# บทที่ 2
## เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โปรแกรมสเกตอัพ เป็นคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ ที่พัฒนามาจากแนวความคิดของมนุษย์ตั้งแต่ยุคโบราณที่มีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติขนาดย่อหรือขนาดเท่าของจริง เพื่อให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเห็นภาพของงานก่อสร้างที่ตรงกัน แต่การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ในสมัยก่อน ยังมีข้อด้อยหลายประการ เช่น สร้างไม่ตรงกับความต้องการของเจ้าของ หรือผู้ออกแบบ และไม่สามารถแก้ไขได้ทันทีในช่วงการนำเสนอ เป็นต้น มนุษย์จึงได้พัฒนาการสร้างแบบจำลอง โดยใช้เทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบและสร้างภาพเป็นแบบจำลอง 3 มิติ เพื่อลดข้อด้อยต่างๆ ลง ช่วยในการสื่อสารระหว่างทุกฝ่าย อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลจากการออกแบบอาคารมาใช้ในการวางแผนงานก่อสร้าง การประมาณราคาค่าก่อสร้าง และการตรวจสอบข้อผิดพลาดของงานก่อสร้างก่อนการก่อสร้างจริง เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นทั้งในเรื่องของคุณภาพงานก่อสร้าง เงินทุนและระยะเวลาในการก่อสร้าง โดยโปรแกรมสเกตอัพ เป็นโปรแกรมหนึ่งที่สามารถสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) ได้ แต่ยังมีข้อด้อยในการนำไปใช้งานอย่างเต็มรูปแบบในระบบ BIM เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวมิได้สร้างเพื่อรองรับการทำงานของระบบ BIM เป็นเพียงโปรแกรมที่ช่วยในการออกแบบงานก่อสร้าง แต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในการประมาณราคาจากแบบที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมสเกตอัพ ซึ่งในบทนี้จะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 7 หัวข้อ ดังนี้

2.1 BIM

2.2 โปรแกรมสเกตอัพ

2.3 หลักเกณฑ์และข้อกำหนดการประมาณราคางานก่อสร้าง

2.4 หลักการและทฤษฎีวิเคราะห์

2.5 การประมาณราคาค่าก่อสร้างของกรมยุทธโยธาทหารบก

2.6 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคารและการประมาณราคา

2.7 สรุปปัจจัยและประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้โปรแกรมสเกตอัพ ในการประมาณราคา

### 2.1 BIM

BIM เป็นกระบวนการหรือระบบ ที่ใช้คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ในการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ กับแบบจำลองอาคารที่สร้างขึ้น เพื่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ ของโครงการก่อสร้าง ลำดับต่อไปจะกล่าวถึง ความเป็นมาและความหมายของ BIM, หลักการทำงานของ BIM, ประโยชน์ของ BIM และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบ BIM

2.1.1 ความเป็นมาและความหมายของ BIM

งานก่อสร้างอาคาร เป็นงานที่มีผู้เกี่ยวข้องในการทำงานหลายส่วน มนุษย์จึงได้หาวิธีในการสื่อสารเพื่อให้แต่ละส่วนที่เกี่ยวข้องได้เข้าใจตรงกัน ในแต่ละขั้นตอนและลำดับการทำงาน ซึ่งจากหลักฐานทางโบราณคดี มนุษย์เริ่มมีการขีดเขียนรูปภาพบนก้อนหินหรือตามผนังถ้ำเพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างกัน หรือบอกเล่าเรื่องราวต่างๆ ตลอดจนมีการพัฒนาสร้างโมเดล 3 มิติ เพื่อง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่งกันและกัน และนี้คือจุดเริ่มต้นของการเกิดแนวความคิด BIM โดยมีการศึกษาในแต่ละยุคต่อไปนี้

เมื่อ 4 พันปีก่อนคริสตกาล ได้ค้นพบหลักฐานสำคัญทางด้านสถาปัตยกรรม คือการค้นพบการเขียนแบบเป็นรูปแปลน 2 มิติ บนแผ่นหินโดยชาวเมโสโปเตเมีย ชื่อ วาลเดน กูตัว จึงถือได้ว่าชาวเมโสโปเตเมียเป็นชาติแรก ที่เริ่มมีแนวคิดอย่างเป็นแบบแผน มีการวางแผนและเตรียมการก่อนการก่อสร้างโดยใช้แบบเป็นสื่อ ในการสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน

ในคริสต์ศักราช 1944 Dr. Howard H. Aiken ได้คิดค้นและประดิษฐ์คอมพิวเตอร์เครื่องแรก ชื่อ Harvard mark I มาช่วยในการประมวลผลข้อมูล และมีการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์มาอย่างต่อเนื่อง (วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์) จนถึงคริสต์ศักราชที่ 1970 ได้นำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในการทำระบบกราฟิกของงานเขียนแบบ 2 มิติ เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ไขเปลี่ยนแปลง และมีการพัฒนาให้สามารถเขียนแบบในลักษณะรูปทรง 3 มิติ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในแนวความคิดของ BIM ในการนำองค์ประกอบของส่วนต่างๆ ของอาคาร มาเกี่ยวข้องสัมพันธ์ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองอาคารในรูปแบบต่างๆ เพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดในกระบวนการก่อสร้างอาคาร แต่เนื่องจากในยุคนั้นประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ยังไม่สูงมากและมีค่าจ่ายสูงในการทำงาน จึงไม่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมก่อสร้างเท่าที่ควร (Eastman, 2008: 26-27)

ในช่วงต้นคริสต์ศักราช 1980 ประเทศในแถบยุโรปได้นำระบบการทำงานแบบ Product Information Models หรือ Object-based Parametic Modeling มาสนับสนุนการออกแบบ โดยระบบดังกล่าวเป็นการกำหนดข้อมูลพารามิเตอร์ให้กับรูปทรงสามมิติ เพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องตามหลักการออกแบบและข้อกำหนดที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งหากเกิดข้อผิดพลาด หรือข้อขัดแย้งในการออกแบบจะมีการแจ้งเตือน เพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง และยังมีแนวความคิดทางฝั่งของประเทศสหรัฐอเมริกา คือการทำงานแบบ Building Product Model ซึ่งเป็นแนวความคิดในการสร้างแบบจำลองอาคาร เพื่อความความเข้าใจตรงกันของทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการก่อสร้าง จนกระทั่งในคริสต์ศักราช 1987 ได้มีแนวคิดในการรวมหลักการทำงานแบบ Building Product Model และ Object-based Parametic Modeling มาใช้ร่วมกัน และเรียกแนวความคิดใหม่นี้ว่า Building Information Modeling หรือแบบจำลองข้อมูลอาคาร (Jerry Laiserin Woodbury, 2007: 11X ) ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายหรือคำจำกัดความไว้อย่างหลากหลาย

จากการศึกษาและรวบรวมความหมายของ BIM พบว่า ได้มีผู้นิยามความหมายไว้อย่างหลากหลาย โดยมีรายละเอียดที่แตกต่างกันในแต่ละมุมมอง ดังนี้

1) American Institute of Architect - AIA, 2012 ได้กล่าวว่า BIM คือกระบวนการและเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของโครงการ โดยมีการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจตลอดช่วงวงจรของโครงการ

2) พร วิรุฬห์รักษ์, 2013 ได้ให้ความหมายของ BIM ว่าเป็น คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ ที่ใช้ในการออกแบบและสร้างแบบจำลอง 3 มิติ รวมทั้งมีการกำหนดข้อมูลต่างๆ ให้กับวัตถุหรือส่วนประกอบแต่ละชิ้นของอาคาร หรือเรียกว่า Parametric Object Based เพื่อสามารถนำข้อมูลมาใช้ในการจัดทำงบประมาณการก่อสร้าง (Budget Estimates), ตารางเวลาก่อสร้าง (Construction Schedules) และตรวจสอบข้อผิดพลาดในรายละเอียดการประกอบวัสดุต่างๆ ของอาคาร (Fabrication Details)

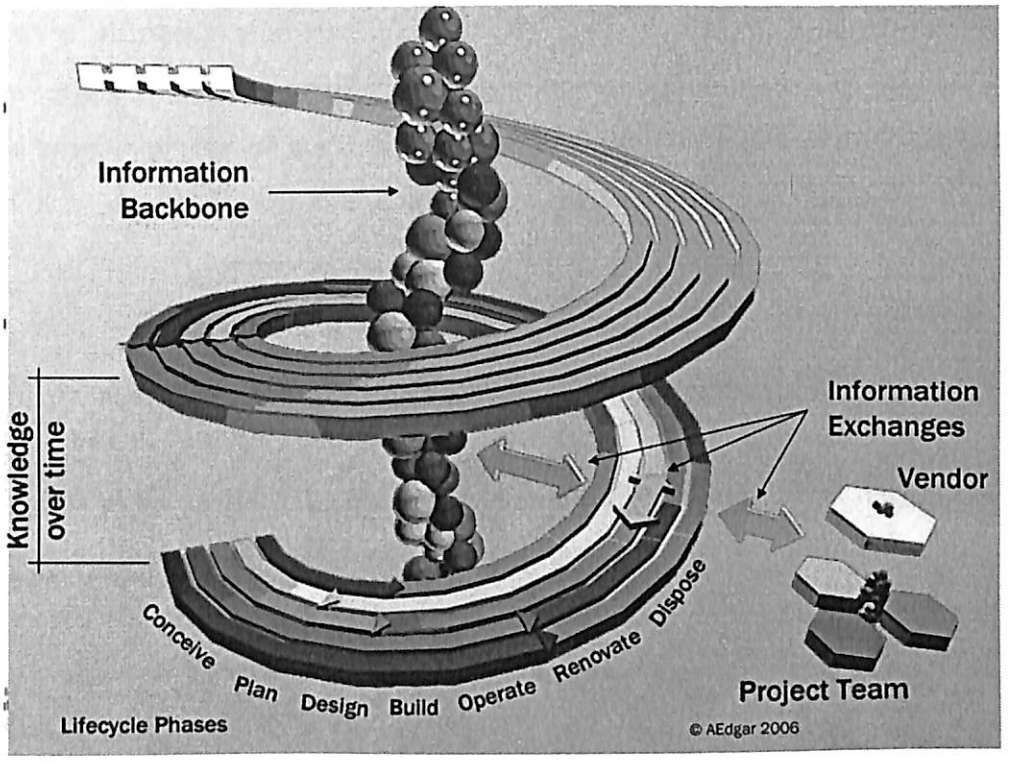
3) ธนัชชา สุขขี, 2555 ได้นิยามความหมายของ BIM คือการจัดการข้อมูลที่อยู่ในรูปของฐานข้อมูลของส่วนประกอบต่างๆ ของอาคาร เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่างๆ ของข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในขั้นตอนการก่อสร้างและการสื่อสารระหว่างกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย รวมถึงการแบ่งปันข้อมูลร่วมกันได้ ทั้งทางกายภาพ การวิเคราะห์การใช้พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคาร เพื่อผ่านแบบจำลองอาคาร 3 มิติ

4) Smith, 2007 ได้ให้นิยามเกี่ยวกับ BIM คือการสร้างแบบจำลองอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถกำหนดข้อมูล และจัดเก็บข้อมูลเพื่อบริหารจัดการงานก่อสร้าง ช่วยให้ทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholders) ไม่ว่าจะเป็นเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ ผู้รับเหมา มีความเข้าใจที่ตรงกันเป็นประโยชน์ในการทำงานร่วมกัน (Collaboration) ด้วยการสร้างภาพ 3 มิติ (Visualization) และข้อมูลต่างๆ ที่ปรากฏให้เห็น เพื่อนำมาเพิ่มเติม คัดลอก ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงในทุกช่วงเวลาก่อสร้าง รวมถึงการนำไปใช้งานสารสนเทศของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

5) Patrick, 2015 ได้กล่าวถึง BIM เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงแนวทางการออกแบบและสร้างตลอดไป เป็นกระบวนการในการส่งเสริมและช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในโครงการอย่างแท้จริง เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นตลอดวงจรการทำงานของโครงการ BIM ยังคงต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การออกแบบมีความเสมือนจริงในทุกมิติ รวมทั้งสภาพแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกโครงการที่เสมือนจริง

6) Alan Edgar, 2007 กล่าวว่า BIM คือข้อมูลดิจิตอลที่เป็นตัวแทนทางกายภาพและการทำงานที่เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน เป็นทรัพยากรความรู้ที่ทุกฝ่ายร่วมกันแชร์ข้อมูลตั้งแต่ช่วงเริ่มวงจรชีวิตของการก่อสร้างเข้าสู่แกนกลางของฐานข้อมูล หรือเปรียบเสมือนแกนกลางกระดูกสันหลังของมนุษย์ (Information Backbone) ตามภาพประกอบที่ 2.1 เพื่อง่ายต่อการแก้ไข ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง และแลกเปลี่ยนข้อมูลในการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคาร เมื่อเวลาผ่านไปของช่วงวงจรชีวิตของการก่อสร้างข้อมูลต่างๆ จากหลายๆ ฝ่ายจะถูกป้อนเข้าสู่ระบบเพิ่มมากขึ้น เพื่อนำมาวิเคราะห์ ตรวจสอบความขัดแย้ง

ในโครงการ ให้ข้อมูลมีความถูกต้อง แม่นยำที่สุดนั้นคือหัวใจของ BIM เพื่อให้ข้อมูลที่ได้ สามารถนำไปใช้งานได้ทุกฝ่ายที่มีส่วนได้ส่วนเสียของโครงการ




**ภาพประกอบที่ 2.1** การแลกเปลี่ยนข้อมูลตามแนวความคิดของ BIM

บริษัท แอพพลิแคด จำกัด บริษัทจำหน่ายโปรแกรม อบรม และให้ความรู้ด้านโปรแกรม กล่าวว่า BIM เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาสำหรับ การออกแบบอาคารด้วย ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมกระบวนการต่างๆให้สอดคล้องและถูกต้องมากยิ่งขึ้น ทั้งในเรื่องของแนวคิดของการออกแบบ, เวลาในการทำงาน, การควบคุมคุณภาพของงาน รวมถึงการประสานงานกับส่วนต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยผู้ใช้สามารถกำหนดและใส่ข้อมูลต่างๆ ตลอดจนรายละเอียดลงไปในทุกๆ ส่วนขององค์ประกอบอาคาร เช่น ขนาดความกว้างยาว, วัสดุต่างๆ, รูปแบบในการเขียนแบบ, ราคา และอื่นๆ ทำให้ทุกส่วนของการออกแบบมีความครบถ้วนทั้งในรูปแบบ 2 มิติและ 3 มิติ โดยมิใช่เป็นเพียงแค่การเขียนเส้น หรือแค่การขึ้นรูปเป็น 3 มิติเท่านั้น แต่เป็นการทำงานควบคู่กันไปทั้งกระบวนการ ทำให้สถาปนิกได้ใช้ทักษะในด้านออกแบบได้อย่างเต็มที่อย่างแท้จริง มากกว่าแค่การเขียนแบบธรรมดาทั่วไป

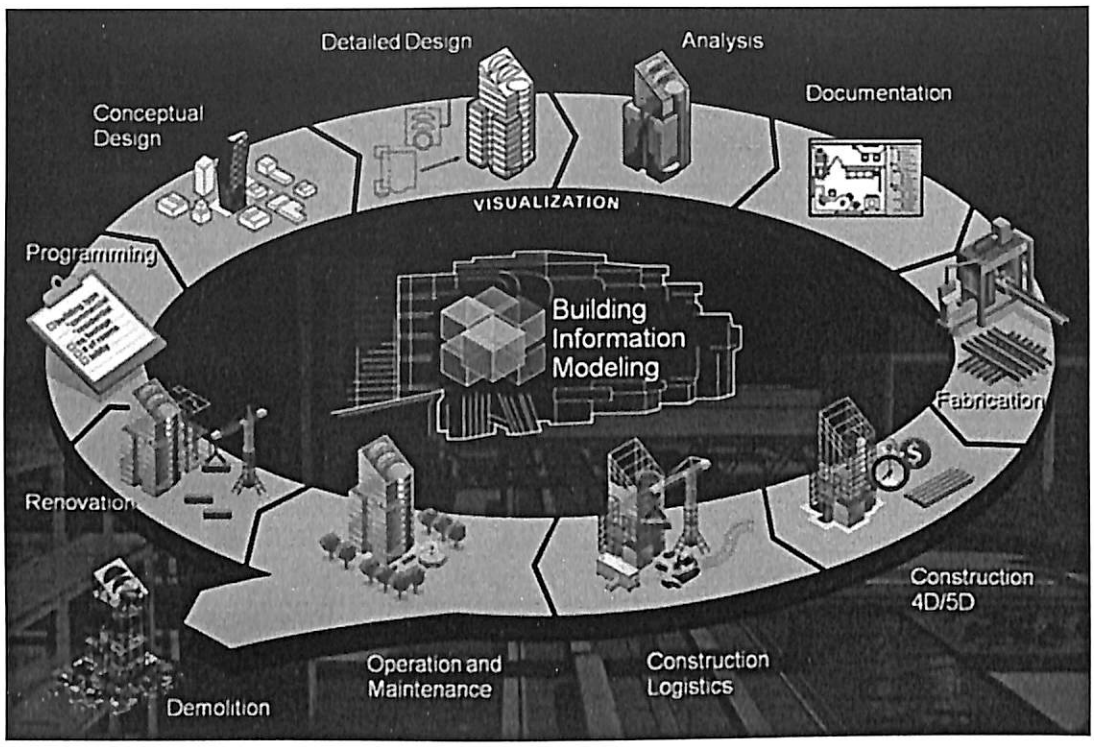
จากที่ได้กล่าวความหมายของ BIM ในแต่ละแง่มุมมองไปแล้วข้างต้น สามารถนำมาสรุปใจความสำคัญเกี่ยวกับความหมายของ BIM คือเป็นกระบวนการจัดการที่ต้องใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาสนับสนุนการทำงาน โดยใช้คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์มาสร้างแบบจำลองของอาคารร่วมกับการกำหนดข้อมูลต่างๆ ให้กับวัตถุหรือส่วนประกอบต่างๆ ของแบบจำลองอาคาร เพื่อ

สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบเช่นการนำเสนอ การวางแผนเวลาในการก่อสร้าง การจัดทำประมาณราคาค่าก่อสร้าง รวมทั้งการควบคุม ติดตาม ตรวจสอบ และวิเคราะห์คุณภาพของงานก่อสร้าง ให้มีความสอดคล้องและถูกต้องมากยิ่งขึ้น รวมทั้งมีประโยชน์ในการเชื่อมโยงข้อมูล การแชร์ข้อมูล งานสารสนเทศ เพื่อความง่ายและสะดวกในการสื่อสารระหว่างกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ในทุกช่วงของวงจรชีวิตงานก่อสร้าง

2.1.2 หลักการทำงานของ BIM

จากความเป็นมา และความหมายของ BIM สามารถกล่าวได้ว่า เทคโนโลยี BIM เข้ามามีบทบาทในวงการก่อสร้าง ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบงานทางด้านสถาปัตยกรรม ทางด้านวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบอาคาร การเขียนแบบ การประมาณราคา การวางแผนงานก่อสร้าง การบริหารงานก่อสร้าง การควบคุมงาน การจัดการต้นทุน ระบบเงินทุนหมุนเวียน ตลอดจนการบริหารโครงการ เป็นการทำงานแบบแบ่งกันคิดแบ่งกันทำ จากหลายบุคคล หลายอาชีพ หลายส่วนงาน และหลายขั้นตอนการทำงาน ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ที่กระจัดกระจาย และควบคุมได้ค่อนข้างยาก จำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลทุกระบบในทุกหน้าที่ เพื่อให้ทำงานได้สะดวก รวดเร็ว เกิดประสิทธิภาพ ลดการทำงานที่ซ้ำซ้อน ระบบ BIM จึงทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงทั้งพิกัด (Drawing) และ ข้อมูล (Database/attribute)

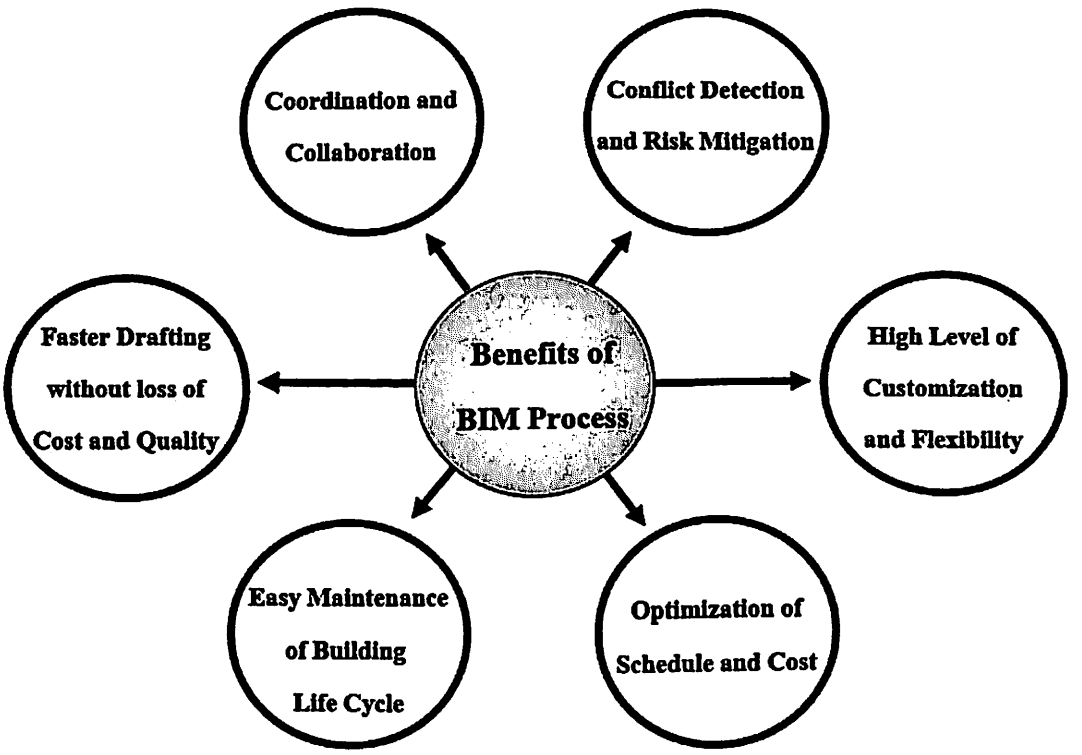
BIM เป็นหลักการเชื่อมโยงระหว่างโปรแกรมต่างๆ ในหน้าที่ต่างๆ ให้ทำงานได้อย่างราบรื่น Manchuphorn Suksai, 2016 ได้กล่าวว่า BIM มี 3 ประเภท โดยประเภทที่ 1 เป็น BIM พื้นฐาน สำหรับผู้ออกแบบ ประกอบด้วย Architectural BIM , Structural BIM , MEP BIM ประเภทที่ 2 สำหรับผู้รับเหมาก่อสร้าง เป็น Construction BIM และประเภทที่ 3 สำหรับเจ้าของอาคารเป็น FM BIM หรือ EIM นอกจากนั้น BIM ยังช่วยในการจัดการทำเอกสารรายงานข้อมูลต่างๆ ของอาคารได้อีกด้วย ช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์เอง สิ่งที่ควรระวังในการใช้ BIM คือ องค์ความรู้ของผู้ใช้งานเอง เนื่องจากข้อจำกัดของ BIM คือ สามารถทำได้เฉพาะรูปทรงเลขาคณิต ดังนั้น BIM ไม่สามารถออกแบบและประมวลผลอาคารรูปทรงแปลกๆ สรุปได้ว่า BIM สามารถออกแบบอาคารที่ทำได้จริงตามกฎของรูปทรงเลขาคณิต เพราะหลักการของ BIM คือการขึ้น Model แล้วนำ Model มากำหนดคุณลักษณะหรือข้อมูล และเชื่อมโยงพิกัดของ Model (Drawing) และข้อมูล (Database/attribute) พร้อมกัน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น หากข้อมูลของ Model เป็น ราคาวัสดุ ก็สามารถนำมาใช้ในการประมาณราคา (Cost Estimation) ได้ หรือหากข้อมูลเป็นวันส่งวัสดุ หรือวันแล้วเสร็จ สามารถนำมาใช้ในการวางแผนงานก่อสร้างได้ เป็นต้น




**ภาพประกอบที่ 2.2** การเชื่อมโยงการทำงานของ BIM

2.1.3 ประโยชน์ของ BIM

การทำงานแบบ 3 มิติของ BIM มีประโยชน์มากมายตามที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นต่อ สถาปนิก, วิศวกร, บริษัทออกแบบ, เจ้าของโครงการ ที่ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในโครงการ ซึ่ง NEIL CALVERT, 2013 ได้สรุปประโยชน์ของ BIM ที่น่าสนใจดังนี้ ลดค่าใช้จ่ายในการสร้างลง 20%, ลดค่าใช้จ่ายในช่วงอายุการใช้งานของอาคารลง 33%, ลดความขัดแย้งและการทำงานซ้ำซ้อนในระหว่างการก่อสร้างลง 47% ถึง 65% ,เพิ่มคุณภาพของโครงการโดยรวมขึ้น 44% ถึง 59% ,ลดความเสี่ยงและเพิ่มการคาดการณ์ที่ดีขึ้นของโครงการ 35% ถึง 43%, เพิ่มการผ่านตรวจสอบและอนุมัติ 32% ถึง 38%




**ภาพประกอบที่ 2.3** ประโยชน์ของ BIM

ซึ่งสามารถสรุปประโยชน์ของ BIM ตามภาพประกอบที่ 2.3 ได้ดังนี้

1) เกิดความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการดำเนินงาน สามารถนำมาปรับแก้ได้ง่าย และแก้ไขทันท่วงที ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ข้อมูลต่างๆ มีการเชื่อมโยงง่ายต่อการแลกเปลี่ยน และการสื่อสาร สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น ลดความผิดพลาดในการสื่อสาร

2) ช่วยให้เกิดการพัฒนาและนวัตกรรมใหม่ ทันต่อการแข่งขัน เกิดการออกแบบที่ดีกว่า ทำให้การสร้างแบบจำลองมีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสามารถวิเคราะห์ตัวอาคารในกระบวนการทำงานทันที

3) สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายทั้งโครงการและควบคุมข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมได้ การนำข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมมาใช้มากขึ้น การคำนวณค่าใช้จ่ายตลอดโครงการได้ค่อนข้างชัดเจนและรัดกุม หากมีการแก้ไขสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายใหม่ได้ทันที

4) มีคุณภาพของผลผลิตที่ดีกว่า

5) มีการประกอบกันแบบอัตโนมัติ คือแบบจำลองสามารถใช้ประยุกต์ในกระบวนการต่อเนื่องและนำมาใช้สำหรับการผลิต การประกอบของระบบโครงสร้าง

6) การตอบสนองต่อความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่ดีกว่า การบริหารโครงการมีประสิทธิภาพ แผนงานในการทำงานเข้าใจง่ายและมีความถูกต้อง ลดการเกิดข้อพิพาทได้

7) ข้อมูลการดำเนินงาน ความต้องการ การออกแบบ โครงสร้างและข้อมูลการดำเนินงานสามารถนำมาบริหารจัดการสถานที่ได้

8) พัฒนาการทำงานให้ไปสู่สากล และเป็นที่ยอมรับ ได้มาตรฐาน

9) ลดระยะเวลาในส่วนการเขียนแบบ และลดข้อผิดพลาดจากการแก้แบบ

10) ลดต้นทุนสูญเปล่า ความเสียหายอันเกิดจากการก่อสร้างผิดแบบ

2.1.4 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบ BIM

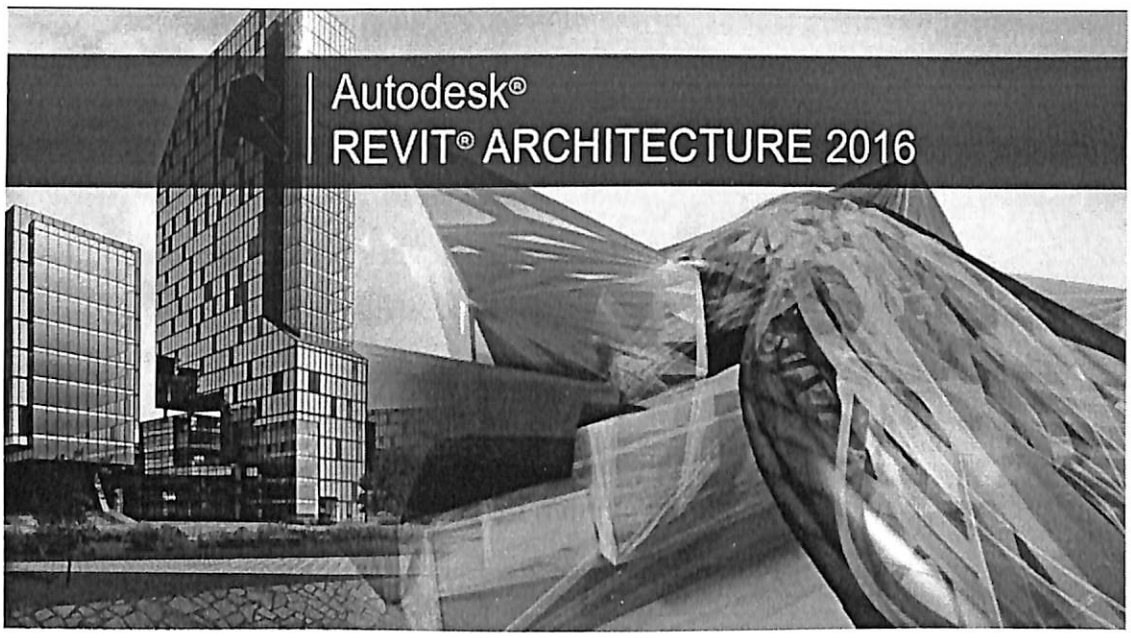
ปัจจุบันซอฟต์แวร์ที่รองรับกระบวนการทำงานของระบบ BIM มีมากมายหลายบริษัท ซึ่งซอฟต์แวร์ของแต่ละบริษัทมีจุดเด่นที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับผู้ใช้จะเลือกให้ตรงกับความต้องการหรือวัตถุประสงค์ในการใช้ BIM ซึ่งผู้ศึกษาได้รวบรวมซอฟต์แวร์ที่ใช้งานของแต่ละบริษัท ตามตารางที่ 2.1 ดังนี้

**ตารางที่ 2.1** ซอฟต์แวร์ที่สามารถทำงานตามหลักการของระบบ BIM

| **DEVELOPERS** | **PRODUCTS** |
|---|---|
| AUTODESK | AutoCAD Architecture Revit |
| BENTLEY SYSTEMS | Bentley Architecture |
| GEHRY TECHNOLOGY | Digital Project |
| GRAPHISOFT | ArchiCad |
| TEKLA CORP. | Tekla |
| NEMETSCHEK | Vectorwork Architect |
| VICO SOFTWARE | VICO |
| TRIMBLE | SketchUp |

ในหัวข้อนี้จะขอกล่าวเฉพาะซอฟต์แวร์ AutoCAD Architecture Revit ของบริษัท AUTODESK ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่เหมาะในการนำมาใช้งานในระบบ BIM เนื่องจากมีเครื่องมือ หรือฟังก์ชั่นการทำงานที่รองรับการทำงานในระบบ BIM เป็นโปรแกรมออกแบบที่สามารถสร้างชิ้นงานในลักษณะของการสร้างงานแบบ 3 มิติที่มีศักยภาพสูง ด้วยเทคโนโลยีการการสร้างโมเดลในลักษณะของ Building Information Base Technology ทำให้สามารถออกแบบอาคารในลักษณะของพาราเมตริก (Parametric) คือการกำหนดค่าคุณลักษณะลงไปในชิ้นงานออกแบบได้ เพื่อให้เกิดประโยชน์จากการสร้างภาพ 3 มิติได้หลายรูปแบบในการนำไปใช้ของ สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมาก่อสร้างหรือผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ ของงาน

ก่อสร้างอาคาร ลดการทำงานซ้ำซ้อน ลดการทำงานขัดแย้งกัน ลดต้นทุนในการทำงานทั้งระบบ ซึ่ง Autodesk Revit Architecture เป็นหนึ่งในตระกูล Autodesk ที่ทำงาน BIM ได้ครบวงจร




**ภาพประกอบที่ 2.4** โปรแกรม Revit Architecture

**2.2 โปรแกรมสเกตอัพ**

Nookfufu2, 2015 ได้กล่าวถึงโปรแกรม Google SketchUp เป็นโปรแกรมใช้งานง่าย ใช้ทรัพยากรเครื่องต่ำ ประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยบริษัท @Last Software ในปี ค.ศ. 2000 ด้วยแนวคิด "3D for everyone" ต่อมาในปี 2006 Google มีความสนใจในโปรแกรมตัวนี้ ด้วยเหตุผลที่มีคุณสมบัติหลายอย่างตรงกับที่ต้องการของ Google ในการนำ โปรแกรมสเกตอัพ มาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับให้คนทั่วไปใช้สร้างแผนที่ 3D บน Google Maps และ Google Earth

