# การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนของงานก่อสร้าง

# The tool development for analysis of ratio in construction

เตชิต โรจนาธิโมกข์[1] อภิชา จารุดิลกวรกุล[2] และ ผศ.ดร. วัชระ เพียรสุภาพ

*ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ*

## บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการนำอัตราส่วนไปประยุกต์ใช้ในการก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นการประมาณปริมาณงานและการประมาณราคา อีกทั้งยังมีนำเทคโนโลยี Building Information model (BIM) เข้ามามีส่วนช่วยในงานก่อสร้าง ทำให้ผู้วิจัยคิดค้นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนของงานก่อสร้าง ซึ่งจะใช้เทคโนโลยี Building Information model (BIM) ในการคำนวณปริมาณต่างๆที่ต้องการใช้คำนวณหาอัตราส่วน เช่น ปริมาณคอนกรีต ปริมาณเหล็กเสริม เป็นต้น จากนั้นนำปริมาณที่คำนวณได้ดังกล่าวไปวิเคราะห์เพื่อหาอัตราส่วน และในส่วนสุดท้ายจะเป็นการนำอัตราส่วนไปแสดงผล ซึ่งการสร้างเครื่องมือนี้มีจุดประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาเครื่องมือที่ใช้คำนวณอัตราส่วนสำหรับโครงการก่อสร้างที่เชื่อมโยงกับโมเดล Building Information Modeling (2) แสดงผลข้อมูลอัตราส่วนที่สามารถปรับปรุงโดยอัตโนมัติ โดยเครื่องมือนี้สามารถคำนวณหาอัตราส่วนที่เกี่ยวข้องกับปริมาณเหล็กเสริม ปริมาณคอนกรีต ปริมาณไม้แบบ ปริมาณพื้นที่ใช้สอยในชิ้นส่วนของงานโครงสร้างคาน เสา และฐานราก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการประมาณปริมาณงานและประมาณราคา อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบความถูกต้องของงานก่อสร้างได้อีกด้วย

คำสำคัญ : อัตราส่วน, Building Information Model (BIM)

## Abstract

Ratios have been applied in construction for both quantity survey and cost estimating. With the technology of Building Information Modeling (BIM) in construction, researchers can design a tool to help analyze ratios in construction. BIM can be used to calculate the quantity needed for the exact ratios of volumes such as concrete and reinforcement. Then the calculated volume will be analyzed into ratios which will be shown in the final step. The creation of this tool has two main purposes. One is to develop a tool in order to estimate ratios for construction projects that involves Building Information Modeling. The other is to show ratios which can be automatically improved. The tool can be used to estimate ratios of volumes such as reinforcement, concrete, form work, as well as the total area of beams, columns, and footings. This is very useful for quantity survey and cost estimating. Also, it can be used to check the accuracy of construction.

Keywords: ratios; Building Information Modeling (BIM)

## 1.บทนำ

ปัจจุบันมีการนำอัตราส่วนไปประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างไม่ว่าจะเป็นการประมาณปริมาณงานและการประมาณราคา จากงานวิจัยของ (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ, 2558) ได้ใช้อัตราส่วนในการประมาณปริมาณงานเผื่อ เช่น ปริมาณเผื่อของเหล็กเสริมที่เกิดจากการต่อทาบต่างๆ ปริมาณงานเผื่อของคอนกรีต เป็นต้น เพื่อที่จะใช้ปริมาณงานเผื่อนี้ในการประมาณราคากลางของการประมูลงานของภาครัฐ อีกทั้งในงานวิจัยของ (โชติไกร ไชยวิจารณ์, 2560) ได้ใช้อัตราส่วนในการคำนวณราคาเบื้องต้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจในโครงการที่จะลงทุนและออกแบบก่อร้างอาคาร ในส่วนของงานวิจัย (ชินานุวัติวงศ์, 2544) ใช้อัตราส่วนในการประมาณราคาอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก จากการประยุกต์ใช้ของอัตราส่วนที่กล่าวมาในข้างต้นจะเห็นว่าอัตราส่วนมีความสำคัญในงานก่อสร้างซึ่งทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้อัตราส่วนนี้ในอนาคต

จากการนำอัตราส่วนไปประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างที่กล่าวมาในข้างต้น วิธีการได้มาของอัตราส่วนนั้นมีลักษณะคล้ายคลึงกันคือเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูล จากนั้นจะนำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณเพื่อหาอัตราส่วนที่ต้องการ ซึ่ง

จากการใช้งานจริงพบว่าอัตราส่วนที่ได้มามีความแม่นยำที่ไม่มากพอ เนื่องจากการได้มาของอัตราส่วนนั้นยังขาดการเก็บข้อมูลที่เป็นระบบ และทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงเทคโนโลยีการก่อสร้างที่พัฒนามากขึ้นจึงได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วน

