ความแม่นยำในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างในการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์
โดยวิธีทั่วไปและวิธีที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร : กรณีศึกษาอาคารชุดพักอาศัยประเภท A1
บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)

นายชาคริต รักษมาตา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ภาควิชาเคหการ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

ACCURACY OF QUANTITY TAKE-OFF FOR A PROJECT DEVELOPMENT USING COMMON METHOD AND BUILDING INFORMATION MODELING: A CASE STUDY OF CONDOMINIUM TYPE A1 BY LPN DEVELOPMENT CO.,LTD. (PUBLIC)

Mr. Chakrit Raksamata

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Housing Development Program in Real Estate Development
Department of Housing
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความแม่นยำในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างในการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ โดยวิธีทั่วไปและวิธีที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร : กรณีศึกษาอาคารชุดพักอาศัยประเภท A1 บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)
โดย	นายชาคริต รักษมาตา
สาขาวิชา	การพัฒนาอสังหาริมทรัพย์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร. พร วิรุฬห์รักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร. สมบัติ วนิชประภา

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มานพ พงศทัต)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ดร. พร วิรุฬห์รักษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ดร. สมบัติ วนิชประภา)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ไตรรัตน์ จารุทัศน์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร. ณรงค์วิทย์ อารีมิตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชาคริต รักษมาตา : ความแม่นยำในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างในการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ โดยวิธีทั่วไปและวิธีที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร : กรณีศึกษาอาคารชุดพักอาศัยประเภท A1 บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน). (ACCURACY OF QUANTITY TAKE-OFF FOR A PROJECT DEVELOPMENT USING COMMON METHOD AND BUILDING INFORMATION MODELING: A CASE STUDY OF CONDOMINIUM TYPE A1 BY LPN DEVELOPMENT CO.,LTD. (PUBLIC)) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ดร. พร วิรุฬห์รักษ์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ดร. สมบัติ วนิชประภา, 113 หน้า.

การถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างเป็นกระบวนการที่เดิมทีใช้คนเป็นผู้ถอดแบบด้วยการนับและวัดปริมาณต่างๆจากแบบก่อสร้างในกระดาษหรือไฟล์คอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ดีการถอดแบบด้วยวิธีดังกล่าวยังมีวัสดุหลายประเภทที่มีความคลาดเคลื่อนจากการถอดแบบเนื่องจากตัวแบบที่มีความซับซ้อน ผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์ที่ต้องการควบคุมต้นทุนการก่อสร้างจึงต้องการให้การถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างมีความแม่นยำมากที่สุดเพื่อลดต้นทุนจากวัสดุเหลือใช้ รวมถึงป้องกันไม่ให้วัสดุขาดแคลนขณะก่อสร้าง

ในปัจจุบันเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารหรือ BIM เป็นเทคโนโลยีที่ผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์เริ่มให้ความสนใจ ความสามารถอย่างหนึ่งของการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารคือการกำหนดให้คอมพิวเตอร์เป็นผู้ลงมือถอดแบบแทนคนถอดแบบเดิม ซึ่งยังไม่เคยมีการศึกษาในประเทศไทยว่าวิธีดังกล่าวมีความถูกต้องแม่นยำกว่าวิธีการถอดแบบโดยทั่วไปหรือไม่ อย่างไร

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อค้นหาว่า วิธีการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปที่ใช้คนเป็นผู้ถอดแบบและวิธีการถอดแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้นวิธีการใดมีความแม่นยำมากกว่ากัน และแม่นยำกว่าด้วยสาเหตุใด โดยจะใช้กรณีศึกษาเป็นอาคารชุดจำนวน 1 อาคารในโครงการอาคารชุดของบริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นอาคารรูปแบบมาตรฐานที่ทางบริษัทได้เคยใช้และกำลังจะนำไปใช้ต่อในโครงการในอนาคต อาคารดังกล่าวจะผ่านการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปโดยและถอดแบบด้วยวิธีการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร

จากการศึกษาในรายการวัสดุที่เลือกมาทำการถอดแบบโครงสร้างทั้ง 2 วิธี ผลการวิจัยพบว่าการถอดแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารจะแม่นยำกว่าการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปเนื่องจาก 3 สาเหตุ คือ 1. การเน้นความสะดวกของผู้ถอดแบบโดยวิธีทั่วไป 2. การคิดขาดตก บกพร่องในวิธีทั่วไป 3. การเผื่อปริมาณวัสดุซ้ำซ้อนในวิธีทั่วไป ซึ่งตัวแบบจำลองสารสนเทศอาคารแสดงให้ผู้ใช้เห็นได้อย่างชัดเจนว่าการคำนวณในแต่ละครั้งมีที่มาอย่างไร

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่าปริมาณวัสดุที่ใช้วิธีทั่วไปในการถอดแบบงานโครงสร้างจะมีค่าต่างจากปริมาณวัสดุที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศในการถอดแบบ โดยในรายการส่วนใหญ่ปริมาณวัสดุที่ให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารถอดแบบจะมีค่าน้อยกว่าการถอดแบบโดยวิธีทั่ว และมีบางรายการที่น้อยกว่าถึงร้อยละ 34 โดยมีมูลค่าความแตกต่างถึงประมาณ 320,000 บาทต่อรายการ ในส่วนของงานสถาปัตยกรรมนั้นมีความแตกต่างถึงร้อยละ 35 และในงานระบบมีความแตกต่างถึงร้อยละ 39 แต่เมื่อคิดออกมาเป็นมูลค่าวัสดุจะเห็นว่าทั้งงานสถาปัตยกรรมและงานระบบมีมูลค่าต่อรายการต่ำกว่ามูลค่าของงานโครงสร้างอย่างมากจนเห็นได้ชัด เจ้าของโครงการจึงควรให้ความสนใจกับงานโครงสร้างมากกว่าเพื่อให้การควบคุมต้นทุนโครงการมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ในท้ายที่สุดการนำ BIM มาใช้ในองค์กรนับเป็นการลงทุนอย่างหนึ่ง ผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์ควรพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆในการเลือกใช้เทคโนโลยี BIM ในองค์กร ไม่ว่าจะเป็นการลงทุนในด้านระบบคอมพิวเตอร์ทั้งซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์ รวมทั้งการฝึกฝนและค้นหาบุคลากรที่สามารถใช้งาน BIM ได้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับมูลค่าของโครงการที่จะใช้ตรวจสอบต่อไปด้วย หากเป็นองค์กรที่มีขนาดใหญ่ความคุ้มค่าในการใช้งาน BIM จะมากกว่าองค์กรขนาดเล็กเพราะมีงานที่มีมูลค่าสูงเข้ามามากกว่า ส่วนองค์กรขนาดเล็กก็จะมีความได้เปรียบในการดำเนินธุรกิจเมื่อใช้ BIM สูงกว่าองค์กรที่ใกล้เคียงกันแต่ไม่ได้ใช้ BIM อย่างแน่นอน

ภาควิชา	เคหการ	ลายมือชื่อนิสิต	.....
สาขาวิชา	การพัฒนาอสังหาริมทรัพย์	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	.....
ปีการศึกษา	2556	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	.....

5573302425 : MAJOR REAL ESTATE DEVELOPMENT
KEYWORDS: BIM / QUANTITY TAKE-OFF / BUILDING INFORMATION MODELING

CHAKRIT RAKSAMATA: ACCURACY OF QUANTITY TAKE-OFF FOR A PROJECT DEVELOPMENT USING COMMON METHOD AND BUILDING INFORMATION MODELING: A CASE STUDY OF CONDOMINIUM TYPE A1 BY LPN DEVELOPMENT CO.,LTD. (PUBLIC). ADVISOR: DR. PONN VIRULRAK, CO-ADVISOR: DR. SOMBAT VANICHPRAPA, 113 pp.

Quantity take-off is an essential process that a quantity surveyor commonly uses as a method to calculate quantities of materials required in a construction. Generally the quantity surveyor will prepare the quantity take-off from a construction drawing by hands or by a computer-assisted software, such as AutoCAD. However, many attempts have shown errors in quantities when matching the calculated materials and the used materials on sites. This generally causes concerns of budget managements to every real estate developer.

Building Information Modeling or BIM is a newly-introduced technology that is well-known at 3D building model generating. BIM also has a function that can support the quantity surveyor, which is the quantity take-off using the 3D model in BIM itself. Yet, in Thailand, there is no study to determine whether the quality take-off by BIM or by common method is more accurate.

Thus, the main objective of this research is finding whether the BIM method or the common method is more accurate as well as the causes of the accuracy. The study focuses on a construction drawing of a condominium type A1 by LPN Development Co.,Ltd. (Public) and then calculates qualities of materials by two different methods.

As a result, the quality take-off by both methods in the construction drawing shows 3 reasons that cause common method to be miscalculated: 1.) Simplifications by the quality surveyor 2.) Human's errors in calculations and 3.) Overestimated material allowances. On the other hand, BIM shows the accurate calculation according to the model and thus lead to the conclusion that performing quality take-off by BIM is more accurate than performing by the common method.

Furthermore, the differences in costs of materials reveal from the construction drawing that most of BIM calculations give less material amount and costs. The most different item has 34 percent less amount and bears 320,000 baht in the cost difference. Though, the architectural drawing and the MEP drawing reveal that some items also have more than 30 percent difference, their costs of materials are significantly low compared to those in the construction drawing. Therefore, to effectively manage construction budget, the developer should focus on controlling materials in the construction drawing instead of in the architectural drawing and the MEP drawing.

Finally, BIM is an investment for an organization. The real estate developers must consider their capacities, such as hardware, software or available people, before they apply the technology to the organization. Applying BIM to a large-sized organization is usually worth than applying to a small-sized organization due to the number and the value of projects the large-sized organization can take. Nevertheless, the small-sized organization with BIM will definitely be able to gain competitive edges above other non-BIM organizations when they work on similar projects.

Department: Housing Student's Signature .....

Field of Study: Real Estate Development Advisor's Signature .....

Academic Year: 2013 Co-Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกิดขึ้นได้จากความกรุณาและคำแนะนำจาก ดร. พร วิรุฬห์รักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักในงานวิจัยผู้ได้จุดประกายให้ผู้วิจัยได้เลือกทำหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่ตนเองสนใจทั้งในด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคารและการควบคุมต้นทุนของโครงการอสังหาริมทรัพย์ และขอขอบพระคุณ ดร. สมบัติ วนิชประภา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมในงานวิจัย ซึ่งได้ช่วยสนับสนุนและผลักดันให้ผู้วิจัยดำเนินการจัพทำเนื้อหาและรูปเล่มในวิทยานิพนธ์จนเสร็จ ทั้งนี้ขอขอบพระคุณบริษัทวิสด้อม คอนซัลติ้ง แอนด์โซลูชั่น จำกัด และ บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) สำหรับความช่วยเหลือในด้านข้อมูลการทำวิจัย รวมทั้งขอขอบพระคุณคุณธงไท โกศัลวิตร และดร. ธิติ วัชรสินธพชัย ที่กรุณาอนุญาตให้เข้าสัมภาษณ์ในเชิงลึกเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณบุคคลที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยอีกมากที่ไม่สามารถเอ่ยนามได้หมดมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดาและมารดาที่ยินดีสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสศึกษาความรู้ในด้านอสังหาริมทรัพย์อีกเป็นเวลากว่า 2 ปี เพื่อเพิ่มความสามารถในการประกอบอาชีพในอนาคต รวมทั้งขอขอบพระคุณเพื่อน พี่ น้องทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ท้ายสุดนี้ขออำนาจพระศรีรัตนตรัยจงดลบันดาลให้การสนับสนุนของทุกท่านจะส่งผลดีกลับสู่ท่านสืบไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ 4
ขอบเขตงานวิจัย 4
นิยามศัพท์เฉพาะ 5
ระเบียบวิธีวิจัย 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัย หรือสมมติฐานที่เกี่ยวข้อง 8
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8
การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 รายละเอียดของโครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษา 24
บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) 24
แบบโครงสร้างอาคารประเภท A1 32
แบบสถาปัตยกรรมอาคารประเภท A1 37
บทที่ 4 การศึกษาวิธีการและผลการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุ 43
ขั้นตอนการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป 43
ขั้นตอนการใช้ซอฟแวร์ Revit 2014 ในการประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้าง 46
ตัวอย่างการถอดแบบงานด้วย Revit 2014 47
ผลการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปและวิธีการใช้ BIM 52
รายการต่างๆที่นำมาพิจารณาและผลการถอดแบบโครงสร้าง 52
บทที่ 5 การวิเคราะห์ผล 65

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

สรุปสาเหตุที่ทำให้วิธีการถอดแบบทั้งสองวิธีไม่เท่ากัน 76
การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ 77
ตารางเปรียบเทียบผลการถอดแบบงานโครงสร้างคอนกรีตและเหล็กเสริมตามรายการทั้งหมด ... 81
รายการที่นำมาพิจารณาในแบบสถาปัตยกรรมและงานระบบ 83
บทที่ 6 การสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 91
การสรุปผลการศึกษา 91
ประโยชน์และข้อจำกัดของการใช้ BIM ในการถอดแบบของผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ 92
ข้อเสนอแนะด้านความเหมาะสมในการใช้ BIM ขององค์กร 93
รายการอ้างอิง 96
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 113

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างการนำ BIM มาใช้ของผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ 3
ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
ตารางที่ 3.1 ระบบการก่อสร้างและวัสดุที่ใช้ในอาคารกรณีศึกษา 30
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงตัวอย่างสรุปผลการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป 45
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงตัวอย่างสรุปผลการถอดแบบด้วยวิธีการใช้ BIM 52
ตารางที่ 4.3 สรุปผลการถอดแบบโดยทั้งสองวิธี 52
ตารางที่ 4.4 ผลการถอดแบบผนัง SW ในสี่เหลี่ยม A 54
ตารางที่ 4.5 ผลการถอดแบบคอนกรีต 240 KSC สำหรับงานเสาและผนัง SW 55
ตารางที่ 4.6 ผลการถอดแบบคอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC 57
ตารางที่ 4.7 ผลการถอดแบบเหล็กเสริมประเภท RB9 61
ตารางที่ 4.8 ผลการถอดแบบเหล็กเสริมประเภท DB20 64
ตารางที่ 5.1 สรุปผลการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปและวิธีใช้ BIM ในรายการที่กำหนด 65
ตารางที่ 5.2 ค่าความแตกต่างของคอนกรีต 240 KSC สำหรับงานเสาและผนัง SW 65
ตารางที่ 5.3 ค่าความแตกต่างของคอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC 71
ตารางที่ 5.4 ค่าความแตกต่างของเหล็กเสริมประเภท RB9 72
ตารางที่ 5.5 ค่าความแตกต่างของเหล็กเสริมประเภท DB20 74
ตารางที่ 5.6 ผลการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปและวิธี BIM: งานโครงสร้างในอาคาร 81
ตารางที่ 5.7 ผลต่างทางการเงินของชิ้นส่วนงานโครงสร้างต่างๆ 82
ตารางที่ 5.8 ผลการถอดแบบงานสถาปัตยกรรมบางส่วน 83
ตารางที่ 5.9 ผลการวิเคราะห์มูลค่าของงานสถาปัตยกรรมบางส่วน 84
ตารางที่ 5.10 ผลการถอดแบบงานระบบบางส่วน 85
ตารางที่ 5.11 ผลการวิเคราะห์มูลค่าของงานระบบบางส่วน 86
ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการถอดแบบต่อองค์กร 93

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1. 1 ต้นทุนโครงการ 1
รูปที่ 1.2 ภาพอาคารโครงการลุมพินีคอนโดทาวน์ ชลบุรี – สุขุมวิท (ภาพจาก www.lpn.co.th)..... 4
รูปที่ 1.3 ภาพผังบางส่วนของโครงการลุมพินีคอนโดทาวน์ ชลบุรี – สุขุมวิท..... 5
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแบบฟอร์ม ปร.1 ปร.2 และ ปร.3..... 9
รูปที่ 2.2 ซอฟแวร์เพื่อช่วยการถอดแบบ PEstimateCAD บน AutoCAD..... 10
รูปที่ 2.3 Emerging Model of Cognition..... 11
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการใช้หลักการทำให้ง่ายในการคิดพื้นที่รูปเรขาคณิต..... 13
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการเผื่อปริมาณวัสดุ..... 14
รูปที่ 2.6 การดึงรูป 2 มิติของซอฟแวร์ SketchUp..... 15
รูปที่ 2.7 การกำหนดความหมายของรูปโดยผู้ใช้..... 15
รูปที่ 2.8 การแสดงการเปลี่ยนแปลงผลงานเมื่อมีการลงทุนในเทคโนโลยี BIM..... 17
รูปที่ 2.9 การขยายตัวของ BIM ในองค์กรต่างๆในทวีปอเมริกาเหนือ..... 19
รูปที่ 3.1 ผังองค์กรของบริษัทฯที่เกี่ยวข้องกับที่ปรึกษาด้าน BIM..... 26
รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายโครงการจริงและภาพแบบจำลองจากเว็บไซท์ www.lpn.co.th..... 28
รูปที่ 3.3 ผังโครงการแสดงตำแหน่งหนึ่งในอาคารประเภท A1 จากหลายอาคาร..... 28
รูปที่ 3.4 ที่ตั้งโครงการ..... 29
รูปที่ 3.5 ห้องขนาด 21.5 ตารางเมตร..... 31
รูปที่ 3.6 แปลนพื้นชั้นล่างและแปลนฐานรากตอม่อ (โครงสร้าง)..... 32
รูปที่ 3.7 แปลนพื้นชั้น 2 และชั้น 3 (โครงสร้าง)..... 33
รูปที่ 3.8 แปลนพื้นชั้น 4 และชั้น 5 (โครงสร้าง)..... 34
รูปที่ 3.9 แปลนพื้นชั้น 6-7 และชั้น 8 (โครงสร้าง)..... 35
รูปที่ 3.10 แปลนพื้นชั้นดาดฟ้า พื้นห้องเครื่องลิฟต์ และหลังคาห้องเครื่องลิฟต์ (โครงสร้าง)..... 36
รูปที่ 3.11 แบบแปลนชั้นล่างและแปลนพื้นชั้นที่ 2 (สถาปัตยกรรม)..... 37
รูปที่ 3.12 แปลนชั้น 3 – 7 และชั้น 8 (สถาปัตยกรรม)..... 38
รูปที่ 3.13 แปลนชั้นดาดฟ้า พื้นห้องเครื่องลิฟต์ และหลังคาลิฟต์ (สถาปัตยกรรม)..... 39
รูปที่ 3.14 รูปตัดขวาง (สถาปัตยกรรม)..... 40
รูปที่ 3.15 รูปตัดตามยาว และรูปตั้งทางทิศใต้ (สถาปัตยกรรม)..... 41
รูปที่ 3.16 รูปตั้งด้านทิศเหนือ ตะวันตก และตะวันออก (สถาปัตยกรรม)..... 42
รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป..... 43
รูปที่ 4.2 ภาพแบบส่วนหนึ่งของอาคารตัวอย่างเพื่อใช้แสดงการถอดแบบ มุมมองจากด้านบน..... 44

หน้า

รูปที่ 4.3 ภาพแสดงตำแหน่งเสา C4 ต้นหนึ่งในแบบก่อสร้าง 44
รูปที่ 4.4 ขนาดของเสาในตัวอย่างการถอดแบบ 45
รูปที่ 4.5 ผังเสาคอนกรีตในแบบ CAD ชั้น 3 45
รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการถอดแบบด้วย BIM 46
รูปที่ 4.7 ภาพแสดงการสร้างแบบจำลองอาคารด้วยซอฟแวร์ Revit 2014 47
รูปที่ 4.8 รูปแสดงตำแหน่งคำสั่งเพื่อแสดงผลการถอดแบบ 47
รูปที่ 4.9 การตั้งค่าก่อนการแสดงผลการถอดแบบงานเสาโครงสร้าง 48
รูปที่ 4.10 การตั้งค่าก่อนการถอดแบบในหัวข้อ Fields 48
รูปที่ 4.11 การตั้งค่าก่อนการถอดแบบในหัวข้อ Sorting/Grouping 49
รูปที่ 4.12 การตั้งค่าก่อนการถอดแบบในหัวข้อ Formatting 49
รูปที่ 4.13 ผลการถอดแบบด้วย Revit 2014 ในโครงสร้างตัวอย่าง 50
รูปที่ 4.14 ขั้นตอนการ Export ไฟล์ตารางวัสดุสู่ Microsoft Excel 51
รูปที่ 4.15 การแสดงผลใน Microsoft Excel 51
รูปที่ 4.16 ตำแหน่งเสาโครงสร้างของอาคาร 53
รูปที่ 4.17 ตำแหน่งผนัง SW ในแบบก่อสร้างชั้นฐานราก 54
รูปที่ 4.18 การแบ่งตำแหน่งของผนัง SW เป็นรูปสี่เหลี่ยมย่อย 54
รูปที่ 4.19 ตัวอย่างพื้นระบบ Post-Tensioned (ภาพโดย Freyssinet Limited, 2014) 56
รูปที่ 4.20 บริเวณพื้น Post-Tensioned ชั้นที่ 2 ถึง ชั้นที่ 8 56
รูปที่ 4.21 บริเวณพื้น Post-Tensioned ชั้นดาดฟ้า 56
รูปที่ 4.22 การแสดงการวัดพื้นที่ด้วยคำสั่ง Li สำหรับพื้น Post-Tensioned ใน AutoCAD 57
รูปที่ 4.23 การแสดงการวัดพื้นที่ของพื้นสำเร็จรูปด้วย BIM 57
รูปที่ 4.24 รายละเอียดเหล็กเสริมในแบบก่อสร้างเสาคอนกรีต 59
รูปที่ 4.25 การจำลองรูปแบบการวางเหล็กปลอกโดย BIM 60
รูปที่ 4.26 เหล็กเสริมประเภท DB (ภาพจาก http://www.ss.co.th) 61
รูปที่ 4.27 เหล็กเสริมหลักในเสา (ภาพจาก http://ideocondo.com) 62
รูปที่ 4.28 รายละเอียดเสาโครงสร้างที่ใช้เหล็กเสริม DB20 62
รูปที่ 4.29 ระดับพื้นชั้น 3 และ 4 ของอาคารกรณีศึกษา 63
รูปที่ 4.30 การใช้ BIM เพื่อถอดแบบเหล็กเสริม 64
รูปที่ 5.1 ตัวอย่างของที่มาของผลต่างของคอนกรีต 240 KSC จากทั้ง 2 วิธี 67
รูปที่ 5.2 ผังของผนัง SW บริเวณชั้นใต้ดิน 68
รูปที่ 5.3 ภาพตัดผนัง SW ที่ชั้นใต้ดิน 68
รูปที่ 5.4 ผังของผนัง SW บริเวณห้องเครื่องลิฟต์ 69

หน้า

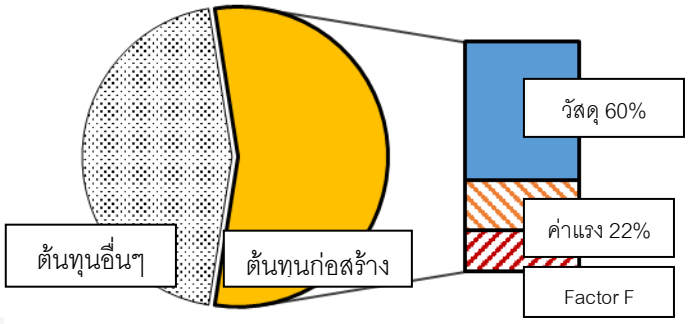
รูปที่ 5.5 ภาพตัดผนัง SW บริเวณห้องเครื่องลิฟต์ 69
รูปที่ 5.6 การคำนวณที่กำแพงที่มีมุมโดยวิธีทั่วไปที่ผู้รับเหมาก่อสร้างใช้ 70
รูปที่ 5.7 การคำนวณกำแพงพรีคาสต์ที่มีมุมโดยวิธี BIM 70
รูปที่ 5.8 ช่องชาฟต์ที่ปรากฏในแบบก่อสร้าง 72
รูปที่ 5.9 แนว Pour Strip ในแต่ละชั้น 72
รูปที่ 5.10 แสดงขนาดของเหล็กปลอกจริงเทียบกับขนาดของคอนกรีต 73
รูปที่ 5.11 การแสดงระยะเหล็กเสริมจริงกับระยะเหล็กเสริมตามการคำนวณด้วยวิธีทั่วไป 74
รูปที่ 5.12 การตัดแบ่งเหล็กปลอกจากเหล็กเส้นด้วย Bar Cut List 74
รูปที่ 5.13 การวัดความยาวเหล็ก DB20 ในฐานราก 75
รูปที่ 5.14 ตัวอย่างการตัดเหล็กเส้นขนาด 10.00 ม. 76
รูปที่ 5. 15 ภาพแสดงแบบที่เขียนด้วย CAD 2 มิติ 87
รูปที่ 5. 16 ภาพแสดงการการวางท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วิ่งในแนวราบและแนวดิ่งฝังในพื้นและผนัง 87
รูปที่ 5. 17 ตำแหน่งของงานระบบท่อน้ำในอาคาร A1 88
รูปที่ 5.18 ภาพแสดงงานระบบท่อน้ำของอาคาร A1 จากด้านบน 89
รูปที่ 5.19 ภาพแสดงงานระบบท่อน้ำของอาคาร A1 ในลักษณะ 3 มิติ 89
รูปที่ 5.20 ภาพแสดงงานระบบท่อน้ำของอาคาร A1 จากด้านข้าง 89

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การควบคุมต้นทุนในการพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญที่ผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์ให้ความสำคัญเนื่องจากต้นทุนของโครงการเป็นตัวแปรสำคัญที่เมื่อนำมาหักลบจากรายได้ของโครงการแล้วจะเป็นผลกำไรของผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้นทุนจากค่าก่อสร้างตัวอาคารมักจะเป็นสัดส่วนประมาณครึ่งหนึ่งในการพัฒนาโครงการ หากผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์สามารถควบคุมต้นทุนที่ใช้ก่อสร้างตัวอาคารได้ย่อมมีแนวโน้มที่จะส่งผลต่อการควบคุมราคาต้นทุนรวมของโครงการได้มากที่สุด ดังรูปที่ 1.1 ต้นทุนในการก่อสร้างตัวอาคารมีตัวแปรที่สำคัญ 3 ตัวแปรคือ 1.) ต้นทุนจากวัสดุที่ใช้ 2.) ต้นทุนจากค่าแรงงาน และ 3.) ต้นทุนจากดำเนินงานและภาษีหรือ Factor F[1] ซึ่งตัวแปรประเภทที่ 1.) ต้นทุนวัสดุที่ใช้นั้นเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดในบรรดาตัวแปรทั้ง 3 ตัว ผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์จึงอาจจะใช้วิธีการอย่างเช่น การใช้วิศวกรรมมูลค่า (Value Engineering) มาปรับเปลี่ยนวัสดุให้มีราคาถูกลง หรือการนำเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาช่วยทำให้สามารถใช้วัสดุให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมเพื่อลดต้นทุนจากวัสดุ



รูปที่ 1. 1 ต้นทุนโครงการ

ก่อนที่จะทำการควบคุมต้นทุน ผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์ต้องทราบในเบื้องต้นก่อนว่าในโครงการอสังหาริมทรัพย์นั้นจะมีต้นทุนการใช้วัสดุเท่าไร โดยสามารถพิจารณาได้จากกระบวนการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้าง (Quantity Take-off) ที่เกิดขึ้นหลังจากที่การออกแบบเสร็จสิ้น ซึ่งกระบวนการนี้เดิมทีผู้รับเหมาก่อสร้างจะเป็นผู้ดำเนินการโดยจะใช้คน (Quantity Surveyor) เป็นผู้ถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างโดยหน้าที่ของผู้ถอดแบบหา

[1] ประจักษ์ หล้าจางวาง (2554). การประมาณราคาต่อหน่วยพื้นที่แบบรวดเร็วโดยใช้ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างประกอบ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. ปริญญามหาบัณฑิต.

ปริมาณมีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ 1.) ค้นหาความขัดแย้งต่างๆในแบบที่ทำให้การแผนการก่อสร้างที่ไม่ชัดเจน และ 2.) หาปริมาณวัสดุที่ต้องใช้เพื่อประกอบการคำนวณราคาวัสดุ แต่ในปัจจุบันแทนที่จะรอการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุแล้วสรุปราคาวัสดุก่อสร้างจากผู้รับเหมาก่อสร้าง ผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์กลับต้องการมีส่วนร่วมในการควบคุมต้นทุนของโครงการมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเมื่อมีผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์หลายแห่งเลือกที่จะเป็นผู้จัดซื้อวัสดุก่อสร้างเอง จึงมีการจ้างผู้ถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุของตนเองเพื่อใช้ในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุและราคากลางแล้วนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณและราคาที่ผู้รับเหมาก่อสร้างเสนอมา หากผู้ถอดแบบทำการถอดแบบได้แม่นยำมากก็ยิ่งทำให้ผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์มองเห็นต้นทุนโครงการได้ถูกต้องมากขึ้นด้วย หากผู้ถอดแบบใช้การเผื่อหรือการประมาณการในกระบวนการถอดแบบมาก ย่อมทำให้ปริมาณวัสดุที่จะเตรียมใช้มีมากเกินกว่าการใช้จริง ส่งผลให้เกิดวัสดุเหลือใช้และเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณของผู้ประกอบการโครงการ แต่หากการถอดแบบนั้นไม่ครบถ้วน ย่อมทำให้วัสดุไม่เพียงพอในการใช้งานและผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์จะต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการสั่งวัสดุเพิ่มเติมในภายหลัง ดังนั้นเพื่อช่วยสนับสนุนความแม่นยำในการถอดแบบ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณจึงกลายเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการถอดแบบโดยทั่วไปในปัจจุบัน เช่น การใช้ซอฟแวร์ AutoCAD ในการแสดงแบบก่อสร้างและใช้ซอฟแวร์ Microsoft Excel ในการทำตารางสรุปปริมาณวัสดุ โดยที่ยังให้คนเป็นผู้ถอดแบบและนับปริมาณวัสดุเช่นเดิม

ในปัจจุบันเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling หรือ BIM) เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้ผู้ใช้สามารถจำลองการสร้างอาคาร 3 มิติขึ้นมาในคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะนำข้อมูลทั้งหมดไปสร้างอาคารจริง ทำให้ผู้ใช้สามารถศึกษาข้อมูลและปัญหาที่อาจพบต่างๆในโครงการได้ก่อน ซึ่งความสามารถของเทคโนโลยี BIM ก็คือการลดเวลาการพัฒนาโครงการ เช่น การช่วยสร้างแบบให้เสร็จเร็วมากขึ้น หรือการเพิ่มคุณภาพในการพัฒนาโครงการ เช่นการจำลองวัตถุตัวอาคารออกมาให้ช่างก่อสร้างได้เห็นก่อน หรือการลดต้นทุนของโครงการตั้งแต่ในช่วงก่อนพัฒนาโครงการ ช่วงระหว่างพัฒนาโครงการ และช่วงหลังการพัฒนาโครงการ โดย BIM จะให้คอมพิวเตอร์เป็นตัวสนับสนุนในการคำนวณสิ่งต่างๆให้ และให้ผู้ใช้เป็นเพียงผู้เลือกตัดสินใจ ทำให้ในเชิงทฤษฎี BIM สามารถช่วยเหลือผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียกับโครงการรวมทั้งตัวผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์ได้

ในประเทศไทยมีบริษัทผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์ต่างๆที่ได้ใช้ BIM มาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว เช่น บริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) ที่ใช้ BIM เพื่อสนับสนุนการผลิตแผ่นพรีคาสต์ที่โรงงาน หรือบริษัท PACE Development จำกัด (มหาชน) ที่กำหนดให้ผู้รับเหมาก่อสร้างต้องใช้ BIM ในการจำลองอาคารเป็น 3 มิติก่อนการลงมือสร้างจริง หรือบริษัท แอล พีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) ที่กำลังมีแผนจะใช้ BIM ในระบบการพัฒนาโครงการทั้งหมด ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างการนำ BIM มาใช้ของผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์[2]

	พฤกษา เรียลเอสเตท	PACE Development	แอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์
ก่อนก่อสร้าง	มีแผนจะนำ BIM มาใช้ในการออกแบบ	ไม่มีการใช้ BIM	กำลังเริ่มใช้ BIM ในกระบวนการต่างๆ
ระหว่างก่อสร้าง	ปัจจุบันใช้ BIM ในกระบวนการผลิตแผ่นพรีคาสต์	ให้ผู้รับเหมาต้องใช้ BIM ในการก่อสร้างอาคาร	มีแผนผลักดันให้ผู้รับเหมาต้องใช้ BIM
หลังก่อสร้าง	ไม่มีการใช้ BIM	ไม่มีการใช้ BIM	มีแผนการใช้ข้อมูล BIM ประกอบการดูแลอาคาร

บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์ที่มีชื่อเสียงในด้านการพัฒนาโครงการอาคารชุด โดยมีจุดเด่นคือการควบคุมต้นทุนก่อสร้างให้อยู่ในระดับต่ำ ทำให้บริษัทสามารถพัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์มาขายได้ในราคาที่ถูกกว่าคู่แข่ง อย่างไรก็ดีการคิดคำนวณต้นทุนการก่อสร้างอาคารของบริษัทนั้นยังใช้คนเป็นผู้ถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างในโครงการที่ผ่านมาบริษัทพบว่าการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุมีความคลาดเคลื่อนหลังจากที่โครงการได้มีการขายและเริ่มก่อสร้างไปแล้ว ทำให้บริษัทและผู้รับเหมาก่อสร้างต้องร่วมแบกรับภาระต้นทุนที่ต่างจากที่คาดการณ์ไว้แต่แรกและเกิดความเสียหายแก่ทั้ง 2 องค์กร

จากเหตุผลในข้างต้นทางบริษัทจึงเริ่มมองหาแนวทางการแก้ไขปัญหาเพื่อเพิ่มความแม่นยำให้กับการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุให้ได้ก่อนที่จะมีการก่อสร้างเพื่อควบคุมต้นทุนการก่อสร้างของตน และบริษัทพบว่าเทคโนโลยี BIM มีความสามารถอย่างหนึ่งคือการให้คอมพิวเตอร์กลายเป็นผู้ลงมือถอดแบบแทนการใช้คน แต่ทางบริษัทเองก็ยังไม่ทราบได้ว่าเทคโนโลยี BIM มีข้อแตกต่างอย่างไรเมื่อเทียบกับกระบวนการการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุอย่างที่ทางบริษัทได้กระทำมาตลอด บริษัทจึงมีความสนใจที่จะใช้อาคารประเภท A1 ซึ่งเป็นอาคารรูปแบบมาตรฐานของบริษัทที่มีลักษณะอาคารเป็นห้องชุดสูง 8 ชั้นมีผังอาคารที่ไม่ซับซ้อน และถูกนำไปใช้ในโครงการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นโครงการที่สร้างเสร็จแล้วเช่น โครงการแอลพีเอ็นคอนโดทาวน์ ชลบุรี-สุขุมวิท หรือโครงการที่กำลังก่อสร้างอย่าง แอลพีเอ็นทาวน์ชิปรังสิต-คลอง1 มาเป็นตัววัดความแม่นยำในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุ ดังนั้นหากงานวิจัยฉบับนี้สามารถแสดงความแตกต่างในความแม่นยำของการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุด้วยวิธีการทั่วไปโดยใช้คนเป็นผู้ถอดแบบและการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุด้วยการใช้ BIM ได้ ย่อมน่าจะทำให้ทางบริษัทได้เห็นข้อดีและข้อจำกัดของการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุของด้วยวิธีการทั้ง 2 ประเภทและทำให้บริษัทได้มีแนวทางเลือกในการใช้

[2] ดร. ธิติ วัชรสินธพชัย (2557). Innovation Network Center Manager บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน).

เครื่องมือเพื่อถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุของโครงการได้อย่างเหมาะสมตามลักษณะขององค์กรของตนมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

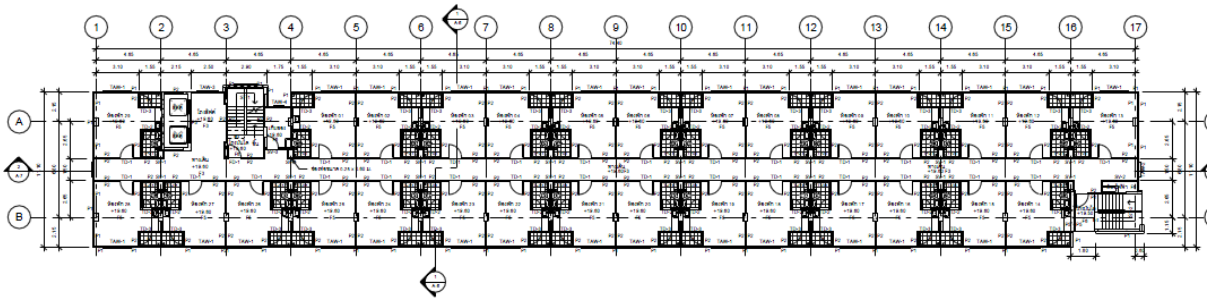
1. ศึกษาวิธีการและผลที่ได้จากการถอดแบบหาปริมาณด้วยวิธีทั่วไป
2. ศึกษาวิธีการและผลที่ได้จากการถอดแบบหาปริมาณด้วย BIM
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบความแม่นยำ ข้อดีและข้อจำกัดของการถอดแบบด้วยวิธีการทั่วไปและการถอดแบบด้วย BIM

ขอบเขตงานวิจัย

<u>ขอบเขตทางด้านประชากร</u>

ตัวอย่างกลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้คือโครงการอาคารชุดของ บริษัท แอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์ที่เป็นเจ้าของโครงการที่สามารถออกแบบได้เอง มีผู้รับเหมาที่เลือกใช้ประจำอยู่ และมีที่ปรึกษาที่มีประสบการณ์ในการใช้ BIM ในการทำงาน แบบของอาคารในโครงการที่ใช้เป็นตัวอย่างศึกษาคือแบบก่อสร้างของอาคารประเภท A1 ในโครงการลุมพินีคอนโดทาวน์ ชลบุรี-สุขุมวิท ซึ่งก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 1.2 ผู้ที่รับหน้าที่ถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุโดยใช้วิธีทั่วไปคือ บริษัท ไตรกรุ๊ปรัชดา จำกัด ซึ่งเป็นหนึ่งในผู้รับเหมาก่อสร้างที่ร่วมงานกับบริษัท แอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) และผู้ที่รับหน้าที่ถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุโดยใช้ BIM คือทีมงานของบริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) เอง โดยจะถอดแบบตามแบบก่อสร้างอาคาร A1 ดังรูปที่ 1.3

รูปที่ 1.2 ภาพอาคารโครงการลุมพินีคอนโดทาวน์ ชลบุรี – สุขุมวิท (ภาพจาก www.lpn.co.th)



รูปที่ 1.3 ภาพผังบางส่วนของโครงการลุมพินีคอนโดทาวน์ ชลบุรี – สุขุมวิท

ขอบเขตทางด้านเนื้อหา

ซอฟแวร์ที่ใช้ในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุในงานวิจัยฉบับนี้คือ Autodesk Revit 2014 ซึ่งเป็นซอฟแวร์สำหรับการทำงานด้วย BIM ที่ทางบริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) กำลังจะนำมาใช้ในองค์กรตามแผนในอนาคต

การถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุในงานวิจัยฉบับนี้จะมุ่งเน้นที่แบบโครงสร้าง (Structural Drawing) ของอาคารประเภท A1 ที่มีการก่อสร้างเสร็จแล้ว โดยมุ่งเน้นที่รายการย่อย 2 ส่วนได้แก่ คอนกรีตและเหล็กเสริมที่ใช้ในการก่อสร้างที่อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับเหมาหลักเนื่องจากคอนกรีตและเหล็กเสริมเป็นวัสดุส่วนใหญ่ของตัวโครงสร้างอาคารและโดยทั่วไปมีมูลค่ามากถึงร้อยละ 30 ของมูลค่าวัสดุทั้งหมดที่ใช้ในโครงการ การถอดแบบจะมีการพิจารณาที่รายการวัสดุเฉพาะดังนี้ 1.) คอนกรีต 240 KSC 2.) คอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC 3.) เหล็กเสริมประเภท RB9 และ 4.) เหล็กเสริมประเภท DB20

นิยามศัพท์เฉพาะ

การถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้าง หมายถึงกระบวนการในการแยกชิ้นส่วนหรือประเภทของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาตร ขนาด หรือจำนวน เพื่อทำให้ผู้ถอดแบบทราบได้ว่าในการก่อสร้างนั้นจะต้องมีวัสดุประเภทใดในปริมาณเท่าใดบ้าง

ความแม่นยำในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้าง หมายถึงความถูกต้องในการคำนวณหาปริมาณวัสดุที่ใช้ในแบบก่อสร้างตามจริงโดยไม่มีการเผื่อปริมาณวัสดุใดๆ ได้ครบจำนวนและตำแหน่งที่แสดงในแบบก่อสร้างนั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป หมายถึงกระบวนการถอดแบบหาปริมาณวัสดุที่ต้องใช้ในการก่อสร้างอาคาร ซึ่งจะมีผู้ถอดแบบเป็นผู้วัดและคำนวณปริมาณวัสดุต่างๆ โดยอาจใช้เครื่องมือช่วย เช่น เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ หรือหนังสือ

การถอดแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศ หรือ การถอดแบบด้วยวิธีการใช้ BIM หมายถึงกระบวนการถอดแบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งซอฟแวร์ที่ทำงานด้วยเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling) เป็นตัวกลางในการทำหน้าที่ถอดแบบแทนผู้ถอดแบบ โดยซอฟแวร์จะยังต้องมีผู้ใช้งานเป็นผู้สั่งการ แต่ผู้ใช้งานจะไม่ต้องวัดหรือคำนวณปริมาณวัสดุที่จุดใดของแบบก่อสร้างเลย

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. งานวิจัยฉบับนี้จะใช้กรณีศึกษาเพียงกรณีเดียวคือ อาคารชุดพักอาศัยประเภท A1 ของบริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) ชื่อโครงการลุมพินีคอนโดทาวน์ ชลบุรี - สุขุมวิท และจะใช้การเปรียบเทียบกรณีศึกษากับงานวิจัยฉบับอื่นๆที่ใช้กรณีศึกษาต่างกันไป
2. การศึกษาจะพิจารณาที่การถอดแบบในงานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม และงานระบบในบางส่วนเท่านั้น ซึ่งเป็นงานที่ซอฟแวร์มีความสามารถในการประมวลผล ไม่รวมถึงการเตรียมงาน งานตกแต่งภายใน หรืองานภูมิสถาปัตยกรรม

ระเบียบวิธีวิจัย

ในงานวิจัยฉบับนี้จะใช้การวิจัยจากเอกสารประกอบกับการสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นกระบวนการหลักในการวิจัย โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและทบทวนทฤษฎีการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุด้วยวิธีทั่วไปและด้วยวิธีการใช้ BIM จากเอกสาร คู่มือ หรือหนังสือต่างๆ
2. รวบรวมเอกสารที่จำเป็นในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา โดยจะประกอบด้วยเอกสารหลักคือ
   2.1 แบบก่อสร้างอาคารประเภทต่างๆ เช่น แบบสถาปัตยกรรม แบบโครงสร้าง วิศวกรรม หรือแบบงานระบบ จากแบบประเภท AutoCAD และแบบประเภท BIM
   2.2 เอกสารประกอบแบบต่างๆ
   2.3 รายการการถอดแบบที่ทางผู้ถอดแบบของบริษัท แอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) และบริษัทไตรกรุ๊ป รัชดา จำกัด ได้ทำไว้ก่อนหน้าทั้ง 2 วิธีการ

3. นำข้อมูลการถอดแบบทั้ง 2 วิธีมาใส่ในตาราง BOQ กลาง เพื่อให้งานอยู่ในแบบฟอร์มเดียวกัน

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการถอดแบบของกรณีศึกษาทั้ง 2 วิธีการ เมื่อพบผลต่างที่มีนัยยะสำคัญในรายการใดก็จะเจาะจงวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อพิจารณาว่าผลต่างนั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร และวิเคราะห์ว่าวิธีการถอดแบบหาปริมาณแบบใดน่าจะมีความเหมาะสมกับการคำนวณในรายการนั้น

5. นำข้อมูลการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างการวิเคราะห์ข้อมูล และความแตกต่างที่ค้นพบไปปรึกษาผู้ถอดแบบของบริษัท แอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) ผู้เชี่ยวชาญในการถอดแบบนอกบริษัท แอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) หรือนักวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการถอดแบบ เพื่อสอบถามความเห็นในเรื่องดังต่อไปนี้

   5.1 กระบวนและรูปแบบการถอดแบบที่ผู้วิจัยได้เตรียมมาเพื่อเปรียบเทียบนั้นมีความถูกต้องมากเพียงใด

   5.2 ผลการถอดแบบที่จากวิธีการทั้ง 2 วิธีนั้น วิธีใดมีความแม่นยำตามหลักการถอดแบบมากกว่ากัน

   5.3 วิธีการถอดแบบทั้ง 2 วิธี จะมีข้อดีและข้อจำกัดของตนเองอย่างไร

6. นำผลการตรวจสอบและผลการสัมภาษณ์มาสรุปผลการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์ได้ทราบถึงแนวทางในการควบคุมต้นทุนที่เกิดจากการถอดแบบวัสดุได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ทำให้เมื่อมีการตั้งราคาขายโครงการผู้ประกอบการสามารถคาดการผลกำไรได้และเป็นแนวทางในการปรับราคาขายที่เหมาะสมกับผู้ซื้อ
2. ผู้ประกอบการโครงการอสังหาริมทรัพย์มีแนวทางในการเลือกใช้วิธีการถอดแบบที่เหมาะสมกับองค์กรของตน
3. ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุมีทางเลือกในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุมากขึ้น

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัย หรือสมมติฐานที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หลักการ “การถอดแบบหาปริมาณวัสดุ” (Quantity Take-Off)

การถอดแบบหาปริมาณวัสดุหรือ Quantity Take-off เป็นกระบวนการที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาปริมาณของวัสดุแต่ละชิ้นก่อนที่จะมีการเตรียมวัสดุก่อสร้าง ซึ่งในวิธีการทั่วไปกระบวนการนี้จะให้ผู้ถอดแบบเป็นผู้นับและตรวจสอบปริมาณวัสดุจากแบบก่อสร้างภายหลังจากที่แบบเสร็จสมบูรณ์แล้วตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ปีพ.ศ. 2540 และ 2548[3] โดยจะทำการกรอกข้อมูลใส่ฟอร์มที่เรียกว่า รายการแสดงปริมาณวัสดุกลาง (Bill of Quantities หรือ BOQ) ซึ่งใช้การคำนวณตามพื้นที่ ปริมาตร หรือนับจำนวนชิ้นของวัสดุ การถอดแบบหาปริมาณวัสดุเป็นงานที่อาศัยความละเอียดและซับซ้อนตามการออกแบบของตัวอาคาร ผู้ถอดแบบอาจเลือกใช้วิธีเผื่อหรือประมาณการตามความเหมาะสมเพื่อให้การถอดแบบเสร็จสิ้นเร็วมากขึ้น เช่น หากมีการถอดแบบเหล็กเสริมข้ออ้อยขนาด 12 มม. ข้อกำหนดตามมาตรฐานให้เผื่อได้ร้อยละ 9[4] แต่ถ้าผู้ถอดแบบคาดการณ์ว่าช่างก่อสร้างไม่มีความชำนาญในการทำงาน ผู้ถอดแบบก็อาจจะเผื่อปริมาณเพิ่มขึ้นอีกได้เป็นต้น ดังนั้นผลลัพธ์ของการถอดแบบหาปริมาณวัสดุบนงานชิ้นเดียวกันโดยผู้ถอดแบบแต่ละคนอาจจะไม่เท่ากัน แม้ว่าจะมีการกำหนดมาตรฐานการเผื่อก็ตาม

ทั้งนี้เพื่อสร้างมาตรฐานการถอดแบบให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กรมโยธาธิการและผังเมืองจึงกำหนดแบบฟอร์มให้ผู้ถอดแบบได้ใช้ในการกรอกข้อมูลการถอดแบบ โดยจะแบ่งแบบฟอร์มตามประเภทของงานตามหลักการของกรมโยธาธิการและผังเมืองได้ตั้งแต่แบบฟอร์ม ปร.1 จนถึงแบบฟอร์ม ปร.6 ดังนี้[5]

1. แบบฟอร์ม ปร.1 ใช้สำหรับการถอดแบบงานทั่วไปเช่น งานถมดิน งานท่อระบบ หรืองานประตูหน้าต่างเป็นต้น

2. แบบฟอร์ม ปร.2 ใช้สำหรับการถอดแบบงานประเภทคอนกรีต เหล็กเสริม งานไม้แบบหรืองานค้ำยัน

---

[3] วิสูตร จิระดำเกิง (2556). การประมาณราคาก่อสร้าง. ปทุมธานี, วรรณกวี.

[4] สำนักโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสงขลา (2557). "เกณฑ์การคำนวณราคากลางของอาคารและสิ่งก่อสร้าง." from http://www.dpt.go.th/songkhla/main/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=23.

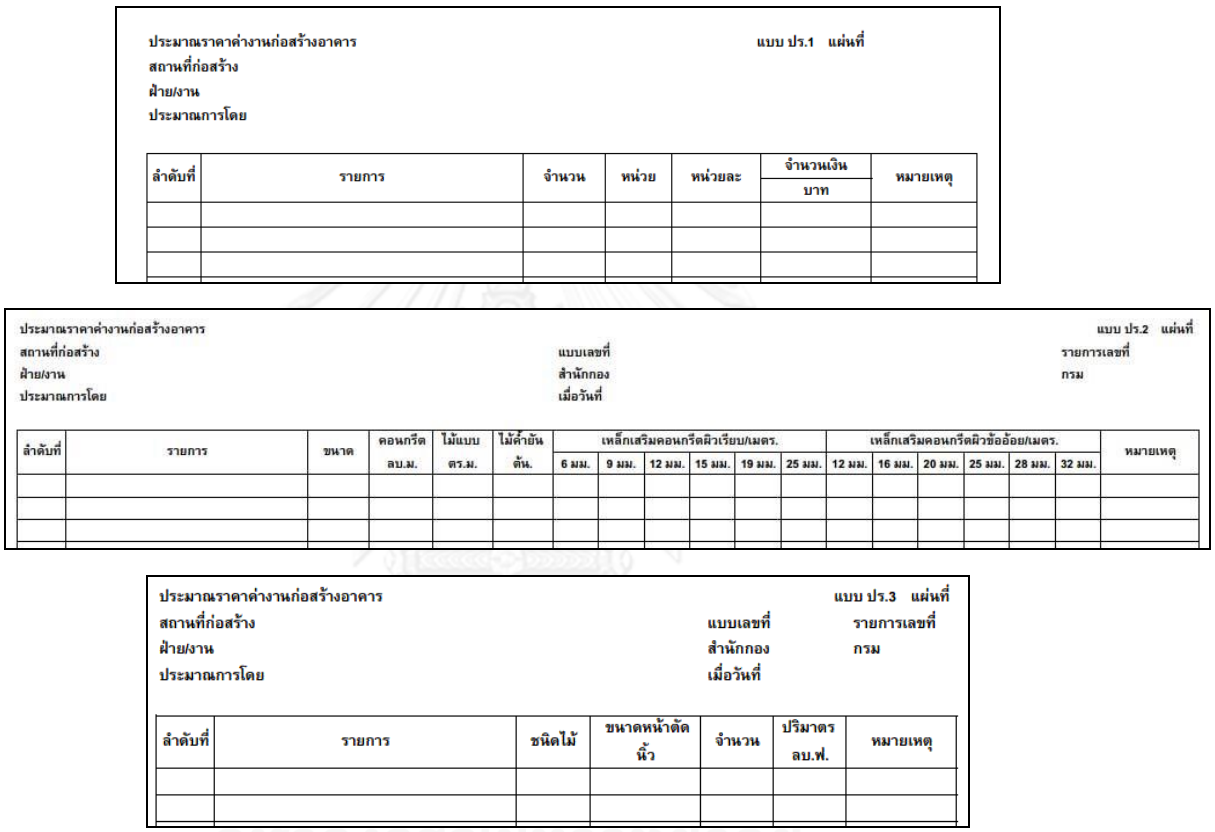
[5] มหาวิทยาลัยนเรศวร. "การคำนวณราคากลางการก่อสร้างอาคาร ". from http://office.nu.ac.th/psd/struc.files/Build/Build1/Build4.pdf.

3. แบบฟอร์ม ปร.3 ใช้สำหรับการถอดแบบงานไม้เท่านั้น

4. แบบฟอร์ม ปร.4 ใช้สำหรับรวมปริมาณงานแต่ละประเภท

5. แบบฟอร์ม ปร.5 ใช้สรุปราคาค่าก่อสร้าง

6. แบบฟอร์ม ปร.6 ใช้สรุปราคาค่าก่อสร้างกรณีที่มีการเปรียบเทียบราคา



ประมาณราคาค่างานก่อสร้างอาคาร แบบ ปร.1 แผ่นที่
สถานที่ก่อสร้าง
ฝ่าย/งาน
ประมาณการโดย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	หน่วยละ	จำนวนเงิน บาท	หมายเหตุ

ประมาณราคาค่างานก่อสร้างอาคาร แบบ ปร.2 แผ่นที่
สถานที่ก่อสร้าง แบบเลขที่ รายการเลขที่
ฝ่าย/งาน สำนักกอง กรม
ประมาณการโดย เมื่อวันที่

ลำดับที่	รายการ	ขนาด	คอนกรีต ลบ.ม.	ไม้แบบ ตร.ม.	ไม้ค้ำยัน ต้น.	เหล็กเสริมคอนกรีตผิวเรียบ/เมตร.						เหล็กเสริมคอนกรีตผิวข้ออ้อย/เมตร.						หมายเหตุ
						6 มม.	9 มม.	12 มม.	15 มม.	19 มม.	25 มม.	12 มม.	16 มม.	20 มม.	25 มม.	28 มม.	32 มม.	

ประมาณราคาค่างานก่อสร้างอาคาร แบบ ปร.3 แผ่นที่
สถานที่ก่อสร้าง แบบเลขที่ รายการเลขที่
ฝ่าย/งาน สำนักกอง กรม
ประมาณการโดย เมื่อวันที่

ลำดับที่	รายการ	ชนิดไม้	ขนาดหน้าตัด นิ้ว	จำนวน	ปริมาตร ลบ.ฟ.	หมายเหตุ

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแบบฟอร์ม ปร.1 ปร.2 และ ปร.3

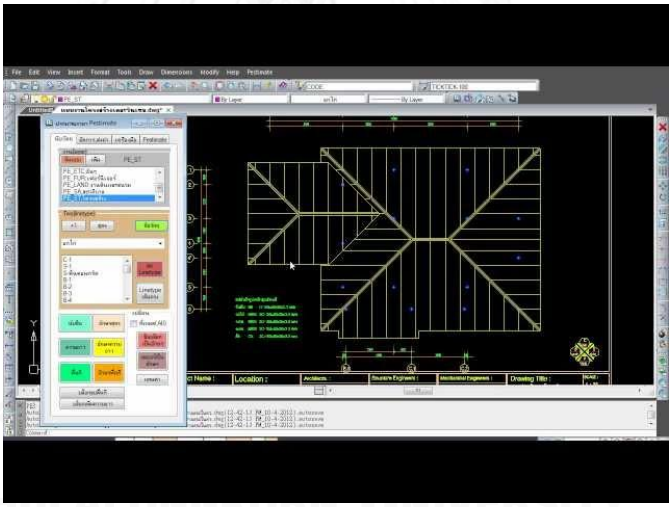
การถอดแบบหาปริมาณวัสดุจะใช้เกณฑ์การนับที่เหมือนกัน เช่น หากถอดแบบคอนกรีตให้ใช้การวัดปริมาตรเป็นลูกบาศก์เมตร หรือใช้ไม้เป็นลูกบาศก์ฟุต หรือการนับประตูเป็นบาน เป็นต้น ซึ่งผู้ประกอบการหรือผู้รับเหมาก่อสร้างอาจไม่ต้องใช้แบบฟอร์มต่างๆที่ปรากฏในรูปที่ 2.1 แต่สามารถสร้างแบบฟอร์มของตนเองได้ ตราบที่ทุกฝ่ายมีความเข้าใจต่อปริมาณวัสดุหรือราคารวมวัสดุเหมือนกัน

พื้นฐานการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปจะมีกฎอยู่ทั้งสิ้น 3 ข้อ ดังต่อไปนี้[6]

[6] Foster, N. (1995). Construction Estimate from Take-Off to Bid. New York, McGraw-Hill, Inc.

1. วัดขนาดและบันทึกทุกสิ่งที่แสดงในแบบ (Measure everything as it shows.)
2. ถอดแบบทุกสิ่งที่ผู้ถอดแบบมองเห็น (Take off everything that you can see.)
3. หากมีรายการพิเศษให้แยกการถอดแบบต่างหากไว้ (If it is different, keep it separate.)

การใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการถอดแบบหาปริมาณวัสดุเพื่อเพิ่มความแม่นยำในกระบวนการถอดแบบในประเทศไทย พบว่าได้มีงานวิจัยที่พยายามหาซอฟแวร์เพื่อช่วยในการถอดแบบหาปริมาณวัสดุ เช่นการใช้ซอฟแวร์เพื่อถอดแบบฝ่ายคอนกรีตชลประทานขนาดเล็กโดยการทำงานคู่กับโปรแกรม AutoCAD[7] หรือการใช้โปรแกรมของบริษัทเอกชนชื่อ PEstimateCAD[8] ในการช่วยถอดแบบงานโดยจะระยะของเส้นต่างๆใน Layer CAD 2 มิติ ดังรูปที่ 2.2 โดยทั้ง 2 ตัวอย่างในข้างต้นต่างใช้ผู้ถอดแบบเป็นผู้นับปริมาณวัสดุเอง และกระทำบนแบบ 2 มิติ ไม่ใช่กระบวนการมองในรูป 3 มิติ ทำให้ผู้ถอดแบบจะต้องใช้จินตนาการประกอบการถอดแบบ และส่งผลให้ยังอาจเกิดความผิดพลาดในการถอดแบบได้ ทั้งนี้กระบวนการถอดแบบมักจะเกิดขึ้นในช่วงหลังจากที่แบบก่อสร้างเสร็จสิ้นและกำลังรอให้มีการประมูลราคากับผู้รับเหมา และมักจะมีกำหนดแล้วเสร็จภายใน 7 - 10 วัน



รูปที่ 2.2 ซอฟแวร์เพื่อช่วยการถอดแบบ PEstimateCAD บน AutoCAD

ในฝั่งผู้ประกอบการเองก็จะมีการว่าจ้างผู้ถอดแบบของตนเอง ส่วนผู้รับเหมาก่อสร้างเมื่อได้รับแบบมาแล้วก็จะใช้ผู้ถอดแบบของตนทำการถอดแบบเพื่อเปรียบนำเสนอปริมาณและราคาในการทำงาน หากปริมาณวัสดุที่ผู้รับเหมาก่อสร้างนำเสนอมีความต่างไปจากปริมาณวัสดุกลางทาง

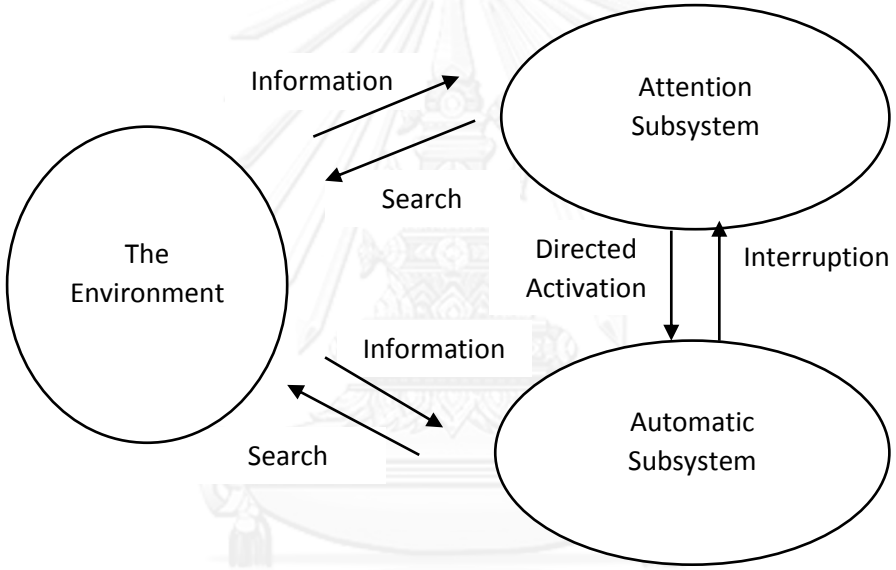
[7] โรจน์วัฒน์ อินทุ่ง (2545). การพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการเขียนแบบและประเมินมูลค่าเบื้องต้นฝ่ายทดน้ำ คอนกรีตชลประทานขนาดเล็ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต

[8] PEstimate. "โปรแกรมประมาณราคา." from http://www.pestimate.net/index.html.

ผู้ประกอบการอาจจะเรียกผู้รับเหมาก่อสร้างเข้ามาตรวจสอบเพื่อหาที่มาของความแตกต่างเหล่านั้นได้

ทฤษฎี “ความคลาดเคลื่อนของมนุษย์” (Human Error)

ความคลาดเคลื่อนของมนุษย์เกิดขึ้นได้เสมอ นอกเหนือจากความผิดพลาดของระบบเครื่องจักร หรือปัจจัยอื่นๆในกระบวนการทำงานที่มีมนุษย์มาเกี่ยวข้อง สาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดพลาดของมนุษย์นั้นมีหลายอย่าง แต่สาเหตุหนึ่งที่เห็นได้ชัดเจนคือ กระบวนการรับรู้ (Cognition) ของมนุษย์ ที่มีอยู่อย่างจำกัดดังปรากฏในรูปที่ 2.3[9]



รูปที่ 2.3 Emerging Model of Cognition

จากรูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นระบบการคิดของมนุษย์ต้องประกอบด้วย 3 ระบบคือ 1.) Automatic Subsystem หรือ ระบบการคิดอัตโนมัติที่อาศัยการกระทำที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วหรือการทำซ้ำ และจะมีปฏิกิริยาทำบางอย่างโดยอัตโนมัติเมื่อเจอสภาวะแวดล้อมนั้นๆ และ 2.) Attention Subsystem หรือ ระบบการตั้งใจในการคิด ซึ่งมนุษย์นั้นสามารถเลือกจำได้อย่างจำกัดเท่านั้น การเลือกใช้การจำและใส่ใจต่อสิ่งรอบตัวจำนวนมากเกินไปจะนำมาสู่ความผิดพลาดได้ง่าย โดยทั้งระบบที่ 1.) และ 2.) ต่างก็ทำงานร่วมกัน และจะมีระบบที่ 3.) The Environment หรือสถานการณ์เข้ามา

[9] Panko, R. R. (1997). "Theory of human Error." from http://panko.shidler.hawaii.edu/HumanErr/Theory.htm.

เกี่ยวข้องต่อการเลือกตัดสินใจว่าควรจะใช้ระบบที่ 1.) หรือ 2.) ในการตอบโต้กับสถานการณ์ ซึ่งในสถานการณ์หนึ่งๆมนุษย์อาจจะตัดสินใจด้วยความเคยชิน แต่มนุษย์ก็ไม่รู้ว่าสิ่งที่ทำมาตลอดด้วยความเคยชินนั้นไม่ถูกต้องหรือผิดพลาด

ความคลาดเคลื่อนของมนุษย์เป็นสิ่งที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ในระหว่างการทำงาน แต่สามารถลดให้เหลือน้อยได้ผ่านการฝึกฝนและตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน โดยความผิดพลาดของมนุษย์นั้นแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ การเผลอ และการทำผิด[10] โดยการเผลอ จะเกิดขึ้นเมื่อมนุษย์ไม่ได้ใส่ความตั้งใจลงไป ทำให้การทำงานผิดพลาด แต่การทำผิดคือการที่มนุษย์ใส่ความตั้งใจลงไปโดยคิดว่าต้องทำให้ผิดเพื่อผลลัพธ์อะไรบางอย่าง เช่น ตั้งใจมองว่ารูปหกเหลี่ยมมีลักษณะคล้ายวงกลมเพื่อให้คำนวณพื้นที่ได้ง่ายขึ้น โดยอาจจะเป็นความผิดในเกณฑ์ที่รับได้หรือเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดก็ได้ ตัวอย่างของความคลาดเคลื่อนในการทำงานของมนุษย์ในการทำงานเช่น ในการถอดแบบ (The Environment) หากผู้ถอดแบบได้ถอดแบบห้องสี่เหลี่ยมห้องหนึ่งที่มีเสาอยู่ 4 ต้นที่มุมห้องอย่างเสมอมา ก็จะเกิดความเคยชินว่าห้องที่ต้องถอดแบบห้องต่อๆไปจะมีเสา 4 ต้น เป็นระบบ Automatic Subsystem แต่วันหนึ่งสถาปนิกได้ออกแบบห้องห้องหนึ่งให้มีเสา 6 ต้น ถ้าผู้ถอดแบบสังเกตเห็นเสาที่เพิ่มมา ปฏิกิริยาของผู้ถอดแบบก็จะเป็นการคิดคำนวณเพิ่มเติมโดยมีความใส่ใจ การคิดจะกลายเป็นระบบ Attention Subsystem แทน แต่ถ้าผู้ถอดแบบไม่สังเกตเห็น ก็จะคิดว่าเสานั้นมี 4 ต้นตามที่เคยได้ทำมา ทำให้ผลการถอดแบบคลาดเคลื่อนไป

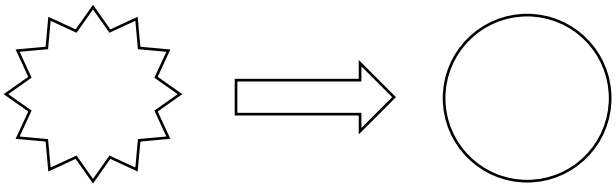
หลักการ “การทำให้ง่าย” (Simplification)

นอกเหนือไปจากความคลาดเคลื่อนของมนุษย์แล้ว จากข้อจำกัดในการทำงานต่างๆ เช่นการมีเวลาในการทำงานน้อยเกินไป ทำให้มนุษย์ตัดสินใจที่จะใช้หลักการการทำให้ง่าย (Simplification) เข้ามาประกอบการตัดสินใจ เพื่อช่วยลดความตึงเครียดต่างๆในการทำงานและทำให้งานเดินหน้าไปได้โดยง่าย[11] ดังตัวอย่างเช่น การคำนวณพื้นที่ที่มีความซับซ้อนในแบบก่อสร้างดังรูปที่ 2.4 ซึ่งหากเป็นรูปหลายเหลี่ยมดังรูปตัวอย่างย่อมทำให้การคำนวณโดยไม่มีเครื่องมืออย่างคอมพิวเตอร์ช่วยต้องใช้เวลามาก ผู้คำนวณอาจตัดสินใจสมมุติว่ารูปดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกับรูปวงกลมที่มีสูตรการคำนวณพื้นที่ที่ง่ายกว่าจากการใช้แค่เพียงค่ารัศมีของวงกลม ผู้คำนวณทราบดีว่าพื้นที่ที่คำนวณได้ของทั้งจะมีความแตกต่างกันแต่อยู่ก็ในระดับน้อยและผู้คำนวณยอมรับได้ แต่เนื่องจากความง่ายในการทำงานทำให้การคำนวณพื้นที่รูปนี้เสร็จสิ้นได้เร็ว และผู้คำนวณสามารถทำงานอื่นๆต่อไปได้

---

[10] Reason, J. (1990). Human Error. University of Cambridge, Cambridge University Press.

[11] Nikhil, J. and D. Debassish (2003). "Feature Simplification Techniques for Freeform Surface Models." ASME Journal of Computing and Science in Engineering **3**(3).



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการใช้หลักการทำให้ง่ายในการคิดพื้นที่รูปเรขาคณิต

หลักการ “การเผื่อในการก่อสร้าง” (Allowance)

การเผื่อ หมายถึงการกำหนดค่าที่ยินยอมให้เกิดขึ้นไปจากความคาดหมายเดิมได้ การเผื่อเป็นส่วนหนึ่งของการลดความเสี่ยงในกระบวนการก่อสร้างที่อาจเกิดขึ้น ในกระบวนการพัฒนาโครงการซึ่งมีปัจจัย 3 ตัวหลักที่ต้องคอยควบคุมอยู่เสมอ ได้แก่ 1. เวลา 2. คุณภาพ และ 3. ต้นทุน การเผื่อในด้านเวลาหมายถึงการยอมให้การพัฒนาโครงการล่าช้าไปได้แต่ไม่เกินช่วงเวลาที่คาดหวังไว้ การเผื่อคุณภาพหมายถึงการยอมให้สินค้าที่ผลิตขึ้นมามีบางสิ่งที่ไม่ตรงตามมาตรฐานที่คาดหวังไว้ในระดับที่รับได้ เช่นการเตรียมกรอบวงกบประตูให้มีขนาดใหญ่กว่าบานประตูเล็กน้อยเพื่อให้บานประตูที่อาจจะมีขนาดไม่พอดีกันทุกบานสามารถประกอบกับวงกบประตูได้ และ 3. การเผื่อด้านต้นทุนหมายถึงการเตรียมเงินทุนสำรองหรือวัสดุสำรองไว้หากการใช้งบประมาณไม่ตรงกับแผนงานที่วางไว้ ในเชิงของการถอดแบบประมาณราคาผู้ถอดแบบก็จะต้องเผื่อปริมาณวัสดุที่ถอดแบบได้ไว้ส่วนหนึ่ง เนื่องจากในการก่อสร้างจริงจะต้องมีความสูญเสียของวัสดุที่หน้างานเช่น จากการขนส่ง การแปรสภาพ หรือการผลิต ผู้ถอดแบบและเจ้าของโครงการต่างเห็นพ้องกันว่าไม่ว่าอย่างไรก็ต้องมีการสูญเสียเหล่านี้ และยินดีที่จะยอมให้มีการเผื่อปริมาณวัสดุได้เล็กน้อยเพื่อทดแทนสิ่งที่สูญเสียไปนี้แลกกับการไม่ต้องเสียเวลาในการรอสั่งวัสดุใหม่หากวัสดุที่มีใช้ไม่เพียงพอ โดยผู้รับเหมาก่อสร้างและสำนักโยธาธิการและผังเมืองได้มีข้อกำหนดในการเผื่อวัสดุบางประเภทไว้ดังนี้

1. คอนกรีต ผู้รับเหมาจะเผื่อเพิ่มอีกร้อยละ 3 ถึง 5[12] เพื่อใช้เก็บตัวอย่างคอนกรีตไปทดสอบในห้องปฏิบัติการ และทดแทนการหล่นเสียหายระหว่างการขนส่งและการแต่งผิวหน้า
2. เหล็กเสริม จะเผื่อตามขนาดของเหล็กเสริม ดังนี้[13]

   เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม. เผื่อร้อยละ 5

   เหล็กเสริมขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 มม. เผื่อร้อยละ 7

[12] กฤษดากร สมานุกูล. กรรมการผู้จัดการบริษัทเอทตี้ทรี คอนสตรัคชั่น จำกัด. สัมภาษณ์, 20 กุมภาพันธ์ 2557

[13] สำนักโยธาธิการและผังเมืองสงขลา. “เกณฑ์การคำนวณราคากลาง”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.dpt.go.th/songkhla/main/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=23

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.5 มม. เผื่อร้อยละ 7

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. เผื่อร้อยละ 9

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 มม. เผื่อร้อยละ 11

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. เผื่อร้อยละ 11

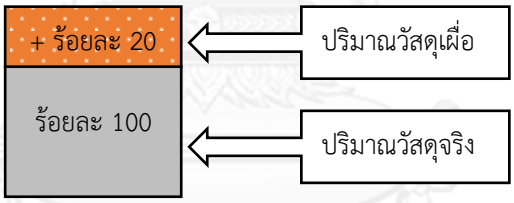
เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19 มม. เผื่อร้อยละ 13

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มม. เผื่อร้อยละ 13

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. เผื่อร้อยละ 15

เหล็กเสริมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มม. เผื่อร้อยละ 15

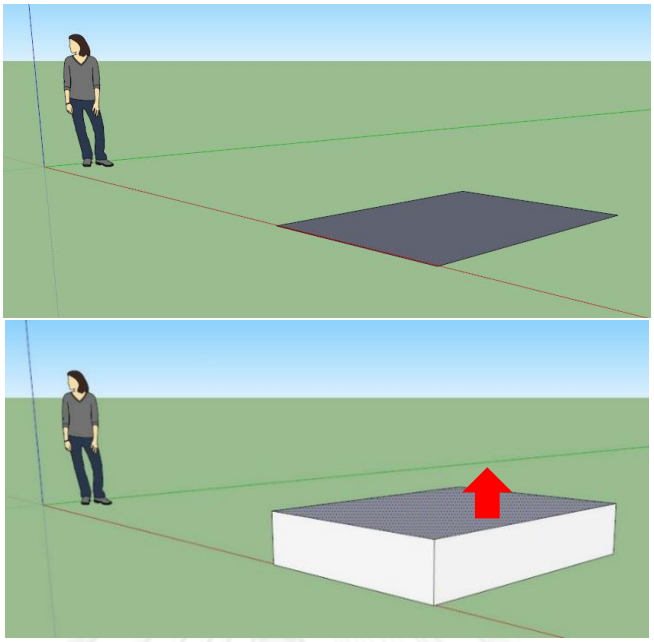
ในการเผื่อของผู้ถอดแบบจะแสดงได้ดังรูปที่ 2.5 ผู้ถอดแบบจะคิดปริมาณวัสดุตามที่มองเห็นและวัดได้ จากนั้นจะเผื่อค่าปริมาณวัสดุโดยมักจะคิดเป็นร้อยละจากยอดปริมาณที่คิดได้ แล้วผู้ถอดแบบจึงนำค่าปกติและค่าเผื่อมารวมเป็นปริมาณวัสดุที่นำเสนอเจ้าของโครงการ ดังนั้นตัวเลขที่ปรากฏอยู่ในตารางวัสดุกลางของผู้รับเหมาก่อสร้างจะยังไม่ใช่ค่าปริมาณวัสดุที่แท้จริงและต้องมีการหักลบค่าเผื่อส่วนนี้ออกไปเพื่อหาค่าปริมาณวัสดุที่แท้จริงในภายหลัง



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการเผื่อปริมาณวัสดุ

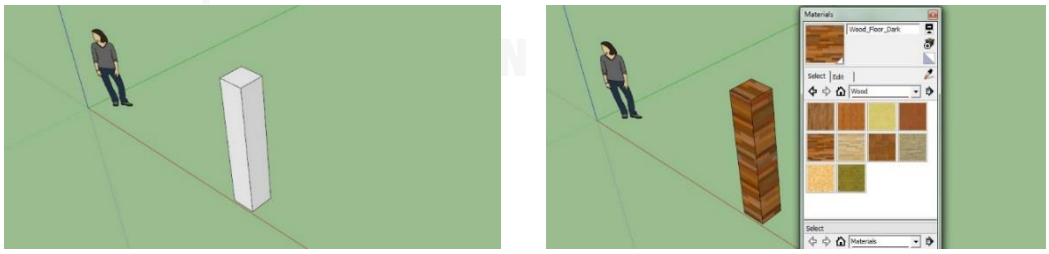
ซอฟแวร์ SketchUp กับการเขียนแบบก่อสร้าง

ซอฟแวร์ SketchUp เป็นซอฟแวร์ที่ช่วยในการสร้างวัตถุและแสดงผลเป็น 3 มิติที่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในวงการผู้ออกแบบสำหรับอุตสาหกรรมต่างในช่วงหลายปีที่ผ่านมา โดยซอฟแวร์ SketchUp นี้ถูกพัฒนาโดยบริษัท @Last Software ในปีพ.ศ. 2543 จนกระทั่งปีพ.ศ. 2549 บริษัท Google จำกัด ได้เข้ามาซื้อกิจการจึงทำให้ SketchUp มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้นจากการประกาศให้ใช้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย จุดเด่นของซอฟแวร์ SketchUp คือการใช้คำสั่งสร้างวัตถุที่เรียบง่ายโดยเริ่มจากการสร้างรูป 2 มิติแล้วใช้การ “ดึง” เพื่อทำให้รูป 2 มิติ กลายเป็นรูป 3 มิติ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การดึงรูป 2 มิติของซอฟแวร์ SketchUp

ซอฟแวร์นี้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆไม่ว่าจะเป็น การออกแบบเครื่องจักร การออกแบบอาคาร หรือแม้แต่การออกแบบสื่อต่างๆ อย่างไรก็ดีซอฟแวร์ SketchUp มีข้อจำกัดสำคัญ คือ ตัวคอมพิวเตอร์จะไม่สนใจว่าวัตถุที่สร้างมามีความหมายอย่างไร ทุกอย่างที่ซอฟแวร์ได้สร้างขึ้นมาคือการนำเส้นมาวางเรียงกัน และผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดบอกกับผู้อ่านคนอื่นภายหลังเองว่าวัตถุที่สร้างมานั้นจะเป็นอะไร ดังรูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างการลงสีในวัตถุเพื่อบอกให้ผู้อื่นทราบว่ามีการสร้างเสาและเสาต้นดังกล่าวเป็นเสาไม้ แต่คอมพิวเตอร์ก็จะยังไม่รับรู้ว่าวัตถุที่สร้างขึ้นมาคือเสาอยู่ดี ข้อจำกัดที่สำคัญที่สุดคือ SketchUp ไม่มีความสามารถในการถอดแบบได้ด้วยตนเอง ไม่สามารถช่วยเหลือผู้ใช้ในการถอดแบบได้มากนัก และไม่สามารถโอนข้อมูลต่างๆเข้ามาสู่ระบบตารางรูปแบบ Microsoft Excel ได้



รูปที่ 2.7 การกำหนดความหมายของรูปโดยผู้ใช้

ในปีพ.ศ. 2556 ซอฟแวร์ SketchUp ได้ถูกซื้อต่อโดยบริษัท Trimble จำกัด ซึ่งบริษัท Trimble จำกัดเองนี้ก็คาดหวังที่จะพัฒนา SketchUp เพื่อใช้ร่วมกับซอฟแวร์ออกแบบ 3 มิติประเภทอื่นๆต่อไป

Computer-Aided Design กับการเขียนแบบก่อสร้าง

ในช่วงเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยได้มีการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการทำงานเกี่ยวกับการออกแบบทดแทนการใช้ระบบการออกแบบบนกระดาษ โดยเป็นระบบการออกแบบที่มีชื่อว่า Computer-Aided Design หรือ CAD ซึ่งทำให้การเขียนแบบมีความชัดเจนในลักษณะ 2 มิติมากขึ้นเนื่องจากการเขียนแบบถูกสร้างบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่มีการวัดขนาดที่แน่นอน ทำให้แบบที่เขียนขึ้นมาด้วยระบบ CAD มีความถูกต้องแม่นยำมากกว่าการเขียนภาพต่างๆ ด้วยมือ

อย่างไรก็ดี การใช้ระบบ CAD มีจุดอ่อนที่สำคัญคือการทำงานสามารถทำได้ดีบนระนาบ 2 มิติเท่านั้น เมื่อนำภาพที่มองจากระนาบหนึ่งมารวมกับภาพที่มองจากอีกระนาบหนึ่ง เช่น การนำภาพมุมมองจากด้านบน (Top View) มารวมกับภาพด้านข้าง (Side View) แต่เนื่องจากภาพทั้งสองเป็นวัตถุคนละชิ้น หากมีวัตถุชิ้นใดชิ้นหนึ่งมีรายละเอียดไม่ถูกต้องหรือการประมวลผลรวมภาพในสมองของมนุษย์คลาดเคลื่อนไป จะทำให้เกิดความผิดพลาดเมื่อนำมาก่อสร้างจริงภายหลังได้ โดยซอฟแวร์ที่ใช้ระบบ CAD ในการทำงานที่นิยมใช้กันในประเทศไทย ได้แก่ AutoCAD ของบริษัท Autodesk จำกัด

ในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบ CAD เป็นการแสดงผล 3 มิติได้แล้ว ซึ่งจะมีความคล้ายกับซอฟแวร์ SketchUp ในด้านการแสดงผล แต่ก็มีจุดอ่อนที่เหมือนกันคือคอมพิวเตอร์ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของวัตถุที่สร้างขึ้นมาได้และนับว่าทุกอย่างที่สร้างขึ้นมาคือเส้นหรือจุดที่นำมาต่อกัน ผู้ออกแบบจะต้องเป็นผู้แจ้งบอกผู้ใช้คนอื่นๆให้ได้รู้ว่าวัตถุที่สร้างนั้นมีความหมายว่าอย่างไรหรือเป็นวัตถุประเภทไหนเป็นต้น ทำให้ในบางกรณีเกิดความสับสนเนื่องจากการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานไม่ชัดเจนและส่งผลให้เกิดปัญหาเมื่อทำการก่อสร้างได้

ในกระบวนการถอดแบบด้วย CAD นั้นผู้ใช้งานสามารถทำการวัดปริมาณวัสดุบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ผ่านการวัดด้วยอุปกรณ์ประเภทเมาส์ ที่ใช้เลือกตำแหน่งจุดต่างๆบนหน้าจอคอมพิวเตอร์แล้วผู้ใช้งานจึงมักต้องเลือกลงมือทำการวัดและคำนวณเองจากตัวเลขต่างๆภายหลัง ซึ่งเป็นช่องว่างให้เกิดความผิดพลาดในการวัดเนื่องจากการเลือกตำแหน่งที่คลาดเคลื่อน หรือ การคำนวณเองที่คาดเคลื่อนได้

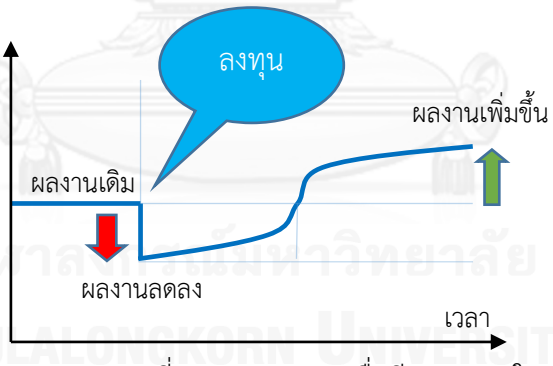
เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling)

เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคาร หรือ Building Information Modeling (BIM) หรือในบางครั้งเรียกว่าแบบจำลองข้อมูลอาคาร คือเทคโนโลยีการสร้างวัตถุในคอมพิวเตอร์ในลักษณะ 3 มิติ โดยที่วัตถุที่ถูกสร้างขึ้นมานั่นจะมีข้อมูลและลักษณะเฉพาะตัวแต่ละชิ้นติดมาด้วย เช่น เมื่อ

ผู้ใช้งานเลือกคำสั่งสร้างกำแพง คอมพิวเตอร์จะจดจำว่าเส้นต่างๆที่ประกอบและถูกแสดงผลมานั้นเป็นกำแพงที่มีขนาด ความหนา ความกว้าง ประเภทวัดสุ การทนความร้อน เป็นต้น และคอมพิวเตอร์จะไม่ยอมให้ใช้วัตถุชิ้นนั้นผิดไปจากวัตถุประสงค์ เช่น ไม่สามารถใช้กำแพงแทนคานโครงสร้างได้ หรือการสร้างประตูห้องพักจะต้องสร้างบนผิวกำแพง และไม่สามารถสร้างประตูห้องลอยขึ้นมาได้ เป็นต้น การใช้เทคโนโลยี BIM เป็นการทดลองสร้างอาคารจำลองขึ้นมาก่อนและสามารถเปิดโอกาสให้ผู้พัฒนาโครงการได้ทดลองเปลี่ยนแบบ ปรับปรุง หรือวิเคราะห์สิ่งต่างๆในการก่อสร้างได้ก่อนที่จะมีการสร้างจริงซึ่งในเชิงทฤษฎีนั้นทำให้โครงการมีคุณภาพที่ดีขึ้น มีราคาต้นทุนลดลง และสามารถควบคุมเวลาการพัฒนาให้เป็นไปได้ตามแผนที่วางไว้ ซอฟแวร์ที่ใช้เทคโนโลยี BIM ที่เป็นที่รู้จักในประเทศไทยได้แก่ ซอฟแวร์ Revit โดยบริษัท AutoDesk จำกัด หรือ ซอฟแวร์ ArchiCAD โดยบริษัท GraphiSoft จำกัด

ผลงานที่ลดลงในช่วงที่มีการลงทุนด้าน BIM

การลงทุนทางด้าน BIM ในปัจจุบันถือเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทำงานและเทคโนโลยีระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในองค์กรทั้งในด้านซอฟแวร์ ฮาร์ดแวร์ และบุคลากร ซึ่งมีการนำเสนอว่าผลงานขององค์กรจะลดลงในช่วงที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานใหม่ เนื่องจากความไม่คล่องตัวในการทำงาน แต่เมื่อองค์กรมีความคุ้นเคยและมีประสบการณ์มากขึ้น ความสามารถในการทำงานจะเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงก่อนเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างเห็นได้ชัด[14] ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 การแสดงการเปลี่ยนแปลงผลงานเมื่อมีการลงทุนในเทคโนโลยี BIM

[14] Autodesk Inc. (2007) BIM's Return on Investment.