ต่อมาในปี 2012 บริษัท Trimble ได้ซื้อโปรแกรม Google SketchUp มาจาก Google และพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบัน Trimble ได้นำจุดแข็งของตนนั่นคือ ความเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม มาผนวกกับจุดแข็งของทีมงานสเกตอัพ เก่าที่มีความเชี่ยวชาญด้านโปรแกรมกราฟิก เมื่อจับทั้งสองฝ่ายมาร่วมมือกัน จึงทำให้โปรแกรมสเกตอัพ ครอบคลุมทุกสิ่งที่นักออกแบบ และนักวิศวกรกราฟิกต้องการมากขึ้นเรื่อยๆ ลำดับต่อไปจะกล่าวถึง การประยุกต์ใช้ โปรแกรมสเกตอัพ ในการประมาณราคาและขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสเกตอัพ สำหรับการถอดปริมาณและประมาณราคา

2.2.1 คุณสมบัติของโปรแกรมสเกตอัพ

โปรแกรมสเกตอัพ เป็นการนำหลักการทำงานแบบ Building Product Model และ Object-based Parametic Modeling มาใช้ร่วมกันบนฐานข้อมูลดิจิตอล ที่สามารถบริหารจัดการข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมตามผู้ใช้งานได้ตลอดเวลา ตามคุณสมบัติของโปรแกรมซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) มีเครื่องมือหลากหลาย เพื่ออำนวยความสะดวกในการออกแบบให้ง่ายขึ้น

2) มีการออกแบบเมนูเครื่องมือที่ใช้ในการวาดแบบ ให้คล้ายกับของโปรแกรม Photoshop หรือ Paint ใน Windows เพื่อง่ายในการทำความเข้าใจ และง่ายในการเรียนรู้

3) สามารถหมุนดูวัตถุ 3 มิติ หรือแบบ 2 มิติได้ 360 องศา อีกทั้งสามารถซูมเข้า-ออกได้ตามต้องการ

4) มี VDO สอนการใช้งานอย่างละเอียด ทั้งจากในโปรแกรม หรือจาก YouTube พร้อมวิธีให้ลองทำตาม

5) สามารถใส่เงาของวัตถุ เพื่อจำลองสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงได้อย่างอัตโนมัติ

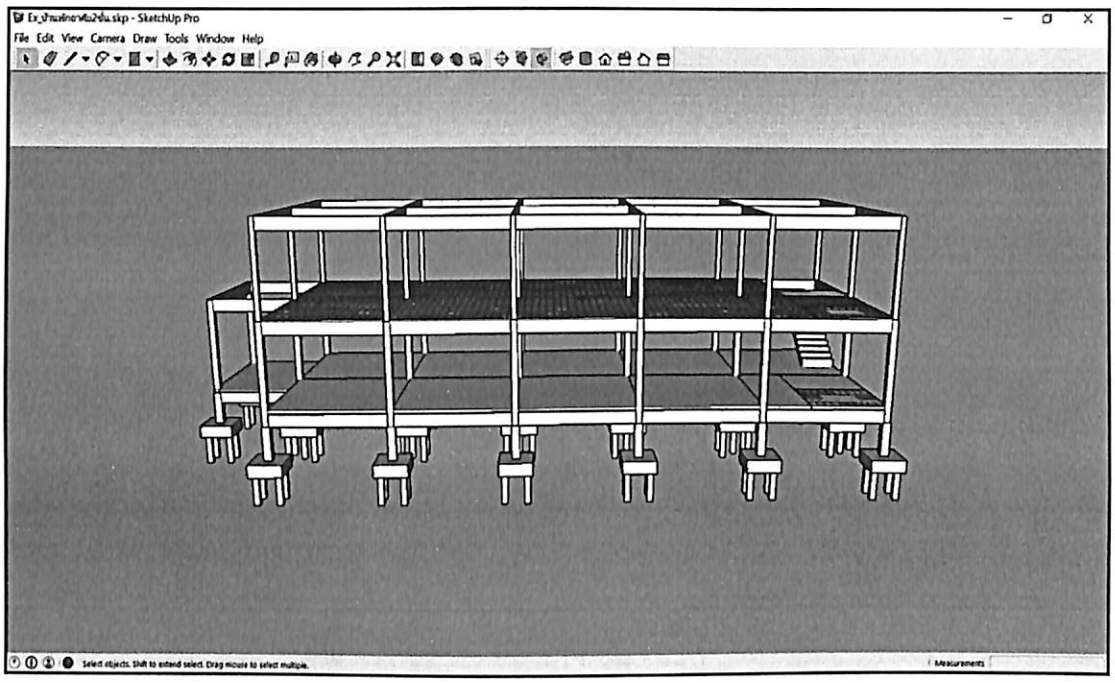
6) สะดวกในการย้อนกลับการทำงานได้หลายขั้นตอน (Undo)

7) สามารถเลือกสีและปรับแต่งชิ้นงาน แทรกหรือเพิ่มพื้นผิววัตถุได้อย่างอิสระ

8) โหลดใช้ได้ฟรี ไม่มีค่าใช้จ่าย

9) ได้พัฒนาโปรแกรมเสริมให้สามารถรองรับการทำงานด้านประมาณราคา คือสามารถสร้างภาพสามมิติในรูปแบบของ Object-based Parametic Modeling โดยการกำหนดค่าคุณลักษณะของวัตถุในรูปแบบ Component ผ่านผู้ใช้งานได้ตามความต้องการ และนำข้อมูลมา Generate เพื่อแปลงข้อมูลส่งต่อมายังโปรแกรม Excel เพื่อจัดทำตารางบัญชีประมาณราคาค่าก่อสร้างอาคาร

10) รองรับการทำงานทั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows และ Mac OS X




**ภาพประกอบที่ 2.5** ตัวอย่างการใช้งานของโปรแกรมสเกตอัพ

2.2.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสเกตอัพ สำหรับการถอดปริมาณและประมาณราคา

ในการถอดปริมาณและประมาณราคาค่าก่อสร้างงานโครงสร้างของอาคารนั้น ซึ่งประกอบไปด้วย โครงสร้างหลัก คือ ฐานราก คาน เสา และบันได โดยในขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาเลือกใช้โปรแกรมสเกตอัพในการดำเนินการดังกล่าว บริษัท รีไวว่า จำกัด,2558 ได้เขียนขั้นตอนการใช้ โปรแกรมสเกตอัพ เพื่อการถอดแบบและประมาณราคา โดยการสร้างคำสั่งการใช้งานในหมวด Dynamic Components เป็นการกำหนดค่าต่าง ๆ ให้แต่ละ Component เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นต่อการปรับค่าของผู้งานจากโปรแกรมสเกตอัพ โดยกำหนดคุณลักษณะ(Attributes) ให้กับ Component นั้น เพื่อวัตถุประสงค์การใช้งานที่แตกต่างกันไป จึงขอยกตัวอย่างการสร้าง Component ของคาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 Component ของ คาน ซึ่งมีองค์ประกอบ Components ย่อยของคานดังนี้

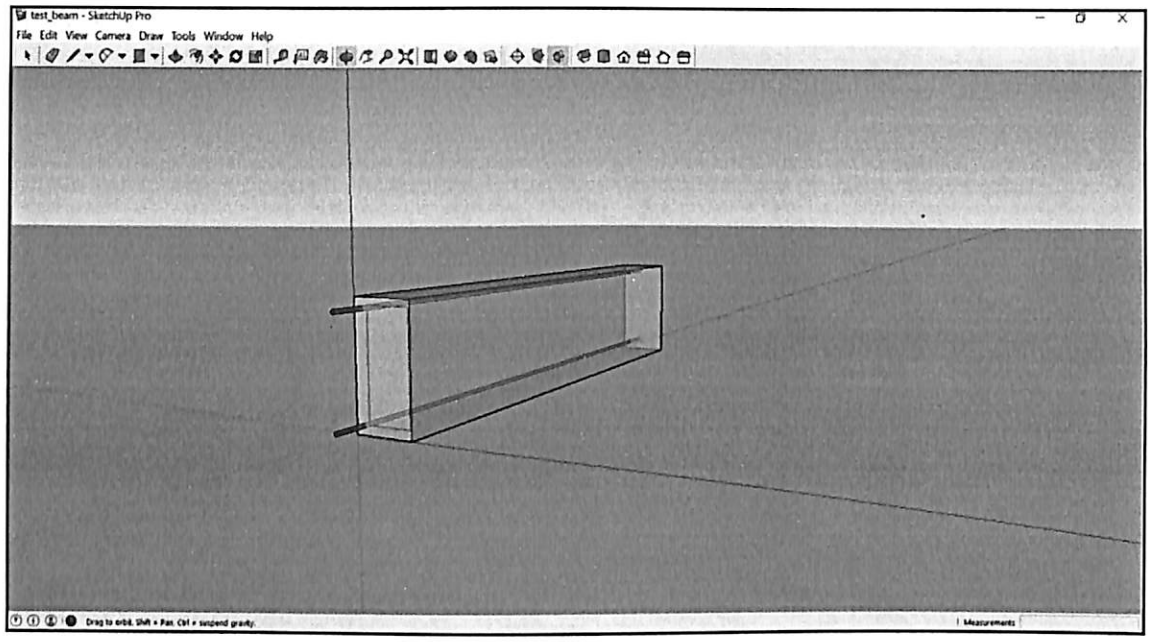
1) Component คอนกรีต

2) Component เหล็กเสริมบน

3) Component เหล็กเสริมล่าง

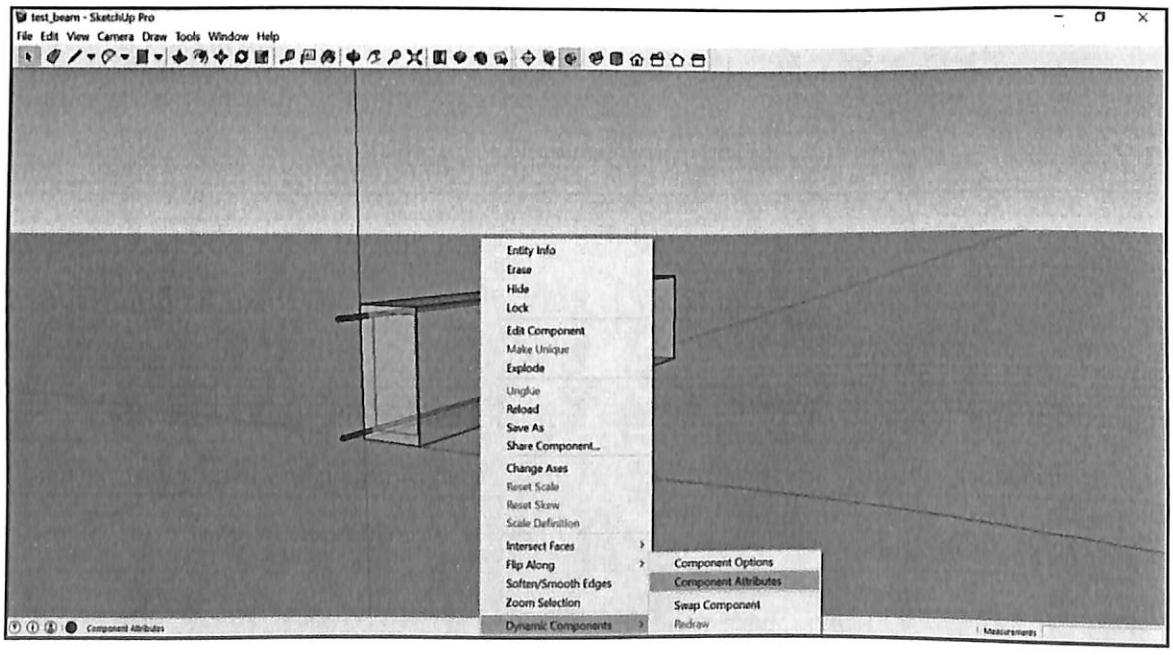
4) Component เหล็กปลอก

ซึ่งแต่ละ Components ย่อยที่เป็นองค์ประกอบของคาน จะนำมาประกอบรวมเป็น Component คาน ตามภาพประกอบที่ 2.6

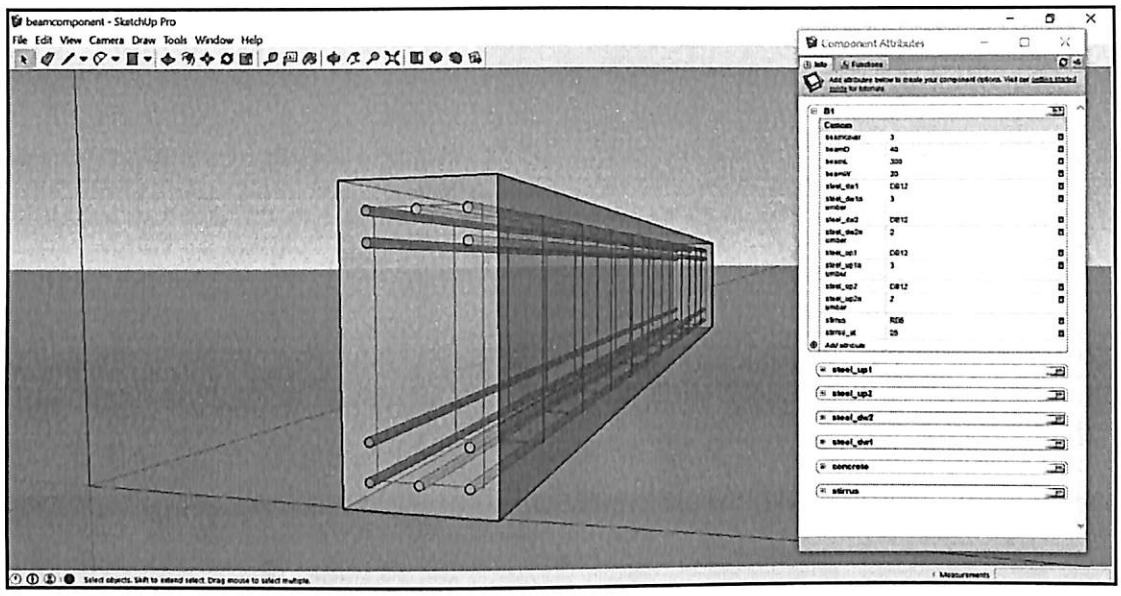



**ภาพประกอบที่ 2.6** การสร้าง Component คานด้วยโปรแกรมสเกตอัพ

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อประกอบ Component เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เลือกการทำงานแบบ Dynamic Components และเลือก Component Attributes เพื่อกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ให้แต่ละ Components ย่อยที่เป็นองค์ประกอบของคานตามภาพประกอบที่ 2.7 และ 2.8