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

*2.1 ความหมายและประเภทของอัตราส่วน*

อัตราส่วน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2020) คือ ปริมาณอย่างหนึ่งที่แสดงถึงจำนวนหรือขนาดตามสัดส่วนเมื่อเปรียบเทียบกับอีกปริมาณหนึ่งที่เกี่ยวข้องกัน โดยปริมาณทั้ง 2 ปริมาณนั้นจะต้องเป็นปริมาณที่มีความสัมพันธ์กันในแง่ใดแง่หนึ่ง อัตราส่วนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1.อัตราส่วนที่เปรียบเทียบในหน่วยเดียวกัน 2.อัตราส่วนที่เปรียบเทียบในหน่วยที่ต่างกัน

*2.2 การประยุกต์ใช้อัตราส่วนในงานประมาณต้นทุน*

ปัจจุบันมีการนำอัตราส่วนมาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างต่างๆ มากมาย ทั้งในด้านของการประมาณต้นทุน และการคำนวณปริมาณงานก่อสร้าง อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ตรวจสอบความถูกต้องของโครงการก่อสร้างได้อีกด้วย

จากการศึกษางานวิจัยในอดีตพบว่ามีการนำอัตราส่วนมาใช้ในการประมาณต้นทุนมากมาย เช่น ใช้ในการกำหนดวงเงินในการก่อสร้าง (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ, 2558) ใช้ในการคำนวณราคาเบื้องต้นเพื่อใช้ในการตัดสินใจในโครงการที่จะลงทุนและออกแบบก่อร้างอาคาร (โชติไกรไชยวิจารณ์, 2560) ใช้ในการประมาณราคาการก่อสร้างในแต่ละชิ้นส่วนของงานโครงสร้าง (Souder) เป็นต้น

และในส่วนของการคำนวณปริมาณงานก่อสร้างก็มีการนำอัตราส่วนมาประยุกต์ใช้เช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น ใช้ในการคำนวณปริมาณงานที่จะต้องใช้เผื่อในงานก่อสร้างได้ โดยปริมาณงานในที่นี้หมายถึงปริมาณการเผื่อของเหล็กเสริมเนื่องจากเหล็กเสริมจำเป็นต้องมีต่อ-ทาบ (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ, 2558) ใช้ในประมาณปริมาณวัสดุที่จะใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น

*2.3 BIM (Building Information Modeling)*

BIM (ทิพย์ทวีชัย, 2020) คือ Building Information Modeling เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับวงการงานสถาปัตยกรรม และการก่อสร้าง ที่เริ่มตั้งแต่การออกแบบอาคารไปจนถึงการก่อสร้าง BIM จะเป็นการใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาควบคุมกระบวนการต่างๆ ระบบจะสร้างแบบจำลองเสมือนของอาคารที่แม่นยำ แบบจำลองแบบดิจิทัล อย่างการออกแบบ การเขียนแบบ การคำนวณโครงสร้าง การประมาณราคา การจัดซื้อ รวมไปถึงการวางแผนงานต่างๆ ของอาคาร

## 3. การดำเนินการในแต่ละขั้นตอน

*3.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต*

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีตเป็นการค้นคว้าหาข้อมูลผลงานวิจัยที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ ในเรื่องของของการใช้อัตราส่วนในงานก่อสร้าง การค้นคว้าการได้มาซึ่งอัตราส่วนต่างๆในการก่อสร้าง หรืออาจจะค้นคว้าในมุมมองที่กว้างออกไปคือการนำอัตราส่วนในการก่อสร้างไปใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง

จากนั้นผู้ศึกษาวิจัยได้ศึกษาหาอัตราส่วนที่ใช้ในงานก่อสร้างจากผู้มีประสบการณ์ในการทำงานจริง รวมถึงการศึกษาการใช้ประโยชน์ในมุมมองต่างๆ เช่น การติดต่อสัมภาษณ์พนักงานที่ทำงานฝ่ายการประมาณราคา บริษัท PCM – Build., Lo และพนักงานที่ทำงานฝ่ายการประมาณราคา บริษัท ช.การช่าง จำกัด(มหาชน) ด้วยการสอบถามคำถามแบบปลายเปิด ที่ได้มีการจัดเตรียมขึ้นซึ่งได้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาช่วยชี้แนะคำถามก่อนการสัมภาษณ์จริง เช่น การสอบถามอัตราส่วนที่ผู้ปฏิบัติงานใช้ส่วนใหญ่ การสอบถามปัญหาที่เกิดขึ้นในการประมาณปริมาณงานนั้น และอะไรที่จะส่งผลให้การทำงานนั้นสะดวกหรือลดระยะเวลาในการทำงานได้มากยิ่งขึ้น