สถานภาพการใช้ BIM ในต่างประเทศ

เทคโนโลยี BIM ในวงการอสังหาริมทรัพย์นับว่าเป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความสนใจจากทั้งภาครัฐและเอกชนในหลายประเทศไม่ว่าจะเป็นประเทศอย่างสหรัฐอเมริกา อังกฤษ จีน หรือแม้แต่ประเทศในประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนอย่างสิงคโปร์ที่มีกฎหมายบังคับตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 ให้เจ้าของอาคารต้องส่งแบบขออนุญาตก่อสร้างในลักษณะไฟล์คอมพิวเตอร์ที่สร้างด้วยเทคโนโลยี BIM เท่านั้น[15] หรือในประเทศเวียดนามที่เริ่มมีการใช้ BIM ในการออกแบบอาคารอย่างโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ Cong Thanh[16]

ในหลายประเทศได้มีการจัดทำมาตรฐานการใช้ BIM สำหรับองค์กรต่างๆขึ้น เพื่อควบคุมทิศทางการทำงานของแต่ละองค์กรให้มีรูปแบบการทำงานในทิศทางเดียวกัน อย่างเช่นในประเทศสหรัฐอเมริกาได้จัดให้มีมาตรฐานชื่อ National Building Information Standards[17] ในประเทศอังกฤษได้จัดทำมาตรฐานชื่อ BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work[18] หรือแม้แต่ในประเทศจีนซึ่งเพิ่งจะเริ่มมีการใช้ BIM ก็กำลังจัดเตรียมมาตรฐานชื่อ China Building Information Modeling Standards หรือ CBIMS ขึ้น[19] และเมื่อมีการสำรวจเพื่อดูการขยายตัวของการใช้ BIM ในทวีปอเมริกาเหนือ พบว่า องค์กรเอกชนต่างๆหันมาใช้ BIM ในการทำงานมากขึ้นดังรูปที่ 2.9 ทั้งๆที่ไม่มีข้อบังคับหรือกฎหมายใดๆจากภาครัฐ แสดงให้เห็นว่า BIM สร้างความได้เปรียบทางธุรกิจให้กับองค์กรอย่างมากจนทำให้องค์กรต่างๆให้ความสนใจในการใช้ในที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

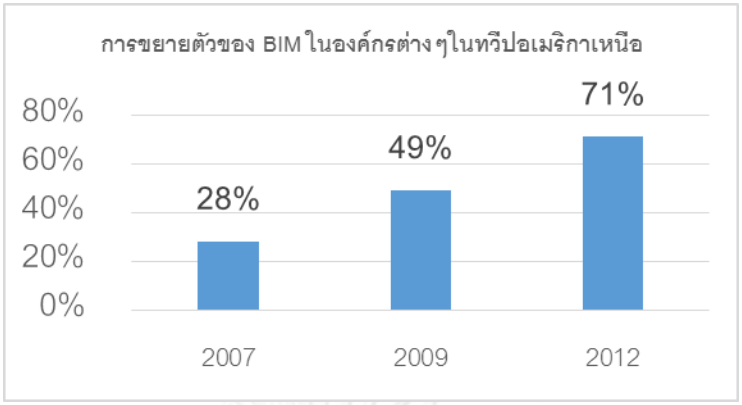
[15] Fatt, C. T. (2012). "Singapore BIM Roadmap." from http://www.bimmepaus.com.au/libraries/resources/BMA%20Forum%202012/singapore%20bim%20roadmap%202012-rev.pdf.

[16] HSD Vietnam Co., L. (2012). "Building Information Modeling (BIM) Application for Construction Contractor (Hanoi)." from http://hsdvn.com.vn/english/viewnews/Building-Information-Modeling-BIM-Application-for-Construction-Contractor-Hanoi.

[17] National Institute of Building Sciences. "National BIM Standards – United States Version 2." from http://www.nationalbimstandard.org/.

[18] Dale Sinclair (2012). BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work. London, RIBA Publishing.

[19] Newton, R. "Nemeshchek and CABR to work on BIM Standards for China." from http://gfxspeak.com/2012/09/04/nemetschek-and-cabr-to-work-on-bim-standards-for-china/.



รูปที่ 2.9 การขยายตัวของ BIM ในองค์กรต่างๆในทวีปอเมริกาเหนือ

สถานภาพการใช้ BIM ในประเทศไทยในปัจจุบัน

จากการสัมภาษณ์เก็บข้อมูลตัวอย่าง บริษัทในประเทศไทยที่เริ่มมีการศึกษาการทำงานด้วย BIM มีดังต่อไปนี้

1. บริษัทไทย-โอบายาชิ จำกัด และบริษัทริธา จำกัด เป็นบริษัทรับเหมาก่อสร้างที่รับงานขนาดใหญ่ให้กับทั้งภาครัฐและเอกชน ปัจจุบันกำลังมีการฝึกฝนการใช้ BIM อยู่ภายในองค์กรเพื่อรับรองการใช้งานในอนาคต[20]

2. บริษัทบวิค-ไทย จำกัด เป็นบริษัทรับเหมาก่อสร้างที่รับงานขนาดกลางและใหญ่ให้กับภาครัฐและเอกชน ปัจจุบันได้ใช้ BIM ในการจำลองแบบอาคารก่อนการก่อสร้างจริงเพื่อลดความผิดพลาดในการก่อสร้างแล้วโดยไม่จำเป็นต้องรอให้เจ้าของโครงการหรือผู้ออกแบบมีคำสั่งหรือข้อบังคับใดๆ[21]

3. บริษัทเมคเกอร์โฮม จำกัด เป็นบริษัทรับออกแบบและสร้างบ้านเดี่ยวตามคำสั่งของลูกค้า ปัจจุบันกำลังมีการฝึกฝนพนักงานให้ใช้ BIM ในการออกแบบภายในองค์กรแต่ยังไม่ใช้กับธุรกิจจริง[22]

การลงทุนในเทคโนโลยี BIM

ระบบคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปจะมีองค์ประกอบ 3 ประเภทหลักได้แก่

[20] วิวัฒน์ อุดมปิติทรัพย์. รศ. (2556). Training and Service Director บริษัท VR Digital จำกัด.

[21] Ibid.

[22] พันธุ์เทพ ทานชิติกุล (2556). กรรมการผู้จัดการบริษัทเมคเคอร์โฮม จำกัด.

1.) ซอฟแวร์ (Software) หมายถึง โปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่มนุษย์เขียนขึ้นด้วยภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน

2.) ฮาร์ดแวร์ (Hardware) หมายถึง ชุดอุปกรณ์ที่ใช้รองรับการทำงานของโปรแกรมชุดคำสั่งและตอบโต้กับผู้ใช้

3.) บุคลากร (People ware) หมายถึง บุคคลที่ทำหน้าที่ดูแลและใช้งานคอมพิวเตอร์ เช่น นักเขียนโปรแกรม นักวิเคราะห์ หรือแม้แต่ผู้ใช้ทั่วไป เช่นนักบัญชี นักเรียน เป็นต้น

ในการจัดหาระบบคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่งมาใช้ในองค์กร องค์กรเองจะต้องลงทุนในตัวแปรทั้ง 3 ตัวดังที่กล่าวในข้างต้นซึ่งงานแต่ละประเภทก็จะอาศัยระบบคอมพิวเตอร์ที่ต่างกันทำให้สัดส่วนการลงทุนนั้นต่างกันไปด้วย อย่างไรก็ดีการลงทุนในเทคโนโลยีของ BIM นั้นในประเทศไทยยังถือว่าเป็นเรื่องที่ใหญ่ เนื่องจากเมื่อพิจารณาองค์ประกอบแต่ละตัว เริ่มจากซอฟแวร์ที่ใช้เทคโนโลยี BIM นั้นมีหลายรุ่นและหลายผู้ผลิต ซึ่งในหลายกรณีพบว่า เมื่อใช้งานโดยซอฟแวร์ที่มีผู้ผลิตหรือรุ่นที่ต่างกันจะทำให้การเปิดอ่านข้อมูลทำได้ไม่ครบถ้วน และราคาค่าใช้จ่ายด้านลิขสิทธิ์ซอฟแวร์ที่มีราคาสูงเมื่อเทียบกับซอฟแวร์ที่ใช้เขียนแบบรุ่นก่อนอย่างเช่น AutoCAD ประเด็นต่อมาคือด้านฮาร์ดแวร์ เนื่องมาจากการการแสดงผลของแบบจำลองจะปรากฏในลักษณะ 3 มิติและสามารถตอบโต้กับผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็วทำให้คอมพิวเตอร์ที่เดิมเคยใช้งานเกี่ยวกับการออกแบบต่างๆได้อย่างเหมาะสมจะมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอในการทำงานร่วมกับ BIM รวมทั้งคอมพิวเตอร์ของฝ่ายอื่นๆที่อาจจะยังไม่มีประสิทธิภาพมากพอที่จะเปิดดูไฟล์งานต่างๆได้ และองค์ประกอบท้ายสุดคือบุคลากรที่ต้องประกอบด้วยทั้งฝ่ายผู้ที่ทำงานผ่าน BIM และผู้ดูแลระบบสารสนเทศขององค์กร ซึ่งทั้ง 2 ฝ่ายจะต้องมีความเชี่ยวชาญที่สูงจึงจะทำให้การใช้งานเทคโนโลยีนี้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากงานวิจัยในประเทศไทยที่ผ่านมาพบว่าอุปสรรคสำคัญในการนำเทคโนโลยี BIM มาใช้ในประเทศไทยไม่ใช่ราคาของตัวอุปกรณ์ที่ต้องเป็นอุปกรณ์ระดับสูงหรือชุดคำสั่งที่มีราคาแพงเมื่อเทียบกับชุดคำสั่งทั่วไป แต่เป็นตัวบุคลากรที่ยังขาดความรู้ ทั้งในระดับผู้บริหารและผู้ปฏิบัติการ และยังยึดติดระบบการทำงานแบบดั้งเดิม[23] ดังนั้นองค์กรจะต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาในการฝึกอบรมและปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน ซึ่งนับเป็นมูลค่าที่สูงมากเมื่อเทียบกับตัวแปรอื่นๆ

[23] ธนัชา สุขชี (2554). การเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย, มหาวิทยาลัยศิลปากร. ปริญญามหาบัณฑิต

การถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างด้วย BIM

BIM มีความสามารถในการถอดแบบจากวัตถุจำลองที่ได้สร้างขึ้นมาด้วยตัว BIM เองโดยซอฟต์แวร์ที่สร้างแบบจำลองประเภท BIM บางตัวสามารถถอดแบบได้ทันที ในขณะที่ซอฟแวร์บางตัวสามารถทำงานได้เพียงแค่สร้างแบบจำลอง และต้องไปทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ถอดแบบ BIM โดยเฉพาะตัวอื่นๆ มหาวิทยาลัย Pennsylvania State University ได้แสดงความเห็นเกี่ยวกับการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้างด้วย BIM ไว้ว่ามีศักยภาพที่ดีกว่าวิธีการถอดแบบทั่วไปเนื่องจากเหตุผลเกี่ยวกับสิ่งต่อไปนี้[24]

1. ผู้ใช้มองเห็นภาพการถอดแบบได้ชัดเจนมากกว่า
2. การคำนวณต่างๆทำได้รวดเร็วมากกว่า จึงเป็นการประหยัดเวลาในการทำงาน

ในกรณีที่อาคารมีความซับซ้อนทางโครงสร้างมากขึ้น การวิจัยที่ผ่านมาพบว่าหากใช้วิธีทั่วไปในการถอดแบบผู้ถอดแบบจะมีโอกาสที่จะถอดแบบพลาดได้เนื่องจากวิสัยทัศน์การมองเห็นในแบบและความสามารถในการสร้างภาพอาคารของผู้ถอดแบบมีจำกัด[25] แต่ BIM นั้นใช้การถอดแบบตามชิ้นวัตถุที่สร้างจริงแต่ละชิ้น จึงทำให้ BIM นั้นนับจำนวนวัตถุได้ครบถ้วนตามจำนวนวัตถุที่ลงมือสร้าง อย่างไรก็ตามเทคโนโลยี BIM ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ซึ่งหนึ่งในข้อจำกัดนั้นคือ การใช้งานของ BIM นั้นสามารถวัดได้เพียงแค่ ค่าใช้จ่ายทางตรงของการก่อสร้าง (Hard Cost) เช่น ค่าวัสดุก่อสร้าง หรือค่าแรงเท่านั้น แต่ไม่สามารถวัดค่าใช้จ่ายที่อาจจะจับต้องไม่ได้ (Soft Cost) เช่นค่าขออนุญาตก่อสร้าง หรือค่าการตลาดเป็นต้น นอกจากนี้ในการก่อสร้างจริงจะต้องมีการเผื่อปริมาณวัสดุเสียหาย แต่ BIM นั้นจะถอดแบบให้โดยตรงตามที่คอมพิวเตอร์สามารถวัดได้เท่านั้นไม่สามารถตัดสินใจเผื่อปริมาณวัสดุได้เหมือนกับในการก่อสร้างจริงที่ผู้ถอดแบบจะต้องมีการเผื่อปริมาณตามสถานการณ์ต่างๆ ดังนั้นผู้ใช้จะต้องทำการปรับค่าเผื่อเองภายหลังเมื่อมีการใช้งานจริง และท้ายที่สุดเนื่องจากเทคโนโลยีนี้กำลังอยู่ในช่วงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้วัตถุบางอย่างในแบบอาจจะยังไม่สามารถใช้โปรแกรมถอดปริมาณออกมาได้อย่างถูกต้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[24] Messner, J. (2011). "Cost Estimation (Quantity Take-Off)." from http://bim.psu.edu/Uses/Cost_Estimation.aspx.

[25] Meeveld, H. v. (2009). Reflection on Estimating – The Effects of Complexity and the Use of BIM on the Estimate Process. Faculty of Civil Engineering University of Twente. **Bachelor Thesis**

การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่องานวิจัย	Comparing Time and Accuracy of Building Information Modeling to On-Screen Takeoff For a Quantity Takeoff[26]	Building Information Modeling for Construction Applications: Formwork Installation and Quantity Takeoff[27]	A Verification of Accuracy in BIM-Based Quantity Taking-Off – Focusing on Finishing Work[28]
ชื่อผู้แต่ง	M. Adam Alder	Helia Amiri	Kim, Ji-Hyun และ Yoon, Su-Won
วัตถุประสงค์	ศึกษาเวลาและความแม่นยำในกระบวนการถอดแบบด้วย BIM โดยซอฟแวร์ Revit QTO และวิธี On-Screen Takeoff	ศึกษาเวลาและความแม่นยำในการถอดแบบด้วย BIM และวิธีทั่วไปบนงานแบบหล่อคอนกรีต	ศึกษาความแม่นยำในการถอดแบบด้วย BIM เทียบกับการถอดแบบ 2 มิติ บนงานตกแต่งผิวอาคาร
ปีที่ตีพิมพ์	ค.ศ. 2006	ค.ศ. 2012	ค.ศ. 2013
ประเภทงานวิจัย	วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต	วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต	บทความตีพิมพ์
ผลการวิจัย	Revit QTO นั้นสามารถถอดแบบได้เร็วว่าการถอดแบบด้วยวิธี On-Screen Takeoff (2D) โดยมีผลความแม่นยำที่มีความเท่าเทียมกัน	BIM มีความแม่นยำในการถอดแบบมากกว่าวิธีทั่วไปและรวดเร็วกว่าเมื่อมีโมเดล 3 มิติที่ถูกต้อง	BIM นั้นมีความแม่นยำในการถอดแบบมากกว่าแต่ต้องมีการตั้งค่าที่ถูกต้องด้วย
ความแตกต่างจากงานวิจัยฉบับนี้	ซอฟแวร์ Revit QTO ในปีค.ศ. 2006 เป็น	เน้นกรณีศึกษาที่แบบหล่อคอนกรีตเท่านั้น ไม่	เน้นกรณีศึกษาที่งานตกแต่งผิวเท่านั้น

[26] Alder, M. A. (2006). Comparing Time and Accuracy of Building Information Modeling to On-Screen Takeoff for a Quality Takeoff of a Conceptual Estimate. School of Technology, Brigham Young University. **Master of Science**.

[27] Amiri, H. (2012). Building Information Modeling for Construction Applications: Formwork Installation and Quantity Take-Off. Faculty of Graduate Studies (Civil Engineering). Vancouver, The University of British Columbia. **Master of Applied Science**.

[28] Kim Ji-Hyun & Yoon Su-Won (2013). "A Verification of the Accuracy in BIM-Based Quantity Taking-Off – Focusing on Finishing Work." Journal of KIBIM **3**(2): 9.

	ซอฟแวร์รุ่นเก่ามากเมื่อเทียบกับ Revit 2014 แล้วยังมีข้อจำกัดอีกมาก กรณีศึกษาเป็นร้านอาหารชั้นเดียว	วิเคราะห์ว่าผลความแม่นยำแตกต่างกันร้อยละเท่าใด	เนื่องจากงานตกแต่งผิวกรณีศึกษามีความหลากหลายของวัสดุมากที่สุด
งานวิจัยฉบับนี้	ใช้ซอฟแวร์ Revit 2014 ในการถอดแบบเทียบกับวิธีทั่วไปในไทย	กรณีศึกษาเป็นอาคารพักอาศัย 8 ชั้น มีการหาปริมาณความแตกต่างและสาเหตุของความแตกต่าง และไม่เน้นด้านเวลา	กรณีศึกษาเน้นงานโครงสร้างเนื่องจากเป็นงานที่มีมูลค่ามากที่สุด และศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
รายละเอียดของโครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)

บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ก่อตั้งขึ้นในปีพ.ศ. 2532 โดยเน้นการดูและพัฒนาชุมชนภายหลังจากการขายโครงการเป็นปัจจัยสำคัญ ในปัจจุบันบริษัทฯมีทุนจดทะเบียนถึง 1,475,698,768.00 บาท และได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้นำในการควบคุมต้นทุน (Cost Leadership) ในวงการอสังหาริมทรัพย์ มีการพัฒนาสินค้าประเภทอาคารชุดพักอาศัยจัดสรรจำนวนหลายโครงการ ไม่ว่าจะเป็นโครงการในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครเช่น ลุมพินีคอนโดทาวน์ ลุมพินีสูท ลุมพินีเพลส ลุมพินีวิลล์ หรือแม้แต่โครงการในต่างจังหวัดอย่างเช่น ลุมพินีพาร์คบีช ลุมพินีเมกะซิตี้ และโครงการล่าสุดอย่างลุมพินีทาวน์ชิพ ซึ่งเป็นโครงการขนาดใหญ่ที่มีการจัดสรรเป็นจำนวนกว่าหนึ่งหมื่นหน่วย บริษัทฯได้กำหนดค่านิยมองค์กรเพื่อให้บุคลากรในองค์กรระลึกถึงและนำมาใช้ควบคู่กับการปฏิบัติงานเป็นอักษรย่อว่า “C-L-A-S-S-I-C” ซึ่งแต่ละตัวอักษรประกอบไปด้วยความหมายดังนี้

C = Cost with Quality หมายถึง การมุ่งเน้นที่จะลดต้นทุนต่างๆในการพัฒนาโครงการ โดยยังต้องยึดถึงคุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาเป็นสำคัญ

L = Lateral Thinking หมายถึง การคิดที่มีความยืดหยุ่นไม่ยึดติด กล้าคิดนอกกรอบเพื่อการพัฒนางาน

A = Alliance หมายถึง การปฏิบัติต่อผู้มีส่วนร่วมในการทำธุรกิจ ซึ่งเรียกว่าปิยมิตร โดยให้ความเป็นธรรมและความไว้วางใจในการทำงาน

S = Speed หมายถึง ความรวดเร็วในการทำงานให้มีความก้าวหน้ามากกว่าผู้อื่น

S = Service Mind หมายถึง การมีใจที่รักการบริการเพื่อให้ผู้ที่ได้รับบริการเกิดความประทับใจ

I = Integrity หมายถึง จริยธรรมต่างๆในองค์กรทั้งความซื่อสัตย์และความรับผิดชอบ

C = Collaboration หมายถึง การร่วมมือร่วมใจในการทำงานและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

ซึ่งจากค่านิยมองค์กรในข้างต้น จะเห็นได้ว่า C (Cost with Quality) และ S (Speed) นับเป็นหนึ่งในค่านิยมที่ทางบริษัทให้ความสำคัญอย่างมาก การพัฒนาโครงการใดๆหากบริษัทฯสามารถหาทางลดต้นทุนการก่อสร้างโดยยังคงคุณภาพการก่อสร้างที่เหมาะสม ด้วยระยะเวลาที่รวดเร็วไว้ได้ บริษัทฯย่อมจะพิจารณาการใช้วิธีการนั้นอย่างเต็มที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กระบวนการในการพัฒนาโครงการด้วย LPN Green

การพัฒนาโครงการด้วยแนวคิด LPN Green เป็นการที่เกิดจากแนวคิดการพัฒนาโครงการอย่างยั่งยืนผ่านการทำงาน 5 กระบวนการ อันได้แก่

1. Green Organization

2. Green Design

3. Green Marketing Management

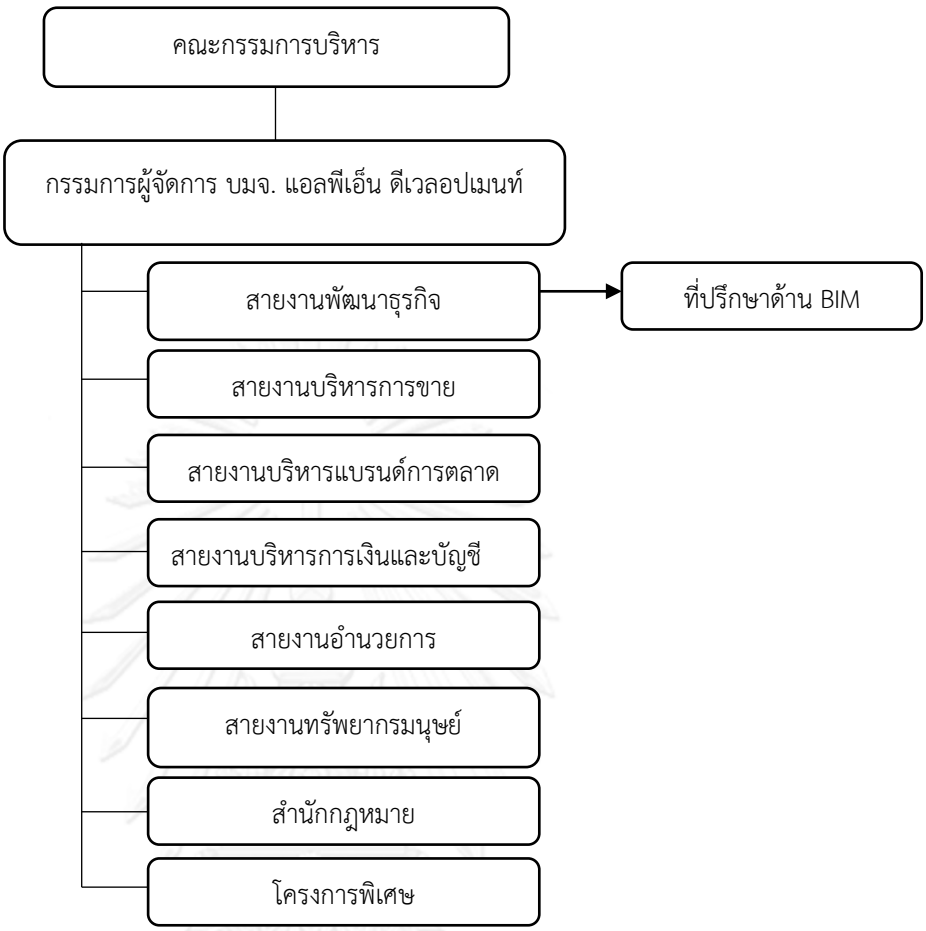
4. Green Construction Process

5. Green Community Management

ในกระบวนการที่ 4 เรื่อง Green Construction Process ซึ่งหมายถึงกระบวนการก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทางบริษัทฯได้ใช้กลยุทธ์ชื่อ Q-C-S-E-S ย่อมาจากคำต่างๆเรียงกันได้ว่า Quality – Cost – Schedule – Environment – Safety ซึ่งจากกลยุทธ์ข้างต้น ต้นทุน (Cost) ก็นับเป็นปัจจัยที่ทางบริษัทฯให้ความสำคัญอย่างสูงในการดำเนินธุรกิจ สินค้าส่วนใหญ่ที่บริษัทได้ผลิตออกมาขายในตลาดคือโครงการอาคารชุดพักอาศัยที่เน้นการตั้งราคาขายที่ต่ำกว่าคู่แข่ง โดยใช้รูปแบบอาคารที่มีความคล้ายคลึงกับอาคารก่อนหน้าเพื่อลดต้นทุนในด้านต่างๆ ดังนั้นกรณีศึกษาที่ใช้จึงเป็นโครงการอาคารชุดพักอาศัยของบริษัทฯซึ่งมีการก่อสร้างที่เสร็จสิ้นแล้ว และทางบริษัทฯมีแนวคิดที่จะนำรูปแบบโครงการดังกล่าวมาใช้กับโครงการต่อไปในอนาคต

ในช่วงปีที่ผ่านมา บริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) ได้เริ่มให้ความสนใจต่อการนำเทคโนโลยี BIM มาใช้ในบริษัทอย่างจริงจัง โดยตัวของบริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์เองมีโครงสร้างขององค์กรที่เชื่อมต่อกับทีมงานผู้เชี่ยวชาญในด้าน BIM ดังรูปที่ 3.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.1 ผังองค์กรของบริษัทฯที่เกี่ยวข้องกับที่ปรึกษาด้าน BIM

จากรูปที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าในปัจจุบัน BIM ได้เริ่มเข้าสู่ตัวองค์กรผ่านทางการพัฒนาธุรกิจและการก่อสร้าง โดยทางบริษัทฯได้มีแผนที่จะใช้ BIM เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานส่วนต่างๆต่อไปนี้

1. การพัฒนาศักยภาพฝ่ายก่อสร้างและปิยมิตร ให้เข้าสู่การใช้เทคโนโลยีระดับสูงในการพัฒนาระบบสื่อสารโครงการ
2. การนำไปใช้ในการบริหารชุมชนในด้านการบำรุงรักษาอาคาร
3. การเชื่อมต่อและพัฒนาการขายและการตลาด ทำให้ฝ่ายต่างๆมองเห็นการก่อสร้างตั้งแต่ต้นจนจบ
4. การเก็บข้อมูลเชิงสถิติเพื่อพัฒนาสินค้าในอนาคต

ปิยมิตรในการก่อสร้างของบริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)

แนวคิดเรื่องปิยมิตรหรือ Alliance คือแนวคิดที่บริษัทฯจะสร้างพันธมิตรในการทำธุรกิจที่ดีในระยะยาวต่อผู้รับเหมาก่อสร้างหรือผู้เกี่ยวข้องอื่นๆที่ทำงานร่วมกับบริษัทฯ การที่ผู้รับเหมาก่อสร้างได้เป็นปิยมิตรของบริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) จึงเป็นเหมือนมิตรทางธุรกิจที่ทางบริษัทฯจะให้ความสำคัญก่อนผู้รับเหมาเจ้าอื่นๆ เช่นการได้รับมอบหมายให้ทำงานก่อสร้างโครงการของบริษัทฯอย่างต่อเนื่อง หรือ การพัฒนาฝีมือช่างและแรงงานให้เป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทฯ รวมทั้งการที่บริษัทฯยินดีร่วมรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้นจากตัวผู้รับเหมาเองด้วย แนวคิดดังกล่าวจึงเป็นการกระตุ้นให้ผู้รับเหมาอยากเข้ามาทำงานร่วมกับบริษัทฯมากขึ้น และตัวบริษัทฯก็ได้รับความมั่นใจว่าจะมีผู้รับเหมาก่อสร้างมารอรับการขยายโครงการใหม่ๆอย่างต่อเนื่องนั่นเอง แนวคิดเรื่องปิยมิตรจึงเป็นการสร้างประโยชน์ร่วมกันในระยะยาว

โครงการที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ โครงการที่ถูกเลือกมาเป็นกรณีศึกษาเป็นโครงการของบริษัท แอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) มีรายละเอียดโครงการดังต่อไปนี้

ชื่อโครงการ:	ลุมพินีคอนโดทาวน์ ชลบุรี – สุขุมวิท
ประเภทของโครงการ:	อาคารชุดพักอาศัย 8 ชั้น จำนวน 19 อาคาร
จำนวนห้องชุด:	4,101 หน่วย
สถานที่ตั้งโครงการ:	จังหวัดชลบุรี
เนื้อที่โครงการ:	ประมาณ 37 ไร่
มูลค่าโครงการ:	ประมาณ 2,600 ล้านบาท
สถานะของการก่อสร้าง:	โครงการสร้างเสร็จและมีผู้อยู่อาศัยแล้ว
วันที่เปิดขายโครงการ:	6 ตุลาคม 2555
ราคาขายเริ่มต้น:	550,000 บาทต่อหน่วย หรือตารางเมตรละ 25,600 บาท
ขนาดห้องชุด:	21.5 – 26 ตารางเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3.2 ภาพถ่ายโครงการจริงและภาพแบบจำลองจากเว็บไซท์ www.lpn.co.th

รูปที่ 3.3 ผังโครงการแสดงตำแหน่งหนึ่งในอาคารประเภท A1 จากหลายอาคาร

รูปที่ 3.4 ที่ตั้งโครงการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>รายละเอียดของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา</u>

