสร้างความเข้าใจระหว่างองค์ประกอบของงานออกแบบตกแต่ง



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนที่ 1 การแยกองค์ประกอบ ในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายใน
ที่มา: ผู้วิจัย

ภายใน การพิจารณาแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้
ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนที่ผู้วิจัยใช้วิธีการเขียนรายละเอียด
แจกแจงจากขั้นตอนที่ 1 การแยกองค์ประกอบ ในการ
ประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในและขั้นตอนที่
2 การแบ่งขั้นตอน ในการประมาณราคางานออกแบบ
ตกแต่งภายใน เป็นรูปแบบตารางในการประมาณราคาได้
ดังภาพที่ 5

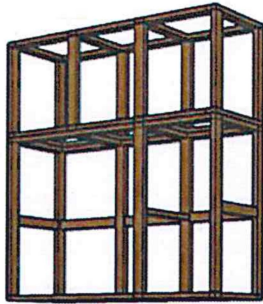
ขั้นตอนที่ 4 การคิดเชิงนามธรรม ในการประมาณราคา
งานออกแบบตกแต่งภายในคือ การมุ่งความคิดไปที่
ข้อมูลสำคัญ และคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อ
ให้ชัดเจนเฉพาะสิ่งที่ต้องการจะทำ และมุ่งที่รูปแบบ
ซึ่งช่วยให้แก้ปัญหาได้เรียกว่าแบบจำลอง (model)
ซึ่งในขั้นตอนที่ผู้วิจัยใช้วิธีการสร้างแบบจำลองโดยการ
แยกส่วน ซึ่งในการสร้างแบบจำลองโดยการแยกส่วนนี้
จะทำให้คำนวณปริมาณของวัสดุในงานได้ง่ายและ
นำไปใส่ในตารางใน ขั้นตอนที่ 3 การพิจารณารูปแบบได้
ดังภาพที่ 6

ในขั้นตอนที่ 4 จะช่วยการคำนวณปริมาณวัสดุง่ายขึ้นและ
นำไปใส่ในตารางในขั้นตอนที่ 3 โดยสามารถตรวจสอบ
ราคาวัสดุและค่าแรงได้จากบัญชีราคาค่าวัสดุและค่าแรง
งานสำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ซึ่งในการตรวจสอบ
ราคาวัสดุและค่าแรงนั้น หากมีส่วนอื่น ๆ ที่ไม่สามารถ
ตรวจสอบราคาได้จะสามารถตรวจสอบได้ที่ร้านค้าและ
ช่างในท้องถิ่นนั้น ๆ (กลุ่มออกแบบและก่อสร้าง สำนัก
อำนวยการสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน,
2563) ได้ดังภาพที่ 7

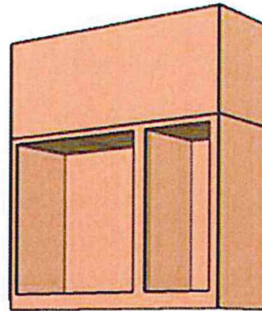
ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบอัลกอริทึม การพัฒนาแนวทาง
แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน หรือสร้างหลักเกณฑ์ขึ้นมา
เพื่อดำเนินตามทีละขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา ซึ่งในการ
ประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในนี้มีการออกแบบ
อัลกอริทึมเพื่อเป็นแนวทางในการคำนวณราคาและเพื่อ
ใช้เป็นการตรวจสอบว่าในการคำนวณมีขั้นตอนใดที่
คำนวณผิดพลาดหรือตกหล่นสิ่งใดไปบ้างในการคำนวณ
ได้ดังภาพที่ 8

