การเปรียบเทียบการคำนวณปริมาณวัสดุงานระบบสำหรับอาคารพักอาศัยด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
Comparison of Utility System Quantity Take-off for Residential Building using Building Information Modeling

เพชร์รัตน์ ลิ้มสุปรียารัตน์[1,*] บุษบา ทวีโคตร[2] พงศธร โพธิ์คำ[2] และ ชาญยุทธ กาฬกาญจน์[4]

1,2,3 หน่วยวิจัยวิศวกรรมโยธาและโครงสร้างพื้นฐานเพื่อความยั่งยืน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี
4 ศูนย์พัฒนาและที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี
**Corresponding author; E-mail address: petcharatl@eng.buu.ac.th*

บทคัดย่อ

ในการคำนวณปริมาณวัสดุสำหรับงานระบบไฟฟ้าและสุขาภิบาลโดยใช้แบบก่อสร้างระบบ 2 มิติมีความซับซ้อนเนื่องจากแบบรูปแสดงเพียงแนวการวางท่อที่เป็นแนวราบ แต่ในการดำเนินงานจริง ท่อถูกติดตั้งตามความยาวทั้งในแนวราบ แนวเอียง และแนวดิ่ง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการคำนวณปริมาณวัสดุ งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการคำนวณปริมาณวัสดุสำหรับงานระบบโดยใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารซึ่งใช้ข้อมูลการติดตั้งท่อในงานระบบที่หน่วยงานก่อสร้างจริงจากการสำรวจและสัมภาษณ์ผู้ควบคุมงาน และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับเอกสารรายการประมาณวัสดุก่อสร้างของผู้รับเหมาเสนอต่อเจ้าของงาน กรณีศึกษาที่ใช้เป็นอาคารพักอาศัยในโครงการหมู่บ้านจัดสรรซึ่งมีพื้นที่ใช้สอยขนาด 240 ตารางเมตร และ 285 ตารางเมตร ผลการเปรียบเทียบผลการคำนวณปริมาณวัสดุจากการคำนวณโดยการประมาณด้วยวิธีดั้งเดิมมากกว่าปริมาณวัสดุจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สาเหตุของความแตกต่างของปริมาณมาจาก 3 สาเหตุหลัก คือ 1)การปรับเปลี่ยนแนวการติดตั้งท่อในงานระบบในพื้นที่จริง 2) หลักการประมาณวัสดุของผู้รับเหมาที่ไม่ชัดเจน 3) ปริมาณการเผื่อวัสดุสำหรับวิธีการดั้งเดิมมีความซ้ำซ้อน แบบจำลองสารสนเทศอาคารจึงสามารถช่วยในการกำหนดแนวการติดตั้งท่องานระบบให้มีความชัดเจนซึ่งช่วยให้การประมาณปริมาณวัสดุมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การคำนวณปริมาณวัสดุ, อาคารพักอาศัย, งานระบบ, แบบจำลองสารสนเทศอาคาร

Abstract

In order to calculate the amounts of materials for electrical and sanitary systems by using 2D construction drawings, it is complex due to the drawings only show the top view of pipe layout. In actual execution, installed pipes can be horizontal, inclined and vertical. These ambiguous layouts may result in mistakes and errors for quantity take-off. This study proposes the procedure to estimate the material quantity of utility system in residential building using building information modeling (BIM) which actual pipe layouts at the construction site were observed and interviewed from the site engineer, then the quantity take-off results between BIM and traditional estimation from contractor's bill of quantities (BOQ) are compared. The selected case studies are 2 types of two-storey houses on 240 and 280 sq.m. The study result indicates material quantities calculated from BIM are less than the traditional method. Three causes of deviation consist of 1) the actual pipe layouts were changed when installing at the real environment 2) the contractor's estimation method is not clearly specified and 3) there are some redundant or substitute quantities which are added in traditional method. Thus, BIM can obviously assist the process of utility pipe layouts determination and accurately enhance the quantity take-off process.

Keywords: quantity takeoff, residential building, utility system, building information modeling

1. บทนำ

การประมาณต้นทุนก่อสร้างถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ตั้งแต่เจ้าของโครงการหรือผู้บริหารโครงการใช้ในการตั้งงบประมาณ วางแผนการลงทุนโครงการและพิจารณาผลประโยชน์ของโครงการเพื่อดูความเหมาะสมในการลงทุน ผู้ออกแบบใช้ในการควบคุมงบประมาณโครงการและจัดทำราคากลางสำหรับใช้เปรียบเทียบในกระบวนการประกวดราคาก่อสร้าง ผู้รับเหมาก่อสร้างใช้ในการประมาณราคาเพื่อการประกวดราคาก่อสร้าง ควบคุมต้นทุนการดำเนินงาน และใช้ในการคำนวณปริมาณงาน เพิ่ม-ลดปริมาณงานระหว่างการก่อสร้าง การประมาณราคาในปัจจุบันดำเนินการโดยใช้คนเป็นผู้คำนวณปริมาณวัสดุและประมาณราคา ผู้คำนวณปริมาณวัสดุและประมาณราคาต้องมีความรู้ความสามารถหลายด้าน มีความชำนาญและประสบการณ์ รวมทั้งมีเทคนิคเฉพาะตัวในการคำนวณปริมาณวัสดุและประมาณราคาเพื่อให้ได้มาซึ่งราคาค่าก่อสร้างที่ใกล้เคียงกับราคาจริงมากที่สุด ปัญหาสำคัญของการคำนวณปริมาณวัสดุในงานระบบเกิดจากการคำนวณปริมาณโดยใช้แบบก่อสร้างระบบ 2 มิติ ซึ่งมักแสดงเพียงแนวการวางท่อที่เป็นแนวราบ แต่ใน การติดตั้งงานระบบจริงโดยเฉพาะแนวการวางท่อ ต้องคำนวณระยะความยาวทั้งในแนวราบ แนวเอียงและแนวดิ่งซึ่งมีความซับซ้อนและอาจเกิดความคลาดเคลื่อน นอกจากนี้งานระบบอาจถูกเปลี่ยนตำแหน่งให้เหมาะสมกับสถานการณ์จริงขณะก่อสร้างและต้องถูกซ่อนให้มิดชิดทั้งในผนัง ฝ้าและพื้น จึงยากในการระบุตำแหน่งได้ถูกต้องและแม่นยำ

เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากข้อผิดพลาดต่างๆ ของผู้คำนวณปริมาณวัสดุและประมาณราคาจึงมีการนำเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling : BIM) ซึ่งเป็นการใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาควบคุมกระบวนการต่างๆ โดยการสร้างแบบจำลองเสมือนของอาคาร

ตั้งแต่การออกแบบด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม การเขียนแบบ การคำนวนโครงสร้าง การวางแผนขั้นตอนการก่อสร้าง การวางแผนงบประมาณ และตรวจสอบแบบ เป็นสื่อกลางระหว่างผู้ร่วมงานทุกฝ่ายทำให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้รวดเร็วและน่าเชื่อถือ เนื่องจากข้อมูลต่างๆ ที่ถูกจัดทำขึ้นอยู่ในแบบจำลองมีคุณสมบัติต่างกันแต่มีความสัมพันธ์กัน การระบุจุดบกพร่องของแบบก่อสร้างและการแก้ไขเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจึงส่งผลต่อองค์ประกอบอื่นๆ ทำให้ทุกฝ่ายได้รับข้อมูลตรงกัน ลดความผิดพลาดของการแก้แบบ ลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการการสรุปปริมาณวัสดุและประมาณราคาผิดพลาด

งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาและเปรียบเทียบการคำนวณปริมาณวัสดุที่ใช้ในงานระบบสำหรับอาคารพักอาศัยโดยเลือกตัวอย่างกรณีศึกษาเป็นบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ที่มีพื้นที่ใช้สอยแตกต่างกัน 2 ขนาด คือ 240 ตารางเมตรและ 285 ตารางเมตร ทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณปริมาณวัสดุที่ใช้จากบัญชีปริมาณวัสดุและราคาที่ผู้รับเหมาเสนอราคากับกับการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อสร้างข้อมูลงานระบบตามที่ได้ติดตั้งจริงที่หน่วยงานก่อสร้างโดยมุ่งเน้นการช่วยลดความผิดพลาดและความคลาดเคลื่อนในการคำนวณปริมาณวัสดุและประมาณราคา