ประเภทอาคาร	อาคารประเภท A1 เป็นหนึ่งในแบบอาคารมาตรฐานที่บริษัทฯใช้ในการวางผังอาคารชุดในโครงการโดยทั่วไป (หมายเหตุ อาคารประเภท A1 ไม่ใช่อาคารหมายเลข A1 ตามผังโครงการ
จำนวนอาคารที่ใช้ศึกษา	1 อาคาร
จำนวนห้องชุดต่ออาคาร	229 หน่วย
จำนวนชั้นต่ออาคาร	8 ชั้น

ขนาดของห้องชุด 21.5 ตารางเมตร เฉพาะอาคารประเภท A1

จำนวนลิฟต์ในอาคาร 2 เครื่อง

ระบบการก่อสร้างที่ใช้ ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ระบบการก่อสร้างและวัสดุที่ใช้ในอาคารกรณีศึกษา

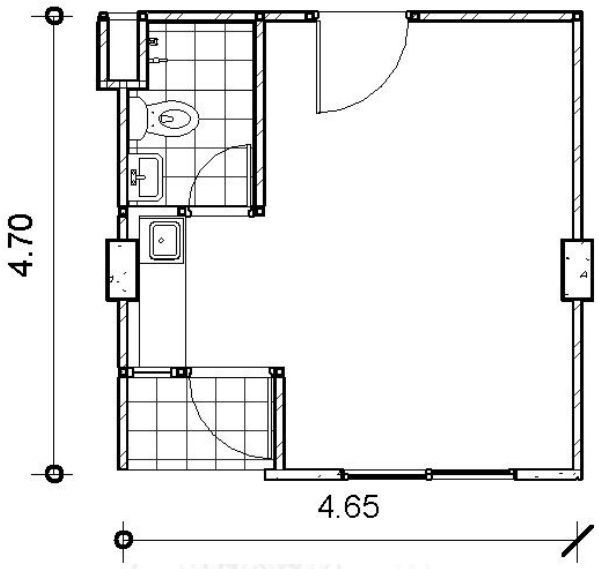
งานโครงสร้าง	
พื้นโครงสร้างชั้น 1	พื้นสำเร็จรูป Hollow Core
พื้นโครงสร้างชั้น 2 ถึงพื้นดาดฟ้า	พื้นระบบ Post-Tensioned
เสา	เสาคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่
คาน	คานคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูปและหล่อในที่
งานสถาปัตยกรรม	
พื้นส่วนกลาง	กระเบื้องเซรามิคขนาด 30 x 30 ซม.
พื้นห้องพักอาศัย	พื้นลามิเนตสำเร็จรูป
พื้นห้องน้ำ	กระเบื้องเซรามิคขนาด 30 x 30 ซม.
ฝ้าเพดานส่วนกลาง	ฝ้ายิปซั่มฉาบเรียบ
ฝ้าเพดานส่วนห้องน้ำในห้องพักอาศัย	ฝ้ายิปซั่มทีบาร์พร้อมอลูมิเนียม 1 นิ้ว
ฝ้าเพดานในห้องพักอาศัย	ไม่มีฝ้า ใช้ท้องพื้นสำเร็จรูปทาสีเป็นเพดาน
ผนังภายใน	ผนังก่ออิฐฉาบปูน ทาสี
ผนังภายนอก	ผนังสำเร็จรูปไม่รับแรง ทาสี
หน้าต่าง	หน้าต่างอลูมิเนียม

ต้นทุนการก่อสร้างอาคารโดยผู้รับเหมาหลักต่ออาคาร

เตรียมงานก่อสร้าง	3.33	ล้านบาท
งานโครงสร้าง	10.17	ล้านบาท
งานตกแต่งผิวพื้น	9.06	ล้านบาท
งานฝ้าเพดาน	2.53	ล้านบาท
งานเบ็ดเตล็ด	5.53	ล้านบาท
รวมค่าก่อสร้างและกำไรโดยผู้รับเหมาหลัก	29.41	ล้านบาท
ต้นทุนการก่อสร้างของผู้รับเหมารายย่อย	37.22	ล้านบาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

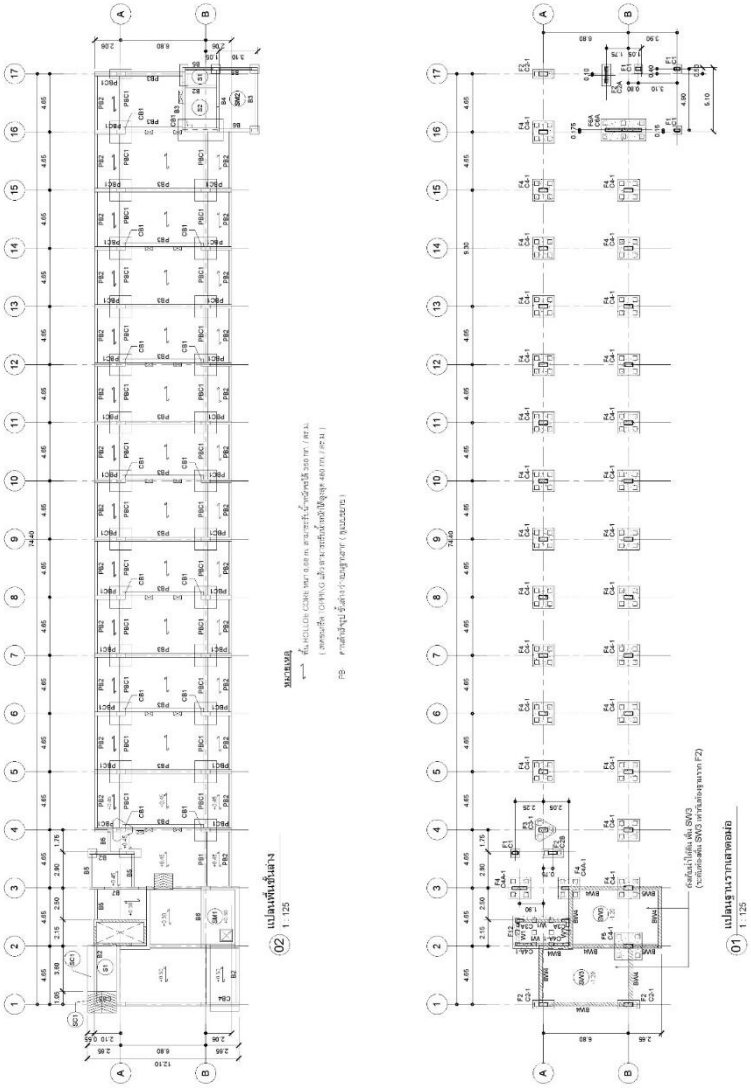
รวมค่าก่อสร้างอาคารและค่าดำเนินการต่างๆ	66.63 ล้านบาท ต่ออาคาร
พื้นที่ก่อสร้างต่ออาคาร	6,672.72 ตารางเมตร
ราคาค่าก่อสร้างต่อตารางเมตร	9,986 บาท



รูปที่ 3.5 ห้องขนาด 21.5 ตารางเมตร

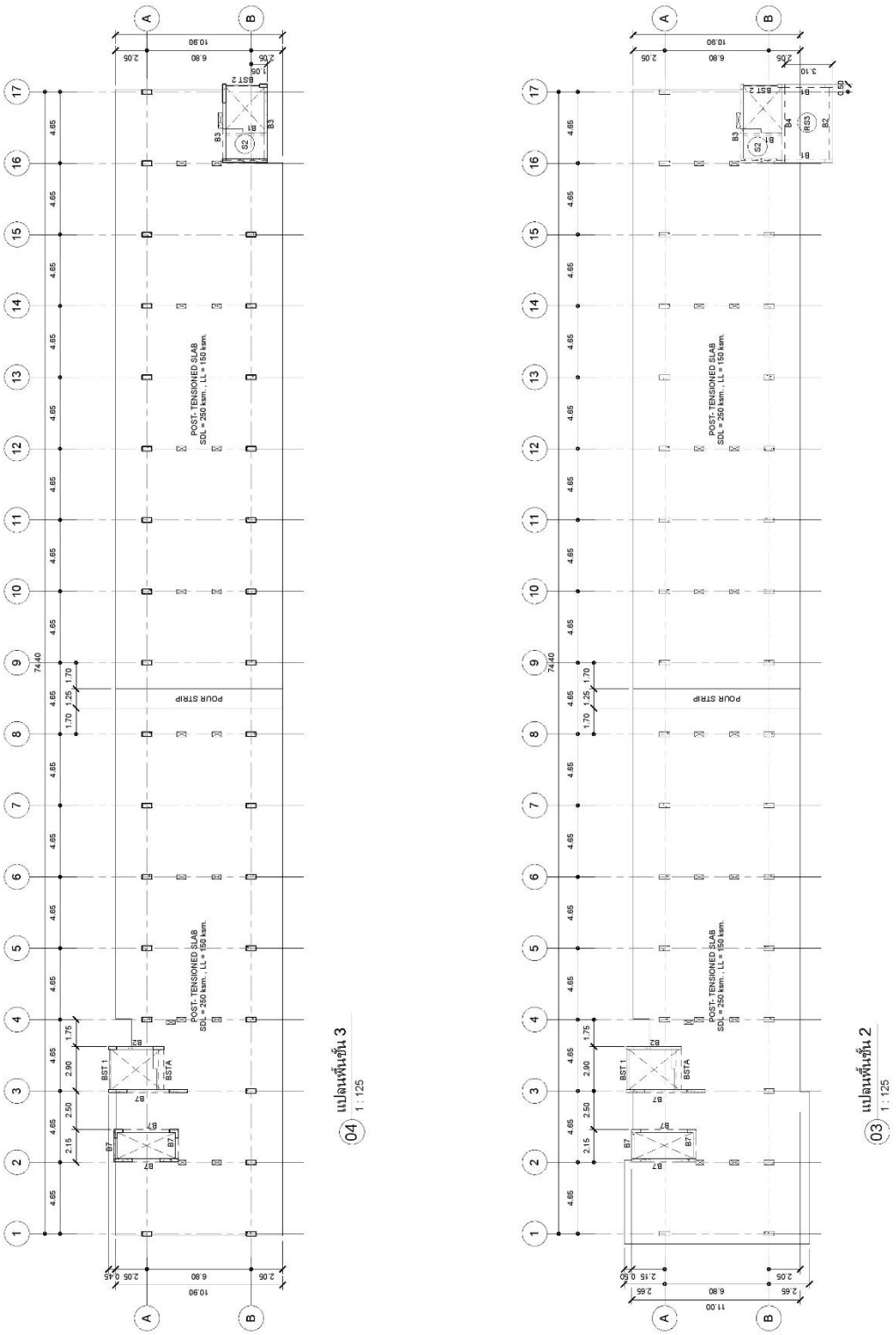
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบโครงสร้างอาคารประเภท A1

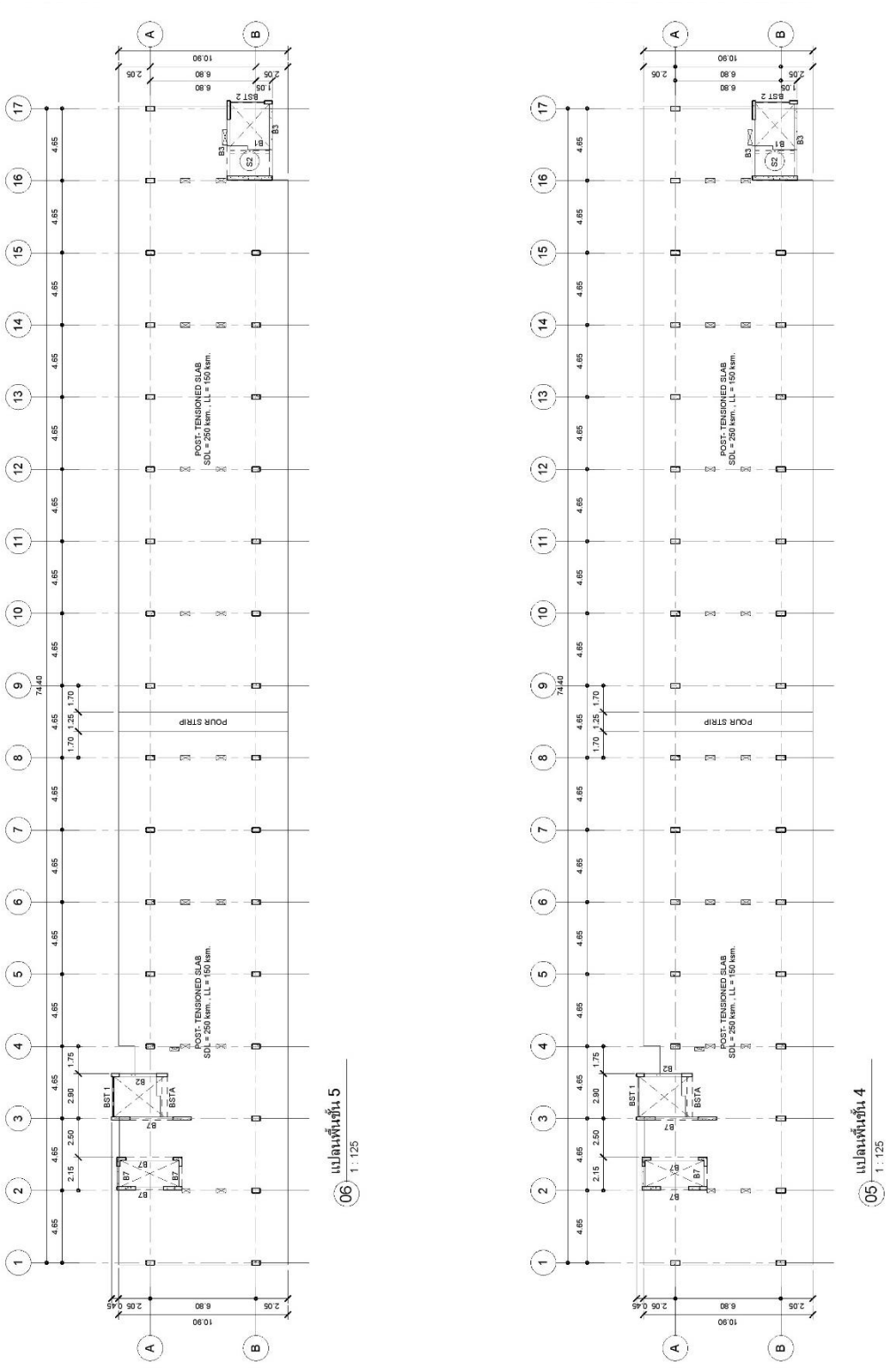


รูปที่ 3.6 แปลนพื้นชั้นล่างและแปลนฐานรากตอม่อ (โครงสร้าง)

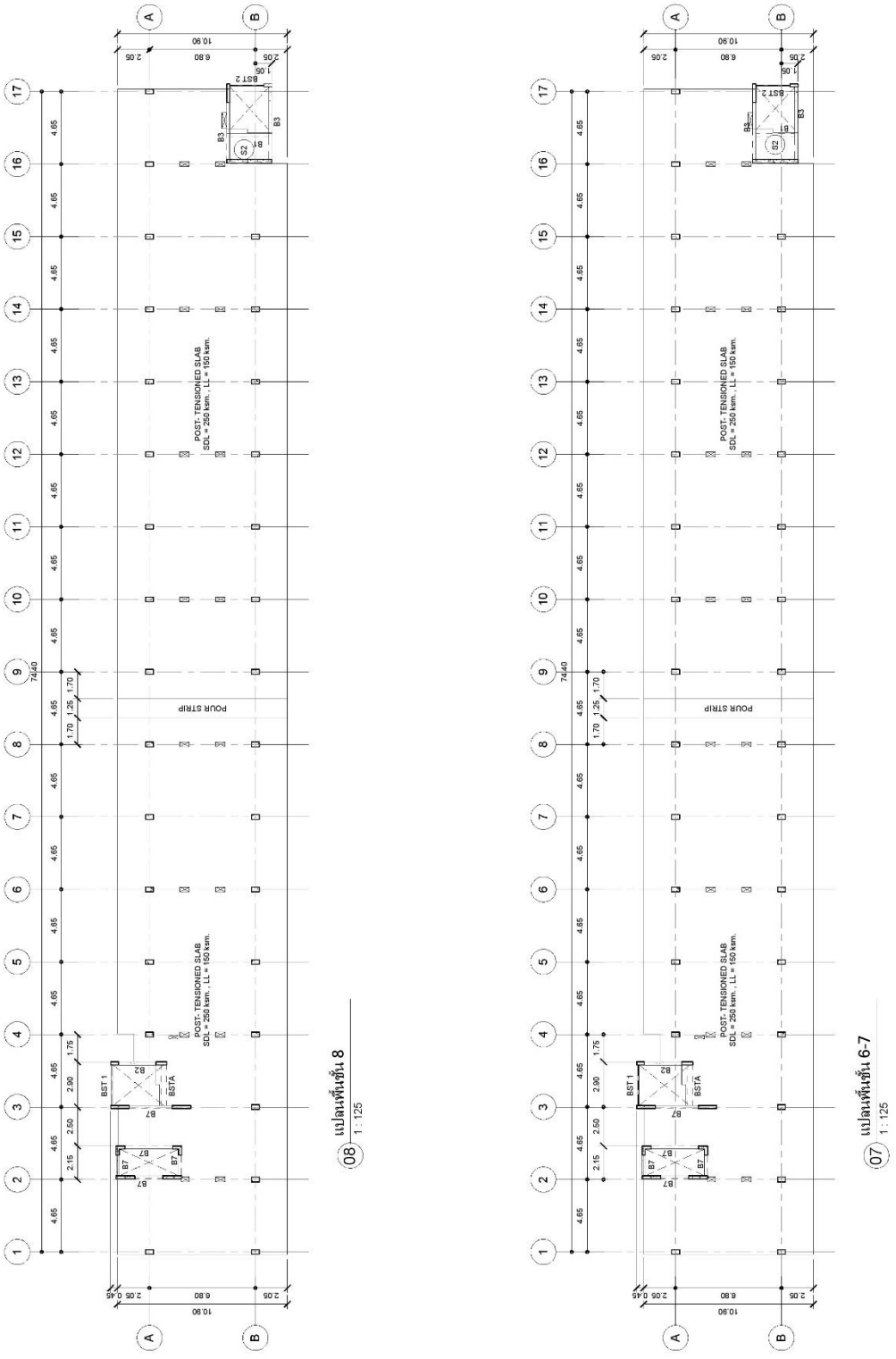
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



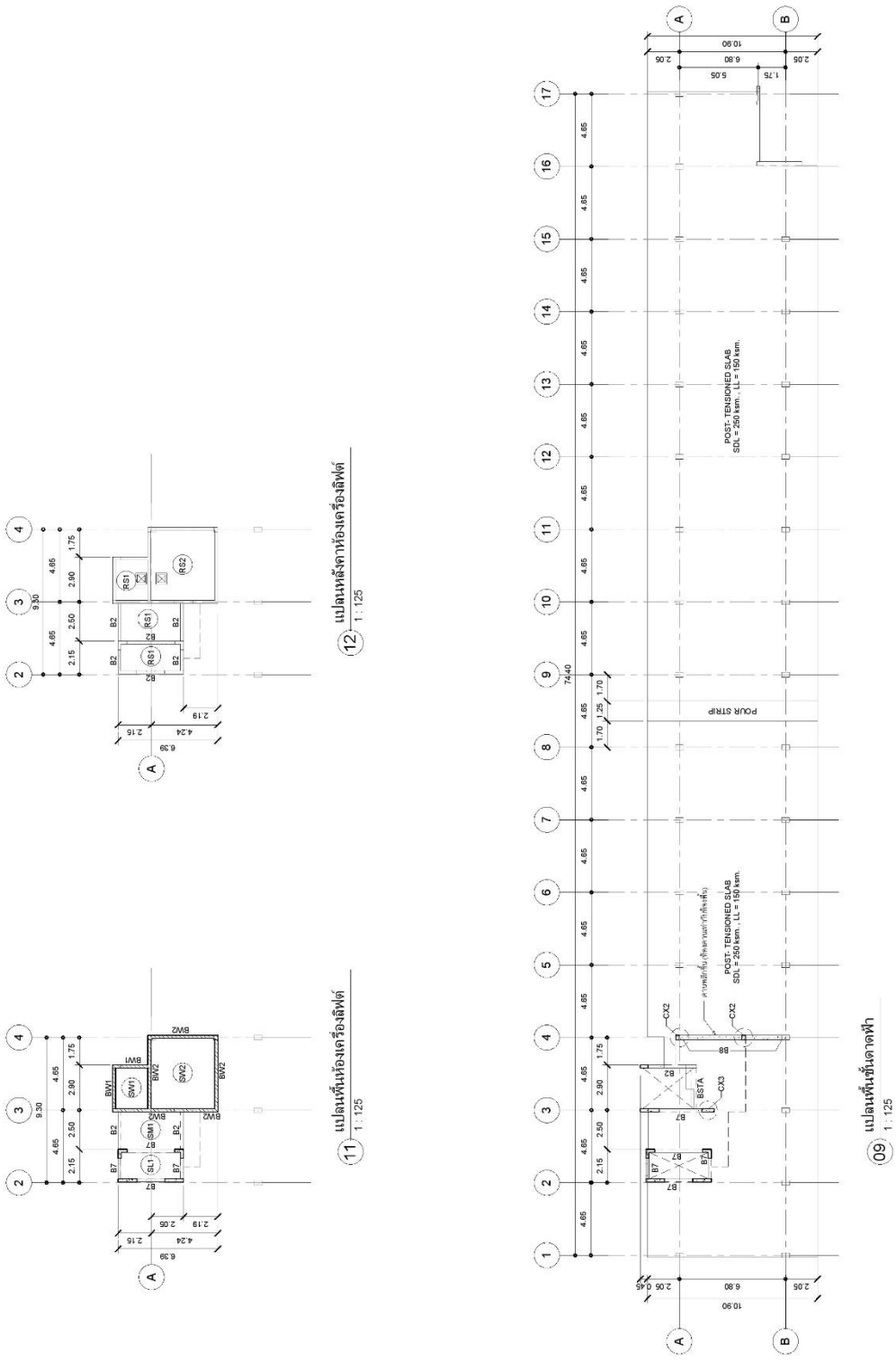
รูปที่ 3.7 แปลนพื้นชั้น 2 และชั้น 3 (โครงสร้าง)



รูปที่ 3.8 แปลนพื้นชั้น 4 และชั้น 5 (โครงสร้าง)

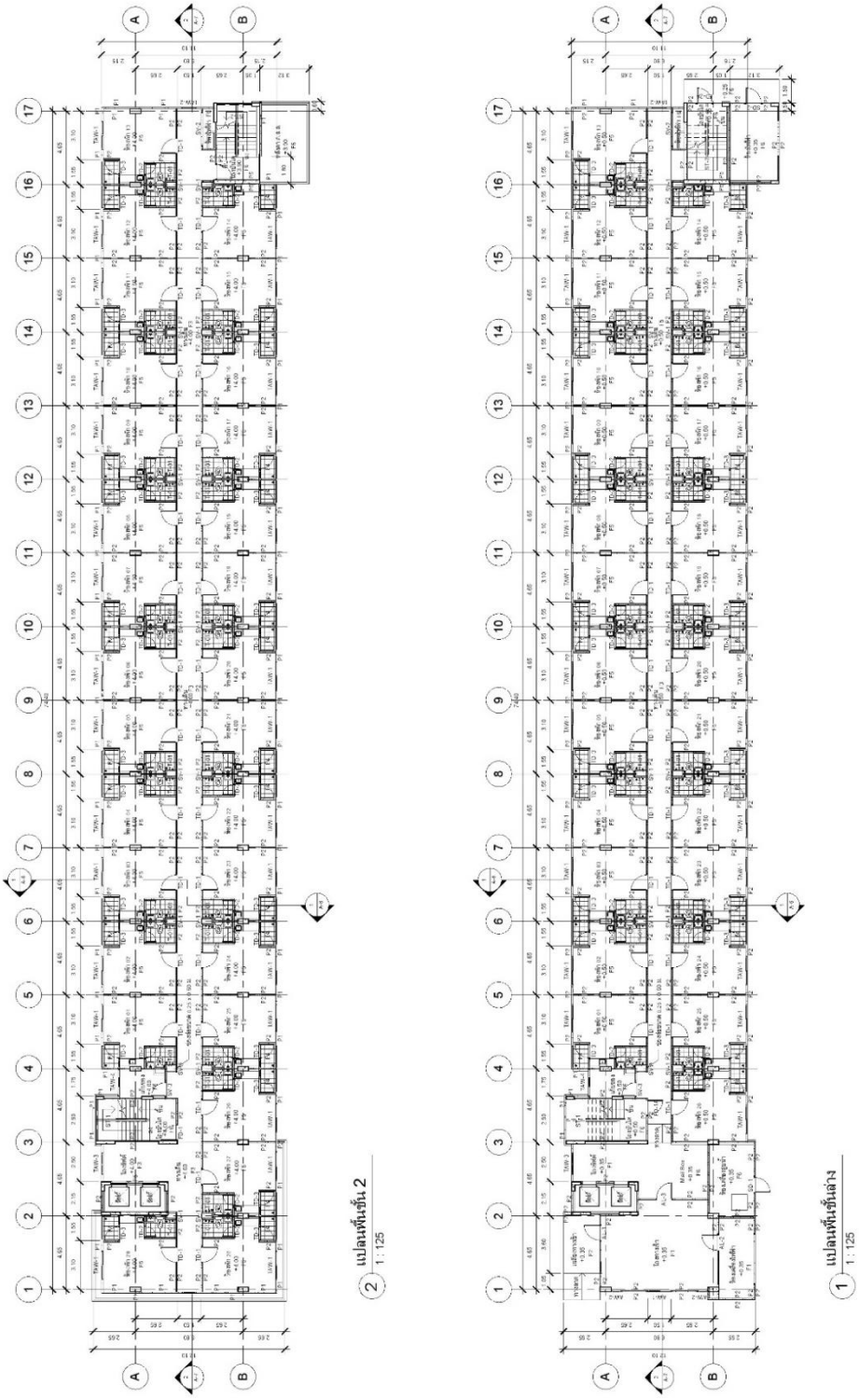


รูปที่ 3.9 แปลนพื้นชั้น 6-7 และชั้น 8 (โครงสร้าง)

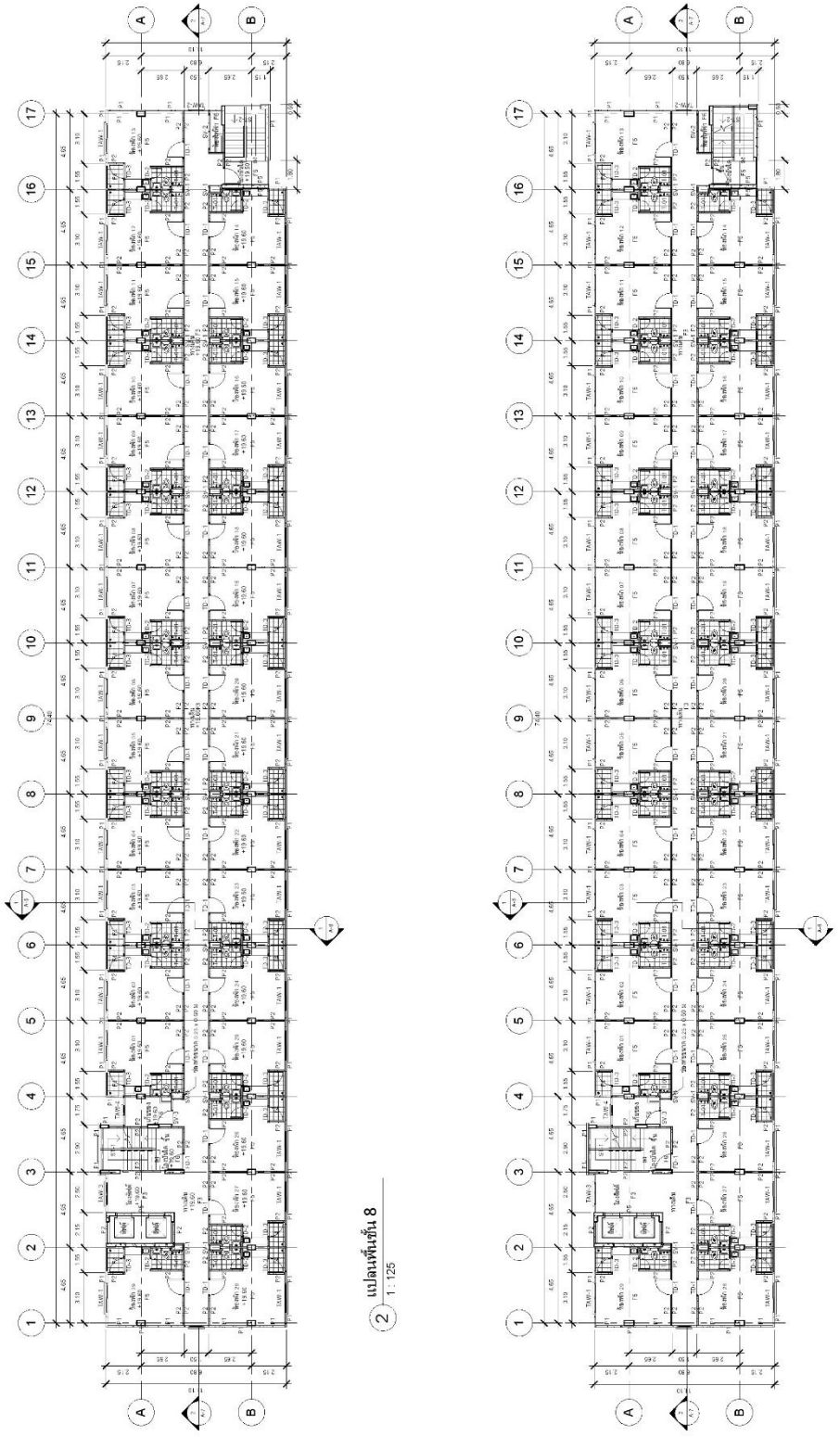


รูปที่ 3.10 แปลนพื้นชั้นดาดฟ้า พื้นห้องเครื่องลิฟต์ และหลังคาห้องเครื่องลิฟต์ (โครงสร้าง)