*3.2 ศึกษาโปรแกรม Autodesk Revit, Autodesk Dynamo, Microsoft Excel, Tableau*

เทคโนโลยีที่มีความก้าวหน้าไปเป็นอย่างมาก จึงมีความสำคัญมากในอุตสหกรรมการก่อสร้างปัจจุบัน ผู้ศึกษาวิจัยจึงได้ดำเนินการการศึกษาโปรแกรมต่างๆไม่ว่าจะเป็นการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง เป็นต้น และการสร้าง Model บ้านที่ต้องการทดลองในการหาค่าอัตราส่วนที่ใช้ในงานก่อสร้าง เป็นการสร้าง Model จากแบบที่ใช้จริงในการก่อสร้างโดยการศึกษาข้อมูลจากผู้ถูกสัมภาษณ์ โดยขอแบบบ้านที่สร้างเสร็จเรียบร้อย ซึ่งการสร้าง Model ในโปรแกรม Autodesk Revit ให้ตรงตามแบบที่ได้ข้อมูลมาทั้งหมด โดยการใส่ขนาดของชิ้นส่วนต่างๆให้ตรงตามแบบ หรือใกล้เคียงมากที่สุด รวมถึงใส่เหล็กในแต่ละชิ้นส่วนของงานก่อสร้าง

*3.3 เขียน Code ใน Autodesk Dynamo เพื่อดึงข้อมูล*

การเขียน Code ใน Autodesk Dynamo เพื่อดึงข้อมูลที่ต้องการจาก Autodesk Revit ทำได้โดยการเลือกประเภทชิ้นส่วนในการก่อสร้างที่ต้องการโดยใช้คำสั่ง Categorize จากนั้นทำการดึงค่าข้อมูลในแต่ละชิ้นส่วนของประเภทของชิ้นส่วนก่อสร้างโดยใช้คำสั่ง ElementGetParameterValueByName ไว้ในรูปแบบของ List ทำการเขียน Code เพื่อคำนวณค่าต่างๆที่ดึงออกมาในแต่ละชิ้นส่วนของ Model ให้เป็นค่าอัตราส่วนที่ต้องการ และ Import data to Microsoft Excel โดยการใช้คำสั่ง Data.ExportExcel เข้าสู่ Microsoft Excel เพื่อนำข้อมูลไปเก็บไว้โดยจำเป็นจะต้องมีการสร้าง File ของ Excel และ Save As ก่อน หลังจากนั้นจึงจะสามารถกำหนดคำสั่งในโปรแกรม Autodesk Dynamo ให้ Import ข้อมูลอัตราส่วนที่ใช้ในการก่อสร้างไปยัง Excel File ที่เราสร้างไว้

*3.4 ทดลอง Run ในแต่ละ Element และแก้ไข*

ทดลอง Run โปรแกรม Autodesk Dynamo โดยการเลือกทีละ Element ใน Model เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ในแต่ละคำสั่งที่เชื่อมต่อกันว่ามีข้อมูลที่เชื่อมต่อกันหรือไม่ ในการตรวจสอบในแต่ละคำสั่งนั้นสามารถทำได้โดยการใช้คำสั่ง Freeze ซึ่งทำให้สามารถตรวจสอบไปทีละคำสั่ง เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ และลดกระบวนการ RUN ข้อมูลที่ไม่จำเป็นไปอีกด้วย ซึ่งหากพบความผิดพลาด ก็จะสามารถตรวจพบและแก้ไขได้รวยเร็ว เนื่องจาก Code ในโปรแกรม Autodesk Dynamo นั้นเมื่อเขียนเสร็จแล้วจะมีการเชื่อมต่อแต่ละคำสั่งที่มีความซับซ้อน และประเภทของข้อมูลที่เชื่อมต่อกันจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีข้อมูลประเภทเดียวกับเงื่อนไขของคำสั่ง และการ Import data from Microsoft Excel to Tableau เพื่อหาแนวโน้มอัตราส่วน จะทำได้โดยการ Import data เข้าไปในโปรแกรม Tableau และทำการเชื่อมโยงข้อมูลต่างที่ถูก Import เข้าไปในโปรแกรม และสร้างการแสดงผลของข้อมูลผ่านเครื่องมือการนำเสนอในโปรแกรมในรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟจุด เพื่อหา Trend ของความสัมพันธ์ข้อมูลอัตราส่วนที่ใช้ในการก่อสร้างในแต่ละชิ้นส่วน