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมาณราคา

การประมาณราคาค่าก่อสร้างเป็นกระบวนการเพื่อให้ได้มาซึ่งราคาค่าก่อสร้างที่ใกล้เคียงกับค่าก่อสร้างจริงมากที่สุด ดังนั้นราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากการประมาณราคาจึงไม่ใช่ราคาค่าก่อสร้างที่แท้จริง แต่เป็นเพียงราคาโดยประมาณที่ใกล้เคียงกับราคาค่าก่อสร้างจริงเท่านั้น [1] วัตถุประสงค์ในการประมาณราคา แบ่งตามการใช้งานขององค์กรที่เกี่ยวข้องกับโครงการได้ดังนี้

1. เจ้าของโครงการ หรือผู้บริหารโครงการ เพื่อใช้ในการตั้งงบประมาณ วางแผนการลงทุนโครงการ พิจารณาผลประโยชน์ของโครงการเพื่อดูความเหมาะสมในการลงทุน

2. ผู้ออกแบบ เพื่อใช้ในการควบคุมงบประมาณโครงการ และจัดทำราคากลาสำหรับเป็นข้อมูลเปรียบเทียบในการประกวดราคาก่อสร้าง

3. ผู้รับจ้างก่อสร้าง เพื่อใช้ในการประมาณราคาเพื่อการประกวดราคาก่อสร้าง และควบคุมต้นทุนในการดำเนินงาน รวมถึงใช้ในการพิจารณารายละเอียดงานเพิ่ม-ลด ในระหว่างการก่อสร้าง

2.1.1 ลักษณะของการประมาณราคา

การประมาณราคาค่าก่อสร้างมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน สามารถจำแนกออกเป็นหลายลักษณะ[2] ดังนี้

1. การประมาณราคาเบื้องต้น เป็นการประมาณราคาอย่างหยาบเพื่อนำไปใช้ในการคาดการณ์เพื่อตัดสินใจทำโครงการ การศึกษาความเป็นไปได้ และการกำหนดงบประมาณโดยผู้ออกแบบจะกำหนดขนาดและรูปแบบของโครงการให้เพียงพอกับงบประมาณที่มี ในการประมาณราคาโดยเจ้าของงานเป็นการประมาณราคาที่มีขอบเขต และข้อจำกัดมากกว่าการประมาณราคาโดยผู้รับเหมาก่อสร้างต้องประมาณราคาทั้งหมด ตั้งแต่การหาที่ดิน ค่าก่อสร้าง ค่าสาธารณูปโภค ค่าออกแบบโครงการ และภาษีต่างๆ

2. การประมาณราคาอย่างละเอียดสามารถทำได้เมื่อแบบโครงการถูกพัฒนาถึงขั้นสมบูรณ์และมีรายละเอียด[3] มีการกำหนดระยะเวลาก่อสร้างที่แน่นอนแล้ว ผู้รับเหมาสามารถเข้าไปสำรวจสถานที่ก่อสร้างเพื่อให้ทราบถึงสภาพเดิม ลักษณะของเส้นทางเข้าถึง ปัญหาอุปสรรคที่ต้องแก้ไขหน้างาน จากนั้นประชุมกับผู้เกี่ยวข้องแต่ละฝ่ายเพื่อมอบหมายหน้าที่รับผิดชอบ เช่น จัดเตรียมเครื่องจักร ติดต่อแหล่งวัสดุต่างๆ มักถูกดำเนินการโดยผู้รับเหมาก่อสร้าง เนื่องจากผู้รับเหมาต้องคำนวณต้นทุนอย่างละเอียดจากทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อเสนอราคา การประมาณราคาอย่างละเอียดอาจถูกดำเนินการโดยผู้สำรวจปริมาณ (Quantity Surveyor) สำหรับใช้เป็นราคาอ้างอิงแก่เจ้าของโครงการตั้งแต่เริ่มโครงการไปจนแล้วเสร็จ การประมาณราคาแบบละเอียดสามารถช่วยให้ทราบถึงปริมาณและราคาวัสดุที่ใกล้เคียงความจริงมาก สามารถนำปริมาณจากการประมาณการมาควบคุมปริมาณวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างจริงและตรวจสอบค่าวัสดุก่อสร้างเทียบกับที่ทำการประมาณไว้โดยง่าย ช่วยให้ผู้รับเหมาควบคุมปริมาณวัสดุก่อสร้างไม่ให้เกินกำหนด

2.2 งานระบบในงานก่อสร้าง [4]

งานระบบในงานก่อสร้าง หมายถึงกลุ่มงาน ระบบสุขาภิบาล ระบบไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าสื่อสาร ระบบดับเพลิงและระบบปรับอากาศ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้อาคารมีความสมบูรณ์แบบในการใช้สอยทั้งด้านอำนวยความสะดวกสบาย ในการวางงานระบบควรมีระเบียบหรือซ่อนไว้ในมุมต่างๆ ไม่ให้ออกมาเกะกะรุงรัง รวมถึงต้องทำให้สามารถซ่อมบำรุงได้สะดวก ในอาคารบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่แบ่งงานระบบออกเป็น 2 ระบบ คือ

2.2.1 ระบบสุขาภิบาล

ระบบสุขาภิบาลภายในอาคารประกอบด้วย 7 ระบบ ดังนี้

1. น้ำประปาหรือระบบน้ำดี (Cold water pipe system) เป็นระบบท่อที่ใช้ในการลำเลียงน้ำสะอาดไปตามจุดต่างๆ ที่ต้องการใช้ในอาคาร

2. ระบบระบายน้ำโสโครก (Soil pipe system) เป็นระบบท่อที่นำน้ำเสียที่ถูกใช้งานจากโถส้วมหรือโถปัสสาวะออกจากพื้นที่และนำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนระบายออกนอกอาคาร

3. ระบบระบายน้ำทิ้ง (Waste pipe system) เป็นระบบท่อที่นำน้ำเสียในจากการใช้งานและนำเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนนำออกนอกอาคาร

4. ระบบบำบัดน้ำเสีย (Water treatment system) เป็นระบบที่ใช้บำบัดน้ำที่ใช้งานภายในอาคารให้ค่าคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดก่อนระบายออกสู่ระบบสาธารณะ

5. ระบบท่อระบายอากาศ (Vent pipe system) หรือระบบท่ออากาศ ระบบนี้จะติดตั้งเข้ากับระบบท่อระบายน้ำป้องกันปัญหาสูญญากาศในเส้นท่อระบายน้ำทำให้ระบบระบายน้ำในเส้นท่อสามารถระบายน้ำได้สะดวก

6. ระบบท่อระบายน้ำฝน (Rain drainage pipe system) เป็นระบบท่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำฝนที่เกิดขึ้นกรณีฝนตกออกจากตัวอาคาร

7. ระบบระบายน้ำภายนอกอาคาร (Building sewer system) เป็นระบบท่อระบายน้ำบริเวณโดยรอบของอาคาร ทำหน้าที่ระบายน้ำออกจากบริเวณอาคารเข้าสู่ระบบน้ำสาธารณะ

ระบบสุขาภิบาลควรถูกติดตั้งอย่างเป็นระบบและเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับงาน เพื่อความสะดวกในการใช้งานและการดูแล วิธีการติดตั้งระบบสุขาภิบาลสามารถทำได้ 2 วิธี คือ 1) การเดินลอยท่อน้ำ หมายถึงการติดตั้งเส้นท่อไปตามผนังหรือเพดาน โดยใช้เข็มขัดรัดสายเป็นตัวยึดเส้นท่อ ข้อดีคือสามารถซ่อมแซมได้ง่าย ราคาไม่แพง ข้อเสียคือ ไม่สวยงามและอาจจะเกิดการชำรุดเสียหายได้ 2) การเดินท่อแบบซ่อนหรือฝังอยู่ในผนัง ข้อดีคือสามารถจัดระเบียบ แนวการเดินของท่อให้ผนังดูเรียบสวยงาม ข้อเสียคือหากเกิดการชำรุดเสียหายจากอายุการใช้งาน การซ่อมแซมทำได้ยากอาจต้องใช้วิธีรื้อทุบผนังออก