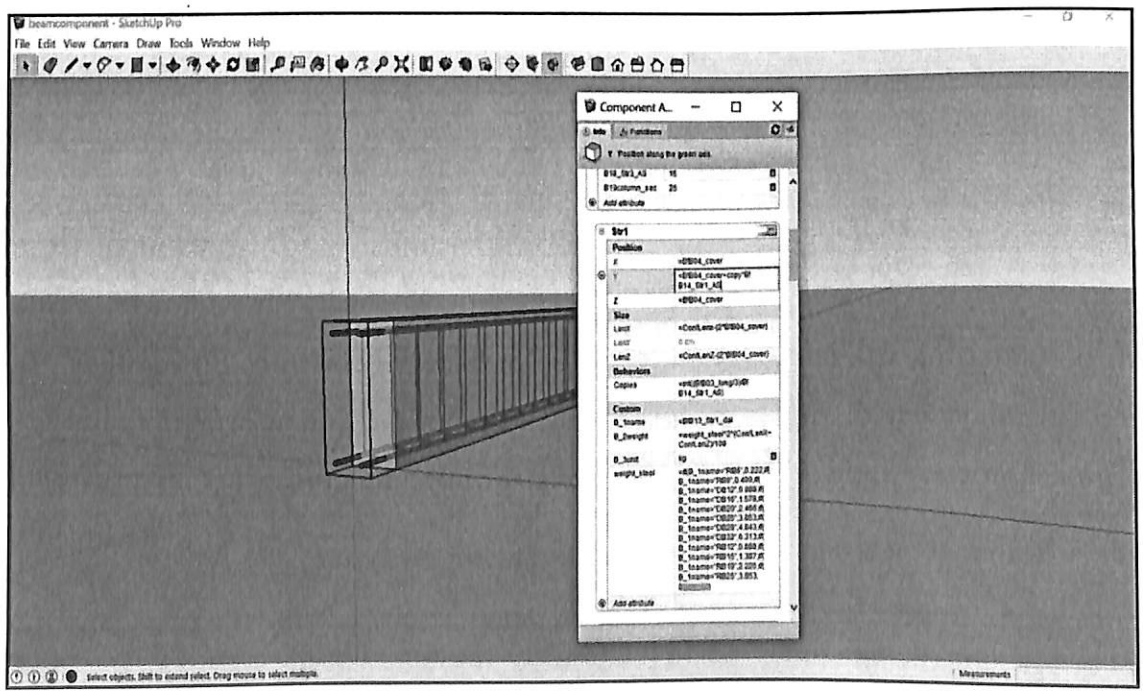



**ภาพประกอบที่ 2.7** เลือก Dynamic Components และ Component Attributes



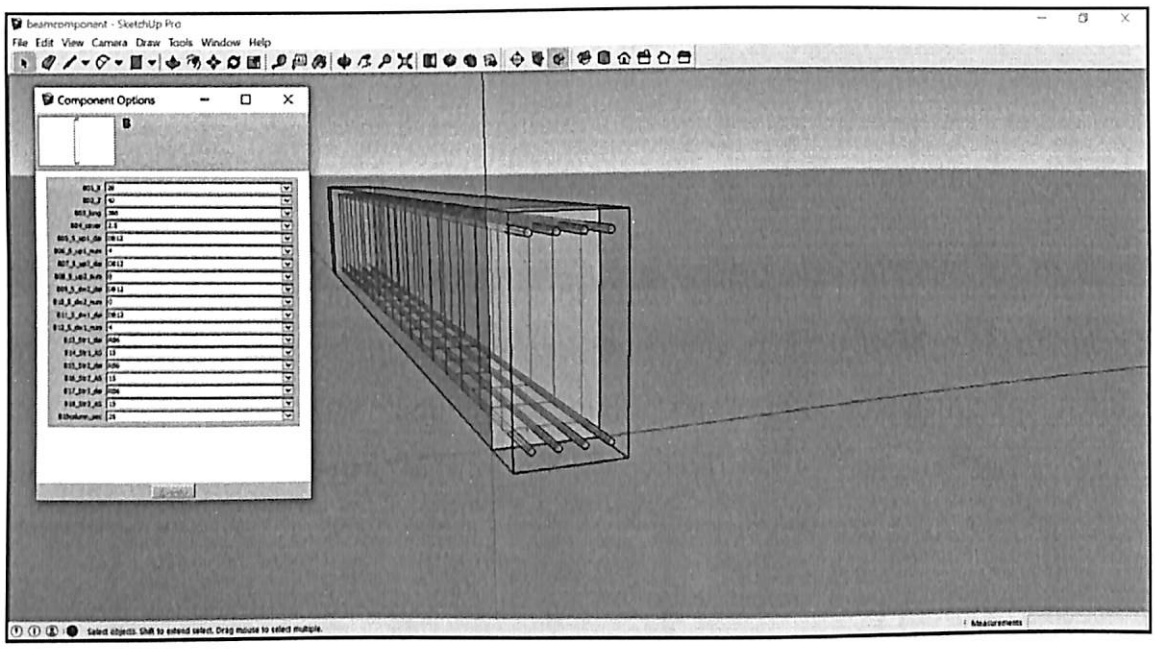

**ภาพประกอบที่ 2.8** การกำหนดคุณลักษณะให้กับ Components

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดคุณลักษณะต่างๆ ให้แต่ละ Components ย่อยที่เป็นองค์ประกอบของคาน โดยองค์ประกอบของคานแต่ละองค์ประกอบ ต้องเขียนสูตรสมการต่างๆ ตามแนวทางการวัดปริมาณงานก่อสร้างอาคารของ วสท. เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์และสามารถแสดงปริมาณของแต่ละองค์ประกอบได้ ตามภาพประกอบที่ 2.9



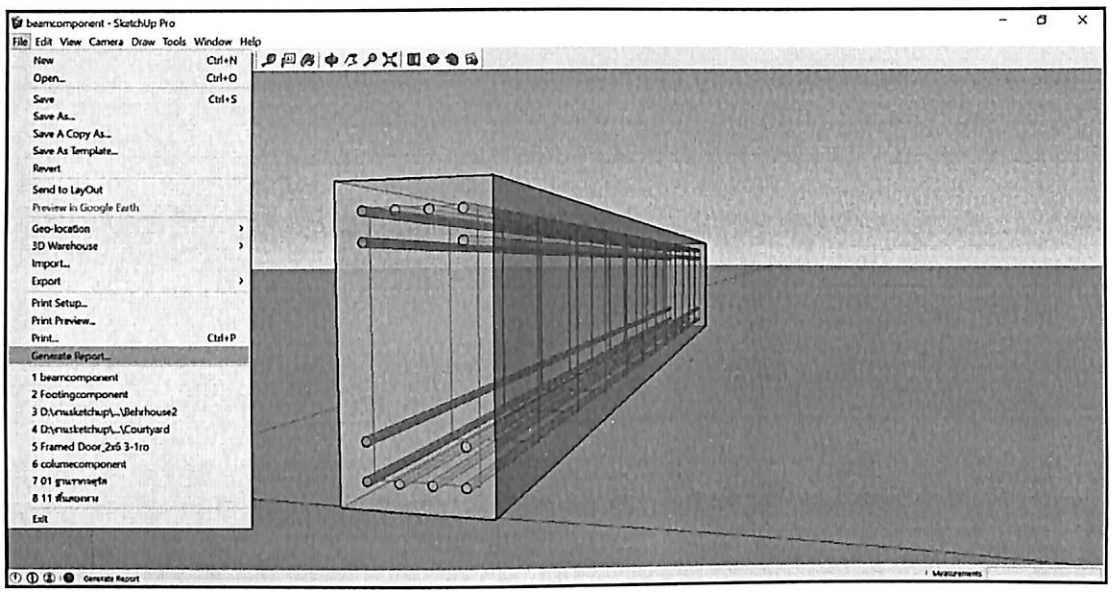

**ภาพประกอบที่ 2.9** การสร้างสูตรและสมการในการกำหนดคุณลักษณะให้กับ Components

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อดำเนินการในขั้นตอนที่ 3 เสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่ละ Components ที่เป็นองค์ประกอบย่อยของคาน สามารถเปลี่ยนแปลง ปรับค่าได้โดยผู้ใช้งาน โดยเลือกใช้งานในคำสั่ง Component Option เช่น ต้องการเปลี่ยนเหล็กเสริมบนเป็น DB12 จำนวน 4 เส้น และเหล็กเสริมล่างเป็น DB12 จำนวน 4 เส้น สามารถทำได้โดยป้อนค่าที่ต้องการในคำสั่ง Component Options ตามภาพประกอบที่ 2.10

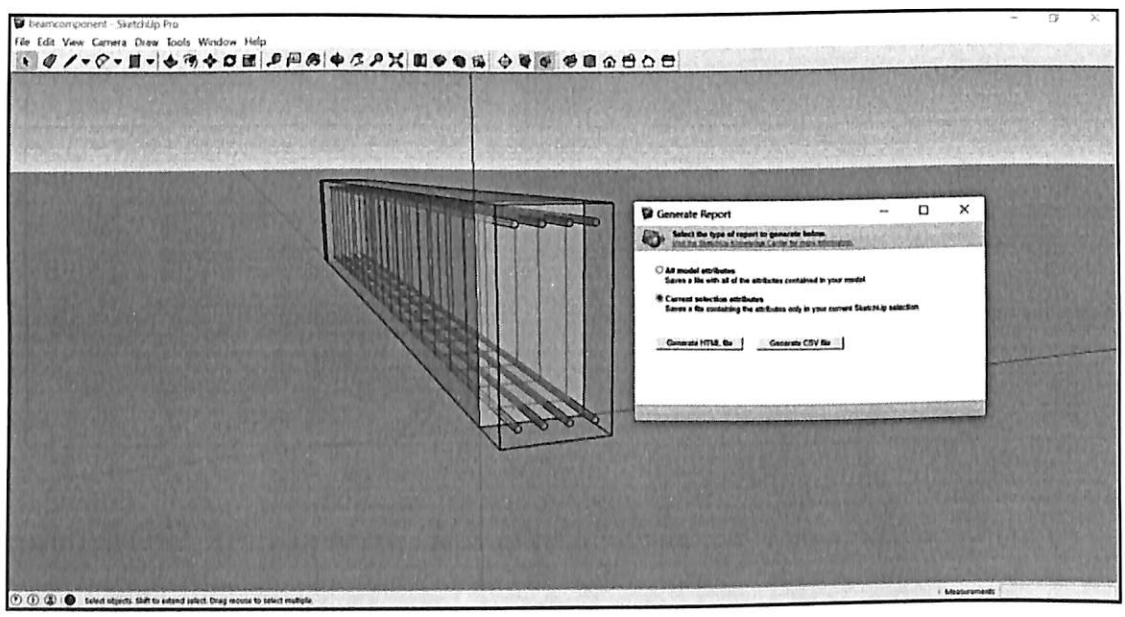



**ภาพประกอบที่ 2.10** ผู้ใช้งานกำหนดคุณสมบัติของ Component ผ่าน Component Options

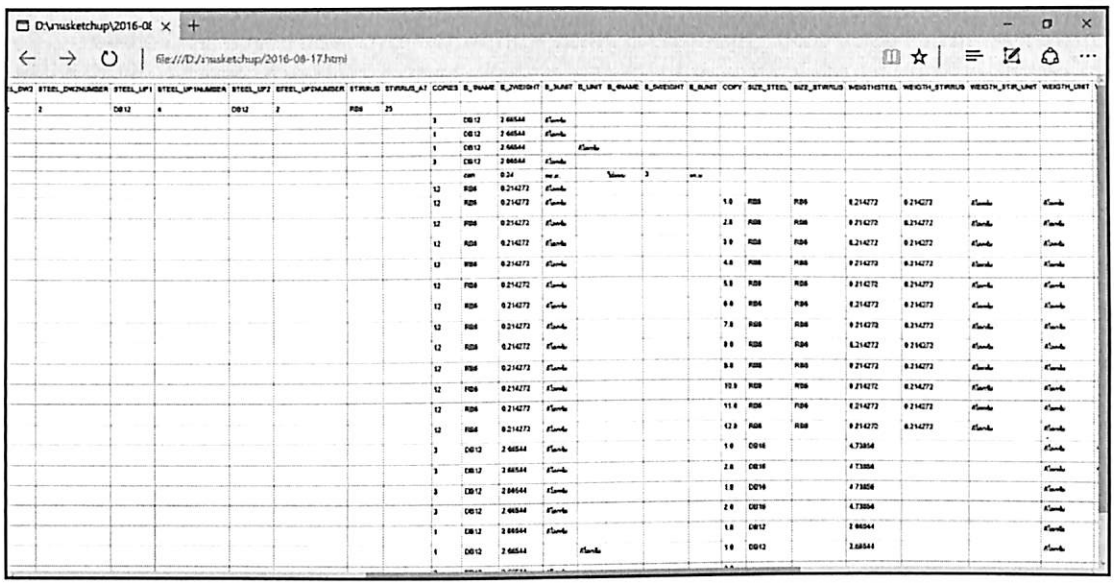
ขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนการแปลงภาพ 3 มิติ เป็นปริมาณของแต่ละองค์ประกอบของคาน โดยการแปลงค่าด้วยคำสั่ง Generate Report ตามภาพประกอบที่ 2.11 และ 2.12 เพื่อแปลงข้อมูลในรูปของ HTML File หรือ CSV file ตามภาพประกอบที่ 2.13




**ภาพประกอบที่ 2.11** ขั้นตอนการ Generate Report

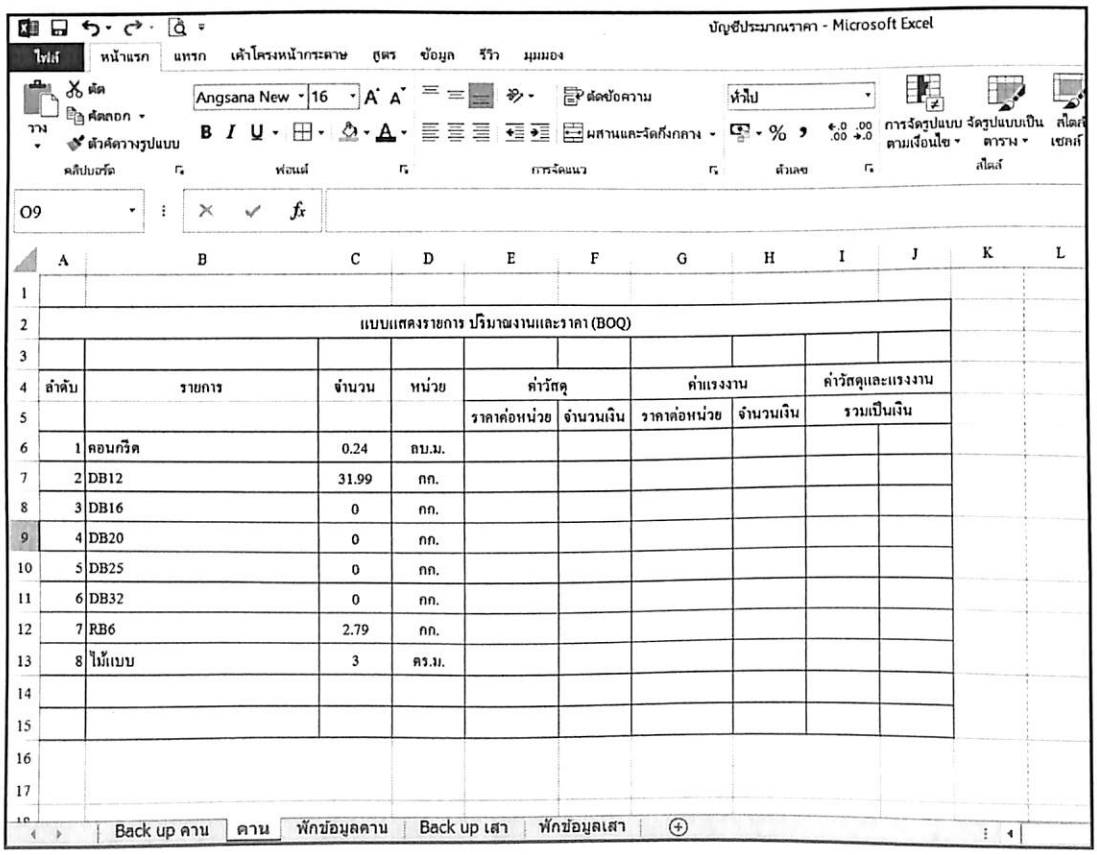



**ภาพประกอบที่ 2.12** การเลือกรูปแบบการแปลงข้อมูล



**ภาพประกอบที่ 2.13** ข้อมูลของ HTML File

ขั้นตอนที่ 6 หลังจากเปิด File HTML ได้แล้วให้ COPY ข้อมูลทั้งหมดไปยัง โปรแกรม Excel ของบริษัท Microsoft เพื่อจัดระเบียบข้อมูลเข้าสู่แบบแสดงรายการ ปริมาณงานและราคา ตามภาพประกอบที่ 2.14



| ลำดับ | รายการ | จำนวน | หน่วย | ค่าวัสดุ | | ค่าแรงงาน | | ค่าวัสดุและแรงงาน | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ราคาต่อหน่วย | จำนวนเงิน | ราคาต่อหน่วย | จำนวนเงิน | รวมเป็นเงิน | |
| 1 | คอนกรีต | 0.24 | ลบ.ม. | | | | | | |
| 2 | DB12 | 31.99 | กก. | | | | | | |
| 3 | DB16 | 0 | กก. | | | | | | |
| 4 | DB20 | 0 | กก. | | | | | | |
| 5 | DB25 | 0 | กก. | | | | | | |
| 6 | DB32 | 0 | กก. | | | | | | |
| 7 | RB6 | 2.79 | กก. | | | | | | |
| 8 | ไม้แบบ | 3 | ตร.ม. | | | | | | |

**ภาพประกอบที่ 2.14** แสดงรายการปริมาณและราคา จากโปรแกรม Excel

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสเกตอัพ สำหรับการถอดแบบและประมาณราคา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบ BIM มีประโยชน์เป็นอย่างมากในการนำมาช่วยในการพัฒนา ปรับปรุงระบบการประมาณราคาค่าก่อสร้างของกรมยุทธโยธาทหารบก นำไปสู่การแก้ปัญหาการทำงานให้แล้วเสร็จตามกรอบระยะเวลาที่กำหนด และลดข้อผิดพลาดในการถอดปริมาณของเจ้าหน้าที่