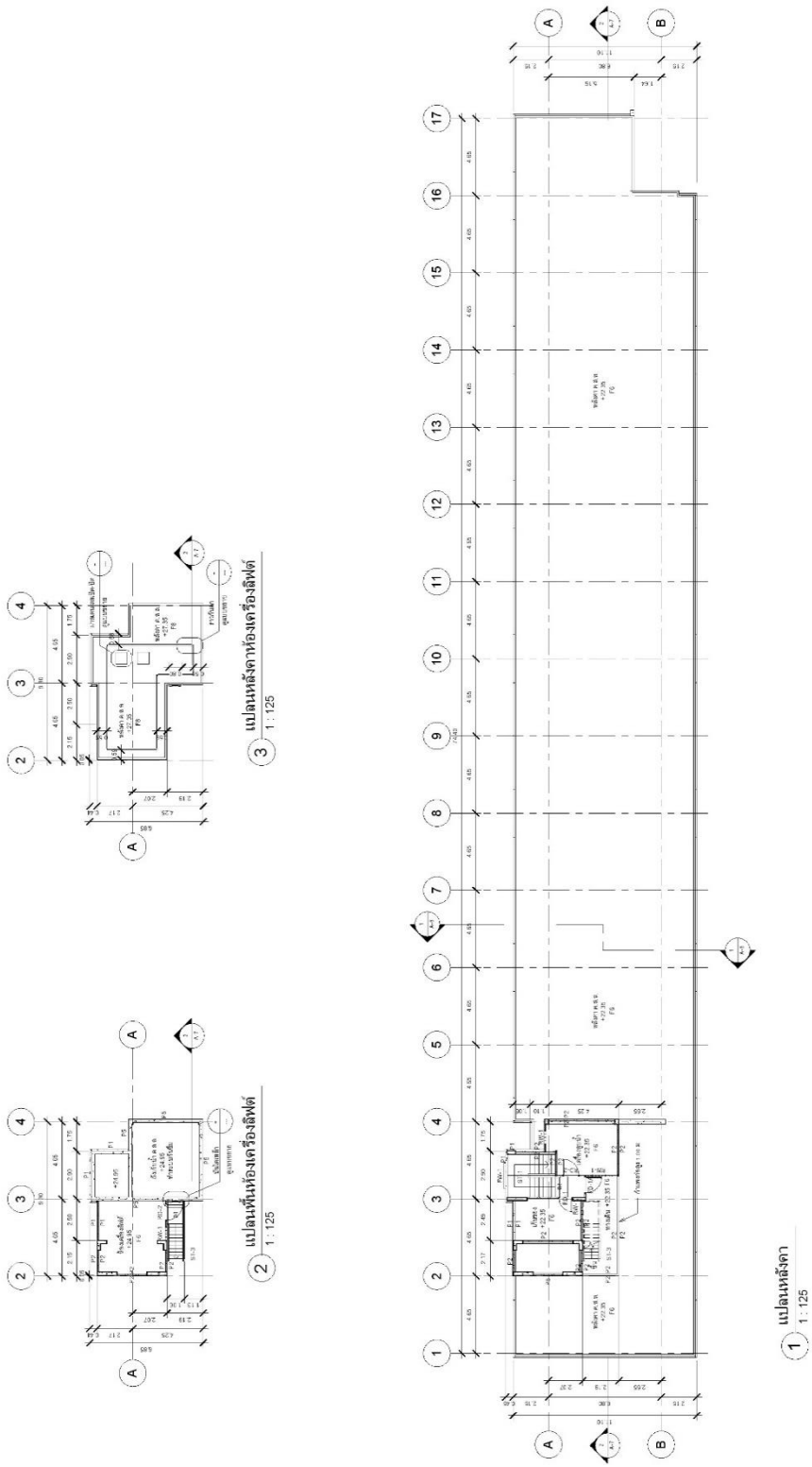
แบบสถาปัตยกรรมอาคารประเภท A1



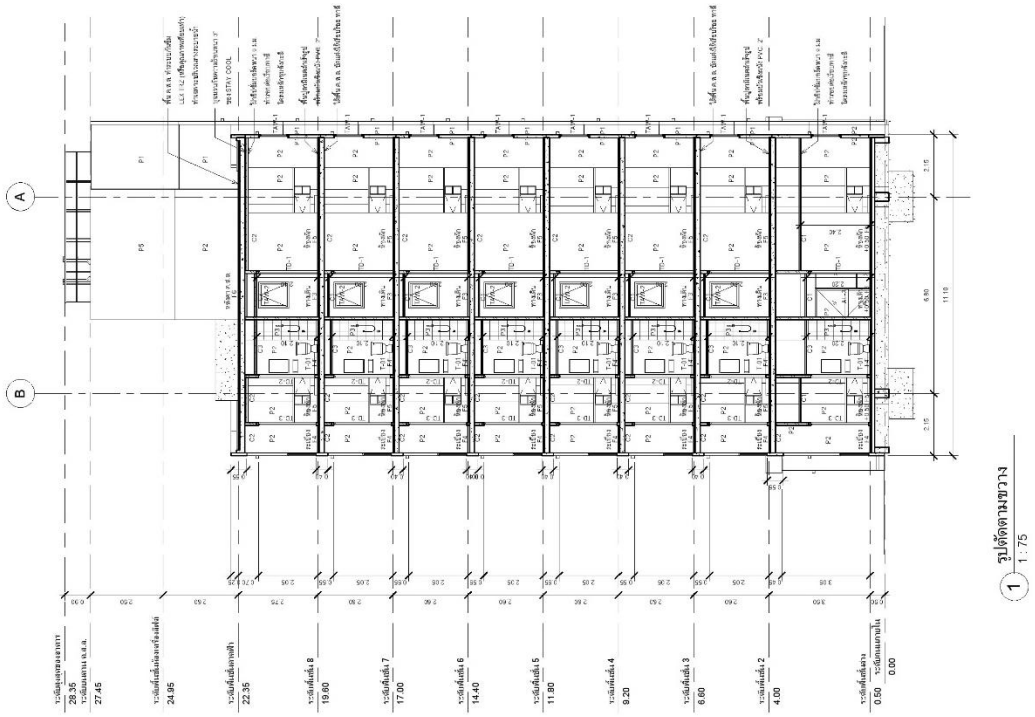
รูปที่ 3.11 แบบแปลนชั้นล่างและแปลนพื้นชั้นที่ 2 (สถาปัตยกรรม)



รูปที่ 3.12 แปลนชั้น 3 – 7 และชั้น 8 (สถาปัตยกรรม)

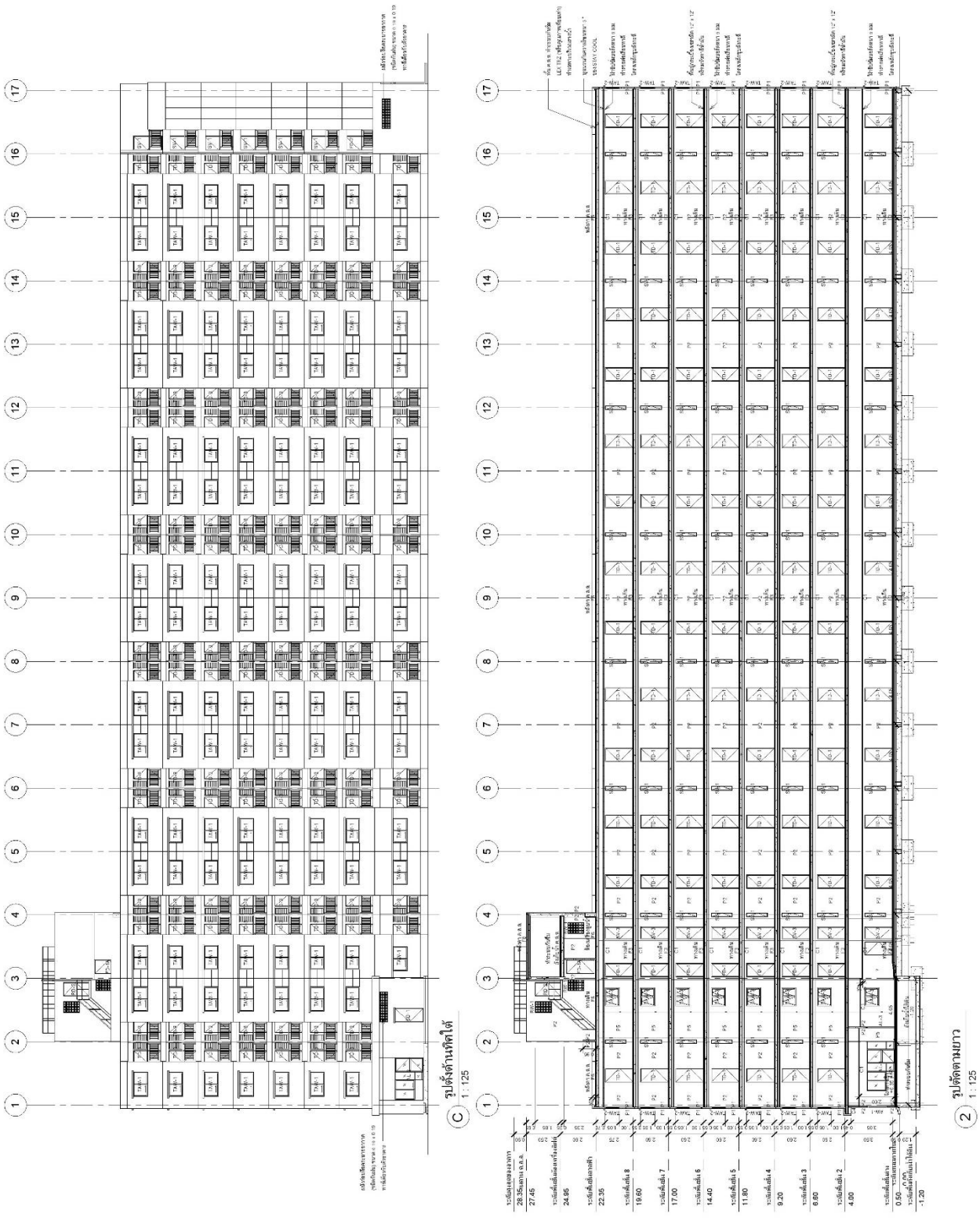


รูปที่ 3.13 แปลนชั้นดาดฟ้า พื้นห้องเครื่องลิฟต์ และหลังคาลิฟต์ (สถาปัตยกรรม)

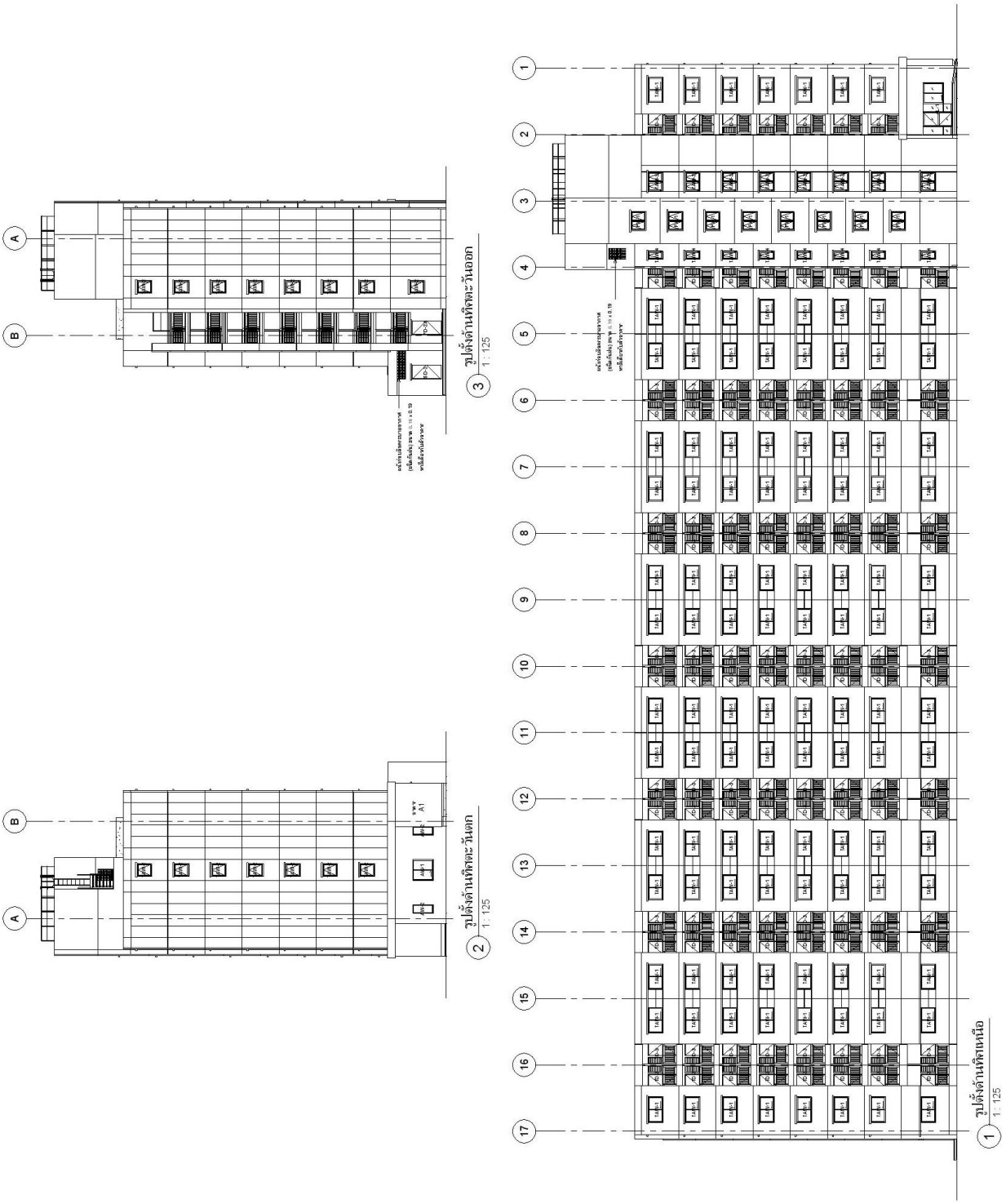


รูปที่ 3.14 รูปตัดขวาง (สถาปัตยกรรม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.15 รูปตัดตามยาว และรูปตั้งทางทิศใต้ (สถาปัตยกรรม)



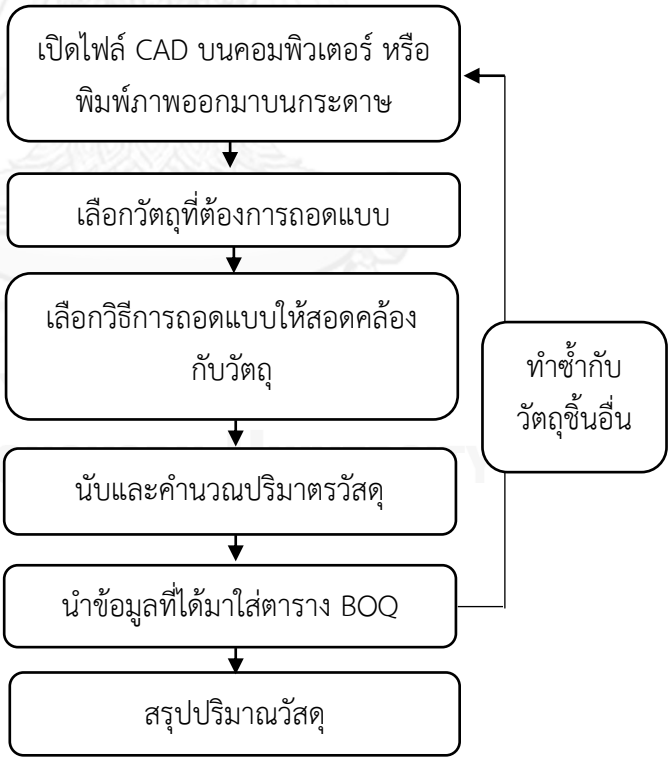
รูปที่ 3.16 รูปตั้งด้านทิศเหนือ ตะวันตก และตะวันออก (สถาปัตยกรรม)

บทที่ 4
การศึกษาวิธีการและผลการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุ

ในขั้นแรกก่อนการเริ่มวิเคราะห์ผลการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุ ความเข้าใจในกระบวนการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปและวิธีการใช้ BIM นับว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการวิจัยอย่างมากที่จะทำให้เห็นถึงสาเหตุของความแตกต่างจากการถอดแบบได้ การเก็บข้อมูลทางด้านขั้นตอนการถอดแบบนี้ใช้การศึกษาข้อมูลทุติยภูมิและการสัมภาษณ์ผู้ชำนาญการ ได้แก่ หนังสือคู่มือการถอดแบบประมาณราคาวัสดุก่อสร้าง วิศวกรโยธา ผู้ถอดแบบ ผู้คุมงานก่อสร้าง และผู้ชำนาญการด้าน BIM

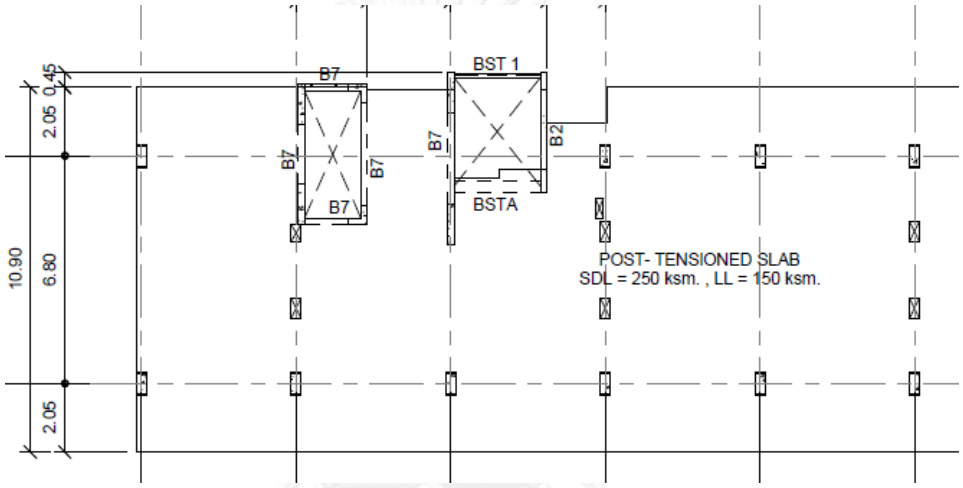
ขั้นตอนการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป

การถอดแบบโดยวิธีการทั่วไปเป็นการกำหนดให้ผู้ถอดแบบเป็นแกนหลักสำคัญในการถอดแบบ โดยผู้ถอดแบบควรจะมีเครื่องมือในการช่วยถอดแบบเช่น ตารางปริมาณวัสดุกลาง เครื่องคิดเลข ปากกา หรือหากมีความชำนาญด้านคอมพิวเตอร์ก็จะสามารถใช้ซอฟแวร์ประเภท CAD เพื่อแสดงแบบบนจอคอมพิวเตอร์และใช้เมาส์ในการเลือกพื้นที่หรือวัสดุเพื่อถอดแบบ โดยกระบวนการถอดแบบสามารถแสดงให้เห็นได้ดังขั้นตอนโดยสรุปในรูป 4.1 ต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป

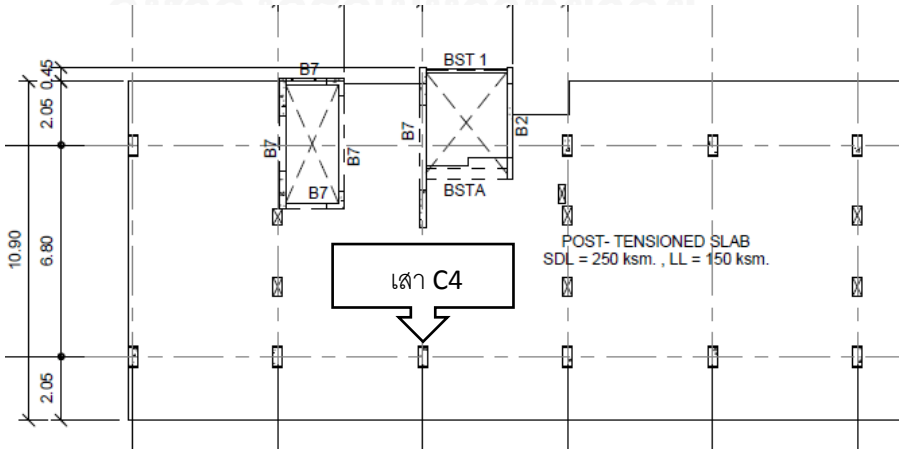
การถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปในปัจจุบันมักจะใช้ซอฟแวร์ประเภท CAD สนับสนุนสำหรับการนับและวัดปริมาณเนื่องจากแบบ CAD บนระนาบ 2 มิติ ซึ่งเป็นการมองภาพจากด้านบนหรือด้านข้างบนคอมพิวเตอร์มีภาพที่ชัดเจนมากกว่าการใช้มือร่างแบบบนกระดาษ แต่ในบางกรณีผู้ถอดแบบถอดแบบจากงานพิมพ์บนกระดาษ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.2 และการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปนี้เป็นวิธีที่ทางผู้ถอดแบบโดยผู้รับเหมาก่อสร้างเป็นผู้ใช้ ในบางกรณีไม่ใช่การถอดแบบตามหนังสือหรือหลักการถอดแบบในเชิงทฤษฎี



รูปที่ 4.2 ภาพแบบส่วนหนึ่งของอาคารตัวอย่างเพื่อใช้แสดงการถอดแบบ มุมมองจากด้านบน

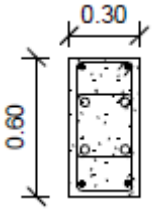
ตัวอย่างการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป

1. ผู้ถอดแบบตัดสินใจเลือกวัตถุที่จะถอดแบบ ในกรณีตัวอย่างนี้ผู้ถอดแบบได้เลือกถอดแบบเสาโครงสร้างประเภท C4 ซึ่งเป็นเสาขนาดทั่วไปที่ใช้ในอาคาร ดังรูปที่ 4.3



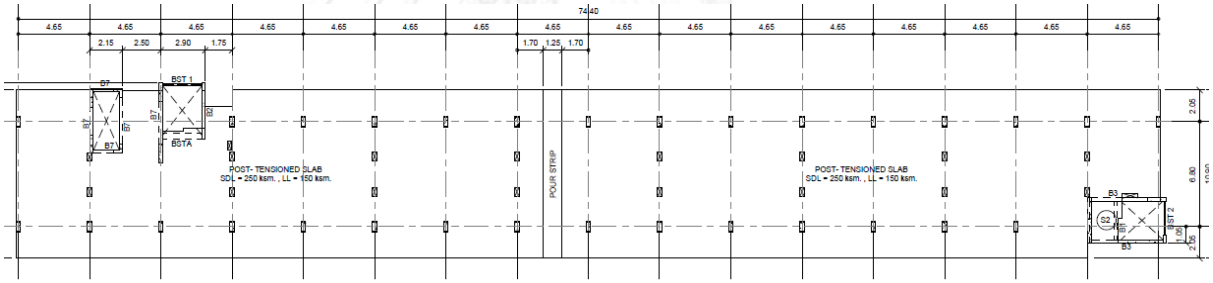
รูปที่ 4.3 ภาพแสดงตำแหน่งเสา C4 ต้นหนึ่งในแบบก่อสร้าง

2. ผู้ถอดแบบทำการอ่านข้อมูลในแบบว่าเสาแต่ละต้นมีขนาดเท่าใด และมองหาว่าเสาอยู่ในตำแหน่งใดบ้าง ในตัวอย่างการถอดแบบนี้จากข้อมูลแบบก่อสร้าง เสา C4 มีขนาด 0.30 x 0.60 ส่วนการเลือกใช้ความสูงจะขึ้นอยู่กับผู้ถอดแบบ ในกรณีนี้จะใช้ความสูงจากพื้นของชั้นถึงพื้นของชั้น (Floor to Floor) ที่ 2.60 ม. ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ขนาดของเสาในตัวอย่างการถอดแบบ

3. ผู้ถอดแบบนับจำนวนเสาที่มองเห็น โดยอาจมีการทำเครื่องหมายว่าได้นับจำนวนไว้แล้วเพื่อป้องกันการนับซ้ำ ในรูปที่ 4.4 นี้มีการนับจำนวนเสา C4 ได้ทั้งสิ้น 26 ต้น แต่ละต้นมีปริมาตรคอนกรีตทั้งสิ้น (0.3 x 0.6 x 2.6) = 0.468 ตร.ม. โดยไม่ต้องนับปริมาตรเหล็กเสริมที่แทรกอยู่ในเนื้อคอนกรีตใน ตามจำนวนเสาประเภท C4 จากเสาทุกประเภททั้งหมดในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ผังเสาคอนกรีตในแบบ CAD ชั้น 3

หมายเหตุ ขนาดของเสาแต่ละต้นสามารถตรวจสอบได้จากภาคผนวก

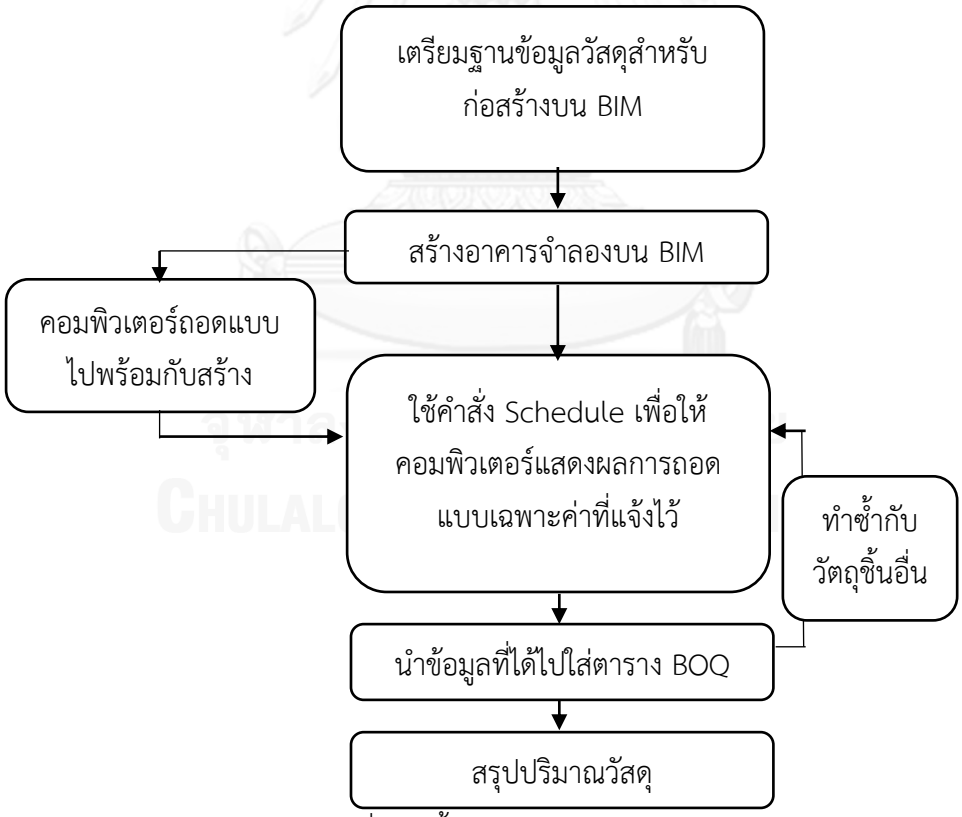
4. นำข้อมูลมาใส่ตารางปริมาณวัสดุกลาง และทำซ้ำกับวัตถุอื่นๆจนมั่นใจว่าการนับจำนวนเสร็จสิ้นแล้วคำนวณปริมาณในตารางปริมาณวัสดุกลางและสรุปผลรวม ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงตัวอย่างสรุปผลการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป

รายการ	จำนวน	ปริมาตรต่อหน่วย	หน่วย	รวมทั้งสิ้น
เสาคอนกรีตขนาด 0.30x0.60x2.60 ชั้น 3	26	0.468	ลบ.ม.	12.17

ขั้นตอนการใช้ซอฟแวร์ Revit 2014 ในการประมาณปริมาณวัสดุก่อสร้าง

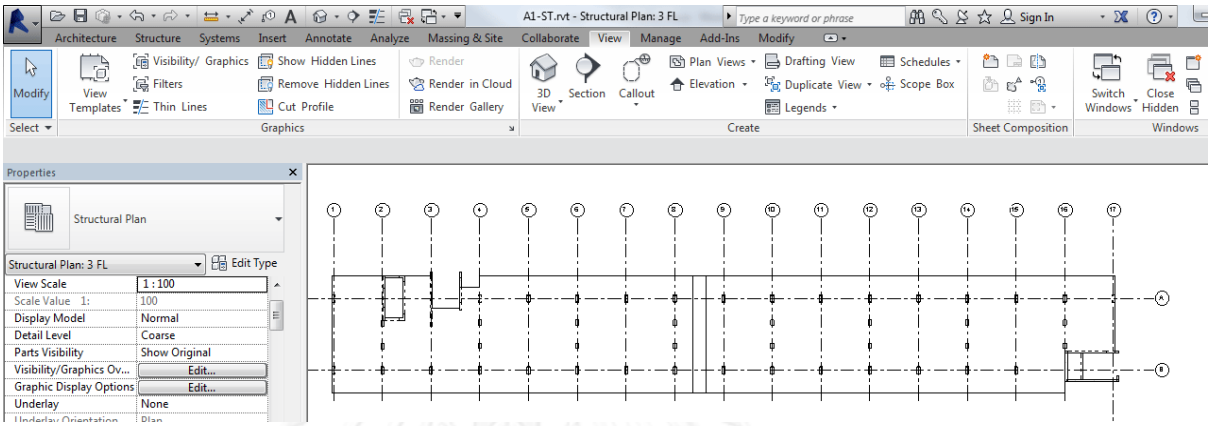
ซอฟแวร์ Revit 2014 เป็นซอฟแวร์ที่มีจุดประสงค์เดิมเพื่อใช้ในการจำลองการสร้างอาคาร 3 มิติ ในอดีตการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุผู้ใช้จะต้องติดตั้งซอฟแวร์เสริมเข้ากับ Revit ก่อนทำการถอดแบบเนื่องจากซอฟแวร์นี้ยังไม่สามารถถอดแบบได้เอง โดยตัวซอฟแวร์เสริมประเภท BIM สำหรับการถอดแบบก็ได้แก่ Sage Timeberline หรือ Autodesk Quantitative Take-Off เป็นต้น แต่ปัจจุบันการซอฟแวร์ Revit นี้ได้รับความนิยมจากผู้ใช้อย่างกว้างขวางจึงทำให้มีการพัฒนาให้สามารถถอดแบบได้ในตัว โดยตั้งแต่ปีพ.ศ. 2556 บริษัทผู้ผลิตซอฟแวร์ Autodesk ได้รวมตัวซอฟแวร์ Revit เข้ากับ Autodesk Quantitative Take-Off ทำให้ซอฟแวร์ Revit 2014 นี้สามารถถอดแบบโดยใช้ชุดคำสั่งของ Autodesk Quantitative Take-Off ได้ด้วย ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าจะสร้างแบบจำลองอาคารจากพื้นที่เปล่า หรือนำแบบ CAD ที่มีอยู่เดิมซึ่งมีรายละเอียดของอาคารอยู่แล้วมาวางเป็นพื้นหลังในการจำลองแบบ ในงานวิจัยครั้งนี้ขั้นตอนการถอดแบบโดยใช้เทคโนโลยี BIM ผ่านซอฟแวร์ Revit 2014 จะใช้กรณีหลังคือ ตัวโครงการนั้นมีแบบ CAD ที่เขียนไว้เสร็จแล้ว และได้นำแบบนั้นมาสร้างอาคารจำลองด้วย BIM ดังขั้นตอนในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการถอดแบบด้วย BIM

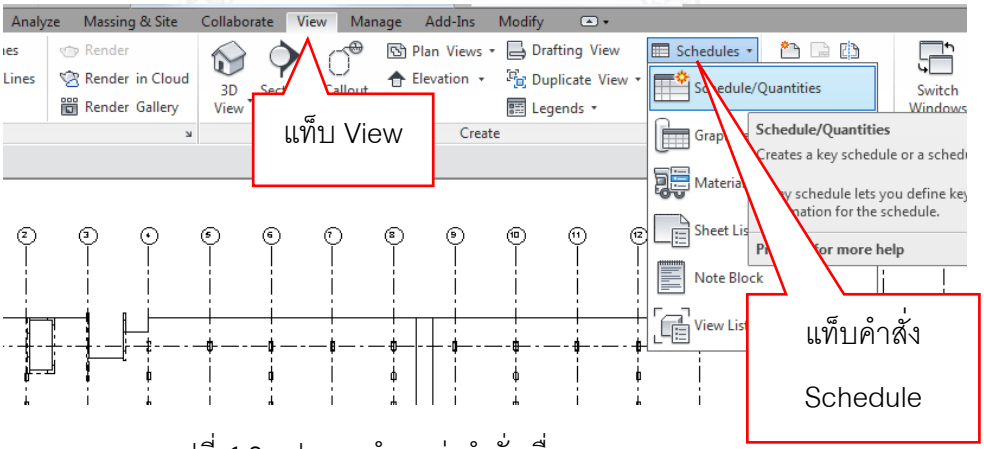
ตัวอย่างการถอดแบบงานด้วย Revit 2014

1. สร้างไฟล์ที่มีสกุลไฟล์เป็น (.rvt) ดังรูปที่ และทำการสร้างอาคารพร้อมเสาโครงสร้างโดยอ้างอิงจากแบบก่อสร้างที่ได้รับมาดังรูปที่ 4.7 โดยเมื่อสร้างอาคารคอมพิวเตอร์ซึ่งมีความสามารถในการประมวลผลมากกว่ามนุษย์จะทำการถอดแบบวัตถุทุกชิ้นไปพร้อมกับการสร้าง แต่ยังไม่ได้แสดงออกมาให้เห็น



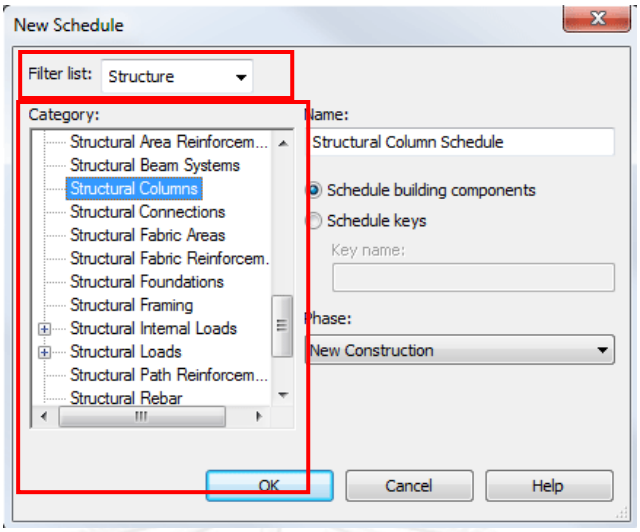
รูปที่ 4.7 ภาพแสดงการสร้างแบบจำลองอาคารด้วยซอฟแวร์ Revit 2014

2. เลือกแท็บหัวข้อ [View] > คำสั่ง [Schedules] > [Schedule/Quantities] ดังรูปที่ 4.8 เพื่อเริ่มการแสดงผลการถอดแบบ



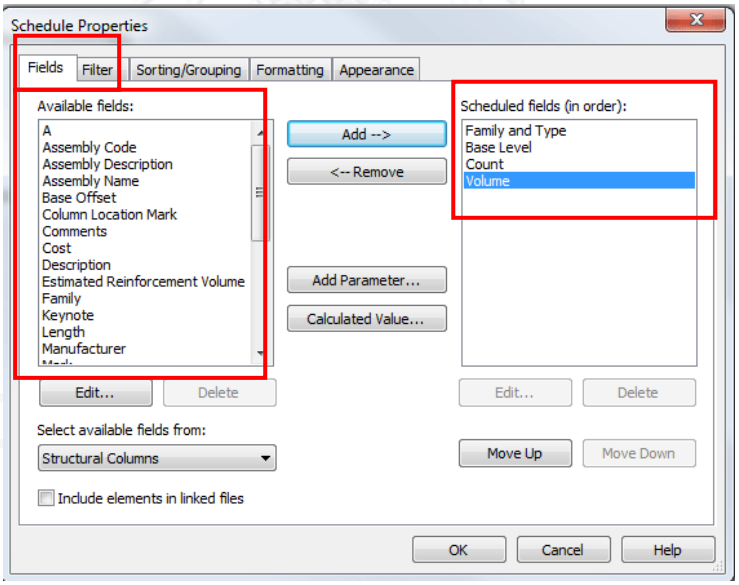
รูปที่ 4.8 รูปแสดงตำแหน่งคำสั่งเพื่อแสดงผลการถอดแบบ

3. ในกรณีตัวอย่างนี้เป็นการถอดแบบเพื่อนับจำนวนเสาและปริมาณคอนกรีตที่ใช้เสาโครงสร้างรับน้ำหนัก (Structural Columns) ของแบบโครงสร้าง จึงเลือก Filter List เป็น [Structure] และเลือก Category เป็น [Structural Columns] ดังรูปที่ 4.9 ซึ่งหากเป็นการนับปริมาณงานประเภทอื่นๆเช่นงานสถาปัตยกรรม ต้องมีการเลือกตั้งค่าต่างๆให้เหมาะสมด้วย



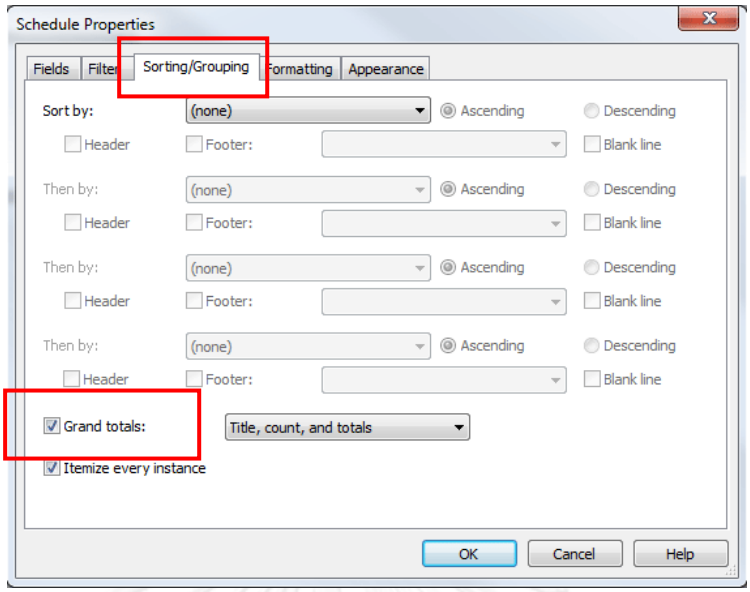
รูปที่ 4.9 การตั้งค่าก่อนการแสดงผลการถอดแบบงานเสาโครงสร้าง

4. จากนั้นซอฟแวร์จะเริ่มถามว่า ผู้ใช้ต้องการทราบข้อมูลการถอดแบบในส่วนใดบ้าง ให้ผู้ใช้เลือกหัวข้อจากแท็บ Field > Available fields โดยเลือกที่ [Family & Type] เพื่อแสดงประเภทของวัตถุ [Count] เพื่อแสดงจำนวนนับ [Base Level] เพื่อแสดงชั้นของอาคาร และ [Volume] เพื่อแสดงปริมาณวัตถุ ผ่านคำสั่ง [Add -->] ดังรูปที่ 4.10



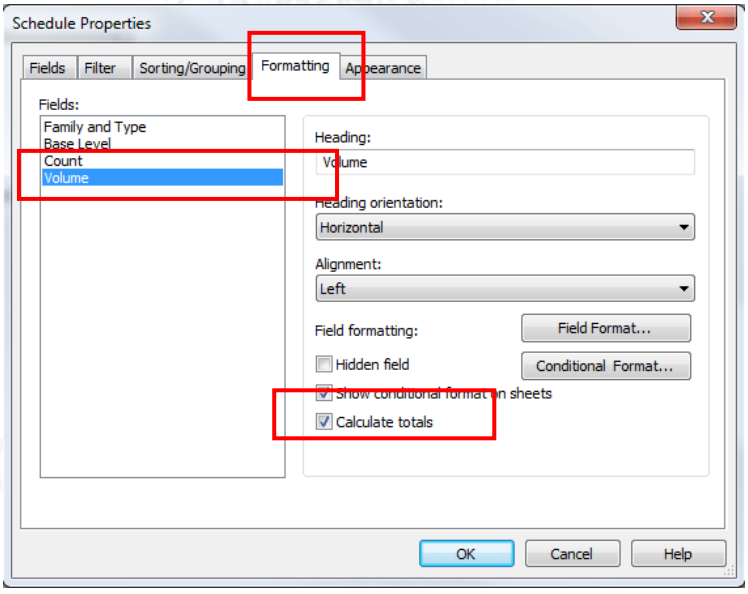
รูปที่ 4.10 การตั้งค่าก่อนการถอดแบบในหัวข้อ Fields

5. ที่แท็บ Sorting/Grouping เลือกใส่เครื่องหมายถูก [√] ที่ช่อง Grand Totals ดังรูปที่ 4.11



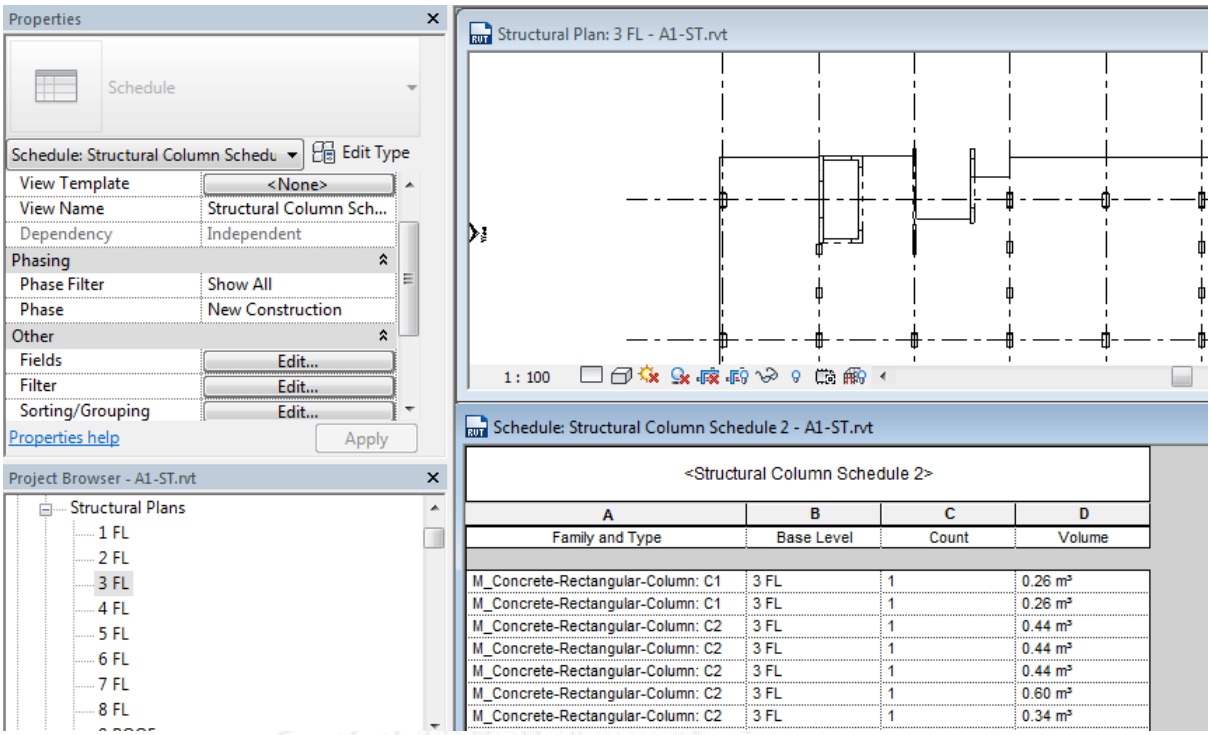
รูปที่ 4.11 การตั้งค่าก่อนการถอดแบบในหัวข้อ Sorting/Grouping

6. ที่แท็บ Formating เลือกใส่เครื่องหมายถูก [√] ที่ช่อง Calculating Total เฉพาะตัวข้อมูลที่ต้องการให้นับผลรวม เช่น ตัวแปร [Count] หรือ [Volume] ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 การตั้งค่าก่อนการถอดแบบในหัวข้อ Formatting

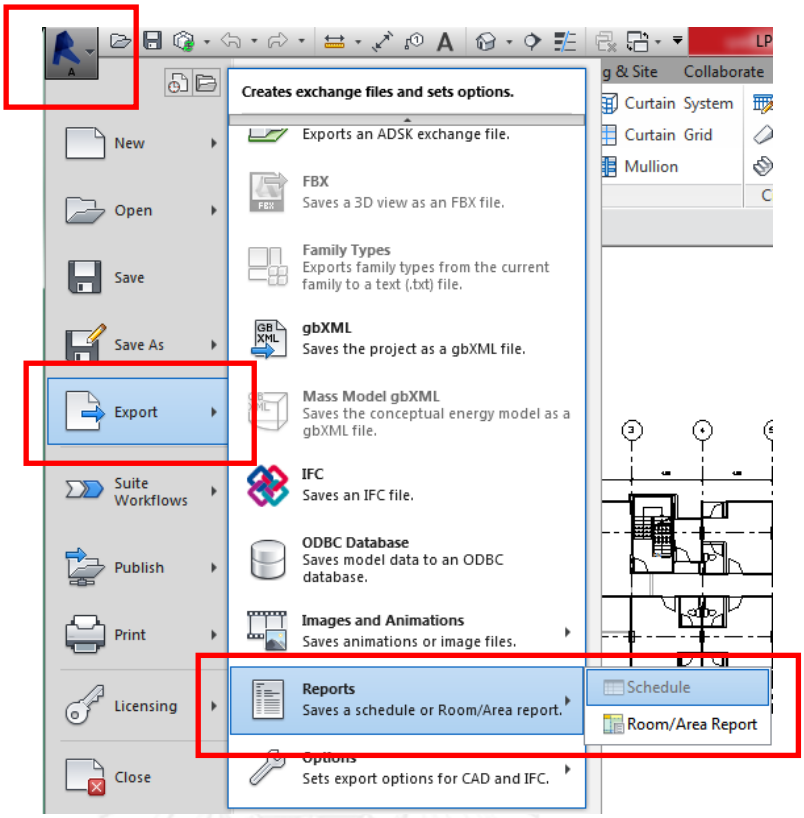
7. คอมพิวเตอร์จะแสดงผลการถอดแบบหาจำนวน (Count) และปริมาณคอนกรีต (Volume) ของเสาให้ พร้อมค่าสรุป ดังรูปที่ 4.13 เมื่อตั้งค่าทุกอย่างเสร็จสิ้นจึงเลือกคำสั่ง [OK]



รูปที่ 4.13 ผลการถอดแบบด้วย Revit 2014 ในโครงสร้างตัวอย่าง

8. นำตารางที่ได้มาสรุปในตารางวัสดุกลาง โดยสามารถบันทึกตัวเลขที่ได้มาใส่ตาราง Microsoft Excel ผ่านเมนูคำสั่ง [Export] > [Reports] > [Schedule] แล้วบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์สกุล .txt และนำไปเปิดในโปรแกรม Microsoft Excel ดังขั้นตอนในรูปที่ 4.14 ซึ่งในกรณีตัวอย่างนี้จะได้ผลรวมการถอดแบบของเสาประเภท C4 บนชั้น 3 ที่ 11.44 ตร.ม. ดังรูปที่ 4.15 และสามารถสรุปผลการถอดแบบด้วย BIM ได้ดังตารางที่ 4.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.14 ขั้นตอนการ Export ไฟล์ตารางวัสดุสู่ Microsoft Excel

	A	B	C	D
1	Structural Column Schedule 2			
2	Family and Type	Base Level	Count	Volume
3			26	11.44
4	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
5	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
6	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
7	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
8	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
9	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
10	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
11	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
12	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
13	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
14	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
15	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
16	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
17	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
18	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
19	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
20	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
21	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
22	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
23	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
24	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
25	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
26	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
27	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
28	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44
29	M_Concrete-Rectangular-Column: C4-3	3 FL	1	0.44

รูปที่ 4.15 การแสดงผลใน Microsoft Excel

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงตัวอย่างสรุปผลการถอดแบบด้วยวิธีการใช้ BIM

รายการ	จำนวน	ปริมาตรต่อหน่วย	หน่วย	รวมทั้งสิ้น
เสาคอนกรีตขนาด 0.30x0.60x2.60 ชั้น 3	26	0.44	ลบ.ม.	11.44

ตารางที่ 4.3 สรุปผลการถอดแบบโดยทั้งสองวิธี

รายการ	หน่วย	วิธีทั่วไป	วิธีใช้ BIM
เสาคอนกรีตขนาด 0.30x0.60x2.60 ชั้น 3	ลบ.ม.	12.17	11.44

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าปริมาตรคอนกรีตที่วัดได้จากทั้ง 2 วิธี แม้จะใช้รูปแบบอาคารเดียวกันในการถอดแบบ แต่กลับได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการวิเคราะห์ในภายหลังว่าในการถอดแบบที่มีต้นแบบอาคารเหมือนกัน เหตุใดจึงได้ผลการวัดปริมาตรที่ต่างกันและวิธีใดควรจะเป็นวิธีการที่ถูกต้องและแม่นยำมากกว่า

ผลการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปและวิธีการใช้ BIM

ในการวิจัยครั้งนี้รายการที่ถูกนำมาเป็นตัวแปรเพื่อวัดความแม่นยำจากแบบก่อสร้างของอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษาจะมาจากงานโครงสร้างเป็นหลักเนื่องจากงานโครงสร้างมักจะเป็นงานส่วนที่มีมูลค่าสูงสุดในการก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานประเภทคอนกรีตและเหล็กเสริมที่มีมูลค่ามากถึงร้อยละ 25 – 30 ของมูลค่าการก่อสร้างในโครงการทั่วไป ผลการถอดแบบจึงจะมุ่งไปที่การวัดปริมาณของวัสดุที่ผู้ถอดแบบได้ทำการถอดแบบไว้ด้วยวิธีทั่วไปและการวัดปริมาตรวัสดุที่ BIM ถอดได้ หมวดหมู่การถอดแบบจะอิงรูปแบบจากตารางของผู้ถอดแบบโดยวิธีทั่วไปเป็นหลัก โดยจะมีการถอดแบบงานสถาปัตยกรรมและงานระบบเป็นส่วนเพิ่มเติมเพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ผล

รายการต่างๆที่นำมาพิจารณาและผลการถอดแบบโครงสร้าง

ในการถอดแบบโครงสร้างอาคารทั่วไปจะมีการแบ่งหมวดการก่อสร้างตามประเภทวัสดุที่ใช้ โดยอาจจะมีแนวทางหรือมาตรฐานการกำหนดรายการ แต่เนื่องจากไม่มีการบังคับด้านกฎหมายใดๆผู้

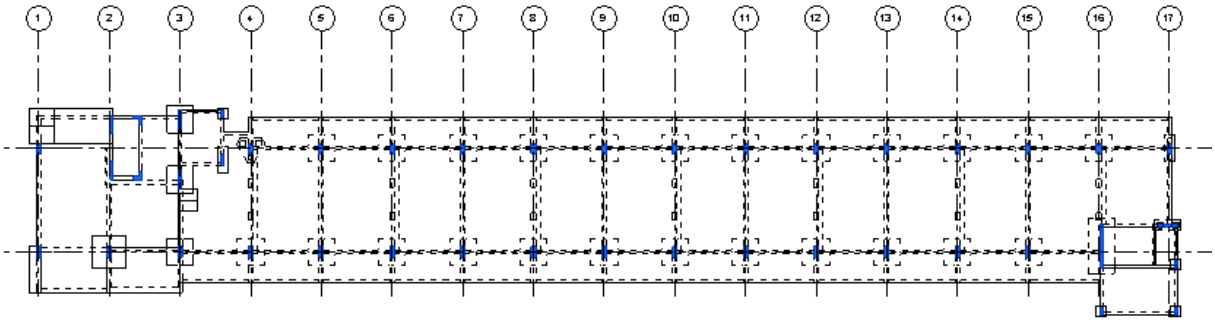
ถอดแบบจึงสามารถปรับแบ่งประเภทรายการที่ใช้ถอดแบบให้เหมาะสมกับโครงการแต่ละโครงการได้ โดยรายการที่ถูกนำมาพิจารณาในการถอดแบบมีดังนี้

1. คอนกรีต 240 KSC สำหรับเสาและผนัง SW
2. คอนกรีต 320 KSC สำหรับพื้น Post-Tensioned
3. เหล็กเสริมประเภท RB9
4. เหล็กเสริมประเภท DB20

1. คอนกรีต 240 KSC สำหรับเสาและผนัง SW

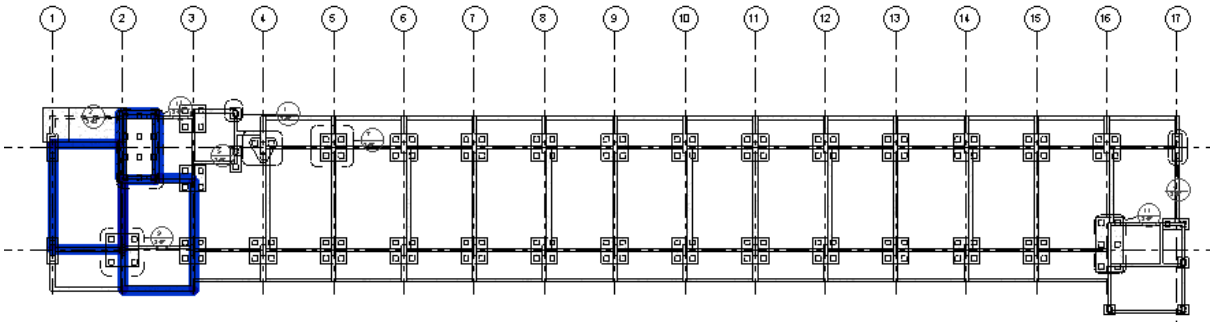
คอนกรีต 240 KSC คือคอนกรีตที่มีกำลังอัดที่ 28 วันหลังการเก็บตัวอย่างในห้องทดลองไม่น้อยกว่า 240 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยกำลังอัดของคอนกรีตที่ 240 KSC นั้นเหมาะที่จะใช้กับอาคารที่อยู่อาศัยรวมในส่วนห้องพักทั่วไป เช่น อาคารพักอาศัยขนาดทั่วไปทั้งในส่วนเสาและคาน เป็นต้น ในการถอดแบบครั้งนี้ในหมวดคอนกรีต 240 KSC สำหรับเสาและผนัง SW มีผลที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัด จึงถูกนำมาพิจารณาหาสาเหตุการแตกต่าง โดยผนัง SW คือผนังหรือกำแพงสำหรับบ่อเก็บน้ำใต้ดินที่ใต้บริเวณทางเข้าอาคาร A1 ซึ่งเป็นกำแพงที่ฝังอยู่ใต้ดินและต้องรับแรงอัดจากตัวอาคารด้านบนเหมือนกับเสาทั่วไปที่รับแรงจากชั้นบน ในทางทฤษฎีจะเรียกกำแพงดังกล่าวว่าเป็นกำแพงประเภท Bearing Wall หรือกำแพงที่รับแรง[31] ทางผู้รับเหมาจึงนำมาจัดหมวดไว้ร่วมกันกับเสา

บริเวณที่มีการถอดแบบคอนกรีต 240 KSC สำหรับงานเสาและผนัง SW ในแบบก่อสร้างแสดงอยู่ในรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17



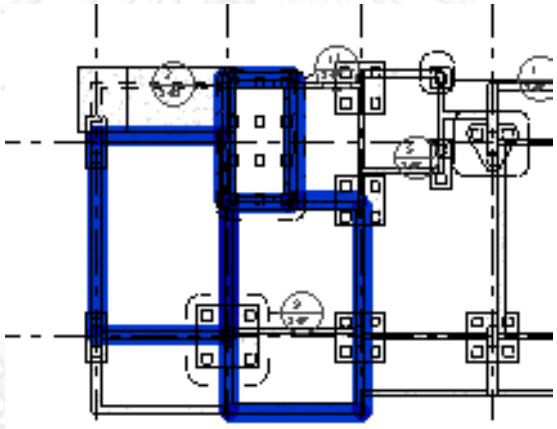
รูปที่ 4.16 ตำแหน่งเสาโครงสร้างของอาคาร

[31] กรมโยธาธิการและผังเมือง (2552). มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว. กรุงเทพมหานคร, ดิจิตอล ออฟเซท เอเชีย แปซิฟิค จำกัด.