2.2.2 ระบบไฟฟ้าสุขาภิบาล

ระบบไฟฟ้าในอาคารสามารถเดินสายได้ 2 วิธีดังนี้

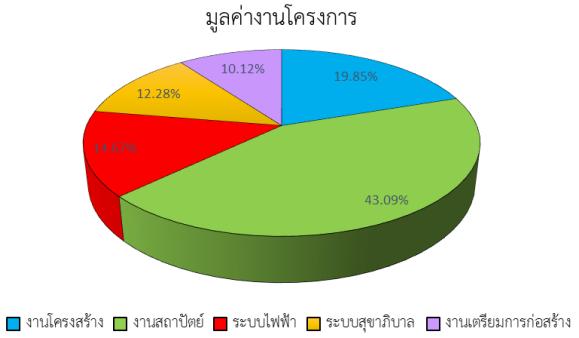
1. การเดินสายไฟฟ้าแบบเปิด หรือ เดินลอย หมายถึงการติดตั้งสายไฟฟ้าไปตามผนังหรือเพดาน โดยใช้เข็มขัดยึดสายไฟเป็นตัวยึดสายไฟไว้กับผนังหรือเพดาน

2. การเดินสายไฟฟ้าแบบปิด หมายถึง การติดตั้งสายไฟฟ้าฝังในผนัง แต่จะไม่ฝังในผนังโดยตรง เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับสายไฟ นิยมใช้แบบซ่อนสายภายในท่อ PVC หรือท่อโลหะและฝังอยู่ในผนังแทน ซึ่งต้องทำการติดตั้งพร้อมการก่อสร้างผนังอาคาร

2.2.3 วิธีประมาณราคางานระบบ

งานระบบสุขาภิบาลและระบบไฟฟ้ามีสัดส่วนมูลค่ารวมแล้วประมาณ 26.95% ของโครงการ จากผลเฉลี่ยของการเปรียบเทียบโครงการจำนวน 5 โครงการ [5] แสดงดังรูปที่ 1 สภาวิศวกรกำหนดลักษณะการคำนวณปริมาณวัสดุอุปกรณ์สำหรับงานระบบโดยทั่วไปออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การนับจำนวนตามหน่วยโดยระบุเป็นชุด เน้นที่อุปกรณ์ย่อยที่ปรากฏในแบบ เช่น ดวงโคม สวิตช์ไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้า เต้ารับโทรศัพท์ อุปกรณ์ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ อุปกรณ์ระบบโทรทัศน์ อุปกรณ์ระบบกระจายเสียง เป็นต้น



รูปที่ 1 สัดส่วนมูลค่างานของงานระบบ

2. การคำนวณวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องวัดความยาว เป็นการคำนวณทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า มีหน่วยเป็นเมตรโดยคำนวณตามแผนภาพแสดงทางเดินของสายไฟฟ้าเส้นเดียว หรือ แผนภาพแสดงทางเดินของสายไฟฟ้าแนวดิ่ง จากจุดที่รับเข้ามาสู่โครงการจนถึงโหลดอุปกรณ์ตัวสุดท้าย (วงจรย่อย) เช่น ดวงโคมไฟฟ้า หรือเต้ารับไฟฟ้า เป็นต้น

3. การคำนวณวัสดุอุปกรณ์แบบเหมา เป็นการคำนวณอุปกรณ์ที่ไม่แสดงในแบบแต่เป็นอุปกรณ์ประกอบที่ทำให้เกิดความสมบูรณ์ของงานติดตั้ง ปกติไม่สามารถนับได้ในช่วงเวลาของการประมาณราคา เช่น ข้อต่อ ตัวรองรับ อุปกรณ์ประกอบ แต่แสดงในบัญชีแสดงปริมาณวัสดุและราคา เป็นราคาเหมารวม ปกติมักคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากอุปกรณ์หลักแต่ละชนิด

2.3 แนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling : BIM) [6]

แบบจำลองสารสนเทศอาคารนี้ถูกนำเสนอโดย Charles M. Eastman เป็นวิธีการสร้างองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารเสมือนพร้อมกับการระบุข้อมูล โครงการที่ใช้ BIM มีช่วงเวลาในขั้นตอนการพัฒนาแบบมากกว่าช่วงอื่น เกิดการประสานงานกับวิศวกรในสาขาต่างๆ ทำให้ตกลงและแก้ไขข้อขัดแย้งในการออกแบบให้เสร็จก่อนที่เข้าสู่ขั้นตอนการจัดทำแบบก่อสร้าง วิธีนี้อาจไม่ได้ช่วยลดระยะเวลาในการทำงานโดยรวม แต่เป็นการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากกว่า BIM ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศโดยนำมาใช้กับงานจัดซื้อจัดจ้างประเภท Design-Built เป็นส่วนใหญ่แต่ในประเทศไทยคุ้นเคยกับงานออกแบบ [7] การทำงานของ BIM เป็นการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) ขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยแบบจำลองอาคารนี้ประกอบขึ้นจากองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร ประกอบไปด้วยข้อมูลกราฟิก (Graphics) ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non – Graphics) เช่น ข้อมูลผู้ผลิต รุ่น ราคา เป็นต้น BIM จัดเก็บข้อมูลแบบจำลองอาคารทั้งหมดรวมอยู่ในฐานข้อมูลกลาง การแก้ไขที่ถูกทำในแบบจำลองจะถูกส่งไปยังฐานข้อมูลกลาง ทำให้การแสดงผลแบบจำลองอาคารในทุกมุมมองที่เกี่ยวข้องมีความเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ประโยชน์ของเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สามารถใช้ได้อย่างครอบคลุมในทุกกระบวนการของโครงการตั้งแต่ขั้นตอนการศึกษาโปรแกรมในการออกแบบ การออกแบบร่าง การทำแบบรายละเอียด การทำแบบก่อสร้าง การคำนวณปริมาณวัสดุ การประมาณราคาค่าก่อสร้าง การวางแผนการก่อสร้าง ไปจนถึงการบริหารอาคารหลังการก่อสร้าง และการปรับปรุงอาคาร เนื่องจากแบบจำลองสารสนเทศ สามารถส่งต่อข้อมูลในแต่ละขั้นตอนไปยังขั้นตอนอื่นๆ ได้โดยการเพิ่มข้อมูลลงไปในฐานข้อมูลให้มากขึ้น ดังนั้นการทำงานในขั้นตอนต่อๆไปจะใช้ข้อมูลพื้นฐานเดียวกัน ลดเวลาในการทำข้อมูลใหม่ [8]

2.3.1 การคำนวณปริมาณงานด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร [9]

แบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถเข้ามามีส่วนช่วยในการคำนวณปริมาณงานทั้งหมดของอาคารได้เป็นอย่างดี เนื่องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารประกอบไปด้วยรูปทรง 3 มิติ และข้อมูลคุณสมบัติ ตัวแปรต่างๆ เช่น พื้นที่ ปริมาตร เส้นรอบรูป ความยาว จำนวน ฯลฯ ซึ่งสามารถรายงานผลออกมาในรูปของตารางรายการ (Schedule) ในรูปแบบต่างๆ ได้ แบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถให้ข้อมูลด้านปริมาณที่แม่นยำ เช่น พื้นที่หรือปริมาตร อย่างไรก็ตามสำหรับการประมาณราคาอย่างละเอียด มักมีปัญหากับข้อมูลที่เป็นส่วนประกอบของวัตถุเนื่องจากไม่ได้มีการกำหนดลงไปในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ในการคำนวณปริมาณวัสดุโดยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้น สามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1. ส่งออกข้อมูลปริมาณงานจากโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคารไปยังโปรแกรมสำหรับการประมาณราคา ในรูปแบบของตารางที่สามารถนำไปใช้ต่อในโปรแกรมอื่นๆ ที่ใช้ในการประมาณราคา เช่น MS Excel