รายการ	ราคา	หน่วย ราคา	หน่วยวัสดุ	จำนวน	หน่วยวัสดุ	รวมราคา	หน่วย ราคา
โครงไม้เนื้อแข็ง		บาท/	ท่อน		ท่อน		บาท
ไม้อัด 6 มม.		บาท/	แผ่น		แผ่น		บาท
ไม้อัด 10 มม.		บาท/	แผ่น		แผ่น		บาท
ลามิเนต		บาท/	แผ่น		แผ่น		บาท
กาวยาง		บาท/	ม.		ม.		บาท
ตะปู และอื่น ๆ		บาท/	ม.		ม.		บาท
บานพับถ้าย		บาท/	ชุด		ชุด		บาท
ปุ่มรับชั้นปรับระดับ		บาท/	ตัว		ตัว		บาท
รางลิ้นชัก		บาท/	ชุด		ชุด		บาท
กระจกใส 5 มม.		บาท/	ตร.ม.		ตร.ม.		บาท
กระเบื้อง		บาท/	ตร.ม.		ตร.ม.		บาท
ชุดก๊อกน้ำ		บาท/	ชุด		ชุด		บาท
ชุดอ่าง		บาท/	ชุด		ชุด		บาท
ไฟ LED Strip		บาท/	ม.		ม.		บาท
หม้อแปลงไฟ		บาท/	ชุด		ชุด		บาท
หินเทียม		บาท/	ตร.ม.		ตร.ม.		บาท
ค่าเจาะหลุม		บาท/	หลุม		หลุม		บาท
ค่าน้ำยากันซึม		บาท/	ตร.ม.		ตร.ม.		บาท
ค่าเจียรหิน		บาท/	ม.		ม.		บาท
ค่าแรงช่างหิน		บาท/	ตร.ม.		ตร.ม.		บาท
ค่าแรงช่างไม้		บาท/	ตร.ม.		ตร.ม.		บาท
ค่าแรงช่างสี		บาท/	ตร.ม.		ตร.ม.		บาท
ค่าแรงติดตั้งก๊อก,อ่าง		บาท/	ชุด		ชุด		บาท
ค่าแรงช่างกระจก		บาท/	ตร.ม.		ตร.ม.		บาท
ค่าแรงช่างกระเบื้อง		บาท/	ตร.ม.		ตร.ม.		บาท
ค่าแรงช่างไฟ		บาท/	ม.		ม.		บาท
ราคารวมต้นทุน							บาท

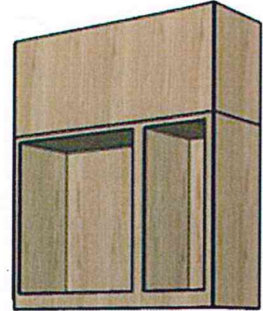
ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนที่ 3 การแยกองค์ประกอบและการแบ่งขั้นตอนเป็นรูปแบบตาราง
ที่มา: ผู้วิจัย



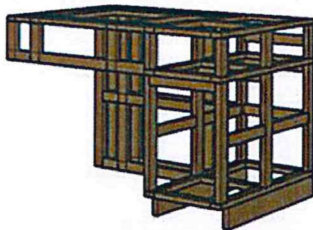
1. แสดงโครงไม้เนื้อแข็ง



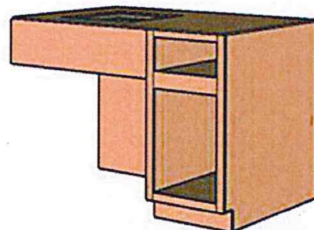
2. แสดงโครงไม้เนื้อแข็งกรุไม้อัดยาง



3. แสดงโครงไม้เนื้อแข็งกรุไม้อัดยาง ปิดผิวด้วยลามิเนต



4. แสดงโครงไม้เนื้อแข็งกรุไม้อัดยาง ปิดผิวด้วยลามิเนตกรุกระเบื้อง และติดตั้งท็อปหิน



5. แสดงโครงไม้เนื้อแข็งกรุไม้อัดยาง ปิดผิวด้วยลามิเนตกรุกระเบื้อง ติดตั้งท็อปหินก๊อกน้ำ-อ่าง และอุปกรณ์