จากซอฟต์แวร์ที่ได้กล่าวไปแล้วทั้งโปรแกรมสเกตอัพ และ โปรแกรม Autodesk Revit Architecture ซึ่งมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป โดยโปรแกรมสเกตอัพ มีข้อดีตามที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อคุณสมบัติของโปรแกรมสเกตอัพ แต่ที่สำคัญเป็นซอฟต์แวร์ฟรี สามารถ Download คู่มือและวิธีการใช้งานได้ทาง YouTube แต่โปรแกรม Autodesk Revit Architecture เป็นซอฟต์แวร์ที่มีค่าใช้จ่ายแพง มีรูปแบบการใช้งานที่สะดวกและมีศักยภาพสูง ตอบสนองการใช้งานภายใต้แนวความคิดของ BIM ได้ตรงกว่าการใช้ โปรแกรมสเกตอัพ เหมาะกับโครงการขนาดใหญ่ หรือโครงการที่มีความซับซ้อนในการบริหารโครงการ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้เลือกใช้โปรแกรมสเกตอัพ ของบริษัท Trimble ในการถอดแบบและประมาณราคาค่าก่อสร้างเนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ฟรี (Open source) ไม่มีค่าใช้จ่าย และเหมาะกับงานก่อสร้างส่วนใหญ่ของกองทัพบกที่มีขนาดโครงการไม่ใหญ่มาก

**2.3 หลักเกณฑ์และข้อกำหนดการประมาณราคางานก่อสร้าง**

กรมบัญชีกลาง ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นกระบวนการหรือวิธีการที่ให้ได้มาของวงเงินยอดรวมของค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างนั้นทั้งหมด ที่ใกล้เคียงกับค่าก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด ซึ่งหากผู้ประมาณราคามีความเชี่ยวชาญในการประมาณราคาค่าก่อสร้างแล้ว ความต่างของราคาค่าก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริงกับที่ได้ประมาณการไว้ ควรอยู่ในเกณฑ์ สูง - ต่ำไม่เกินร้อยละ 10 (กรมบัญชีกลาง, 2555, หน้า 3) ดังนั้นเจ้าหน้าประมาณราคาหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการประมาณราคาจำเป็นต้องศึกษาประเภทของการประมาณราคา วัตถุประสงค์ของการประมาณราคา หลักเกณฑ์และข้อกำหนดของการประมาณราคาค่าก่อสร้างและสิ่งปลูกสร้างของทางราชการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ประเภทของการประมาณราคา

ในการถอดแบบและจัดทำบัญชีรายละเอียดประมาณการ วิสูตร จิระดำเกิง, 2558 ได้แบ่งประเภทของการประมาณราคาเป็น 2 ประเภทใหญ่คือ การประมาณราคาขั้นต้น (Preliminary Estimating) และ การประมาณราคาอย่างละเอียด (Detailed Estimating) รายละเอียดดังนี้

1) การประมาณราคาขั้นต้น (Preliminary Estimating) สามารถแบ่งย่อยตามความละเอียดหรือตามความคลาดเคลื่อนดังนี้

1.1) การประมาณราคาโดยราคาต่อหน่วยการใช้ เป็นการประมาณราคาที่ได้วงเงินในการก่อสร้างค่อนข้างหยาบ แต่ใช้เวลาในการประมาณราคาที่สั้นที่สุด เพื่อให้ข้อมูลกับเจ้าของโครงการในขั้นต้น โดยผู้ประมาณราคาต้องมีประสบการณ์เป็นอย่างมาก จึงจะสามารถกำหนดราคาในขั้นต้นได้ เช่น

การให้ราคาค่าก่อสร้างโรงแรมห้องละ 1.2 ล้านบาทต่อห้อง ทั้งนี้การประมาณราคาโดยราคาต่อหน่วยการใช้ มีความคลาดเคลื่อนของวงเงินในการก่อสร้างอยู่ในช่วง 20% ถึง 25% ตามกราฟที่ 1.1

1.2) การประมาณราคาโดยราคาต่อหน่วยพื้นที่ หรือหน่วยปริมาตร เป็นการประมาณราคาที่ละเอียดกว่าการประมาณราคาโดยราคาต่อหน่วยการใช้ เนื่องจากการประมาณราคาโดยวิธีดังกล่าวจะดำเนินการเมื่อได้จัดทำแบบร่าง และข้อกำหนดงานก่อสร้างขั้นต้นแล้ว ซึ่งจะได้พื้นที่ใช้สอยของอาคารและรายการก่อสร้างอื่นๆ ประกอบอาคารเป็นต้น ทำให้ได้ราคาที่ใกล้เคียงความจริง แต่ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 15% ถึง 20%

1.3) การประมาณราคาโดยราคาประกอบต่อหน่วย เป็นการประมาณราคาที่ได้แจกแจงในแต่ละรายการ หรือแต่ละระบบของงานก่อสร้าง เช่นวงเงินในการทำฐานราก ทำโครงสร้างใต้ดิน ทำโครงสร้างบนดิน งานสถาปัตยกรรม ทำโครงหลังคา งานตกแต่งภายใน งานระบบต่างๆ เป็นต้น ทำให้ได้ราคาใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น และเป็นประโยชน์อย่างมากในขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น

2) การประมาณราคาอย่างละเอียด

จะดำเนินการเมื่อได้จัดทำแบบก่อสร้างและกำหนดรายละเอียดในการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์แล้ว เพื่อให้การคำนวณปริมาณงานและราคางานกระทำได้อย่างละเอียด มีความถูกต้อง เป็นการประมาณราคาที่ใกล้เคียงกับค่าก่อสร้างที่จะเกิดขึ้นจริงมากที่สุด แต่จะใช้เวลามากกว่าการประมาณราคาขั้นต้นตาม กราฟที่ 1.1

2.3.2 วัตถุประสงค์ของการประมาณราคาก่อสร้าง

การดำเนินการโครงการก่อสร้าง เป็นการทำงานร่วมกันของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จึงต้องมีเครื่องมือสื่อสารที่ชัดเจน มีความถูกต้อง และเป็นที่พึงพอใจด้วยกันทุกฝ่าย การประมาณราคาค่าก่อสร้างจึงเป็นเครื่องมือในการสื่อสารตัวหนึ่ง ที่ทุกฝ่ายของโครงการก่อสร้างต้องเข้าใจวัตถุประสงค์ในการจัดทำประมาณราคาของแต่ละฝ่ายหรือในแต่ละวัตถุประสงค์ของการประมาณราคา ดังนี้

1) การประมาณราคาในส่วนของเจ้าของโครงการ เพื่อให้ทราบถึงงบประมาณค่าก่อสร้าง และเป็นบรรทัดฐานในการประเมินราคาของผู้รับจ้างในการประมูลงาน

2) การประมาณราคาในส่วนของผู้รับเหมา เพื่อให้ทราบถึงต้นทุนงานก่อสร้างที่แท้จริง ดังนั้นการจัดทำประมาณราคาของผู้รับเหมา จะต้องดำเนินการอย่างละเอียดถี่ถ้วน เป็นประโยชน์ในการเจรจาต่อรองราคา กับเจ้าของโครงการ

3) การประมาณราคาเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ เป็นการประมาณราคาขั้นต้น โดยถอดราคาจากแบบร่างที่รับรองแล้ว ยังไม่จำเป็นต้องมีแบบรายละเอียด ทั้งนี้อาจโดยวิธีการคำนวณราคาต่อพื้นที่ใช้สอย (บาท/ตร.ม.) หรือราคาต่อหน่วยการใช้ (บาท/ห้องพัก) เป็นต้น ซึ่งนำมาเป็นข้อมูลในการนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ หรือเพื่อเป็นแนวทางในการขอกรอบงบประมาณในการดำเนินการเบื้องต้นจากเจ้าของโครงการ

4) การแบ่งงวดงานค่าก่อสร้าง โดยใช้วงเงินและระยะเวลาในการดำเนินการก่อสร้างมาจัดสรรในการแบ่งงวดงานก่อสร้างให้มีความเหมาะสม และสะดวกในการเบิกจ่ายค่างานในแต่ละงวด หรือบางกรณีการเบิกจ่ายต้องเบิกจ่ายตามปริมาณงานที่ทำได้จริงและทำการประเมินราคาเพื่อกำหนดค่างานที่จะจ่ายในงวดนั้น ๆ

5) การคิดงานเพิ่มหรือลดจากสัญญางานก่อสร้าง เป็นการหาปริมาณงานจากแบบที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่เจ้าของโครงการกำหนดให้ผู้รับเหมาทำงานเพิ่มเติม หรือลดงานจากที่กำหนดไว้ในแบบและข้อกำหนดประกอบสัญญาจ้าง

2.3.3 หลักเกณฑ์และข้อกำหนดการประมาณราคาค่าก่อสร้างของทางราชการ

กรมบัญชีกลาง, 2555 ได้กำหนดระเบียบและข้อบังคับการคำนวณราคากลาง ให้ส่วนราชการหรือหน่วยงานที่ใช้งบประมาณของแผ่นดินยึดถือปฏิบัติ ในการจัดทำเป็นบัญชีประมาณราคาค่าก่อสร้างของทางราชการ ที่ประกอบด้วย ค่างานต้นทุน (Direct Cost) เป็นค่าวัสดุรวมกับค่าแรงงาน , ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้าง (Indirect Cost) หรือ Factor F และ ค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนดและค่าใช้จ่ายอื่นที่จำเป็นต้องมี

จึงเป็นสิ่งสำคัญที่เจ้าหน้าที่ของรัฐที่ทำหน้าที่เป็นผู้ประมาณราคา ต้องทราบหลักเกณฑ์ข้อกำหนด แนวทางการปฏิบัติที่ถูกต้องมาใช้ในการถอดแบบก่อสร้างตามแบบรูปรายการ เพื่อใช้เป็นฐานเปรียบเทียบกับราคาที่ผู้รับจ้างเสนอในขั้นตอนการดำเนินการตามกรรมวิธีจัดหา ตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการพัสดุ พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม

กรมบัญชีกลางได้กำหนดหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำบัญชีรายละเอียดประมาณราคาและถอดแบบงานโครงสร้างอาคารมีดังนี้

1) แบบฟอร์มในการจัดทำบัญชีรายละเอียดงานก่อสร้างอาคาร

ในการคำนวณราคากลางตามหลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างอาคารนั้น กรมบัญชีกลางได้กำหนดแบบฟอร์มเพื่อผู้ที่มีหน้าที่คำนวณราคากลางได้นำไปใช้ในการถอดแบบก่อสร้าง และจัดทำเป็นบัญชีรายละเอียดการประมาณราคาค่าก่อสร้าง จำนวน 9 แบบฟอร์มดังนี้

1.1) แบบ ปร.1 เป็นแบบฟอร์มการถอดแบบสำรวจรายการ ปริมาณงาน และวัสดุก่อสร้างทั่วไป

1.2) แบบ ปร.2 เป็นแบบฟอร์มการถอดแบบสำรวจรายการและปริมาณงานคอนกรีต ไม้แบบไม้ค้ำยัน และเหล็กเสริมคอนกรีต

1.3) แบบ ปร.3 เป็นแบบฟอร์มการถอดแบบสำรวจรายการและปริมาณงานไม้

1.4) แบบ ปร.4 เป็นแบบฟอร์มแสดงรายการ ปริมาณงาน และราคา (BOQ.)

1.5) แบบ ปร.4 (พ) เป็นแบบฟอร์มแสดงรายการ ปริมาณงาน และราคา (BOQ.) สำหรับค่าใช้จ่ายพิเศษตามข้อกำหนด

1.6) แบบแสดงการคำนวณและเหตุผลความจำเป็นสำหรับค่าใช้จ่ายพิเศษ

1.7) แบบ ปร.5 (ก) เป็นแบบสรุปค่าก่อสร้าง (ค่างานต้นทุน)

1.8) แบบ ปร.5 (ข) เป็นแบบสรุปค่าครุภัณฑ์จัดซื้อ

1.9) แบบ ปร.6 เป็นแบบสรุปราคากลางงานก่อสร้างอาคารทั้งโครงการ

2) มาตรฐานการวัดและคำนวณปริมาณงานก่อสร้างอาคาร

ในการวัดเพื่อหาปริมาณงาน สำหรับการถอดแบบคำนวณราคากลางงานก่อสร้างอาคาร มีข้อกำหนดดังนี้

2.1) การวัดจำนวนปริมาณงาน

2.1.1) ให้ใช้ตัวเลขอารบิค

2.1.2) กำหนดทศนิยมจำนวนสองตำแหน่ง (ยกเว้นจำนวนนับ)

2.1.3) ให้ปัดเศษทศนิยม

2.2) หน่วยของปริมาณงาน ให้กำหนดตาม

2.2.1) มาตรฐานสากล

2.2.2) มาตรฐานงานช่าง

2.2.3) มาตรฐานของผู้ผลิตสินค้า

2.3) การวัดหาปริมาณในงานก่อสร้างอาคาร

2.3.1) จากการสำรวจ

2.3.2) จากสถานที่ก่อสร้างจริง

2.3.3) จากแบบก่อสร้าง

2.4) การวัดหาปริมาณในงานก่อสร้างอาคาร

2.4.1) ใช้ตัวเลขที่กำกับไว้ในรูปแบบรายการก่อสร้าง

2.4.2) วัดโดยใช้สเกลจากรูปแบบ แต่ต้องระมัดระวังความคลาดเคลื่อน

2.4.3) วัดปริมาณที่ได้จริง แล้วเผื่อตามหลักเกณฑ์การเผื่อที่ได้กล่าวมาแล้ว

3) หลักเกณฑ์การวัดปริมาณงานก่อสร้าง

โดยหลักเกณฑ์ดังกล่าว ได้ยึดหลักการการคำนวณปริมาณงานก่อสร้างอาคารตามแนวการวัดปริมาณงานก่อสร้างของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ พ.ศ. 2554 ดังนี้

3.1) งานเหล็กเสริมคอนกรีต ให้คิดคำนวณปริมาณงานดังต่อไปนี้

ให้ถอดปริมาณตามที่กำหนดในแบบแปลน โดยคิดเหล็กเสริมทุกชนิดเป็นเส้นตรง โดยคิดตามความกว้างหรือความยาวของโครงสร้างนั้นๆ ไม่ต้องเผื่อความยาวของเหล็กเสริม ที่ต้องทาบต่อ งอปลาย ดัดคอม้า และเหลือเศษสั้นใช้งานไม่ได้ ให้คิดหาปริมาณเหล็กของงานต่าง ๆ ตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

3.1.1) เหล็กตะแกรงของฐานราก ให้คิดความยาวของเหล็กเท่ากับความกว้างและความหนาของฐานราก รวมความยาวโดยมีหน่วยนับเป็น เมตร

3.1.2) เหล็กยืนของเสาตอม่อให้คิดความยาว โดยวัดความยาวตั้งแต่ท้องฐานรากถึงหลังพื้นชั้นแรก เหล็กปลอกของเสาตอม่อให้คิด ความยาวต่อ 1 ปลอกเท่ากับความยาวของเส้นรอบรูปเสาตอม่อ รวมความยาวโดยมีหน่วยนับเป็น เมตร

3.1.3) เหล็กยืนของเสาให้คิดความยาว โดยวัดความยาวตั้งแต่หลังพื้นชั้นล่างถึงหลังพื้นชั้นบน กรณีเสาสุดท้ายให้วัดความสูงตั้งแต่หลังพื้นชั้นสุดท้ายถึงจุดสุดความสูงของอาคาร เหล็กปลอกของเสาให้คิด ความยาวต่อ 1 ปลอกเท่ากับความยาวของเส้นรอบรูปเสา รวมความยาวโดยมีหน่วยนับเป็น เมตร

3.1.4) เหล็กนอนของคานทั้งเหล็กตรงและเหล็กคอม้า ให้คิดความยาวจากศูนย์กลางเสาต้นหนึ่งไปอีกต้นหนึ่งของคานนั้น เหล็กปลอกของคานให้คิด ความยาวต่อ 1 ปลอกเท่ากับความยาวของเส้นรอบรูปคาน รวมความยาวโดยมีหน่วยนับเป็น เมตร

3.1.5) เหล็กตะแกรงของพื้นเหล็กตรงและเหล็กคอม้า ให้คิดความยาวเท่ากับความกว้างและความยาวของพื้น แต่สำหรับเหล็กเสริมพิเศษให้คิดความยาวตามที่กำหนดไว้ในแบบแปลน รวมความยาวโดยมีหน่วยนับเป็น เมตร

3.1.6) เหล็กเสริมบันได ให้คิดคำนวณความยาวเหล็กเสริมตามความกว้างและความยาวของบันไดโดยวัดตามความเอียงจากจุดศูนย์กลางที่รองรับถึงจุดศูนย์กลางที่รองรับ ส่วนเหล็กลูกโซ่ของบันไดให้คิดความยาวเท่ากับความกว้างของลูกนอนและความสูงของลูกตั้ง รวมความยาวโดยมีหน่วยนับเป็น เมตร

3.1.7) จำนวนเหล็กปลอกให้หาค่าเฉลี่ยจากระยะที่แสดงในแบบหรือตลอดความยาวเหล็กเสริมหลักโดยปัดเศษขึ้นให้เป็นจำนวนเต็ม