2. เชื่อมต่อข้อมูลแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับโปรแกรมสำหรับการประมาณราคาโดยตรงผ่านเครื่องมือเสริมที่ทำให้ผู้ประมาณราคาสามารถเชื่อมข้อมูลและราคาของชิ้นต่างๆ เข้ากับชิ้นส่วนในแบบจำลองอาคารสารสนเทศอาคาร เช่น ค่าแรง ค่าอุปกรณ์ ค่าวัสดุ ฯลฯ

3. ใช้โปรแกรมสำหรับคำนวณปริมาณงานและประมาณราคาโดยเฉพาะเป็นการใช้โปรแกรมโดยเฉพาะที่สามารถนำเข้าแบบจำลองสารสนเทศอาคารมายังโปรแกรมเพื่อทำการคำนวณปริมาณงานและประมาณราคา โดยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบจำลองอาคารที่จำเป็นต้องนำเข้าข้อมูลใหม่ โดยโปรแกรมจะสามารถตรวจหาความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลและแสดงผลแจ้งเตือนออกมาได้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ BIM ในการประมาณราคา

ชาคริต รักษมาตา [9] ศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำของการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปที่ใช้คนเป็นผู้ถอดแบบและวิธีการถอดแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ใช้กรณีศึกษาเป็นอาคารชุดจำนวน 1 อาคาร โดยซอฟต์แวร์ที่ใช้คือ Autodesk Revit 2014 และมุ่งเน้นไปที่แบบโครงสร้าง 2 ส่วนย่อย คือ คอนกรีตและเหล็กเสริมที่ใช้ในการก่อสร้าง ผลวิจัยพบว่าปริมาณวัสดุที่ถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปมีค่าต่างจากปริมาณวัสดุที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร รายการส่วนใหญ่ของงานโครงสร้างโดยการคำนวณจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีปริมาณวัสดุน้อยกว่าการใช้วิธีทั่วไป บาง

รายการมีค่าน้อยกว่าถึงร้อยละ 34 งานสถาปัตยกรรมมีความแตกต่างร้อยละ 35 และงานระบบมีความแตกต่างร้อยละ 39 การถอดแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารแม่นยำกว่าการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปเนื่องจาก 3 สาเหตุ คือ 1.การเน้นความสะดวกของผู้ถอดแบบในวิธีทั่วไป 2.การคิดขาดตกบกพร่องในวิธีทั่วไป 3.การเผื่อปริมาณวัสดุซ้ำซ้อนในวิธีทั่วไป

ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ [10] ศึกษาการคำนวณปริมาณวัสดุที่หาได้จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารซึ่งสร้างตามแนวทางระดับขั้นในการพัฒนา (LOD) ของสถาบันสถาปนิกอเมริกัน (AIA) โดยนำมาใช้กับวิธีการหาปริมาณงานเพื่อการประมาณราคาค่าก่อสร้างของประเทศไทย งานวิจัยนี้เน้นการศึกษาเฉพาะเปลือกของอาคารและส่วนต่อเนื่องของเปลือกของอาคาร เนื่องจากมีความยุ่งยากและซับซ้อนมาก โดยใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit ผลการวิจัยสรุปว่า ความครบถ้วนและความแม่นยำของข้อมูลขึ้นอยู่กับการกำหนดระดับขั้นในการพัฒนาของข้อมูล ระดับขั้นในการพัฒนาของข้อมูลที่ LOD300 เป็นต้นไปสามารถให้ข้อมูลที่ครบถ้วนเพียงพอสำหรับการหาปริมาณวัสดุ

ปัญญาพล จันทร์ดอน [11] ทดลองนำระบบ BIM มาใช้ในการจัดทำแบบก่อสร้างจริงในงานระบบ เฉพาะส่วนงานระบบสุขาภิบาลโดยใช้ซอฟต์แวร์ Tekla BIM Sight เปรียบเทียบกับซอฟต์แวร์ Autodesk Naviswork Freedom พบว่าซอฟต์แวร์ Tekla BIM Sight เป็นซอฟต์แวร์ที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลางเนื่องจาก Tekla Structure ที่เป็นฐานข้อมูลของ Tekla BIM Sight เป็นซอฟต์แวร์สำหรับโครงสร้างอาคารโดยเฉพาะที่เป็นโครงสร้างเหล็กเพราะในตัวซอฟต์แวร์เองมีข้อมูลสำเร็จรูปของเหล็กอย่างครบถ้วน ในส่วนของระบบสุขาภิบาลตัวซอฟต์แวร์ไม่มีข้อมูลสำเร็จรูปรองรับ โดยผู้ใช้งานต้องกำหนดค่าต่างๆ ขึ้นมาเอง ทำให้ส่วนของงานระบบสุขาภิบาลเกิดความไม่สะดวกในการใช้งานส่วนนี้ แต่ข้อดีคือ Tekla BIM Sight ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน เหมาะกับการใช้ตรวจสอบส่วนต่างๆ ของระบบสุขาภิบาล ผลการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของซอฟต์แวร์ Tekla BIM Sight และ Autodesk Naviswork Freedom โดยใช้เกณฑ์การตรวจสอบส่วนต่างๆ ของระบบสุขาภิบาลของแบบก่อสร้างจริง พบว่า Tekla BIM Sight มีความเหมาะสมกว่า Autodesk Naviswork Freedom

เสกสรรค์ เถื่อนทองดี [12] ศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการประมาณต้นทุนงานอาคาร งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก คือ 1) การวิเคราะห์ปัญหาการประยุกต์ใช้ BIM ในการสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณปริมาณงาน 2) การกำหนดรายละเอียดของแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่เหมาะสมต่อการประมาณต้นทุนเพื่อใช้ในขั้นตอนการประมูลงานและการจัดซื้อวัสดุ และ 3) การเปรียบเทียบการคำนวณปริมาณงานระหว่างเกณฑ์การวัดปริมาณงานของ BIM กับเกณฑ์การวัดปริมาณงานของ วสท. ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบเกณฑ์การวัดปริมาณงานของทั้งสองแบบมีความแตกต่างกัน โดยการประยุกต์ BIM ในการคำนวณปริมาณงานได้น้อยกว่าการใช้มาตรฐานการวัดของไทยในส่วนงานที่มีความซับซ้อน และได้ปริมาณงานที่เท่ากันหรือใกล้เคียงในงานที่ไม่มีความซับซ้อนมาก

ถิรพัฒน์ สุขเจริญ [6] ศึกษาประสิทธิภาพและอุปสรรคของ BIM ด้วยการเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิมในระบบสองมิติโดยมีวัตถุประสงค์หลักคือสำรวจความเห็นของผู้ใช้งานและศึกษาข้อดี-ข้อเสียของการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ผลการศึกษาด้านการเปรียบเทียบเพื่อวัดประสิทธิภาพด้านเวลาและค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้ BIM กับการใช้วิธีดั้งเดิมในการคำนวณปริมาณวัสดุงานก่อสร้าสามารถสรุปได้ว่า BIM สามารถทำงานได้เร็วกว่าการใช้วิธีดั้งเดิมถึงสองเท่า การคำนวณปริมาณวัสดุคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงระหว่าง ± ร้อยละ 15 แม้ว่า BIM ทำงานเร็วกว่าสองเท่าก็ตาม แต่ด้านค่าใช้จ่ายนั้นสูงกว่าวิธีการดั้งเดิมเฉลี่ยร้อยละ 65

Gołaszewska และ Salamak [13] ศึกษาการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในขั้นตอนการถอดแบบและประมาณราคาของโครงการ โดยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นเครื่องมือควบคุมทุกขั้นตอน และประเมินผลของกระบวนการอออกแบบเน้นไปที่ขั้นตอนการถอดแบบและประมาณราคา กรณีศึกษาที่ประเทศโปแลนด์เป็นโครงสร้างสะพาน จัดตั้งทีมที่มีสมาชิกทั้งหมด 6 คน โครงสร้างสะพานใช้ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit 2015 ในการออกแบบ โครงสร้างถนนใช้ซอฟต์แวร์ AutoCAD และ Civil 3D ในส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้ประมาณราคาคือ Zuzia BIM โดยสามารถทำการถอดแบบประมาณราคาได้โดยอัตโนมัติ