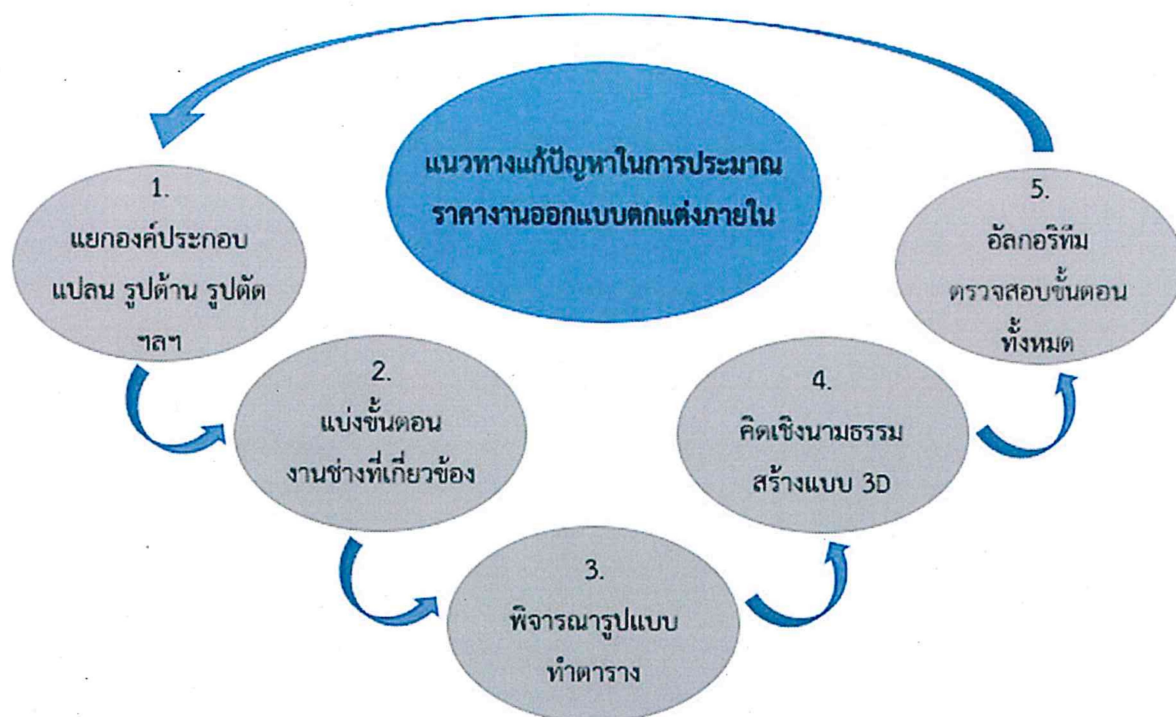


6. แสดงโครงไม้เนื้อแข็งกรุไม้อัดยาง ปิดผิวด้วยลามิเนตกรุกระเบื้อง ติดตั้งท็อปหินก๊อกน้ำ-อ่าง อุปกรณ์ และหน้าบานกระจก

ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนที่ 4 การคิดเชิงนามธรรม แบบจำลอง (model) ที่มา: ผู้วิจัย

รายการ	ราคา	หน่วย	หน่วย วัสดุ	จำนวน	หน่วย วัสดุ	รวมราคา	หน่วย
โครงไม้เนื้อแข็ง	45	บาท/	ท่อน	25	ท่อน	1,125	บาท
ไม้อัด 6 มม.	700	บาท/	แผ่น	3	แผ่น	2,100	บาท
ไม้อัด 10 มม.	1,000	บาท/	แผ่น	1/2	แผ่น	500	บาท
ลามิเนต	1,200	บาท/	แผ่น	3	แผ่น	3,600	บาท
กาวยาง	75	บาท/	ม.	1.20	ม.	90	บาท
ตะปู และอื่น ๆ	50	บาท/	ม.	1.20	ม.	60	บาท
บานพับถ้วย	40	บาท/	ชุด	11	ชุด	440	บาท
ปุ่มรับชั้นปรับระดับ	8	บาท/	ตัว	44	ตัว	352	บาท
รางลิ้นชัก	300	บาท/	ชุด	1	ชุด	300	บาท
กระจกใส 5 มม.	165	บาท/	ตร.ม.	0.60	ตร.ม.	99	บาท
กระเบื้อง	350	บาท/	ตร.ม.	1	ตร.ม.	350	บาท
ชุดก๊อกน้ำ	1,500	บาท/	ชุด	1	ชุด	1,500	บาท
ชุดอ่าง	3,000	บาท/	ชุด	1	ชุด	3,000	บาท
ไฟ LED Strip	250	บาท/	ม.	1.20	ม.	300	บาท
หม้อแปลงไฟ	1,000	บาท/	ชุด	1	ชุด	1,000	บาท
หินเทียม	1,485	บาท/	ตร.ม.	1	ตร.ม.	1,485	บาท
ค่าเจาะหลุม	500	บาท/	หลุม	1	หลุม	500	บาท
ค่าน้ำยากันซึม	100	บาท/	ตร.ม.	1	ตร.ม.	100	บาท
ค่าเจียรหิน	100	บาท/	ม.	1	ม.	100	บาท
ค่าแรงช่างหิน	500	บาท/	ตร.ม.	1	ตร.ม.	500	บาท
ค่าแรงช่างไม้	3,500	บาท/	ตร.ม.	1.20	ตร.ม.	4,200	บาท
ค่าแรงช่างสี	350	บาท/	ตร.ม.	1.20	ตร.ม.	420	บาท
ค่าแรงติดตั้งก๊อก,อ่าง	500	บาท/	ชุด	1	ชุด	500	บาท
ค่าแรงช่างกระจก	110	บาท/	ตร.ม.	0.60	ตร.ม.	66	บาท
ค่าแรงช่างกระเบื้อง	201	บาท/	ตร.ม.	1	ตร.ม.	201	บาท
ค่าแรงช่างไฟ	100	บาท/	ม.	1.20	ม.	120	บาท
ราคารวมต้นทุน						23,008	บาท

ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนที่ 4 การคำนวณปริมาณวัสดุและค่าแรงการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในลงในตาราง
ขั้นตอนที่ 3
ที่มา: ผู้วิจัย



ภาพที่ 8 แสดงรูปแบบการออกแบบอัลกอริทึมในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายใน
ที่มา: ผู้วิจัย

นอกจากนี้ในการตรวจสอบว่าในการคำนวณมีขั้นตอนใดที่คำนวณผิดพลาดหรือตกหล่นสิ่งใดไปบ้างในการคำนวณสามารถทำเป็นรูปแบบตารางตรวจสอบสิ่งที่ตกหล่นได้ดังภาพที่ 9

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแนวทางการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในด้วยแนวคิดเชิงคำนวณ ได้มีการจัดทำแบบสอบถาม มีรายละเอียดดังนี้

- 1) จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่างแบ่งตามเพศ ประกอบด้วยเพศชาย ร้อยละ 50 และเพศหญิงร้อยละ 50
- 2) จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่างแบ่งตามอายุ ประกอบด้วยอายุ 17-18 ปี ร้อยละ 0 อายุ 19-20 ปี

ร้อยละ 69 อายุ 21-22 ปี ร้อยละ 30 และอายุ 23-24 ปี ร้อยละ 1

- 3) จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่างแบ่งตามเกรดเฉลี่ยสะสมประกอบด้วย เกรดเฉลี่ยสะสม 4.00 ร้อยละ 0 เกรดเฉลี่ยสะสม 3.50-3.99 ร้อยละ 12 เกรดเฉลี่ยสะสม 3.00-3.49 ร้อยละ 45 เกรดเฉลี่ยสะสม 2.50-2.99 ร้อยละ 28 เกรดเฉลี่ยสะสม 2.00-2.49 ร้อยละ 15 เกรดเฉลี่ยสะสม 1.50-1.99 ร้อยละ 0 และเกรดเฉลี่ยสะสม 1.00-1.49 ร้อยละ 0
- 4) จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่างแบ่งตามชั้นปีการศึกษาประกอบด้วย ปี 1 ร้อยละ 0 ปี 2 ร้อยละ 30 ปี 3 ร้อยละ 35 ปี 4 ร้อยละ 35 และ ปี 5 ร้อยละ 0
- 5) จำนวนร้อยละของกลุ่มตัวอย่างด้านการประมาณราคา ประกอบด้วย เคยศึกษาร้อยละ 50 และ ไม่เคยศึกษา ร้อยละ 50

ตารางตรวจสอบขั้นตอนทั้งหมด (อัลกอริทึม)			
ลำดับ	รายละเอียด	ครบถ้วน	ไม่ครบถ้วน
1.	มีการแยกองค์ประกอบ	✓	
	-แปลน	✓	
	-รูปด้าน	✓	
	-รูปตัด	✓	
	-สเปคของงาน	✓	
	-แบบขยาย	✓	
2.	มีการแบ่งขั้นตอนช่วงที่เกี่ยวข้อง	✓	
	-ช่างไม้	✓	
	-ช่างสี	✓	
	-ช่างหิน	✓	
	-ช่างกระฉก	✓	
	-ช่างกระเบื้อง	✓	
	-ช่างไฟ	✓	
	-อื่น ๆ	✓	
3.	มีการจัดทำรูปแบบตาราง	✓	
4.	มีการคิดเชิงนามธรรมจัดทำ ภาพ 3D	✓	