3.2) งานคอนกรีตโครงสร้าง ให้คิดคำนวณปริมาณงานดังต่อไปนี้

3.2.1) งานวัสดุรองใต้ฐานราก การคำนวณหาปริมาณงานวัสดุรองใต้ฐานราก ให้คำนวณวัสดุรองฐานรากตามขนาดเนื้อที่ใต้ฐานรากแต่ละขนาดคูณด้วยความหนาของวัสดุรองใต้ฐานราก แล้วคูณด้วยจำนวนของฐานรากแต่ละขนาด จะได้ผลลัพธ์เป็น ลูกบาศก์เมตร เมื่อรวมปริมาณงานวัสดุรองใต้ฐานรากทั้งหมดแล้ว ให้นำไปรวมกับเปอร์เซ็นต์การเผื่องานถมทราย (ตามหลักเกณฑ์เผื่อการยุบตัวของงานถมทราย) ก็จะได้ปริมาณงานวัสดุรองใต้ฐานรากทั้งหมดเป็นจำนวน ลูกบาศก์เมตร

3.2.2) งานคอนกรีตรองใต้ฐานราก (คอนกรีต 1:3:5) การคำนวณหาปริมาณงานคอนกรีตรองใต้ฐานราก ให้คำนวณคอนกรีตของฐานรากตามขนาดเนื้อที่ใต้ฐานรากแต่ละขนาดคูณด้วยความหนาของงานคอนกรีตใต้ฐานราก แล้วคูณด้วยจำนวนของฐานรากแต่ละขนาด จะได้ผลลัพธ์เป็น ลูกบาศก์เมตร เมื่อรวมปริมาณงานคอนกรีตรองใต้ฐานรากทุกขนาดแล้ว ก็จะได้ปริมาณคอนกรีตใต้ฐานรากทั้งหมดเป็นจำนวน ลูกบาศก์เมตร

3.2.3) งานคอนกรีตโครงสร้าง ให้คำนวณหาปริมาณเนื้องานคอนกรีตโครงสร้างของอาคารทั้งหมด ตั้งแต่ฐานราก เสาตอม่อ คานคอดิน เสา คาน พื้นและบันไดทุกชั้น จนถึงโครงหลังคาตามแบบแปลนแล้วรวมจำนวนทั้งหมดเป็น ลูกบาศก์เมตร

- คอนกรีตฐานราก การคำนวณปริมาณคอนกรีตฐานราก ให้คำนวณคอนกรีตตามขนาดของฐานรากแต่ละขนาด คือ ความกว้างคูณความยาว แล้วคูณด้วยความหนาของฐานราก จะได้ผลลัพธ์เป็น ลูกบาศก์เมตร เมื่อรวมปริมาณคอนกรีตฐานรากทุกขนาดแล้ว ก็จะได้ปริมาณคอนกรีตฐานรวมทั้งหมดเป็นจำนวน ลูกบาศก์เมตร

- คอนกรีตเสาตอม่อ การคำนวณปริมาณคอนกรีตเสาตอม่อ ให้คำนวณพื้นที่หน้าตัดตามขนาดของเสาตอม่อแต่ละขนาด แล้วนำพื้นที่หน้าตัดของเสาตอม่อนั้นคูณด้วยความสูงของเสาตอม่อ โดยวัดความสูงจากท้องฐานรากถึงระดับท้องพื้นชั้นแรก จะได้ผลลัพธ์เป็น ลูกบาศก์เมตร เมื่อรวมปริมาณคอนกรีตเสาตอม่อทุกขนาดแล้ว ก็จะได้ปริมาณคอนกรีตเสาตอม่อทั้งหมดเป็นจำนวน ลูกบาศก์เมตร

- คอนกรีตเสา การคำนวณปริมาณคอนกรีตเสา ให้คำนวณพื้นที่หน้าตัดตามขนาดของเสาแต่ละขนาด แล้วนำพื้นที่หน้าตัดของเสาคูณด้วยความสูงของเสา โดยวัดความสูงของเสาจากระดับหลังพื้นชั้นล่างถึงท้องพื้นชั้นบน กรณีพื้นอยู่ต่างระดับ วัดเหมือนกรณีแรกแต่ให้วัดระยะจากด้านใดด้านหนึ่งของเสาเป็นหลักไปตลอดความสูงของเสานั้น ก็จะได้ปริมาณคอนกรีตเสาทั้งหมดเป็นจำนวนลูกบาศก์เมตร

- คอนกรีตคาน การคำนวณปริมาณคอนกรีตคาน ให้คำนวณพื้นที่หน้าตัดตามขนาดของคานแต่ละขนาด แล้วนำพื้นที่หน้าตัดของคานคูณด้วยความยาวของคาน โดยวัดความยาวของคานจากหน้าเสาต้นหนึ่งไปยังหน้าเสาอีกต้นหนึ่งของช่วงคานนั้น จะได้ผลลัพธ์เป็นลูกบาศก์เมตร เมื่อรวมปริมาณคอนกรีตคานทุกขนาดแล้ว ก็จะได้ปริมาณคอนกรีตคานทั้งหมดเป็นจำนวนลูกบาศก์เมตร

หมายเหตุ ปริมาตรของช่องเปิดในคานคอนกรีตที่มีขนาดหน้าตัดรวมไม่เกิน 0.01 ตร.ม. ไม่ต้องหักปริมาตร

- คอนกรีตพื้น การคำนวณปริมาณคอนกรีตพื้น ให้คำนวณเนื้อที่ของพื้นที่ตามขนาดของพื้นแต่ละขนาด โดยวัดขนาดจากศูนย์กลางของจุดรองรับถึงศูนย์กลางของจุดรองรับ หรือริมสุดของแผ่นพื้น(กรณีเป็นพื้นช่วงสุดท้าย) แล้วนำเนื้อที่ของพื้นคูณด้วยความหนาของพื้นจะได้ผลลัพธ์เป็นลูกบาศก์เมตร เมื่อรวมปริมาณคอนกรีตพื้นทุกขนาดแล้ว ก็จะได้ปริมาณคอนกรีตพื้นทั้งหมดเป็นจำนวนลูกบาศก์เมตร

3.3) งานไม้แบบหล่อคอนกรีต การคำนวณหาปริมาณเนื้อที่ไม้แบบ หมายถึง การคำนวณหาเนื้อที่ให้แบบที่รองรับหรือห่อหุ้มคอนกรีตที่จะหล่อเป็นงานโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ทั้งหมดตั้งแต่ฐานราก ตอม่อ เสา คาน พื้น ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งเมื่อรวมปริมาณเนื้อที่ไม้แบบทั้งหมดแล้ว จะได้ปริมาณงานไม้แบบเป็นจำนวนตารางเมตร

3.3.1) การคำนวณหาปริมาณไม้คร่าวสำหรับยึดไม้แบบ ให้คำนวณโดยเฉลี่ยประมาณ 30% ของเนื้อที่ไม้แบบซึ่งปรับลดปริมาณแล้ว จะได้ผลลัพธ์ปริมาณไม้คร่าวสำหรับยึดไม้แบบเป็นลูกบาศก์ฟุต

3.3.2) การคำนวณหาปริมาณไม้ค้ำยันไม้แบบ ให้คำนวณโดยใช้อัตรา ไม้ค้ำยันท้องคาน 1 ต้น ต่อความยาวของท้องคาน 1 เมตร และไม้ค้ำยันท้องพื้น 1 ต้น ต่อเนื้อที่พื้น 1 ตารางเมตร เมื่อรวมปริมาณงานไม้ค้ำยันทั้งหมด จะได้เป็นจำนวน ต้น

กรณีของแบบหล่อคอนกรีตแบบเหล็กหรือโลหะอื่นๆให้คำนวณปริมาณโดยใช้หลักเกณฑ์การคำนวณปริมาณไม้แบบหล่อคอนกรีต มีหน่วยเป็นตารางเมตร โดยไม่คิดเผื่อปริมาณ (สำหรับการคำนวณราคาในขั้นตอนการคำนวณราคา ผู้มีหน้าที่คำนวณราคากลาวสามารถสืบราคาค่าเช่าต่อตารางเมตร มาคำนวณ)

3.4) งานผูกเหล็กเสริมใช้ลวดผูกเบอร์ 18 จำนวน 30 กิโลกรัมต่อเหล็กเสริม 1 เมตริกตัน

3.5) ตะปูยึดงานไม้แบบใช้ 0.25 กิโลกรัม ต่อไม้แบบ 1 ตารางเมตร

4) เกณฑ์การเผื่อ

4.1) งานขุดดินฐานรากและถมดิน ให้คิดคำนวณเผื่อกันดินพังและทำงานสะดวก 30%

4.2) งานถมวัสดุรองพื้นหรือปรับระดับ เผื่อการยุบตัวเนื่องจากการบดอัดแน่นด้วยแรงคน

4.2.1) งานถมทราย เผื่อ 25%

4.2.2) งานถมดิน เผื่อ 25%

4.2.3) งานถมลูกรัง เผื่อ 25%

4.2.4) งานถมอิฐหัก เผื่อ 25%

4.3) งานไม้แบบหล่อคอนกรีต ให้คิดคำนวณเผื่อปริมาณงานดังต่อไปนี้

4.3.1) ไม้แบบหนา 1" เนื้อที่ 1 ตารางเมตร ใช้ไม้ประมาณ 1 ลูกบาศก์ฟุต

4.3.2) ไม้คร่าวยึดไม้แบบ ใช้ 30% ของปริมาณไม้แบบ

4.3.3) ไม้ค้ำยันไม้แบบ

- ไม้ค้ำยันท้องคานและงานประเภทคานใช้ 1 ต้น/ความยาว 1 เมตร
- ไม้ค้ำยันท้องพื้นและงานประเภทพื้นใช้ 1 ต้น/ตารางเมตร

4.4) การลดปริมาณไม้แบบ ไม้คร่าว และไม้ค้ำยัน เนื่องจากใช้งานได้หลายครั้ง

4.4.1) อาคารชั้นเดียว ลดไม้แบบ 20% ให้คิดปริมาณเพียง 80%

4.4.2) อาคารสองชั้น ลดไม้แบบ 30% ให้คิดปริมาณเพียง 70%

4.4.3) อาคารสามชั้น ลดไม้แบบ 40% ให้คิดปริมาณเพียง 60%

4.4.4) อาคารสี่ชั้นขึ้นไป ลดไม้แบบ 50% ให้คิดปริมาณเพียง 50%

การลดปริมาณไม้แบบหล่อคอนกรีต ให้ลดเฉพาะปริมาณวัสดุไม้แบบ ไม้ค่ำวยึดไม้แบบ และไม้ค้ำยันเท่านั้น ส่วนค่าแรงงานให้คิดคำนวณเต็มตามปริมาณพื้นที่ไม้แบบหล่อคอนกรีตทั้งหมด

4.5) การเผื่อปริมาณเหล็กเสริมคอนกรีต เมื่อได้ถอดแบบสำรวจปริมาณเหล็กเสริมตามหลักเกณฑ์ในข้อ 3.1 และรวมปริมาณเหล็กเสริมทั้งหมดแล้ว ให้คิดเผื่อเหล็กเสริม เนื่องจากต้องทาบต่อ งอปลาย ดัดคอม้า และเหลือเศษนั้นใช้งานไม่ได้ ของเหล็กเสริม แต่ละขนาดทั้งเหล็กเส้นกลมผิวเรียบ และเหล็กเสริมกลมผิวข้ออ้อย ตามเกณฑ์ต่อไปนี้

4.5.1) เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. เผื่อ 5%

4.5.2) เหล็กเสริมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. เผื่อ 7%

4.5.3) เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. เผื่อ 9%

4.5.4) เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. เผื่อ 11%

4.5.5) เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. เผื่อ 11%

4.5.6) เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มม. เผื่อ 13%

4.5.7) เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. เผื่อ 13%

4.5.8) เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. เผื่อ 15%

4.5.9) เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มม. เผื่อ 15%

5) มาตรฐานขนาดและน้ำหนักเหล็กเสริมคอนกรีต

5.1) เหล็กเส้นกลมผิวเรียบ คุณภาพ SR 24

5.1.1) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. หนัก 0.222 กก./ม.

5.1.2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. หนัก 0.499 กก./ม.

5.1.3) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. หนัก 0.888 กก./ม.

5.1.4) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. หนัก 1.390 กก./ม.

5.1.5) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มม. หนัก 2.230 กก./ม.

5.1.6) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. หนัก 3.850 กก./ม.

5.1.7) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มม. หนัก 4.830 กก./ม.

5.2) เหล็กเส้นกลมผิวข้ออ้อย คุณภาพ SD 30, SD 35 และ SD 40

5.2.1) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. หนัก 0.888 กก./ม.

5.2.2) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. หนัก 1.580 กก./ม.

5.2.3) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. หนัก 2.470 กก./ม.

5.2.4) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. หนัก 3.850 กก./ม.

5.2.5) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มม. หนัก 4.830 กก./ม.

6) ข้อกำหนดเกี่ยวกับราคาและแหล่งวัสดุก่อสร้าง ได้มีข้อกำหนดดังนี้

6.1) ราคาวัสดุก่อสร้างให้ใช้ราคาปัจจุบัน ในขณะที่คำนวณราคากลางงานก่อสร้างนั้น

6.2) การก่อสร้างในส่วนกลาง (พื้นที่ในเขตกรุงเทพฯ นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ) ให้ผู้มีหน้าที่คำนวณราคากลางใช้ราคาและแหล่งวัสดุก่อสร้างดังนี้

6.2.1) ราคาวัสดุก่อสร้างตามที่สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์เผยแพร่ หากมิได้กำหนดไว้ให้ใช้ราคาวัสดุก่อสร้างที่สำนักงานพาณิชย์จังหวัดใกล้เคียงเผยแพร่ หากไม่มีการเผยแพร่ทั้งสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์และสำนักงานพาณิชย์จังหวัดใกล้เคียงให้สืบราคาในท้องที่ของส่วนกลาง หากไม่มีให้สืบราคาจากจังหวัดใกล้เคียงโดยใช้ราคาเฉลี่ยที่ได้จากการสืบนำมากำหนดเป็นราคากลาง

6.2.2) การก่อสร้างในส่วนภูมิภาค (พื้นที่ที่มิใช่พื้นที่ส่วนกลาง) ให้ผู้มีหน้าที่คำนวณราคากลางใช้ราคาและแหล่งวัสดุก่อสร้างดังนี้

6.2.3) ราคาวัสดุก่อสร้างตามที่สำนักงานพาณิชย์จังหวัดที่สถานที่ก่อสร้างตั้งอยู่เผยแพร่ หากมิได้กำหนดไว้ให้ใช้ราคาวัสดุก่อสร้างที่สำนักงานพาณิชย์จังหวัดใกล้เคียงเผยแพร่ หากไม่มีการเผยแพร่ทั้งสำนักงานพาณิชย์จังหวัดที่สถานที่ก่อสร้างตั้งอยู่และสำนักงานพาณิชย์จังหวัดใกล้เคียงให้สืบราคาในท้องที่ที่ก่อสร้างตั้งอยู่ หากไม่มีให้สืบราคาจากจังหวัดใกล้เคียงโดยใช้ราคาเฉลี่ยที่ได้จากการสืบนำมากำหนดเป็นราคากลาง

7) บัญชีค่าแรง

บัญชีค่าแรง/ดำเนินการ สำหรับการถอดแบบการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง ปัจจุบันกรมบัญชีกลางได้ปรับปรุงบัญชีค่าแรงงาน/ดำเนินการ ตารางค่าขนส่งวัสดุก่อสร้าง ตารางค่าดำเนินการและค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรและตารางอัตราราคางานดิน ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องตามสภาวการณ์ที่เป็นปัจจุบัน ตามหนังสือที่ กค 0421.5/ว399 ลงวันที่ 15 ตุลาคม 2558 เรื่อง การปรับปรุงรายละเอียดประกอบการถอดแบบคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง เพื่อให้หน่วยงานราชการยึดถือปฏิบัติประกอบการคำนวณราคากลางงานก่อสร้างของราชการ

8) Factor F

Factor F คือสัดส่วนของค่างานต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก่อสร้าง โดยมีองค์ประกอบในการคิดคำนวณค่า Factor F ของงานก่อสร้างอาคารของทางราชการ จากเงินล่วงหน้าจ่าย เงินประกันผลงานหัก ดอกเบี้ยเงินกู้ และภาษีมูลค่าเพิ่ม (VAT) เช่น Factor F =1.2345 หมายความว่า หากค่างานต้นทุนมีค่า 1 หน่วย จะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก่อสร้าง 0.2345 หน่วย โดยค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก่อสร้างจะประกอบด้วย