## 4. การออกแบบและพัฒนาระบบ

*4.1 กระบวนการจัดเตรียมข้อมูล*

สิ่งสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ การจัดเตรียมข้อมูล เนื่องจากถ้าไม่มีการจัดเตรียมข้อมูลก่อนที่จะนำข้อมูลไปวิเคราะห์ จะส่งผลให้ผลลัพธ์ออกมาไม่ดีเท่าที่ควร และผลลัพธ์ที่ได้จากการดึงข้อมูลปริมาตรเหล็กทั้งหมดในแต่ละ Element นั้นจะมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้นทางผู้ศึกษาวิจัยจึงได้มีการทดลองวิเคราะห์ผลลัพธ์ คือ ผู้ศึกษาวิจัยได้ทดลองสร้าง Model คานให้มีความยาวเป็น 2 ช่วง จากนั้นจึงได้ทดลองใส่เหล็กลงไปใน Element ช่วงคานที่ 1 ซึ่งหมายความว่า Estimated Reinforcement Volume ที่อ่านค่าได้จะเป็นของ Element คานที่ 1 แต่ถ้าเพิ่มความยาวของเหล็กโดยให้มีความยาวตั้งแต่ Element คานที่ 1 ไปจนถึง Element คานที่ 2 โดยวิธีการดึงความยาวของเหล็กต่อเนื่องจาก Element คานที่ 1 ซึ่งไม่ได้ใส่เหล็กใหม่ใน Element คานที่ 2 (เหล็กยาวต่อเนื่อง ไม่มีการแยกชิ้นส่วนกัน) ดังนั้น ถ้าหากอ่านค่า Estimated Reinforcement Volume ของคานที่ 1 จะสามารถอ่านค่า Estimated Reinforcement Volume ที่มีปริมาตรตั้งแต่ช่วงคานที่ 1 ถึงคานที่ 2 ส่วน Estimated Reinforcement Volume ของคานที่ 2 จะสามารถอ่านค่า Estimated Reinforcement Volume ได้เท่ากับ 0 ซึ่งจากการทดลองข้างต้นนี้ ทำให้ต้องมีการใส่เหล็กแยกชิ้นส่วนในแต่ละ Element โดยห้ามไม่ให้ใส่เหล็กไปที่ Element ใด Element หนึ่งแล้วดึงความยาวเหล็กข้ามไปอีก Element เพราะในทางปฏิบัตินั้นความเข้าใจคือ Estimated Reinforcement Volume (ปริมาตรเหล็ก) อยู่ใน Element (ชิ้นส่วน) ใด หมายความว่า ใน Element นั้นมี Estimated Reinforcement Volume อยู่เพียงเท่านั้น ไม่ได้มี Estimated Reinforcement Volume ของ Element อื่นรวมอยู่ด้วย จึงต้องมีการกำหนดเงื่อนไขการสร้าง Model ของผู้ใช้งานคือ

- ผู้ใช้งานจะต้องสร้าง Model ในโปรแกรม Autodesk Revit โดยการสร้าง Grid - Grid line อย่างเช่น คาน จะต้องสร้างจากหัวเสาถึงหัวเสาเท่านั้น และเสา จะต้องสร้างชั้น1 ถึง ชั้น2 เท่านั้น
- การตั้งชื่อแต่ละชั้น ให้ตั้งชื่อเป็น “ชั้นที่1”, ”ชั้นที่2” แทนที่จะตั้งชื่อเป็น “ระดับผิวพื้นชั้นที่1”
- ขั้นตอนการใส่เหล็กควรจะต้องใส่แต่ละคาน หรือแต่ละเสาเท่านั้น หมายถึงไม่ควรลากเหล็กจาก Element หนึ่งให้ยาวไปถึงอีก Element เพื่อทำให้การคำนวณมีค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด
- หน่วยที่ใช้ในการสร้าง Model จะต้องเป็นหน่วย Metric เท่านั้น

*4.2 การทำงานของระบบเบื้องต้น*

ระบบการหาอัตราส่วนอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ ระบบการนำเข้าข้อมูล ระบบการประมวลผลข้อมูล และระบบแสดงผลข้อมูล โดยทั้ง 3 ระบบนี้มีความเชื่อมโยงกันทั้งหมด

การนำเข้าข้อมูลนั้นจะได้มาจากการนำข้อมูลจากงานก่อสร้างต่างๆมาเขียนลงบนโปรแกรม Autodesk Revit โดยการเขียนแบบลงบนโปรแกรม Autodesk Revit นั้นจะต้องมีการเขียนข้อมูลด้วยวิธีที่ถูกต้องและครบถ้วน โดยเครื่องมือที่ผู้วิจัยออกแบบมาสามารถตรวจสอบความผิดพลาดจากการเขียนข้อมูลลงบนโปรแกรม Autodesk Revit ได้ ขั้นตอนนี้จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของผู้ใช้งานเนื่องจากถ้านำเข้าข้อมูลที่ผิดพลาดจะทำให้ขั้นตอนต่อๆไปจะผิดพลาดตามไปด้วย รวมถึงผลลัพธ์ที่ได้ในตอนสุดท้ายก็จะมีความคลาดเคลื่อนเช่นกันทำให้สามารถนำอัตราส่วนไปประยุกต์ใช้ต่อได้

เมื่อนำเข้าข้อมูลเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูล โดยจะมีกระบวนการคือ เริ่มจากการดึงข้อมูลจากโปรแกรม Autodesk Revit ไปสู่โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการดึงข้อมูลนั้นจะใช้โปรแกรม Autodesk Dynamo โดยข้อมูลที่ดึงออกมานั้นจะเป็นข้อมูลที่ใช้ในการหาอัตราส่วนที่ต้องการ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลปริมาณคอนกรีต ข้อมูลปริมาณเหล็ก ข้อมูลพื้นที่ใช้สอยของอาคาร เป็นต้น