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในเปรียบเทียบปริมาณวัสดุในการก่อสร้างส่วนงานระบบของอาคารพักอาศัยที่ถูกคำนวณโดยบุคลากรของผู้รับเหมาก่อสร้างบ้านพักอาศัยและจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ประกอบด้วย

1. การศึกษาและสำรวจข้อมูลงานระบบอาคารกรณีศึกษาจากแบบรูป รายการประกอบแบบ บัญชีปริมาณงานและราคาและการสัมภาษณ์บุคลากรในหน่วยงานที่เลือกเป็นกรณีตัวอย่าง
2. พัฒนาแบบจำลองสารสนเทศอาคารของอาคารที่พักอาศัยและงานระบบของอาคารที่เลือกโดยใช้ซอฟต์แวร์ Tekla Structure 2019 ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจการติดตั้งงานระบบในพื้นที่ก่อสร้างจริงและผลการสัมภาษณ์บุคลากรที่ทำหน้าที่ควบคุมงานก่อสร้างของอาคารกรณีศึกษา
3. วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลการคำนวณปริมาณวัสดุงานระบบของอาคารพักอาศัยระหว่างผลการคำนวณปริมาณวัสดุที่แสดงไว้ในบัญชีปริมาณงานและราคาซึ่งได้จากการคำนวณและประมาณโดยบุคลากรของผู้รับเหมาและผลการคำนวณปริมาณวัสดุจากซอฟต์แวร์

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้พัฒนาแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณวัสดุในงานระบบสุขาภิบาลและไฟฟ้าภายในอาคารพักอาศัยที่มีขนาดพื้นที่ใช้สอย 240 ตารางเมตร และ 285 ตารางเมตรด้วยการสร้างฐานข้อมูลต้นแบบอาคารและนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของประมาณวัสดุซึ่งผลดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.1 ผลการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารพักอาศัย

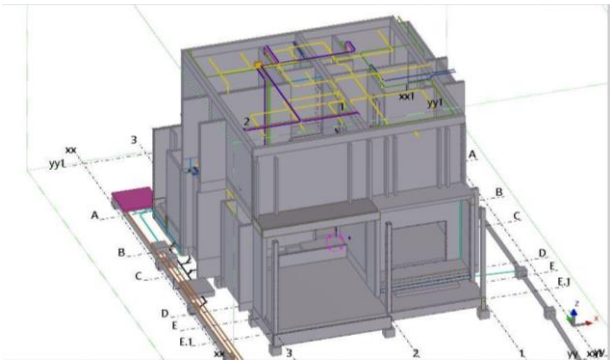
อาคารโดยทั่วไปมีการเก็บข้อมูลของอาคารในรูปแบบ 2 มิติหรือแบบแปลน แต่ในงานวิจัยนี้ต้องการให้ได้ข้อมูลการติดตั้งงานระบบที่ถูกต้องตามการติดตั้งจริงในอาคารจึงทำการสำรวจและเก็บข้อมูลการติดตั้งงานระบบภายในอาคารพักอาศัยจริงก่อนสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เนื่องจากขนาดท่อที่ใช้ในงานระบบมีขนาดใกล้เคียงกันรวมถึงมีการติดตั้งที่ซับซ้อนจึงต้องกำหนดสีของท่อแต่ละประเภทให้มีความแตกต่างกันเพื่อให้ง่ายต่อรับรู้และเข้าใจในการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ดังตารางที่ 1

ผลการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารพักอาศัยและตัวอย่างงานระบบในบริเวณต่างๆ ของอาคาร แสดงดังรูปที่ 2 ถึง 4 แบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณงานและเลือกการส่งออกข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบตามความต้องการของผู้ใช้งาน งานวิจัยนี้เลือกการคำนวณปริมาณงานจากวัสดุและส่งออกข้อมูลในรูปแบบ

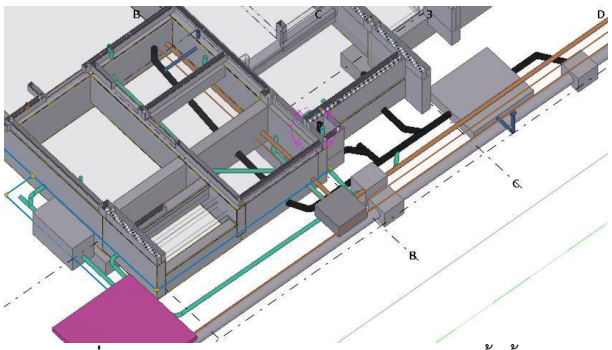
Microsoft excel จากนั้นจึงสามารถนำข้อมูลปริมาณที่ได้มาไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป ดังรูปที่ 5

ตารางที่ 1 การกำหนดสีของวัสดุสำหรับงานระบบแต่ละประเภท

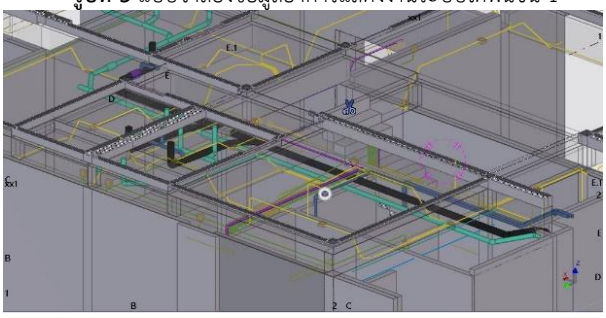
ประเภทงาน	รหัสสี			Class	ตัวอย่างสี
	R	G	B		
ท่อร้อยสายไฟแสงสว่าง	208	193	30	6	
ท่อร้อยสายไฟเต้ารับ	107	146	67	3	
ท่อร้อยสายไฟโทรทัศน์	85	28	157	14	
ท่อร้อยสายไฟโทรศัพท์และคอมพิวเตอร์	171	69	143	9	
ท่อระบบประปา	42	137	183	11	
ท่อระบบน้ำร้อน	203	103	111	2	
ท่อระบบซักล้าง	61	178	152	5	
ท่อระบบอากาศ	61	89	137	4	
ท่อระบบน้ำเสีย	29	29	31	0	



รูปที่ 2 แบบจำลองข้อมูลอาคารแสดงโครงสร้างของอาคารพักอาศัย



รูปที่ 3 แบบจำลองข้อมูลอาคารแสดงงานระบบใต้พื้นชั้น 1



รูปที่ 4 แบบจำลองข้อมูลอาคารแสดงงานระบบชั้น 1

Profile	Grade	Qty	Length(mm)
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	1080
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	1270
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	1365
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	1680
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	1745.17
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	1810
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	1821
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	1989.09
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	2050
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	2180
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	2443.59
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	2463.59
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	2550
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	2679.32
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	2689.09
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	2716.64
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	1	2800
TUBE27x2.5	PVC Class13.5	2	3020
	Total	76	59182

รูปที่ 5 ข้อมูลปริมาณงานที่ได้จากแบบจำลอง

4.2 ผลการเปรียบเทียบปริมาณวัสดุ

งานวิจัยนี้เลือกศึกษาเปรียบเทียบเฉพาะรายการวัสดุประเภทท่อบางรายการที่ใช้ในแต่ละระบบเนื่องจากรายละเอียดในแบบรูปและการดำเนินงานจริงที่หน้างานมีการปรับการใช้วัสดุ ในการสัมภาษณ์เก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาแบบจำลองจึงต้องทำการปรับชนิดและขนาดของวัสดุให้สอดคล้อง และความยาวท่อที่คำนวณได้จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นความยาวท่อที่ใช้จริงจากแบบโดยไม่มีการเผื่อค่าของวัสดุ ซึ่งตามหลักเกณฑ์การคำนวณราคาค่าก่อสร้างของกรมบัญชีกลาง ปี พ.ศ.2560 ระบุว่า การคำนวณความยาวท่อทั้งในแนวดิ่งและแนวนอนให้มีค่าเผื่อเพิ่มอีก 10 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ปริมาณท่อจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารต้องคิดเพิ่มไปอีก 10 เปอร์เซ็นต์ ได้เป็นปริมาณที่รวมค่าเผื่อก่อนนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณท่อจากวิธีดั้งเดิม

การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณวัสดุและราคาที่คำนวณได้จากวิธีดั้งเดิมกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารทำให้ได้ข้อมูลความแตกต่างที่ชัดเจนในแต่ละด้าน การเปรียบเทียบปริมาณวัสดุในงานระบบไฟฟ้าของอาคารพักอาศัยทั้ง 2 ขนาดแสดงดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 และปริมาณวัสดุในงานระบบสุขาภิบาล แสดงดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 2 ผลเปรียบเทียบปริมาณท่องานระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารพักอาศัยขนาด 240 ตารางเมตร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณจากวิธีดั้งเดิม	ปริมาณจากแบบจำลองรวมค่าเผื่อ	ผลต่าง	ร้อยละผลต่าง
ระบบแสงสว่างและเต้าเสียบ						
1	PVC dia. 1/2"	เมตร	598	500	-98	-16.39
ระบบโทรทัศน์						
1	PVC dia. 1/2"	เมตร	87	6	-22	-25.29
ระบบคอมพิวเตอร์						
1	PVC com dia. 1/2"	เมตร	88	64	-24	-28.27
ระบบโทรศัพท์						
1	PVC telephone dia. 1/2"	เมตร	100	64	-36	-36.00

ตารางที่ 3 ผลเปรียบเทียบปริมาณท่องานระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารพักอาศัยขนาด 285 ตารางเมตร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณจากวิธีดั้งเดิม	ปริมาณจากแบบจำลองรวมค่าเผื่อ	ผลต่าง	ร้อยละผลต่าง
ระบบแสงสว่างและเต้าเสียบ						
1	PVC dia. 1/2"	เมตร	709	481	-228	-32.16
ระบบโทรทัศน์						
1	PVC dia. 1/2"	เมตร	83	63	-20	-24.10
ระบบคอมพิวเตอร์						
1	PVC com dia. 1/2"	เมตร	96	74	-22	-22.92
ระบบโทรศัพท์						
1	PVC telephone dia. 1/2"	เมตร	74	-12	-13.95	74

ตารางที่ 2 และ 3 แสดงให้เห็นว่าปริมาณท่อที่คำนวณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีค่าน้อยกว่าวิธีดั้งเดิม โดยที่ในระบบแสงสว่างและเต้าเสียบปริมาณท่อ PVC dia. 1/2” ปริมาณที่ได้จากแบบจำลองรวมค่าเผื่อแล้วน้อยกว่าปริมาณจากวิธีดั้งเดิมที่ร้อยละผลต่างเท่ากับ 16.39 และ 32.16 แต่ปริมาณที่ต่างกันนั้นมากถึง 98 และ 228 เมตร ตามลำดับ ส่วนปริมาณของระบบโทรทัศน์ ระบบคอมพิวเตอร์ และระบบโทรศัพท์ จากแบบจำลองรวมค่าเผื่อมีปริมาณน้อยกว่าวิธีดั้งเดิม

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบปริมาณท่องานระบบสุขาภิบาลสำหรับอาคารพักอาศัยขนาด 240 ตารางเมตร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณจากวิธีดั้งเดิม	ปริมาณจากแบบจำลองรวมค่าเผื่อ	ผลต่าง	ร้อยละผลต่าง
ระบบประปา						
1	PVC Class13.5 dia. 1/2"	เมตร	52	40	-12	-23.10
2	PVC Class13.5 dia. 3/4"	เมตร	33	69	36	109.09
3	PVC Class13.5 dia. 1"	เมตร	22	35	13	59.09
ระบบน้ำร้อน						
1	PPR-SDR 6 PN20 dia. 1/2"	เมตร	4	11	7	175.00
2	PPR-SDR 6 PN20 dia. 3/4"	เมตร	5	0	-5	-100.00
ระบบบำบัดน้ำเสีย						
1	PVC Class8.5 dia. 1 1/2"	เมตร	40	25	-15	-37.50
2	PVC Class8.5 dia. 2"	เมตร	35	46	11	31.43
3	PVC Class8.5 dia. 2 1/2"	เมตร	45	68	23	51.11
4	PVC Class8.5 dia. 3"	เมตร	15	1	-14	-93.33
5	PVC Class8.5 dia. 4"	เมตร	38	36	-2	-5.26

จากตารางที่ 4 และ 5 แสดงให้เห็นว่าปริมาณท่อที่คำนวณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารบางขนาดมีค่าน้อยกว่าวิธีดั้งเดิม และบางขนาดมีค่ามากกว่าวิธีดั้งเดิม เนื่องจากการประมาณราคาของผู้รับเหมาในเอกสารรายการประมาณราคาวัสดุก่อสร้างนั้นประมาณราคาจากหลักการทำงานจริงของผู้รับเหมา มีท่อรวมที่ใช้แทนกันได้ แต่ปริมาณจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้นสร้างขึ้นมาจากแบบรูปซึ่งไม่ใช่การติดตั้งท่อตามหน้างานจริงเหมือนเอกสารรายการรายการประมาณราคาวัสดุก่อสร้างที่อิงตามหลักการของผู้รับเหมาที่รวมกับหรือหักลบแล้วอาจจะต่างกันไม่มาก ดังนี้ ระบบน้ำร้อนในแบบรูปใช้ท่อ PPR-SDR 6 PN20 dia. 1/2" เท่านั้น ส่วนในเอกสารรายการประมาณราคาวัสดุก่อสร้างของผู้รับเหมานั้นมีรายการท่อ PPR-SDR 6 PN20 dia. 3/4" ด้วย แต่เมื่อรวมความยาวของท่อทั้งสองขนาดแล้ว มีความยากที่ไม่ต่างกันมากกับปริมาณจากแบบจำลอง

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบปริมาณท่องานระบบสุขาภิบาลสำหรับอาคารพักอาศัยขนาด 285 ตารางเมตร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ปริมาณจากวิธีดั้งเดิม	ปริมาณจากแบบจำลองรวมค่าเผื่อ	ผลต่าง	ร้อยละผลต่าง
ระบบประปา						
1	PVC Class13.5 dia. 1/2"	เมตร	83	65	-18	-21.69
2	PVC Class13.5 dia. 3/4"	เมตร	20	50	30	150
3	PVC Class13.5 dia. 1"	เมตร	42	43	1	2.38
ระบบน้ำร้อน						
1	PPR-SDR 6 PN20 dia. 1/2"	เมตร	10	19	9	90.00
2	PPR-SDR 6 PN20 dia. 3/4"	เมตร	7	0.00	-7	-100.00
ระบบบำบัดน้ำเสีย						
1	PVC Class8.5 dia. 1 1/2"	เมตร	59	52	-7	-11.86
2	PVC Class8.5 dia. 2"	เมตร	98	52	-46	-46.94
3	PVC Class8.5 dia. 2 1/2"	เมตร	24	53	29	120.83
4	PVC Class8.5 dia. 3"	เมตร	24	6	-18	-75.00
5	PVC Class8.5 dia. 4"	เมตร	61	60	-1	-1.64

PVC Class 8.5 dia. 2 1/2" แทนที่ด้วย PVC Class 8.5 dia. 3" ซึ่งตามแบบแท้จริงแล้ว PVC Class8.5 dia. 3" นั้นจะถูกใช้สำหรับการ Sleeve ท่อที่มีความยาวไม่มาก แต่การซื้อขายท่อในท้องตลาดมีความยาวที่ท่อนละ 4 เมตร จึงต้องทำให้การจัดซื้อท่อ PVC Class 8.5 dia. 3" มาใช้แทนที่ PVC Class 8.5 dia. 2 1/2" ในบางจุด เช่นเดียวกันกับท่อ PVC Class 8.5 dia. 1 1/2" และ PVC Class 8.5 dia. 2"