ภาพที่ 9 แสดงขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบขั้นตอนการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายใน
ที่มา: ผู้วิจัย

จากผลการวิจัยแนวทางการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในด้วยแนวคิดเชิงคำนวณข้างต้น สามารถนำมาสรุปในรูปแบบตารางได้ดังภาพที่ 10

อภิปรายผล

อภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย คือ เพื่อสำรวจความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาในรายวิชาประมาณราคาเบื้องต้น สาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ธัญบุรี หลังการศึกษาค้นคว้าการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในด้วยแนวคิดเชิงคำนวณ และเพื่อปูพื้นฐานก่อนการใช้งานการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคาร จากวัตถุประสงค์ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังภาพที่ 11

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำการสอนการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในแบบเดิมและการสอนการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในด้วยแนวคิดเชิงคำนวณมาเปรียบเทียบสามารถอภิปรายผลได้ดังภาพที่ 12 และสรุปการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในด้วยแนวคิดเชิงคำนวณดังภาพที่ 13

ประเด็น	ระดับความสนใจและเข้าใจ						S.D.	แปล ความ
	จำนวน					$\bar{X}$		
	น้อย ที่สุด	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด			
ความสนใจและเข้าใจในหลักการ การประมาณราคางานออกแบบ ตกแต่งภายใน	8	23	19	21	9	3.00	1.191	ปานกลาง
ความสนใจและเข้าใจวิธีการการ ประมาณราคางานออกแบบตกแต่ง ภายใน	7	20	24	21	8	3.04	1.130	ปานกลาง
ความสนใจและเข้าใจราคาค่าวัสดุใน การประมาณราคางานออกแบบ ตกแต่งภายใน	6	18	26	26	4	3.05	1.030	ปานกลาง
ความสนใจและเข้าใจราคาค่าแรงใน การประมาณราคางานออกแบบ ตกแต่งภายใน	6	16	29	26	3	3.05	.990	ปานกลาง
รวม						3.04	1.085	ปานกลาง

ภาพที่ 10 แสดงระดับความสนใจและเข้าใจด้านการประมาณราคา
ที่มา: ผู้วิจัย

ประเด็น	ความคิดเห็น		หมายเหตุ
	กลุ่มตัวอย่าง	ผู้วิจัย	
1. หลักการ	สนใจและ เข้าใจปานกลาง	รวบรวมข้อมูลด้านหลักการ นำเสนอใน รูปแบบที่ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น เช่น รูปภาพ	*นำเสนอแนวทางอื่น การนำเสนอรูปแบบ ที่น่าสนใจ โดยเสนอ ให้ศึกษาร่วมกับการ สร้างแบบจำลองข้อมูล อาคารเป็นแนวคิดใน การใช้เทคโนโลยีด้าน สถาปัตยกรรม
2. วิธีการ	สนใจและ เข้าใจปานกลาง	นำเสนอแนวทางอื่น ๆ*	
3. ราคาค่าวัสดุ	สนใจและ เข้าใจปานกลาง	แนะนำแนวทางการสืบค้น ราคาค่าวัสดุที่หลากหลาย	
4. ราคาค่าแรง	สนใจและ เข้าใจปานกลาง	เสนอแนะแนวทางการจัดทำราคากลาง สำหรับค่าแรงงานออกแบบตกแต่งภายใน	

ภาพที่ 11 แสดงผลสรุปความคิดเห็นระดับความสนใจและเข้าใจด้านการประมาณราคาของกลุ่มตัวอย่างและผู้วิจัย
ที่มา: ผู้วิจัย

รายละเอียด	การประมาณราคางาน ออกแบบตกแต่งภายใน แบบเดิม	การประมาณราคางาน ออกแบบตกแต่งภายใน ด้วยแนวคิดเชิงคำนวณ	หมายเหตุ
1. มีการแยกองค์ประกอบแปลน รูปด้าน รูปตัด แบบขยาย ฯลฯ	✓	✓	
2. มีการแบ่งขั้นตอนของงานและ ช่างที่เกี่ยวข้อง	✓*	✓	*แบบเดิมมีการแบ่ง ขั้นตอนและจัดทำ
3. มีการจัดทำรูปแบบตารางการ ประมาณราคา	✓*	✓	ตารางแต่ละอยู่ใน ขั้นตอนเดียวกัน
4. มีการคิดเชิงนามธรรม		✓	
5. มีการตรวจสอบขั้นตอนทั้งหมด		✓	