ขั้นตอนสุดท้ายของเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้คิดค้นคือขั้นตอนการวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูล โดยขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลออกจากโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อที่จะไปแสดงผลในโปรแกรม Tableau เนื่องจากโปรแกรม Tableau สามารถวิเคราะห์และแสดงผลได้ดีกว่าโปรแกรม Microsoft Excel โดย Tableau จะแสดงผลออกมาในรูปแบบของกราฟ ตาราง

*4.3 การใช้งานโปรแกรมของผู้ใช้*

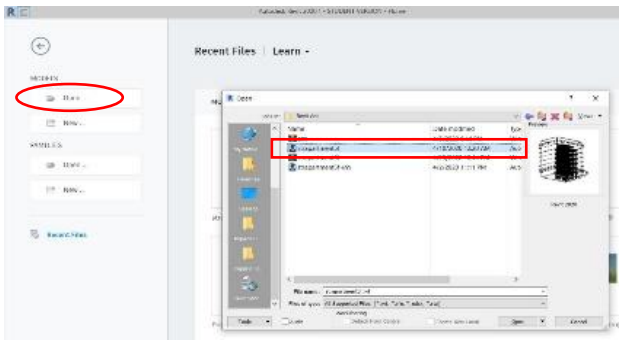
ขั้นตอนการใช้งานของผู้ใช้โปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

*4.3.1 ขั้นตอนการเตรียมการก่อนการใช้โปรแกรม*

ผู้ใช้จำเป็นจะต้องมีโปรแกรม Autodesk Revit, Autodesk Dynamo, Microsoft Excel และ Tableau จากนั้นเตรียมแบบก่อสร้างให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรม Autodesk Revit และผู้ใช้ต้องสร้างไฟล์ Microsoft Excel ที่ว่างเปล่าไว้สำหรับเก็บข้อมูลอัตราส่วนที่ได้จากการคำนวณในโปรแกรม Autodesk Dynamo และสิ่งสุดท้ายที่ผู้ใช้ต้องมีคือไฟล์โปรแกรม Autodesk Dynamo ชื่อ Project_Ratio

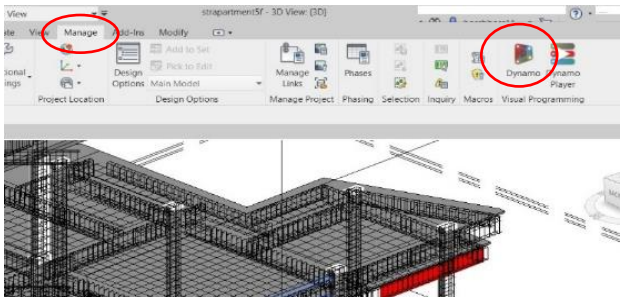
*4.3.2 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม*

เริ่มต้นจากการเปิดโปรแกรม Autodesk Revit จากนั้นทำการเปิดไฟล์แบบก่อสร้างที่เตรียมในขั้นตอนแรก ดังแสดงในรูปที่ 1



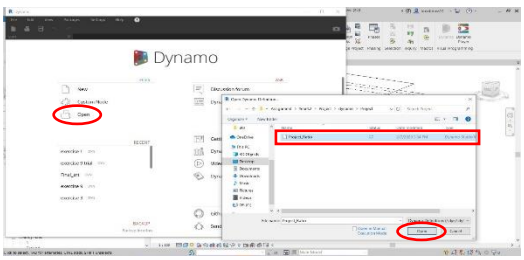

**รูปที่ 1** การเปิดไฟล์แบบก่อสร้างในโปรแกรม Autodesk Revit

เมื่อเปิดไฟล์แบบก่อสร้างที่ต้องการแล้ว จากนั้นเลือกที่แถบ Manage และคลิกปุ่ม Dynamo เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่โปรแกรม Autodesk Dynamo ดังรูปที่ 2



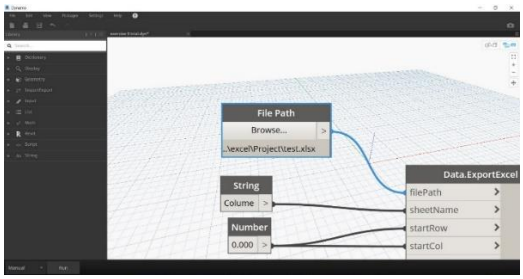

รูปที่ 2 การนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม Autodesk Dynamo

โดยหลังจากคลิกปุ่ม Dynamo โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างเพื่อเข้าสู่โปรแกรม Autodesk Dynamo และเลือกเปิดไฟล์ชื่อ Project_Ratio ดังรูปที่ 3