เนื่องจากท่อที่สร้างจากแบบจำลองอาคารสารสนเทศนั้นสร้างขึ้นจากท่อที่มีในแบบ การเปรียบเทียบราคาจึงต้องเปรียบเทียบในส่วนของท่อที่สร้างขึ้นในแบบจำลองเท่านั้น จากตารางที่ 6 และ 7 แสดงให้เห็นว่าราคาท่อที่คำนวณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีราคาต่ำกว่าวิธีดั้งเดิมถึง 4,140.00 และ 6,486.00 บาท ตามลำดับ ถึงแม้งานระบบจะมีความต่างของมูลค่าไม่มากตามอัตราส่วนของเงินทั้งหมด แต่แสดงให้เห็นว่าการประมาณราคาด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายทั้งหมดได้ถึง 20.62 และ 28.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ผลเปรียบเทียบราคาท่องานระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารพักอาศัยขนาด 240 ตารางเมตร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	วิธีดั้งเดิม (บาท)	แบบจำลองรวมค่าเผื่อ (บาท)	ผลต่าง (บาท)	ร้อยละผลต่าง
ระบบแสงสว่างและเต้าเสียบ							
1	PVC dia. 1/2"	เมตร	23.00	13,754.00	11,500.00	-2,254.00	-16.39
ระบบโทรทัศน์							
1	PVC dia. 1/2"	เมตร	23.00	2,001.00	1,495.00	-506.00	-25.29
ระบบคอมพิวเตอร์							
1	PVC com dia. 1/2"	เมตร	23.00	2,024.00	1,472.00	-552.00	-27.27
ระบบโทรศัพท์							
1	PVC telephone dia. 1/2"	เมตร	23.00	2,300.00	1,472.00	--828.00	-36.00
รวม				20,079.00	15,939.00	-4,140.00	-20.62

ตารางที่ 7 ผลเปรียบเทียบราคาท่องานระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารพักอาศัยขนาด 285 ตารางเมตร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	วิธีดั้งเดิม (บาท)	แบบจำลองรวมค่าเผื่อ (บาท)	ผลต่าง (บาท)	ร้อยละผลต่าง
ระบบแสงสว่างและเต้าเสียบ							
1	PVC dia. 1/2"	เมตร	23.00	16,307.00	11,063.00	-5,244.00	-32.16
ระบบโทรทัศน์							
1	PVC dia. 1/2"	เมตร	23.00	1,909.00	1,449.00	-460.00	-24.10
ระบบคอมพิวเตอร์							
1	PVC com dia. 1/2"	เมตร	23.00	2,208.00	1,702.00	-506.00	-22.92
ระบบโทรศัพท์							
1	PVC telephone dia. 1/2"	เมตร	23.00	1,978.00	1,702.00	-276.00	-13.95
รวม				22,402.00	15,916.00	-6,486.00	-28.95

จากตารางที่ 8 และ 9 แสดงให้เห็นว่าราคาท่อที่คำนวณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีราคาสูงกว่าวิธีดั้งเดิมเล็กน้อยตามอัตราส่วนของมูลค่างาน การประมาณราคาท่องานระบบสุขาภิบาลสำหรับอาคารพักอาศัยขนาด 240 ตร.ม. มีความใกล้เคียงกันมาก แตกต่างกันแค่ 1,178.00 บาท หรือเพียงแค่ 4.26 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น สำหรับอาคารพักอาศัยขนาด 285 ตารางเมตร การประมาณราคาด้วยแบบจำลองอาคารสารสนเทศทำให้ราคาที่ได้น้อยกว่า 3,907.00 บาท หรือประหยัดกว่า 9.35 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 8 ผลเปรียบเทียบราคาท่องานระบบสุขาภิบาลสำหรับอาคารพักอาศัยขนาด 240 ตารางเมตร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	วิธีดั้งเดิม (บาท)	แบบจำลองรวมค่าเผื่อ (บาท)	ผลต่าง (บาท)	ร้อยละผลต่าง
ระบบประปา							
1	PVC Class13.5 dia. 1/2"	เมตร	26.00	1,352.00	1,040.00	-312.00	-23.08
2	PVC Class13.5 dia. 3/4"	เมตร	31.00	1,023.00	2,139.00	1,116.00	109.09
3	PVC Class13.5 dia. 1"	เมตร	46.00	1,012.00	1,610.00	598.00	59.09
ระบบน้ำร้อน							
1	PPR-SDR 6 PN20 dia. 1/2"	เมตร	91.00	364.00	1,001.00	637.00	175.00
2	PPR-SDR 6 PN20 dia. 3/4"	เมตร	140.00	700.00	0.00	-700.00	-100.00
ระบบบำบัดน้ำเสีย							
1	PVC Class8.5 dia. 1 1/2"	เมตร	56.00	2,240.00	1,400.00	-840.00	-37.50
2	PVC Class8.5 dia. 2"	เมตร	85.00	2,975.00	3,910.00	935.00	31.43
3	PVC Class8.5 dia. 2 1/2"	เมตร	110.00	4,950.00	7,480.00	2,530.00	51.11
4	PVC Class8.5 dia. 3"	เมตร	159.00	2,385.00	159.00	-2,226.00	-93.33
5	PVC Class8.5 dia. 4"	เมตร	280.00	10,640.00	10,080.00	-560.00	-5.26
รวม				27,641.00	28,819.00	1,178.00	4.26

ตารางที่ 9 ผลเปรียบเทียบราคาท่องานระบบสุขาภิบาลสำหรับอาคารพักอาศัยขนาด 285 ตารางเมตร

ลำดับ	รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	วิธีดั้งเดิม (บาท)	แบบจำลองรวมค่าเผื่อ (บาท)	ผลต่าง (บาท)	ร้อยละผลต่าง
ระบบประปา							
1	PVC Class13.5 dia. 1/2"	เมตร	26.00	2,158.00	1,690.00	-468.00	-21.69
2	PVC Class13.5 dia. 3/4"	เมตร	31.00	620.00	1,550.00	930.00	150.00
3	PVC Class13.5 dia. 1"	เมตร	46.00	1,932.00	1,978.00	46.00	2.38
ระบบน้ำร้อน							
1	PPR-SDR 6 PN20 dia. 1/2"	เมตร	91.00	910.00	1,729.00	819.00	90.00
2	PPR-SDR 6 PN20 dia. 3/4"	เมตร	140.00	980.00	0.00	-980.00	-100.00
ระบบบำบัดน้ำเสีย							
1	PVC Class8.5 dia. 1 1/2"	เมตร	56.00	3,304.00	2,912.00	-392.00	-11.86
2	PVC Class8.5 dia. 2"	เมตร	85.00	8,330.00	4,420.00	-3,910.00	-46.94
3	PVC Class8.5 dia. 2 1/2"	เมตร	110.00	2,640.00	5,830.00	3,190.00	120.83
4	PVC Class8.5 dia. 3"	เมตร	159.00	3,816.00	954.00	-2,862.00	-75.00
5	PVC Class8.5 dia. 4"	เมตร	280.00	17,080.00	16,800.00	-280.00	-1.64
รวม				41,770.00	37,863.00	-3,907.00	-9.35

จากข้อมูลในตารางที่ 6 ถึง 9 สามารถสรุปราคารวมของงานระบบไฟฟ้าและสุขาภิบาลด้วยวิธีดั้งเดิมได้เท่ากับ 111,892.00 บาท และจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารเท่ากับ 98,537.00 บาท

5. สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้นำเสนอผลการเปรียบเทียบการคำนวณหาปริมาณวัสดุสำหรับงานระบบของอาคารพักอาศัยด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยการศึกษาแบบแปลน สำรวจและเก็บข้อมูลการติดตั้งงานระบบของอาคารพักอาศัยขนาด 240 ตารางเมตร และ 285 ตารางเมตรตามที่ได้ดำเนินการจริงในหน่วยงานก่อสร้างเพื่อนำข้อมูลมาสร้างเป็นแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จากนั้นคำนวณหาปริมาณวัสดุโดยใช้ซอฟต์แวร์และนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณวัสดุที่คำนวณจากวิธีดั้งเดิมในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากเอกสารรายการประมาณราคาวัสดุก่อสร้างที่ผู้รับเหมายื่นเสนอเจ้าของโครงการ พิจารณาเฉพาะวัสดุในงานระบบไฟฟ้าและสุขาภิบาลของอาคารโดยใช้วิธีการคำนวณและวัดความยาวเส้นท่อจากแบบรูป 2 มิติ

ผลจากการศึกษาเอกสารรายการประมาณราคาวัสดุก่อสร้างและแบบแปลนอาคารพักอาศัยร่วมกับการสำรวจหน้างานจริงพบว่า ขนาดท่อที่ผู้รับเหมาเลือกใช้มีความแตกต่างจากขนาดท่อที่แบบกำหนด โดยขนาดท่อที่แตกต่างสำหรับงานระบบไฟฟ้า คือ ท่อ PVC dia. 3/4" ของระบบแสงสว่างและเต้าเสียบ ท่อ PVC telephone dia. 3/4" และ ท่อ PVC telephone dia. 1" ของระบบโทรทัศน์ ในงานระบบสุขาภิบาล ได้แก่ ท่อ PPR-SDR 6 PN20 dia.3/4" ของระบบน้ำร้อน ส่งผลให้การเปรียบเทียบปริมาณท่อเหล่านี้มีค่าเป็นศูนย์ และการเปรียบเทียบปริมาณวัสดุจากวิธีดั้งเดิมกับปริมาณวัสดุจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารรวมค่าเผื่อ 10 เปอร์เซ็นต์สำหรับงานระบบไฟฟ้าของอาคารพักอาศัยขนาด 240 ตารางเมตรและ 285 ตารางเมตร พบว่า ปริมาณท่อที่คำนวณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีค่าน้อยกว่าวิธีดั้งเดิมทุกงาน โดยมีการรวมความยาวของท่อที่มีขนาดแตกต่างจากแบบแปลนเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้เปรียบเทียบกับปริมาณท่อจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นตามแบบแปลนได้ สำหรับงานระบบสุขาภิบาล พบว่า ปริมาณท่อที่คำนวณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารบางขนาดมีค่าน้อยกว่าวิธีดั้งเดิม และบางขนาดมีค่ามากกว่าวิธีดั้งเดิม โดยหน้างานจริงมีปรับเปลี่ยนขนาดท่อในบางงานให้ใช้ขนาดท่อเดียวกันได้

ในการวิเคราะห์ผล พบว่า การปรับเปลี่ยนขนาดท่อทำให้การเปรียบเทียบด้านปริมาณทำได้ยากและให้ผลที่ไม่ชัดเจน ดังนั้น การเปรียบเทียบด้านราคาสามารถช่วยแสดงผลลัพธ์ที่ชัดเจนขึ้น พบว่า ในงานระบบไฟฟ้าของอาคารพักอาศัยขนาด 240 ตารางเมตร ราคาท่อที่คำนวณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีราคาต่ำกว่าวิธีดั้งเดิม 4,165.30 บาท คิดเป็น 21 เปอร์เซ็นต์ และขนาด 285 ตารางเมตร พบว่า ราคาท่อที่คำนวณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีราคาต่ำกว่าวิธีดั้งเดิม 6,513.60 บาท คิดเป็น 29 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของราคางานระบบสุขาภิบาลของอาคารพักอาศัยขนาด 240 ตารางเมตร พบว่า ราคาท่อที่คำนวณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีราคาสูงกว่าวิธีดั้งเดิมเล็กน้อยเพียง 638.02 บาท คิดเป็น 2 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น และขนาด 285 ตารางเมตร พบว่า ราคาท่อที่คำนวณด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีราคาต่ำกว่าวิธีดั้งเดิม 4,268.80 บาท คิดเป็น 10 เปอร์เซ็นต์

จากผลการวิจัย สามารถชี้ให้เห็นว่า หากนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ในการกำหนดแนวการติดตั้งท่อในอาคารสามารถช่วยให้การคำนวณปริมาณวัสดุมีความถูกต้องแม่นยำขึ้นและสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ งานวิจัยที่ควรศึกษาและพัฒนาในอนาคตควรใช้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อคำนวณปริมาณวัสดุที่เป็นอุปกรณ์ประกอบซึ่งแต่เดิมใช้วิธีการประมาณในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์จากวัสดุหลัก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Trimble Solution Thailand จำกัด สำหรับองค์ความรู้ในกระบวนการสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคารด้วยโปรแกรม Tekla Structures 2019 และบริษัท นารายา จำกัดสำหรับข้อมูลอาคารและการสำรวจเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

[1] พงศ์สยาม กันจินะ. (2556). แบบจำลองการประมาณราคาอาคารพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิเคราะห์ตามสัดส่วนชนิดพื้นที่ใช้สอย. *การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต*, สาขาวิชาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[2] วิเชียร ปัญญาจักร. (2545). *เอกสารประกอบการสอนวิชาการประมาณราคาก่อสร้าง 1*. เชียงใหม่:[ม.ป.ท.]

[3] วิสูตร จิระดำเกิง. (2556). *การบริหารงานก่อสร้าง*. ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2. ปทุมธานี: วรรณกวี..

[4] คณิต คุปตะวาทิน. (2559). ระบบการนำเสนอแบบก่อสร้างจริงด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารโดยใช้เทคโนโลยีการผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือนเพื่อดูแลอาคาร กรณีศึกษา : งานระบบท่อในอาคาร. *วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต*, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง.

[5] ธีรวัฒน์ เย็นใจ. (2556). การวิเคราะห์ราคาค่าก่อสร้างเพื่อหาสัดส่วนราคาของโครงการสถานพักตากอากาศบนพื้นที่เกาะ (ภาคตะวันออกของประเทศไทย) ปี 2550 – 2554. *วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต*, มหาวิทยาลัยศิลปากร, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

[6] ถิรพัฒน์ สุขเจริญ. (2559). การนำเทคโนโลยีสารสนเทศอาคารมาใช้ในการก่อสร้าง อุปสรรคและประสิทธิภาพในการประมาณวัสดุ. *วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต*, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์.

[7] ทรงพล ยมนาค. (2553). Building Information Modeling สำหรับงานออกแบบก่อสร้าง. *บทความวิชาการในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา*, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

[8] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, New Jersey.

[9] ชาคริต รักษมาตา. (2556). ความแม่นยำในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างในการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ โดยวิธีทั่วไปและวิธีที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร : กรณีศึกษาอาคารชุดพักอาศัยประเภท A1 บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน). *วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต*, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

[10] ชวนนท์ โฆษกิจจาเลิศ. (2556). การตรวจสอบแนวทางการประยุกต์ใช้วิธีการจัดระดับขั้นความละเอียดของข้อมูลสำหรับแบบจำลองสารสนเทศอาคารของสถาบันสถาปนิกอเมริกัน กับวิธีการหาปริมาณงานสถาปัตยกรรมในอุตสาหกรรมการก่อสร้างของไทย. *วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต*, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

[11] ปัญญาพล จันทร์ดอน. (2556). การนำระบบ BIM มาใช้ในการจัดทำแบบก่อสร้างจริง ส่วนงานระบบอาคาร (M&E ASBUILT DRAWINGS) กรณีศึกษาโครงการโรงแรมเวฟพัทยา. *วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต*, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

[12] เสกสรร เถื่อนทองดี. (2557). การพัฒนาแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในการประมาณต้นทุนงานอาคาร. *วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต*, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิศวกรรมศาสตร์.

[13] Golaszewska, M. and Salamak, M. (2017). Challenges in takeoffs and cost estimating in the BIM technology, based on the example of a road bridge model. *Technical Transactions*, 4, pp. 71-79.