ภาพที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในแบบเดิมและแบบแนวคิดเชิงคำนวณ
ที่มา: ผู้วิจัย

แนวคิดเชิงคำนวณ	ขั้นตอนในการประมาณราคา
1) การแบ่งปัญหาใหญ่ เป็นปัญหาย่อย (Decomposition)	ขั้นตอนที่ 1 การประมาณราคางานออกแบบ ตกแต่งภายใน ด้วยการเขียนแบบ ทั้ง แปลน รูป ด้าน รูปตัด รายละเอียด และระบุวัสดุที่ใช้ ซึ่งเป็น ทักษะพื้นฐานของการเรียนทางด้านสถาปัตยกรรม ขั้นตอนที่ 2 การแบ่งแยกหมวดงานในแบบ ก่อสร้างออกเป็นแต่ละประเภท แบ่งขั้นตอนใน การทำงาน โดยในแต่ละขั้นตอน จะใช้วิธีการของ การทำงานจริง เช่น งานไม้ งานสี งานกระเบื้อง งานกระเบื้อง งานหิน งานติดตั้งสุขภัณฑ์ เป็นต้น สามารถพิจารณาให้ละเอียดย่อยลงไปได้อีกหลาย ระดับตามแต่งงานออกแบบตกแต่งภายในนั้น ๆ
2) การพิจารณารูปแบบ (Pattern Recognition)	ขั้นตอนที่ 3 การหารูปแบบเป็นทักษะการ หาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้อง แนวโน้ม และ ลักษณะทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ การพิจารณารูป แบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (pattern recognition) เป็นการพิจารณารูป แบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของ ข้อมูล และจัดการกับปัญหาได้ เพื่อให้การทำงาน มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ขั้นตอนที่ 3 การสร้างตารางในรูปแบบการ ประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในคือ การ หารูปแบบเพื่อสร้างความเข้าใจระหว่าง องค์ประกอบของงานออกแบบตกแต่งภายใน การ พิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการเขียนรายละเอียด แจกแจงจากขั้นตอนที่ 1 และ ขั้นตอนที่ 2 เป็น ตารางในการประมาณราคา

3) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	ขั้นตอนที่ 4 การคิดเชิงนามธรรม การมุ่งความคิดไปที่ข้อมูลสำคัญ และคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เพื่อให้จดจำเฉพาะสิ่งที่เราต้องการจะ กระบวนการคัดกรองสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป และมุ่งที่รูปแบบซึ่งช่วยให้เราแก้ปัญหาได้นี้เรียกว่าแบบจำลอง (Model) เมื่อมีความคิดด้านนามธรรม จะช่วยให้รู้ว่าสิ่งใดจำเป็นหรือไม่จำเป็น หรือทำให้ไม่เคลความคิดที่ชัดเจน	ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแบบจำลอง (Model) ในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายใน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการสร้างแบบจำลองโดยการแยกส่วน ซึ่งจะหาคำนวณปริมาณของวัสดุได้ง่ายและนำไปใส่ในตารางในขั้นตอนที่ 3 ซึ่งจะได้ราคาต้นทุน โดยตรวจสอบราคาวัสดุและค่าแรงจากบัญชีราคาวัสดุและค่าแรงงานสำหรับปีงบประมาณนั้น ๆ ส่วนอื่นที่ไม่สามารถตรวจสอบได้จะตรวจสอบได้ที่ร้านค้าและช่างท้องถิ่น
4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm)	ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบอัลกอริทึม การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน หรือสร้างหลักเกณฑ์ขึ้นมาเพื่อดำเนินตามทีละขั้นตอนในการแก้ปัญหา ลักษณะของขั้นตอนวิธีที่ดีคือชัดเจนไม่กำกวมสามารถปฏิบัติตามได้ มีขั้นตอนการเริ่มต้นและการสิ้นสุดกระบวนการ มีหน้าที่ชัดเจนว่าจะแก้ปัญหาใด	ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบอัลกอริทึม การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน หรือสร้างหลัก เกณฑ์ขึ้นมาเพื่อดำเนินตามทีละขั้นตอนในการแก้ปัญหา ซึ่งในการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในนี้มีการออกแบบอัลกอริทึมเพื่อเป็นแนวทางในการคำนวณราคา และเพื่อใช้ในการตรวจสอบว่าในการคำนวณมีขั้นตอนใดที่คำนวณผิดพลาดหรือตกหล่นสิ่งใด