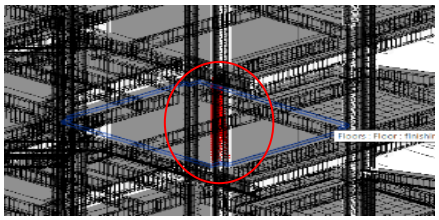

รูปที่ 3 การเปิดไฟล์ในโปรแกรม Autodesk Dynamo

หลังจากนั้นให้ผู้ใช้สังเกตหน้าต่าง File Path เพื่อเปิดไฟล์ Microsoft Excel ที่เตรียมมาข้างต้น ดังรูปที่ 4




รูปที่ 4 การเปิดไฟล์ Microsoft Excel

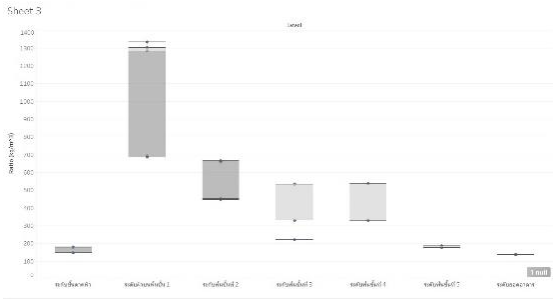
จากนั้นคลิกปุ่ม Run ที่อยู่มุมซ้ายล่างของจอภาพจะได้ไฟล์ Microsoft Excel ที่เก็บข้อมูลปริมาณคอนกรีต ปริมาณเหล็กเสริม ปริมาณพื้นที่ใช้สอย และอัตราส่วนต่างๆในแต่ละชิ้นส่วนของงานโครงสร้าง ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลได้โดยกลับไปดูที่โมเดล ถ้าหาก Element ใดมีข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน ก็จะมีสีแดงดังรูปที่ 5



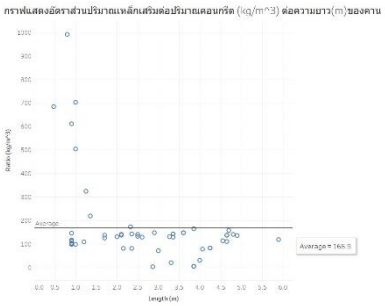
รูปที่ 5 ชิ้นส่วนที่มีข้อมูลไม่ครบถ้วนโดยจะปรากฏในรูปแบบสีแดง

*4.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราส่วน*

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนเป็นขั้นตอนหลังจากการได้มาของอัตราส่วน โดยจะนำข้อมูลที่อยู่ภายในโปรแกรม Microsoft Excel เข้าสู่โปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนซึ่งทางผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Tableau เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายและแสดงผลออกมาได้ชัดเจนโดยทางผู้วิจัยจะแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์อัตราส่วนของตึก 5 ชั้น ดังรูปที่ 6 และ 7



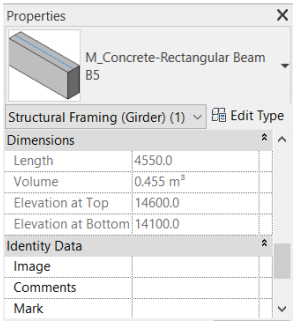
**รูปที่ 6** กราฟตัวอย่างการวิเคราะห์อัตราส่วนในโปรแกรม Tableau



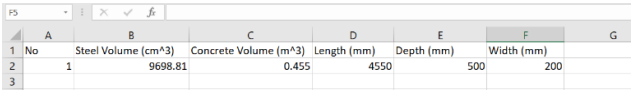
**รูปที่ 7** กราฟตัวอย่างการวิเคราะห์อัตราส่วนในโปรแกรม Tableau

*4.5 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล*

จากอัตราส่วนที่ได้มาในข้างต้นมีการตรวจความถูกต้องของข้อมูล โดยทางผู้ศึกษาวิจัยได้มีวิธีการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนโดยการทดสอบอ่านค่าข้อมูลในโปรแกรม Autodesk Revit อย่างเช่น Volume, Estimated Reinforcement Volume, Length, etc และนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับข้อมูลที่สามารถดึงค่ามาได้จากโปรแกรม Autodesk Dynamo ซึ่งเป็นการตรวจสอบไปทีละขั้นตอน (step by step) ดังรูปที่ 8 และ 9




**รูปที่ 8** ปริมาณต่างๆในโปรแกรม Autodesk Revit



| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | No | Steel Volume (cm^3) | Concrete Volume (m^3) | Length (mm) | Depth (mm) | Width (mm) | |
| 2 | 1 | 9698.81 | 0.455 | 4550 | 500 | 200 | |
| 3 | | | | | | | |