8.1) หมวดค่าอำนวยการ ประกอบด้วยรายการดังนี้

8.1.1) หมวดค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการประกวดราคาและทำสัญญา

8.1.2) หมวดค่าใช้จ่ายสำนักงาน ที่พักคนงาน และโรงงาน

8.1.3) หมวดค่าใช้จ่ายบริหารโครงการและบุคลากรในการดำเนินงานก่อสร้าง

8.1.4) หมวดค่าใช้จ่ายในการบริหารความเสี่ยง

8.2) หมวดค่าดอกเบี้ย

8.3) หมวดค่ากำไร

8.4) หมวดค่าภาษี

โดยมีข้อพึงระวังสำหรับเจ้าหน้าที่ประมาณราคา ห้ามนำค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตามข้อ 8.1) ถึง ข้อ 8.4) ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ให้ไปแล้วในค่า Factor F ไปคิดราคาในค่างานต้นทุน มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดความเสียหาย หรือทางราชการเสียประโยชน์ จะเห็นว่าการทำประมาณการของทางราชการมีความสุ่มเสี่ยง ที่ก่อให้เกิดความผิดทั้งทางแพ่ง และทางวินัยของเจ้าหน้าที่ประมาณการ ดังนั้นผู้ที่ทำหน้าที่ประมาณราคา ต้องศึกษาหลักเกณฑ์และข้อกำหนดของการประมาณราคาค่าก่อสร้างของทางราชการให้เป็นอย่างดี เพื่อมิให้เกิดความเสียหายต่อทางราชการและตนเอง

2.3.4 ปัจจัยที่เป็นเหตุในการถอดปริมาณผิดพลาด

การถอดแบบเป็นจุดเริ่มต้นในการจัดทำ BOQ ดังนั้นการถอดแบบจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก หากเกิดความผิดพลาดย่อมส่งผลต่อความเสียหายของโครงการ หรืองบประมาณของทางราชการ ชอบ สมบุญเพ็ญ และเจตณรงค์ เชาว์ชูเดช ได้เขียนบทความเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อความผิดพลาดในการถอดแบบ ดังนี้

1) เจ้าหน้าที่ประมาณราคา

1.1) เจ้าหน้าที่ประมาณราคาบางคนมีคุณสมบัติพื้นฐานไม่เพียงพอ เช่น ขาดทักษะความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ความเข้าใจและความสามารถในการอ่านแบบก่อสร้าง เทคนิคการก่อสร้าง แหล่งที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติมด้านวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้

1.2) ความรู้ความเข้าใจในหลักเกณฑ์การถอดแบบหรือวัดปริมาณตามที่วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยกำหนด ไม่ตรงกัน

1.3) จัดทำเอกสารผิดพลาด เช่น พิมพ์ตกหล่น พิมพ์ผิด หรือใส่สูตรคำนวณผิดพลาด เช่น รวมโดยการ SUM ไม่ครบทุกบรรทัด หรือเกี่ยวกับการใช้ทศนิยม การใส่เลขศูนย์เกิน

1.4) การคัดลอกเอกสารที่ผิดพลาด ก่อให้เกิดปริมาณที่ซ้ำซ้อน

1.5) ประสบการณ์ถอดแบบ ความความเข้าใจในการก่อสร้างอาคารที่แตกต่างกัน เช่น ลำดับขั้นในการก่อสร้าง วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการก่อสร้าง

1.6) การใช้เกณฑ์การเผื่อของวัสดุที่ไม่ตรงกัน

1.7) จำนวนเจ้าหน้าประมาณราคาไม่สอดคล้องกับประมาณงาน

1.8) การประสานงานที่ไม่ดี เช่นงานในลักษณะรีบเร่ง ดำเนินการโดยวิธีประสานข้างให้เจ้าหน้าที่ประมาณการถอดแบบเป็นส่วน ๆ ในระหว่างการทำแบบสมบูรณ์ ซึ่งส่วนใหญ่แบบที่ส่งมาตอนประสานข้างจะถูกแก้ไข ทำให้เสียเวลาในการทำงานซ้ำ หรือบ่อยครั้งแบบที่เสร็จสมบูรณ์มีรายการไม่ตรงกับบัญชีปริมาณงาน เนื่องจากมีการแก้ไขแต่ไม่ได้แจ้งเจ้าหน้าที่ประมาณการ

2) แบบก่อสร้างและเอกสารประกอบ

2.1) แบบที่ใช้ในการถอดแบบไม่ชัดเจน

2.2) แบบที่ใช้ในการถอดแบบไม่ครบถ้วน

2.3) แบบที่ใช้ในการถอดแบบไม่ถูกต้องตั้งแต่ขั้นการออกแบบ

2.4) ผู้ออกแบบแก้ไขแบบ แต่มิได้แจ้งเจ้าหน้าที่ประมาณราคา

3) เวลาที่ใช้ในการถอดแบบถูกเร่งรัด ทำให้ขาดความรอบคอบในการถอดแบบ หรือใช้วิธีการประมาณราคาแบบขั้นต้น ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง

**2.4 หลักการและทฤษฎีวิเคราะห์**

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลผ่านโปรแกรมสเกตอัพ และข้อมูลที่ผู้ศึกษาได้ถอดปริมาณจากแบบตัวอย่างที่กำหนดขึ้น ตามแนวทางการวัดปริมาณของ วสท. แล้วนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการนำไปใช้งานจริงต่อไป ซึ่งในการศึกษานี้ผู้ศึกษาได้ใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) และสัมประสิทธิ์การพิจารณา (Coefficient of determination) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 การวิเคราะห์การถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เป็นวิธีทางสถิติที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตัวแปรอิสระหนึ่งตัวและตัวแปรตามหนึ่งตัว โดยที่ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกัน เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression analysis) เพื่อใช้ในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรหนึ่งจากตัวแปรที่ทราบค่า ว่ามีความแปรผันในสัดส่วนเท่าใดหรือในระดับใด (ในที่นี้คือตัวแปร X และ Y ) โดยมีความสัมพันธ์กันในลักษณะเชิงเส้น (Linear) ตามสูตรสมการที่ [1] ดังนี้

$$Y = a + bX \qquad [1]$$

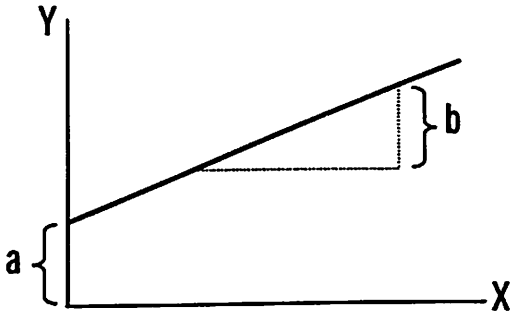
เมื่อ Y = ตัวแปรตาม (ค่าที่ต้องการอยากรู้ความสัมพันธ์)

X = ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

a = ค่าคงที่ (Constant) เป็นค่าที่ตัดกันแกน Y

b = ความชัน (Slope) ของเส้นกราฟ

สามารถเขียนเป็นกราฟสมการเส้นตรงได้ดังนี้

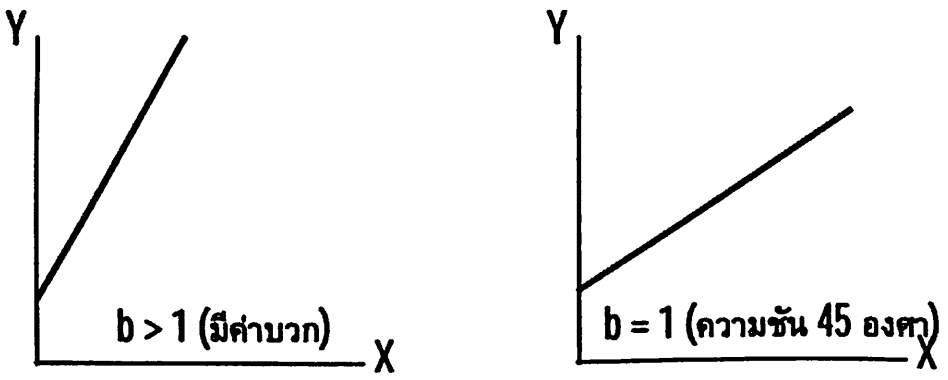



**กราฟที่ 2.1** สมการเส้นตรงของการถดถอย

สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ เป็นค่าของ b ที่เป็นความชันของกราฟเส้นตรง ที่เกิดจากสมการเชิงเส้น ถ้าทราบค่าของ b และค่าของ a แล้ว ก็จะสามารถพยากรณ์ค่าของตัวแปร Y ได้ซึ่งสรุปได้ดังนี้

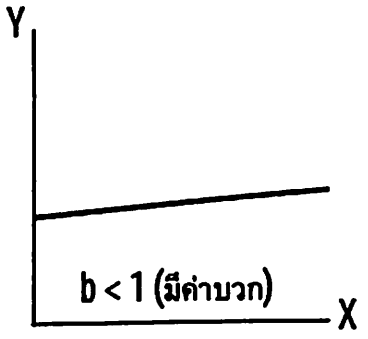
1) ถ้า b > 1 แสดงว่าเส้นกราฟมีความชันมากกว่า 45 องศา การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร X จะทำให้ค่าของ Y เปลี่ยนแปลงไปเป็นจำนวนมาก

2) ถ้า b = 1 แสดงว่าความชันของเส้นกราฟมีค่าเท่ากับ 45 องศา ค่า X และ Y จะมีค่าเท่ากัน ในกรณีที่ค่าคงที่ a เท่ากับศูนย์



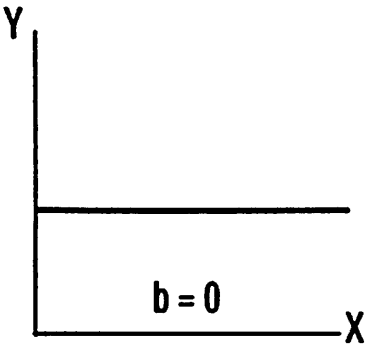

**กราฟที่ 2.2** สมการเส้นตรงของการถดถอย เมื่อ b มีค่ามากกว่าและเท่ากับ 1

3) ถ้า b < 1 และมีค่าใกล้ 0 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันน้อย



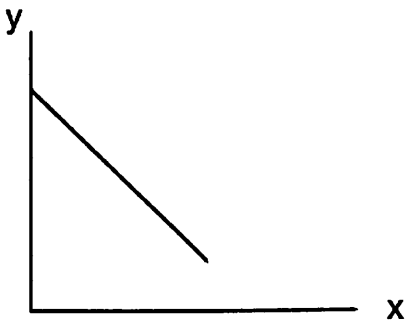

**กราฟที่ 2.3** สมการเส้นตรงของการถดถอย เมื่อ b มีค่าน้อยกว่า 1

4) ถ้า b = 0 แสดงว่า X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย เส้นกราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรง ค่าของ Y จะมีค่าเท่ากับค่าคงที่ (a)




**กราฟที่ 2.4** สมการเส้นตรงของการถดถอย เมื่อ b มีค่าเท่ากับ 0

5) ถ้า b < 0 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม คือ ถ้า X มีค่าสูงขึ้น ค่าของ Y จะต่ำลง




**กราฟที่ 2.5** สมการเส้นตรงของการถดถอย เมื่อ b มีค่าน้อยกว่า 0

นอกจากการใช้สมการถดถอยมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระและตัวแปรตามแล้ว ยังมีสัมประสิทธิ์การพิจารณา (Coefficient of determination) มาช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อความถูกต้องในการพยากรณ์ตัวแปรตาม

2.4.2 สัมประสิทธิ์การพิจารณา (Coefficient of determination)

สัมประสิทธิ์การพิจารณา เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ด้วยสมการด้านล่างเพื่อยืนยันการพยากรณ์ของสมการถดถอยให้มีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งเกิดจากค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ยกกำลังสอง ใช้ตัวย่อว่า $R^2$ ตามสูตรสมการที่ [2] หรือสูตรสมการที่ [3] ดังนี้

$$R^2 = \frac{(\sum XY - N\overline{XY})^2}{(\sum X^2 - N\overline{X^2})(\sum Y^2 - N\overline{Y^2})} \qquad [2]$$

หรือ

$$R^2 = \frac{(N\sum XY - (\sum X)(\sum Y))^2}{(N\sum X^2 - (\sum X)^2)(N\sum Y^2 - (\sum Y)^2)} \qquad [3]$$

เมื่อ $R^2$ = สัมประสิทธิ์การพิจารณา มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

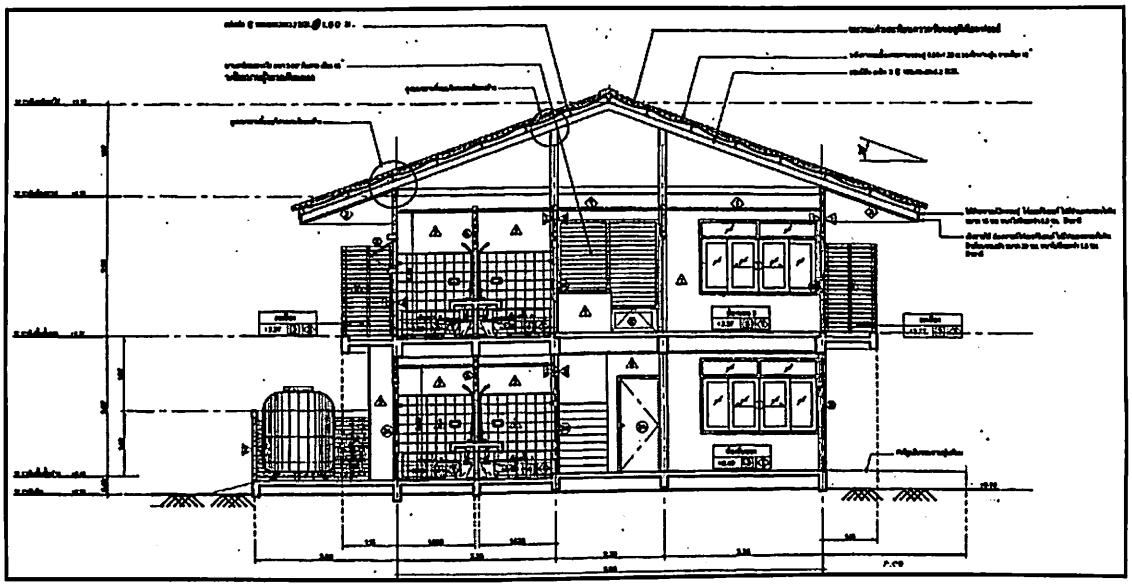
N = จำนวนของสมาชิก

ค่าสัมประสิทธิ์การพิจารณา เป็นค่าที่แสดงถึงสัดส่วนของความแปรปรวนในข้อมูล X ที่สามารถอธิบายโดยความแปรปรวนในข้อมูล Y จะมีค่าเป็นบวกเสมอ ระหว่าง 0 ถึง 1 เช่น $R^2 = 0.941$ หมายความว่า 94.1% ของความแปรปรวนในข้อมูล X สามารถอธิบายด้วยความแปรปรวนในข้อมูล Y และ 5.9% ของความแปรปรวนในข้อมูล X เกิดขึ้นจากตัวแปรอื่น

**2.5 การประมาณราคาค่าก่อสร้างของกรมยุทธโยธาทหารบก**

ขั้นตอนในการก่อสร้างของกองทัพบก เริ่มจากหน่วยต่างๆ ของกองทัพบกเสนอความต้องการ ซึ่งมี 2 ช่องทางหลักในการเสนอความต้องการ คือแผนงานประจำปีซึ่งจะมีการพิจารณาในช่วงเดือน มิ.ย. ของทุกปี และแผนงานระหว่างปีที่มีความจำเป็นเร่งด่วนในการก่อสร้าง หากไม่ดำเนินการก่อสร้างจะส่งผลเสียต่อกองทัพบก เมื่อกรมยุทธโยธาทหารบกได้รับแผนงานที่เป็นความต้องการของหน่วยแล้ว จะส่งเรื่องให้กองแบบแผนในการจัดทำแบบก่อสร้างพร้อมประมาณราคาค่าก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วยแผนกวิศวกรรม แผนกสถาปนิกและแผนกประมาณการ โดยแต่ละแผนกมีหน้าที่ดังนี้