ภาพที่ 13 แสดงสรุปขั้นตอนการประมาณราคางานออกแบบตกแต่งภายในด้วยแนวคิดเชิงคำนวณ
ที่มา: ผู้วิจัย

ข้อเสนอแนะ

- 1) ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้จากผลการวิจัยข้างต้น ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีความสนใจ และความเข้าใจ อยู่ระดับปานกลางเป็นผลที่น่าพึงพอใจ ในการนำผลวิจัยไปใช้ ผู้วิจัยจะนำไปใช้สอนในปีการศึกษา 2564 ภาคเรียนที่ 1 ในรายวิชาการประมาณราคาเบื้องต้น พัฒนารูปแบบการสอนการประมาณราคางานออกแบบ ตกแต่งภายในที่ดีให้แก่นักศึกษาจากการวิจัยครั้งนี้ และนำไปใช้ในปีการศึกษาถัด ๆ ไป นอกจากนี้ผู้วิจัยเสนอแนะให้ศึกษารูปแบบการสอนอื่น ๆ ร่วมด้วยเพื่อเสริมให้มีความรู้ความเข้าใจของนักศึกษามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
- 2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปมีข้อเสนอแนะให้ ควรมีการพัฒนาแบบในขั้นของวิธีการเพิ่มเติม ซึ่งจะ

ส่งผลให้ผลการวิจัยอยู่ในระดับมาก ผู้วิจัยจึงเสนอแนะ ดำเนินการวิจัยในการประมาณราคางานออกแบบ ตกแต่งภายในร่วมกับการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคาร ซึ่งเป็นแนวคิดในการใช้เทคโนโลยีทางด้านสถาปัตยกรรมมาร่วมด้วย ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ และ แนวคิดเชิงคำนวณมากยิ่งขึ้นไปอีกทั้งจะเป็นประโยชน์ ต่อสถาบันอื่นที่ให้ความสนใจอีกด้วย

- 3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการสืบค้นราคาวัสดุ สามารถตรวจสอบราคาวัสดุและค่าแรงได้จากบัญชี ราคาวัสดุและค่าแรงงานสำหรับปีงบประมาณ ซึ่งจะ มีการอัปเดตราคาในทุก ๆ ปี และในส่วนของค่าวัสดุ และค่าแรงที่ไม่สามารถสืบค้นจากบัญชีฯ ได้นั้น นักศึกษาหรือผู้ที่สนใจสามารถสอบถามได้โดยตรงกับ ห้างร้านที่จำหน่ายวัสดุนั้น ๆ ส่วนราคาค่าแรงสามารถ สอบถามจากช่างผู้ชำนาญการได้โดยตรง

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. สำนักอำนวยการสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กลุ่มออกแบบและก่อสร้าง. (2549). *หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางของงานก่อสร้างอาคารและหลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติการชดเชยค่างานก่อสร้างตามสัญญาแบบปรับราคาได้ (ค่า K) สำหรับโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2563, จาก <http://design.obec.go.th/kk.html>

กระทรวงศึกษาธิการ. สำนักอำนวยการสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กลุ่มออกแบบและก่อสร้าง. (2563). *บัญชีราคาวัสดุและค่าแรงงานสำหรับปีงบประมาณ พ.ศ. 2563*. สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2563, จาก <https://www.yotathai.com/passadu/cost-build-63>

ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล. (2563). *แนวคิดเชิงคำนวณ*. สืบค้นเมื่อ 19 เมษายน 2563, จาก <https://www.scimath.org/lesson-technology/item/10560-2019-08-28-02-43-20>

ศูนย์จัดการความรู้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. [ม.ป.ป.]. *สรุปผลการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้านการเรียนการสอนเทคนิคการสอนที่เน้น critical thinking and problem solving*. สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2563, จาก http://km.rmutto.ac.th/index.php?menu=pages_conduct&id=1

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐-๒๕๗๙*. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค จำกัด.