**รูปที่ 9** ปริมาณต่างๆในโปรแกรม Microsoft Excel

## 5.สรุปผลงานวิจัย

*5.1ผลการศึกษางานวิจัย*

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าอัตราส่วนที่ใช้ในงานก่อสร้างมีการใช้ที่แพร่หลาย แต่ข้อมูลที่ได้ออกมายังขาดการเชื่อมโยงเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาอัตราส่วน ทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นจุดบกพร่องในส่วนนี้ประกอบกับได้เล็งเห็นประโยชน์จากเทคโนโลยี BIM (Building Information model) ที่พัฒนาขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถคำนวณปริมาณต่างๆที่นำไปคำนวณอัตราส่วนได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ทำให้ทางผู้วิจัยได้คิดค้นเครื่องมือที่เชื่อมโยงข้อมูลโดยอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยีดังกล่าวเข้ามาเกี่ยวข้อง

อัตราส่วนสามารถนำไปประยุกต์ได้มากมายจากการที่ได้ศึกษาจากงานวิจัยในอดีตและสัมภาษณ์จากผู้ใช้งานจริง พบว่าการประยุกต์ใช้อัตราส่วนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ ใช้ในการประมาณปริมาณงาน ประมาณราคาและในสองส่วนนี้สามารถใช้ตรวจสอบความถูกต้องของเจ้าของโครงการหรือผู้รับเหมา โดยการได้มาของอัตราส่วนนั้นมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไปแต่มีส่วนที่เหมือนกันคือไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลที่เป็นอัตโนมัติทำให้ผู้วิจัยจึงอยากจะพัฒนาในจุดนี้ให้ดีขึ้น

จากปัญหาที่พบดังกล่าวทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนของงานก่อสร้าง ซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่คำนวณอัตราส่วนจากข้อมูลที่ผู้ใช้ใส่เข้าไปในโปรแกรม Autodesk Revit และแสดงผลค่าอัตราส่วนนั้นออกมาอัตโนมัติ โดยในงานวิจัยนี้ได้คำนวณปริมาณเหล็กเสริม ปริมาณคอนกรีต ปริมาณไม้แบบ ปริมาณพื้นที่ใช้สอย เพื่อใช้ในการคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างปริมาณเหล็กเสริมต่อปริมาณคอนกรีตในทุกชิ้นส่วนของงานโครงสร้าง อัตราส่วนระหว่างปริมาณคอนกรีตหรือพื้นที่ไม้แบบต่อพื้นที่ใช้สอยของงานโครงสร้างคาน เสา และฐานราก อัตราส่วนระหว่างปริมาณคอนกรีตหรือพื้นที่ไม้แบบต่อพื้นที่ใช้สอยของทั้งโครงการ

กระบวนการการคำนวณอัตราส่วนของเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจะเริ่มจากการใส่ข้อมูลแบบการก่อสร้าง (Drawing) ลงไปในโปรแกรม Autodesk Revit เพื่อคำนวณหาปริมาณคอนกรีต ปริมาณเหล็กเสริม ปริมาณพื้นที่ใช้สอย ปริมาณไม้แบบในชิ้นส่วนของงานโครงสร้างซึ่งจะประกอบด้วยคาน(Beam) เสา(Column) และฐานราก(Footing) หลังจากนั้นจะใช้โปรแกรม Autodesk Dynamo ดึงข้อมูลดังล่าวจากโปรแกรม Autodesk Revit เพื่อมาคำนวณหาอัตราส่วนต่างๆดังที่ได้กล่าวมาในข้างต้น และแสดงผลลงในโปรแกรม Microsoft Excel หลังจากนั้นจะเป็นการนำข้อมูลอัตราส่วนที่ได้ไปวิเคราะห์ในโปรแกรม Tableau เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการนำไปใช้งานต่อในอนาคต

*5.2 ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษา*

จากการศึกษางานวิจัยในอดีตหรือสัมภาษณ์จากผู้ใช้อัตราส่วนในปัจจุบันการหาอัตราส่วนนั้นยังไม่มีการนำเทคโนโลยี BIM (Building Information) เข้ามาใช้ในการคำนวณหาปริมาณต่างๆ เพื่อที่จะใช้คำนวณหาอัตราส่วนที่ต้องการ ทางผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยี BIM (Building Information) เข้ามาพัฒนาในส่วนนี้จึงเกิดเป็นเครื่องมือที่ทางผู้วิจัยได้คิดค้นขึ้น อีกทั้งเครื่องมือนี้ยังสามารถแสดงผลข้อมูลอัตราส่วนที่สามารถปรับปรุงโดยอัตโนมัติทำให้ข้อมูลอัตราส่วนทันสมัยยิ่งขึ้น

การประยุกต์ใช้เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนของงานก่อสร้างนี้จะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มเจ้าของโครงการ กลุ่มผู้รับเหมา กลุ่มที่ปรึกษาโครงการ และกลุ่มผู้ที่สนใจพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนของงานก่อสร้าง โดยใน 4 กลุ่มนี้จะนำไปประยุกต์ใช้เหมือนกันหรือแตกต่างกัน โดยจะแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในที่นี้กลุ่มเจ้าของโครงการหมายถึงเจ้าของโครงการรายใหญ่ที่รับงานก่อสร้างหลายโครงการตัวอย่างเช่นรัฐบาล เนื่องจากกลุ่มนี้จำเป็นจะต้องใช้อัตราส่วนในการประเมินปริมาณงานและปริมาณราคาในโครงการในอนาคต เช่น ใช้ประเมินความเป็นไปได้ของโครงการ ใช้ตรวจสอบปริมาณ