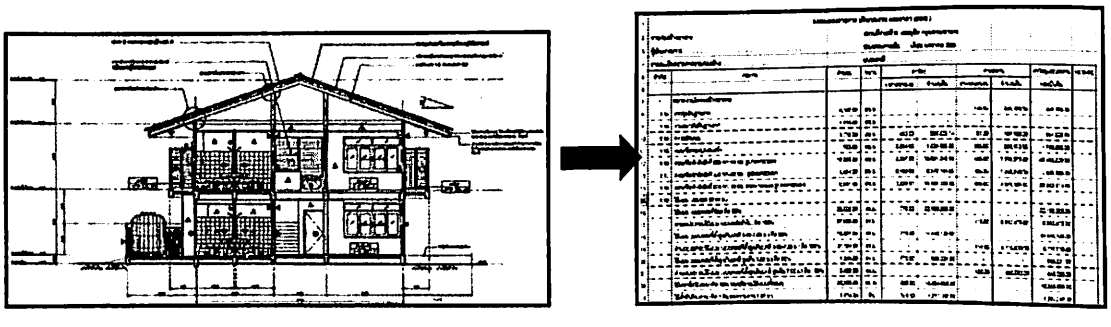
2.5.1 แผนกสถาปัตยกรรม มีหน้าที่ในการจัดทำแบบรูป ตามภาพที่ 2.15 การจัดทำคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุ และการวางผังบริเวณของงานก่อสร้าง



**ภาพประกอบที่ 2.15** ตัวอย่างแบบ 2 มิติที่เขียนด้วยโปรแกรม AutoCAD

2.5.2 แผนกวิศวกรรม มีหน้าที่ในการตรวจสอบและออกแบบงานโครงสร้าง และงานระบบเมื่อเสร็จแล้วจะส่งให้แผนกสถาปัตยกรรมรวบรวมเอกสารทั้งหมดประกอบแบบที่จะก่อสร้าง ส่งให้แผนกประมาณการดำเนินการต่อไป

2.5.3 แผนกประมาณการ มีหน้าที่ในการจัดทำบัญชีรายละเอียดปริมาณและราคา โดยเจ้าหน้าที่ประมาณราคาต้องถอดปริมาณวัสดุจากแบบก่อสร้าง 2 มิติ ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว ซึ่งส่งมาจากแผนกสถาปัตยกรรม และแผนกวิศวกรรม แล้วนำมาจัดทำเป็นบัญชีรายละเอียดปริมาณและราคา อันได้แก่ ปร.4 และ ปร.5-6 (ปร.5 รวมกับ ปร.6) โดยใช้ราคาวัสดุและค่าแรง ตามมาตรฐานและข้อกำหนดจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังตัวอย่างในภาพประกอบที่ 2.16



**ภาพประกอบที่ 2.16** การประมาณราคาจากแบบก่อสร้าง 2 มิติ

จากขั้นตอนการจัดทำแบบรูปพร้อมประมาณราคางานก่อสร้างของกองทัพบก ซึ่งดำเนินการโดยกรมยุทธโยธาทหารบกที่กล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่าลักษณะการทำงานของแผนกประมาณ กองแบบแผนเป็นการทำงานแบบคอขวดกล่าวคือ งานทุกงานจะออกเรื่องได้ต้องผ่านแผนกนี้ ซึ่งจากประสบการณ์ทำงานของผู้ศึกษา การถอดปริมาณวัสดุของโครงสร้างอาคารในแต่ละหลังต้องใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 1 สัปดาห์สำหรับอาคารชั้นเดียวที่ไม่ซับซ้อนมาก หากอาคารที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเวลาที่ใช้ในการถอดปริมาณจะเพิ่มขึ้นตาม จึงเห็นได้ว่าการทำงานในลักษณะดังกล่าวไม่สามารถตอบสนองต่อภารกิจที่กรมยุทธโยธาทหารบกได้รับมอบหมายจากกองทัพบก ให้ดำเนินการก่อสร้าง ปรับปรุงอาคาร ในแต่ละปีมีจำนวนไม่น้อยกว่า 300 งาน ซึ่งมีมูลค่ารวมไม่น้อยกว่า 1,000 ล้านบาทให้แล้วเสร็จภายในปีงบประมาณนั้น ประกอบกับนโยบายของกองทัพบกที่ไม่มีการเพิ่มกำลังพล จึงเป็นปัญหาสำคัญในปัจจุบันที่กรมยุทธโยธาทหารกำลังหาแนวทางในการเพิ่มผลิตภาพการทำงานของเจ้าหน้าที่ เพื่อให้ภารกิจที่ได้รับมอบหมายจากกองทัพบกแล้วเสร็จตามกรอบเวลาที่กำหนด ผู้ศึกษาจึงเห็นว่าการนำระบบ BIM มาประยุกต์ใช้ในการประมาณราคา น่าจะเป็นทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

**2.6 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคารและการประมาณราคา**

สิชล สุระศิลปิกุล (2554) ศึกษาโครงการออกแบบโปรแกรมประมาณราคาอาคารแบบจำลอง 3 มิติ (โปรแกรมเสริมบนสเกตอัพ) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาโปรแกรมด้านการประมาณราคา และลดความคลาดเคลื่อนจากการประมาณราคา โดยใช้แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์โปรแกรมการประมาณราคาฯ และแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมการก่อสร้าง พบว่า การใช้โปรแกรมการประมาณราคา 3 มิติ สามารถปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนของบ้านได้สะดวกขึ้น ลูกค้าหรือผู้รับบริการมีความพึงพอใจกับการปรับเปลี่ยนรูปแบบของบ้าน รวมทั้งทำให้บริษัทบ้านจัดสรรและบริษัทรับสร้างบ้านสามารถประหยัดงบประมาณและลดระยะเวลาประมาณการให้สั้นลง การแสดงภาพ 3 มิติ ทำให้สร้างความเข้าใจระหว่างบริษัทบ้านจัดสรรกับผู้ซื้อบ้านมีความเข้าใจตรงกัน

ธณัชชา สุขขี (2554) ศึกษาการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย เพื่อสำรวจการใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคารและเพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลการต่อการเลือกใช้แนวคิดดังกล่าวในประเทศไทย โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลการใช้งานจากกลุ่มองค์กรตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์เชิงสถิติเกี่ยวกับสถานะ การประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในประเทศไทย และวิเคราะห์เชิงบรรยายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ พบว่า การใช้งานแบบจำลองข้อมูลอาคาร ในประเทศไทยมีเพียงประมาณ 22% ของประชากรที่สำรวจ ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้มากที่สุดคือ การตรวจสอบข้อขัดแย้งของแบบก่อสร้าง ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้มากคือ การเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบ เช่น ประมาณราคา วิเคราะห์อาคาร และลดการสูญเสียทรัพยากร ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ระดับปานกลาง คือ As-Built Drawing มีความถูกต้อง เชื่อถือได้ และลดปัญหาจากการเริ่มต้นทำงานใหม่เมื่อเกิดการแก้ไขเปลี่ยนแปลง และปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้น้อยที่สุดคือ ตอบสนองความต้องการของลูกค้า, พัฒนา

วิธีการทำงานให้เป็นระบบสากล, ใช้บุคลากรน้อยกว่าการทำงานด้วย AutoCAD, สามารถนำข้อมูลมาบริหารจัดการอาคาร, ความสามารถในการนำเสนอผลงานในรูปแบบ 3 มิติ, ผู้บริหารเล็งเห็นความสำคัญของ BIM, ผู้ใช้งานมีประสบการณ์ด้านการใช้งาน BIM มาก่อน, การใช้ AutoCAD ต้องอาศัยผู้ที่มีทักษะในการถ่ายทอดข้อมูลและสื่อสาร และกระแสของ LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

ประจักษ์ หล้าจางวาง (2554) ศึกษาการประมาณราคาต่อหน่วยพื้นที่แบบรวดเร็วโดยใช้ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างประกอบ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประมาณราคาแบบละเอียดตามหลักเกณฑ์การกำหนดราคากลางงานก่อสร้างของทางราชการ (ตามมติคณะรัฐมนตรี 6 กุมภาพันธ์ 2550) กับดัชนีวัสดุก่อสร้างของสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ เพื่อหาค่าแฟกเตอร์ที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นสูตรสำเร็จในการหาราคาต่อตารางเมตรของอาคารบ้านเดี่ยว 2 ชั้น ตึกแถว 2 ชั้น หน้ากว้าง 4 เมตร และอาคารสำนักงานราชการ 2 ชั้น ซึ่งอาคารทั้ง 3 แบบถูกออกแบบโดยกรมโยธาธิการและผังเมือง และอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ได้ผลว่า ดัชนีของสำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์สามารถนำไปดำเนินการทำเป็นสูตรสำเร็จที่เป็นราคาต่อตารางเมตรแบบรวดเร็ว ที่มีความน่าเชื่อถือและมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 8 ได้ แต่มีเงื่อนไขว่าสูตรสำเร็จที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ได้กับอาคารที่มีขนาด เนื้อที่ ความสูง และช่วงเสาใกล้เคียงกับอาคารที่ใช้เป็นต้นแบบในการกำหนดราคากลาง อีกทั้งยังต้องอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครเท่านั้น

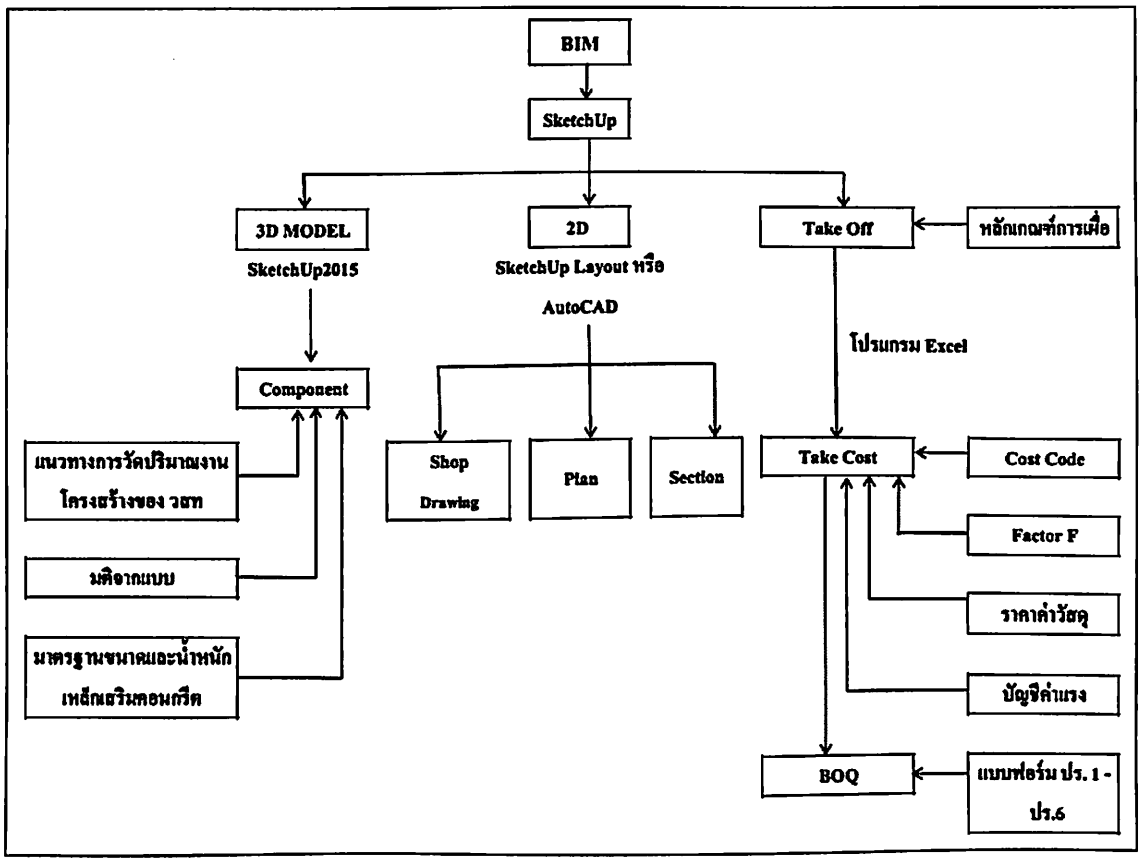
Mehmet F. Hergunsel (2011) ศึกษาประโยชน์ของข้อมูลสร้างแบบจำลอง (BIM) สำหรับผู้บริหารการก่อสร้าง เจ้าของโครงการมีความประสงค์ให้ผู้จัดการงานก่อสร้าง, สถาปนิก และวิศวกรของบริษัทใช้ระบบ BIM ในการดำเนินโครงการก่อสร้าง หลายบริษัทใช้กระบวนการ BIM ในการดำเนินงานตั้งแต่การประกวดราคา, วางแผนก่อนก่อสร้าง, ระหว่างดำเนินการก่อสร้าง และตรวจสอบหลังก่อสร้างเสร็จ จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการก่อสร้าง พบว่า ระบบ BIM มีประโยชน์มากสำหรับ 2 วัตถุประสงค์แรก ได้แก่ข้อแรก คือ BIM ช่วยด้านสถาปัตยกรรม, วิศวกรรม, การก่อสร้าง และ การบริหารงานอุตสาหกรรมด้วยแนวคิดพื้นฐาน "build to design" และ "design to build" ข้อที่สอง คือ การวิเคราะห์และวางแผนระยะเวลาการดำเนินงานด้วย 3D และ 4D

ปัญญาพล จันทร์ดอน (2556) ศึกษาการนำระบบ BIM มาใช้ในการจัดทำแบบก่อสร้างจริง ส่วนงานระบบอาคาร (M&E As Built Drawings) กรณีศึกษาโครงการโรงแรม เวฟ พัทยา โดยเลือก Software Tekla BIMsight มาทำการทดลอง นำเทคโนโลยี BIM มาใช้ในการทำแบบก่อสร้างจริง (As-Built Drawing) ส่วนงานระบบอาคารเฉพาะงานระบบสุขาภิบาลของโครงการเวฟ พัทยา พบว่า TeklaBIMsight มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจาก Tekla Structure ซึ่งเป็น Software ที่เป็นฐานข้อมูลของ TeklaBIMsight เป็น Software สำหรับงานโครงสร้างอาคาร โดยเฉพาะโครงสร้างเหล็ก เพราะในตัว Software เองมีข้อมูลสำเร็จรูปของเหล็กอย่างครบถ้วน ซึ่งในส่วนของระบบสุขาภิบาล ตัว Software ไม่มีข้อมูลสำเร็จรูปรองรับ ผู้ใช้งานต้องสร้างข้อมูลโดยกำหนดค่าต่างๆ ขึ้นมาเอง ทำให้เกิดความไม่สะดวก

ในการใช้งาน แต่ข้อดีของ TeklaBIMsight คือ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน จึงเหมาะกับการ Review เพื่อตรวจสอบส่วนต่างๆ ของงานสุขาภิบาล การแสดงผลจะแสดงในรูปแบบ 3 มิติเพื่อประโยชน์ในการวัดระยะต่างๆ อีกทั้งยังสามารถบันทึกตำแหน่งภาพหรือจุดต่างๆ ที่ต้องการใน Models แล้วส่งข้อมูลที่บันทึกไปยังผู้ร่วมงานส่วนอื่นๆ ได้ ทำให้เกิดความสะดวกและเข้าใจได้ง่าย และยังจะสามารถใช้งานบนแท็บเล็ตภายใต้ Application ที่ชื่อว่า TeklaBIMsight Note ช่วยให้เกิดความสะดวกยิ่งขึ้น สรุปผลการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของ TeklaBIMsight กับ Naviswork Freedom โดยใช้เกณฑ์การ Review เพื่อตรวจสอบส่วนต่างๆ ของงานสุขาภิบาลของแบบก่อสร้างจริง (As-Built Drawing) โครงการเวฟ พัทยา พบว่า TeklaBIMsight มีความเหมาะสมกว่า Naviswork Freedom

**2.7 สรุปปัจจัยและประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้โปรแกรมสเกตอัพในการประมาณราคา**

จากการศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบถึงประโยชน์และการนำโปรแกรมสเกตอัพ มาประยุกต์ใช้ในการประมาณราคา โดยการสร้างแบบจำลองข้อมูลอาคารเป็นโมเดล 3 มิติ แล้วประมวลผลเพื่อถอดปริมาณวัสดุของอาคาร โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก นำข้อมูลที่ได้จากการถอดปริมาณมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการถอดปริมาณแบบการประมาณราคาอย่างละเอียดโดยผู้ประมาณราคา ทั้งนี้การเขียนสูตรสมการของโปรแกรมสเกตอัพ และการถอดปริมาณโดยผู้ประมาณราคาจะยึดหลักการถอดตามแนวทางการวัดปริมาณงานก่อสร้างอาคารของ วสท. สำหรับการเปรียบเทียบได้ใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลก่อนนำไปใช้งานจริงตามภาพที่ 2.17 ซึ่งวิธีดำเนินการ และลำดับขั้นตอนในการศึกษา จะกล่าวในบทต่อไป




**ภาพประกอบที่ 2.17** แสดงการทำงานและการเชื่อมโยงข้อมูลระบบ BIM