งานและราคางานก่อสร้างของผู้รับเหมา เป็นต้น ซึ่งในเครื่องมือที่ผู้วิจัยคิดค้นขึ้นนี้สามารถเก็บข้อมูลในอดีตและวิเคราะห์ข้อมูลที่ผ่านมา หรือแสดงแนวโน้มที่เกี่ยวกับการก่อสร้างในอนาคตได้

กลุ่มผู้รับเหมาและกลุ่มที่ปรึกษาโครงการจะมีลักษณะการประยุกต์เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนของงานก่อสร้างในลักษณะเดียวกัน โดยจะใช้เครื่องมือนี้ในการเก็บข้อมูลโครงการก่อสร้างที่ผ่านมาเพื่อใช้อัตราส่วนในการประมาณปริมาณงาน ปริมาณราคา เพื่อใช้ประโยชน์ในโครงการต่อๆไป เช่น ใช้ในการประมาณราคาเบื้องต้นเพื่อที่จะใช้ในการประมูลงานและศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ ใช้ในการประมาณปริมาณงานเพื่อที่จะประมาณการซื้อวัสดุในการก่อสร้าง เป็นต้น อีกทั้งข้อมูลที่เก็บในโครงการที่ผ่านมาสามารถใช้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติเพื่อที่จะใช้ประโยชน์ในอนาคตได้อีกด้วย

ในส่วนของกลุ่มผู้ที่สนใจพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อัตราส่วนของงานก่อสร้างสามารถนำเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนานำไปต่อยอดเพิ่มเติม เนื่องจากในเครื่องมือนี้ยังขาดอัตราส่วนอื่นๆที่ยังต้องการในปัจจุบัน เช่น อัตราส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตยกรรม อัตราส่วนเกี่ยวกับงานโครงสร้างใต้ดิน เป็นต้น โดยจะอธิบายในข้อเสนอแนะในส่วนต่อไป

*5.3 ข้อเสนอแนะ*

งานวิจัยนี้แสดงเพียงขั้นตอนการได้มาของอัตราส่วนและการวิเคราะห์อัตราส่วน โดยแสดงถึงข้อมูลปริมาณคอนกรีต ปริมาณเหล็กเสริม และพื้นที่ใช้สอย ซึ่งในปัจจุบันยังมีข้อมูลอัตราส่วนอื่นๆที่ต้องการในงานก่อสร้างอีก จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้อัตราส่วนยังต้องการอัตราส่วนในเรื่องของงานสถาปัตย์ เช่น อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ปูพื้นวัสดุของโครงการต่อพื้นที่ใช้สอย อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผนังต่อพื้นที่ใช้สอย อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผนังต่อจำนวนประตู หน้าต่าง เป็นต้น และอัตราส่วนในเรื่องของงานระบบ อีกทั้งยังมีอัตราส่วนระหว่างงานโครงสร้างต่องานสถาปัตย์อีกด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของ ผศ. ดร. วัชระ เพียรสุภาพ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำโครงงาน อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินงานอีกด้วย และขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่กรุณาให้ความรู้ต่างๆ ที่เนประโยชน์กับการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

## เอกสารอ้างอิง

Chris Souder. (ม.ป.ป.). Can Using Form Ratios Improve the Accuracy of Estimating.

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *เทคนิคการประมาณราคาก่อสร้างกองแบบแผน.* เข้าถึงได้จาก https://hss.moph.go.th/fileupload_doc_slider/2016-11-15--136.pdf

พิชญุตม์ จรัสบำรุงโรจน์, ธีรฒา วรเจริญสิน, อรรถสิทธิ์ ศิริสนธิ, ไกรศร วงศ์โสภิต โชติไกร ไชยวิจารณ์. (กรกฎาคม-ธันวาคม 2560). การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณวัสดุต่อหน่วยของอาคารพักอาศัย 5-8 ชั้น และ 3-5 ชั้น. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต, 7*(2), 94-107.

วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่. (2560). *การประมาณราคาก่อสร้าง.* เข้าถึงได้จาก http://building.cmtc.ac.th/main/images/stories//kattariya/week%201_price%20con's.pdf

สันติ ชินานุวัติวงศ์. (2544). การประมาณราคาก่อสร้างอาคารโดยใช้อัตราส่วนองค์ประกอบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก. *วิศวกรรมสาร มก., 44*, 52-61.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (15 5 2020). *อัตราส่วน.* เข้าถึงได้จาก http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/know/estat1_12.html

สุดารัตน์ ทิพย์ทวีชัย. (18 2 2020). *Building Information Model.* เข้าถึงได้จาก www.applicadthai.com