รูปที่ 4.17 ตำแหน่งผนัง SW ในแบบก่อสร้างชั้นฐานราก

การถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป ในส่วนของงานเสาจะให้ผู้ถอดแบบใช้วิธีการนับจำนวนเสาจากภาพพิมพ์หรือหน้าจอคอมพิวเตอร์ ส่วนผนัง SW เนื่องจากมีปริมาณไม่มากและไม่ซับซ้อน ผู้ถอดแบบจะใช้การวัดเส้นรอบรูปของสี่เหลี่ยมแล้วคูณด้วยความหนาและความสูงของผนัง ดังแสดงผลในรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 การแบ่งตำแหน่งของผนัง SW เป็นรูปสี่เหลี่ยมย่อย

ตารางที่ 4.4 ผลการถอดแบบผนัง SW ในสี่เหลี่ยม A

แนวผนัง SW	กว้าง x ยาว	เส้นรอบรูป	ความหนาผนัง	ความสูงผนัง	ปริมาตรคอนกรีต
A	4.65 x 6.80	22.9 ม.	0.2 ม.	1.85 ม.	8.47

การถอดแบบโดยวิธีทั่วไปนั้นผู้ถอดแบบจะเผื่อปริมาณวัสดุคอนกรีตเพิ่มอีกร้อยละ 5 ตามหลักการถอดแบบดังนั้นค่าที่ได้จากข้อมูลของผู้รับเหมาก่อสร้างจะถูกหักลบลงไปเพื่อให้เป็นค่าก่อนเผื่อ

การถอดแบบด้วยวิธีการใช้ BIM นั้นจะใช้คำสั่ง schedules กับงานเสาโครงสร้างก่อน 1 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาใส่ตารางปริมาณวัสดุกลาง และจะใช้คำสั่ง schedules กับงานผนังโครงสร้างอีก1 ครั้งแล้วค่อยนำค่าปริมาณวัสดุที่ได้มาเพิ่มในรายการปริมาณวัสดุกลางรายการเดิม จากนั้นจึงแสดงผลการถอดแบบโดยไม่มีการเผื่อปริมาณวัสดุใดๆ การถอดแบบโดยวิธีทั่วไปและวิธีการใช้ BIM ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการถอดแบบคอนกรีต 240 KSC สำหรับงานเสาและผนัง SW

รายการ	หน่วย	วิธีทั่วไป	วิธี BIM
คอนกรีตสำเร็จรูป 240 KSC สำหรับงานเสาและผนัง SW	ลบ.ม.	207.46	166.88

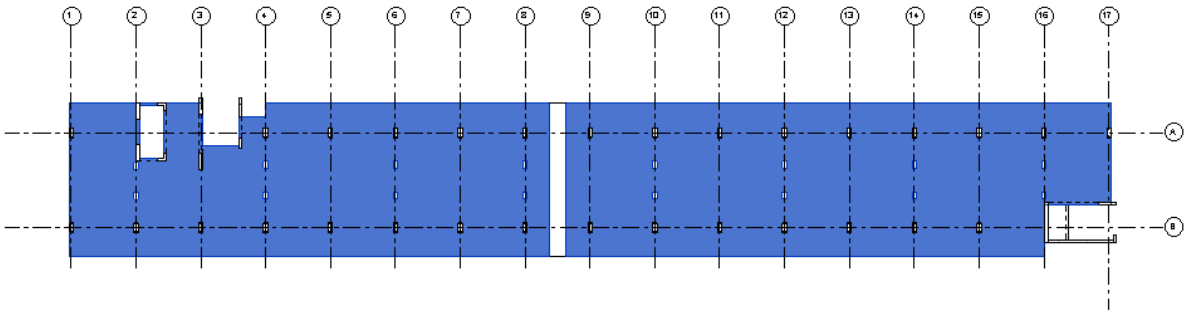
2. คอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC

คอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC คือคอนกรีตที่มีการผสมเสร็จล่วงหน้าไว้แล้วจากโรงงานและนำใส่รถบรรทุกคอนกรีตมาส่งที่หน้างาน โดยจะมีกำลังอัดที่ 28 วันหลังการเก็บตัวอย่างในห้องทดลองไม่น้อยกว่า 320 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งถือว่ามีความแข็งแรงมาก ในกรณีศึกษาครั้งนี้คอนกรีตสำเร็จรูปจะถูกนำมาใช้บริเวณพื้นของแต่ละชั้นยกเว้นชั้น 1 ที่ใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปมาวางประกอบ โดยคอนกรีตประเภทนี้จะถูกนำมาเทสร้างพื้นด้วยระบบ Post-Tensioned

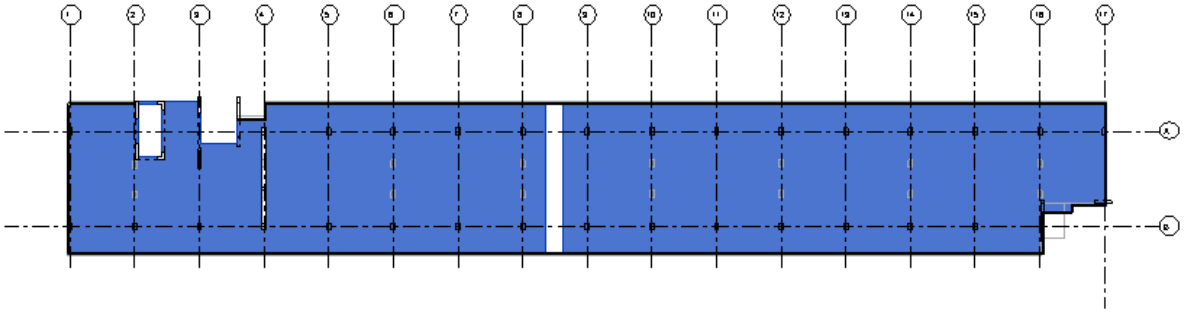
พื้นระบบ Post-Tensioned ที่ใช้ในการก่อสร้างครั้งนี้เป็นพื้นที่สร้างโดยไม่มีคานมารองรับตามตัวอย่างในรูปที่ 4.19 และจะเริ่มสร้างตั้งแต่ชั้น 2 ไปจนถึงชั้นดาดฟ้าดังรูปที่ 4.20 และรูปที่ 4.21 ทำให้อาคารมีพื้นที่มีความบางแต่สามารถรับน้ำหนักได้มาก มีความสวยงามเนื่องจากไม่มีคานปรากฏให้เห็นทำให้พื้นผิวเรียบเนียนต่อเนื่องไปตลอด พื้นระบบ Post-Tension นั้นจะใช้การตั้งแบบหล่อพื้นบนนั่งร้านและเทคอนกรีตลงไปบนแบบหล่อจนกระทั่งคอนกรีตเริ่มแข็งตัวเชื่อมกับส่วนหัวเสาของชั้นนั้นๆ จากนั้นผู้รับเหมาก่อสร้างจะทำการดึงเหล็กเสริมพิเศษให้ตึงเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของคอนกรีต

ในการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุพื้น Post-Tensioned ด้วยทั้งวิธีทั่วไปและวิธีการใช้ BIM นั้นต่างก็จะเป็นการคำนวณในส่วนที่เป็นคอนกรีตอย่างเดียวเท่านั้นไม่คิดปริมาตรเหล็กเสริมในเนื้อคอนกรีต จึงเป็นการวัดรูปเลขาคณิตจากแบบได้โดยตรงไม่มีความซับซ้อนใดๆ ทั้งนี้พื้น Post-Tensioned ที่ใช้ในกรณีศึกษานี้มีความหนาทั้งสิ้น 0.17 ม. และมีบริเวณที่จะใช้ถอดแบบดังรูปที่ 4.20 และรูปที่ 4.21

รูปที่ 4.19 ตัวอย่างพื้นระบบ Post-Tensioned (ภาพโดย Freyssinet Limited, 2014)[32]



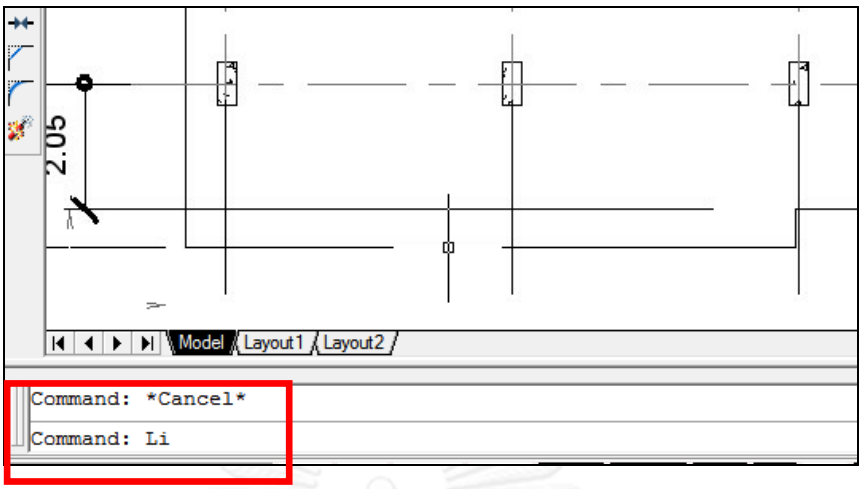
รูปที่ 4.20 บริเวณพื้น Post-Tensioned ชั้นที่ 2 ถึง ชั้นที่ 8



รูปที่ 4.21 บริเวณพื้น Post-Tensioned ชั้นดาดฟ้า

การถอดแบบโดยวิธีทั่วไปมักจะใช้ซอฟแวร์ AutoCAD ในการวัดพื้นที่เนื่องจากเป็นพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่หลายเหลี่ยมที่มีความซับซ้อนไม่มาก โดยผู้ถอดแบบจะสร้างเส้นล้อมพื้นที่ส่วนที่เป็นพื้นสีน้ำเงินในรูปที่ 4.20 ทีละชั้น เมื่อพิมพ์คำสั่ง “Li” แล้วกดปุ่ม Enter ซอฟแวร์จะแสดงผลพื้นที่ที่ลากเส้นให้ ตามรูปที่ 4.22

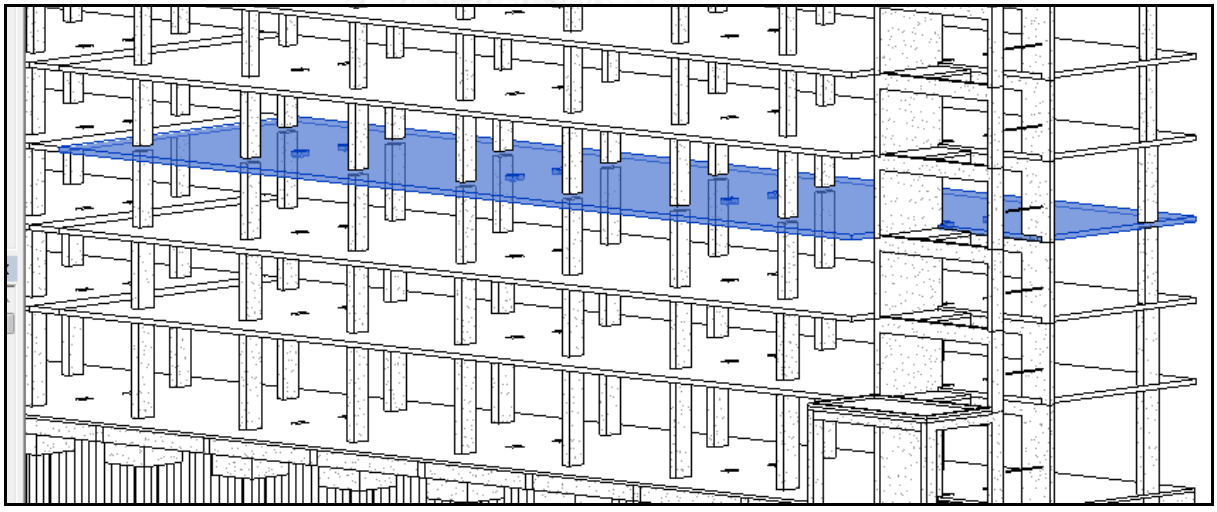
[32] Freyssinet Co., L. (2014). "Post-Tensioned Technology." from http://freyssinet.co.uk/tag/post-tensioning-2/.



รูปที่ 4.22 การแสดงการวัดพื้นที่ด้วยคำสั่ง Li สำหรับพื้น Post-Tensioned ใน AutoCAD

การถอดแบบโดยวิธีทั่วไปจะมีการเผื่อปริมาณคอนกรีตอีกร้อยละ 5 ดังนั้นจึงต้องมีการหักลบส่วนเผื่อนี้ออกก่อนที่จะนำผลการถอดแบบมาวิเคราะห์

เมื่อใช้ BIM วัดพื้นที่ BIM จะแสดงขอบเขตพื้นที่ของวัสดุที่สร้างขึ้นมาตามจริงแล้วทำการวัดขนาดตามรูปที่ปรากฏโดยอัตโนมัติและหากมีช่องว่างก็จะเว้นช่องไว้ไม่นำมาคำนวณ ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 การแสดงการวัดพื้นที่ของพื้นสำเร็จรูปด้วย BIM

ผลการถอดแบบคอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC เป็นดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการถอดแบบคอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC

รายการ	หน่วย	วิธีทั่วไป	วิธี BIM
คอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC	ลบ.ม.	1,057.29	931.41

3. เหล็กเสริมประเภท RB9

เหล็กเสริมมีหน้าที่ในการรับแรงดึงของโครงสร้างแทนคอนกรีตเนื่องจากคอนกรีตมีคุณสมบัติเด่นในการรับแรงอัดแต่มีคุณสมบัติด้อยในการรับแรงดึง จึงต้องมีการเสริมเหล็กเส้นเข้าไปในเนื้อคอนกรีตเพื่อเพิ่มกำลังการใช้งานของโครงสร้างคอนกรีต เหล็กเสริมประเภท RB9 เป็นเหล็กเสริมขนาดหน้าตัด 9 มิลลิเมตรตามมาตรฐาน มอก.20-2543[33] เหล็ก RB9ในกรณีศึกษานี้ส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้เป็นเหล็กปลอกสำหรับหุ้มเหล็กเสริมหลัก การถอดแบบเหล็กเสริมตามคู่มือการถอดแบบใช้หลักการวัดเหล็กเป็นความยาวแล้วคูณด้วยน้ำหนักต่อความยาวของเหล็ก[34] โดยเหล็กเสริม RB9 จะมีน้ำหนัก 0.50 กก./ ม.

ในการถอดแบบเหล็กเสริมที่ใช้เป็นเหล็กปลอกมักพิจารณาเหล็กที่ใช้ทีละชั้นแยกตามประเภทชิ้นส่วน เช่น เหล็กเสริมในฐานราก เสา หรือคานคอนกรีต โดยตัวอย่างการถอดแบบเหล็กปลอกด้วยวิธีทั่วไปเมื่อพิจารณาแบบจากอาคารกรณีศึกษาสามารถพิจารณาได้ดังรูปที่ 4.24 เมื่อรูปดังกล่าวแสดงถึงชิ้นส่วนของเสาโครงสร้างคอนกรีตในอาคารโดยมีสูตรการคำนวณตามทฤษฎีดังสมการต่อไปนี้[35]

ความยาวของเหล็กปลอก = เส้นรอบรูปหน้าตัดเสา x จำนวนปลอก

เมื่อ จำนวนเหล็กปลอก = ความยาวของเสา / ระยะห่างเหล็กปลอกที่กำหนด

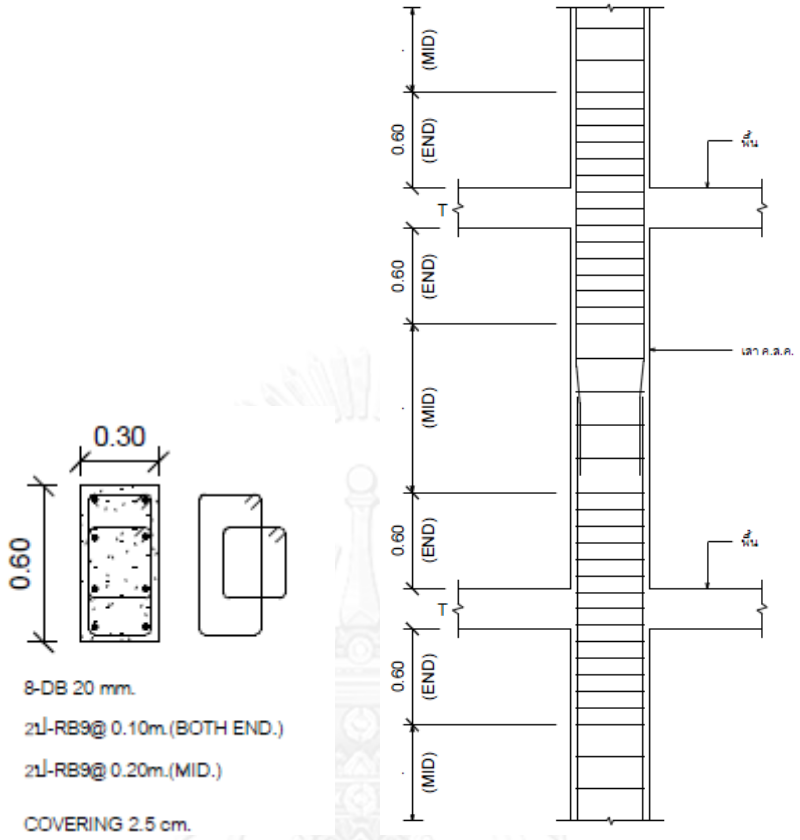
และ ความยาวของเสา = ความสูงของพื้นชั้นแรกไปยังชั้นถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[33] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. "รายชื่อมาตรฐานผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรม." from http://www.tisi.go.th/IBLab/stdlist.php.

[34] วิสูตร จิระดำเกิง (2556). การประมาณราคาก่อสร้าง. ปทุมธานี, วรรณกวี.

[35] Ibid.



รูปที่ 4.24 รายละเอียดเหล็กเสริมในแบบก่อสร้างเสาคอนกรีต

จากรูปที่ 4.24 แบบก่อสร้างเสาคอนกรีตเมื่อมองจากด้านบนลงมาจะมีขนาดเสา 0.30 x 0.60 ม. มีระยะความสูงของชั้นถึงชั้นที่ 2.60 ม. และมีเหล็กเสริมและเหล็กปลอกอยู่ภายใน โดยรูปแสดงให้เห็นว่าในตัวเสานั้นมีเหล็กปลอกซ้อนกันอยู่ 2 ชุด ชุดที่ 1 ซึ่งเป็นชุด (BOTH END.) ใช้เหล็กขนาด RB9 ทุกๆระยะ 0.10 ม. ในช่วง 0.60 ม.จากหัวและปลายเสา และชุดที่ 2 เป็นชุด (MID.) จะใช้เหล็กขนาด RB9 ทุกๆระยะ 0.20 ม. ในช่วง (2.60 – 0.17 – 0.60 – 0.60) = 1.23 ม. และเหล็กเสริมนี้จะมีระยะ Covering ซึ่งเป็นระยะที่เหล็กต้องมีปูนหุ้มอยู่ในขั้นต่ำ 2.5 ซม. ซึ่งในการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปจะไม่สนใจระยะ Covering นี้แต่จะให้สมมุติว่าเหล็กมีความกว้างและยาวเท่ากับด้านต่างๆของคอนกรีต

ดังนั้น การถอดแบบเหล็กเส้น RB9 ในรูปที่ 4.24 จะมีผลการคำนวณดังนี้

ความยาวเหล็กปลอก = [เส้นรอบรูปชุดที่ 1 x จำนวนปลอกชุดที่ 1] + [เส้นรอบรูปชุดที่ 2 x จำนวนปลอกชุดที่ 2]

= [(2 x (0.30 + 0.60) + 2 x (0.30 + 0.30)) x 2(0.60 / 0.10)] +

[(2 x (0.30 + 0.60) + 2 x (0.30 + 0.30)) x (1.23 / 0.20)]

= 36.00 + 18.45

= 54.45

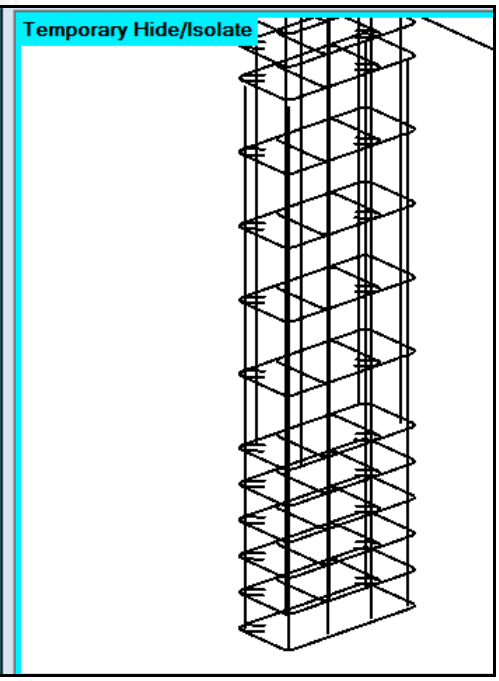
ดังนั้นปริมาณเหล็กปลอก RB9 ที่ใช้ = 54.45 ม. x 0.50 กก./ ม. = 27.23 กก.

อย่างไรก็ดี เหล็กปลอก RB9 ยังถูกใช้ในชิ้นส่วนอื่นๆ เช่น คาน และ ฐานราก ซึ่งจะมีหลักการคำนวณที่ต่างกันออกไปจากตัวอย่างนี้บ้าง ผู้ถอดแบบจะต้องทราบถึงความแตกต่างในการคำนวณของโครงสร้างทุกชิ้นก่อนทำการสรุปปริมาณเหล็กปลอกทุกประเภท หากผู้ถอดแบบมีความละเอียดมาก ผู้ออกแบบจะต้องบวกระยะปลีกย่อยเช่น ระยะงอเหล็กที่มีค่าเท่ากับ 6 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กหรือไม่น้อยกว่า 7.5 ซม. ต่อปลอกด้วย และเมื่อได้ค่าปริมาณวัสดุที่ผู้รับเหมาถอดแบบมาแล้วจะต้องหักลบปริมาณไปร้อยละ 7 ตามมาตรฐานการเผื่อปริมาณเหล็กเสริมก่อนที่จะนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ BIM ได้แสดงไว้

แต่เมื่อมีการใช้ BIM ในการถอดแบบ BIM จะไม่ได้ใช้สูตรคำนวณแต่จะนับวัตถุให้จริงตามขนาดและปริมาณที่ BIM สร้างขึ้นดังรูปที่ 4.25 ผู้ใช้เพียงต้องกำหนดคุณสมบัติและประเภทของเหล็กปลอก เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ระยะห่างของเหล็ก หรือน้ำหนักต่อความยาว เป็นต้น

<Rebar Schedule 4>

A	B	C	D
Family and Type	Bar Diameter	Bar Length	Weight
Rebar Bar: RB	9 mm	1620 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	5810 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	3370 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	1650 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	1210 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	1210 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	6150 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	10050 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	6050 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	8020 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	3710 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	4780 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	4770 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	10550 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	6930 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	3370 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	5970 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	7550 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	5550 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	1290 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	1360 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	1310 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	1310 mm	0.50 kN
Rebar Bar: RB	9 mm	1310 mm	0.50 kN



รูปที่ 4.25 การจำลองรูปแบบการวางเหล็กปลอกโดย BIM

ผลการถอดแบบเหล็กเสริม RB9 ที่ใช้ในอาคารทั้งหมดเป็นไปดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการถอดแบบเหล็กเสริมประเภท RB9

รายการ	หน่วย	วิธีทั่วไป	วิธี BIM
เหล็กเสริม RB9	กก.	22,187.58	15,437.16

4. เหล็กเสริมประเภท DB20

เหลกเสริมประเภท DB20 คือเหล็กเส้นข้ออ้อยที่มีขื่อตามลักษณะเส้นที่เป็นรูปเกลียวที่ผิวเหล็กดังรูปที่ 4.26 ซึ่งเกลียวดังกล่าวจะทำให้เหล็กยึดเกาะเนื้อคอนกรีตได้ดีกว่าเหล็กเส้นกลมทั่วไป เหล็กเสริม DB20 จะมีหน้าตัดขนาด 20 มิลลิเมตรและมีกำลังการผลิตตามมาตรฐาน มอก.20-2548[36] เหล็กเสริม DB20 สำหรับใช้ในอาคารกรณีศึกษานี้ส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้เป็นเหล็กเสริมหลักหรือเรียกว่าเหล็กยืนสำหรับเสาและเหล็กนอนสำหรับคานดังรูปที่ 4.27 การถอดแบบเหล็กเสริมตามคู่มือการถอดแบบใช้หลักการวัดเหล็กเป็นความยาวแล้วคูณด้วยน้ำหนักต่อความยาวของเหล็ก[37] โดยเหล็กเสริม DB20 จะมีน้ำหนัก 2.47 กก./ ม.

รูปที่ 4.26 เหล็กเสริมประเภท DB (ภาพจาก http://www.ss.co.th)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

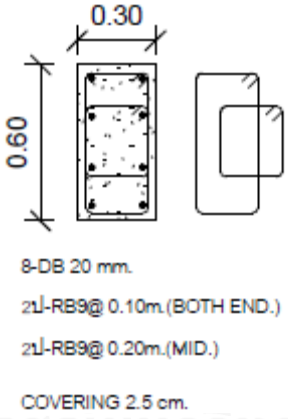
[36] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. "รายชื่อมาตรฐานผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรม." from http://www.tisi.go.th/IBLab/stdlist.php.

[37] วิสูตร จิระดำเกิง (2556). การประมาณราคาก่อสร้าง. ปทุมธานี, วรรณกวี.

รูปที่ 4.27 เหล็กเสริมหลักในเสา (ภาพจาก http://ideocondo.com)

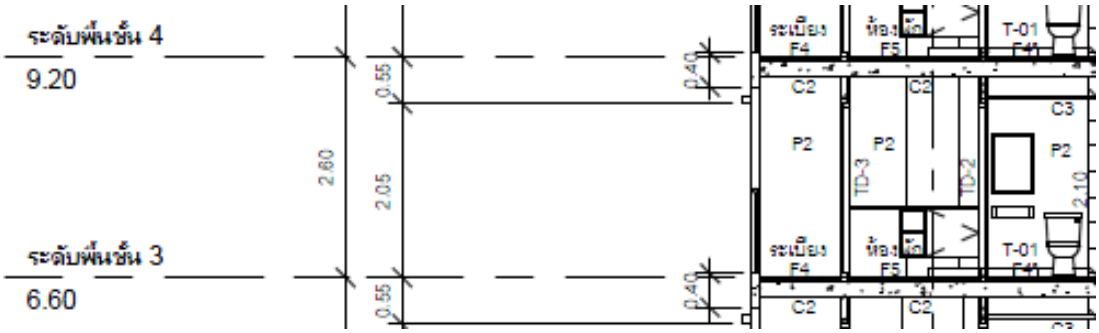
ในการคิดปริมาตรเหล็กเสริมจะขึ้นอยู่กับวัตถุในอาคารโดยแยกตามชั้นและประเภทของชิ้นส่วนโดยตัวอย่างการถอดแบบของเหล็กเสริมหลักสำหรับเสาในกรณีศึกษาดังรูปที่ 4.28 และมีทฤษฎีการถอดแบบเหล็กเสริมดังต่อไปนี้[38]

ความยาวเหล็กเสริมยืนในเสา = ความสูงจากพื้นชั้นแรกถึงพื้นชั้นถัดไป



รูปที่ 4.28 รายละเอียดเสาโครงสร้างที่ใช้เหล็กเสริม DB20

[38] Ibid.



รูปที่ 4.29 ระดับพื้นชั้น 3 และ 4 ของอาคารกรณีศึกษา

จากรูปที่ 4.28 และ 4.29 แสดงให้เห็นว่าเหล็กเสริม DB20 ถูกใช้เป็นจำนวน 8 เส้นในเสา ขนาด 0.30 x 0.60 ม. ที่บริเวณชั้น 3 ของอาคารกรณีศึกษาซึ่งมีความสูงระหว่างชั้น 3 และชั้น 4 ที่ 2.60 ม. ดังนั้นปริมาตรเหล็กเสริมที่ใช้ในเสาต้นนี้จะถูกคำนวณโดยวิธีทั่วไปดังสมการต่อไปนี้

ความยาวเหล็กเสริมยืนในเสา = 8 x 2.60

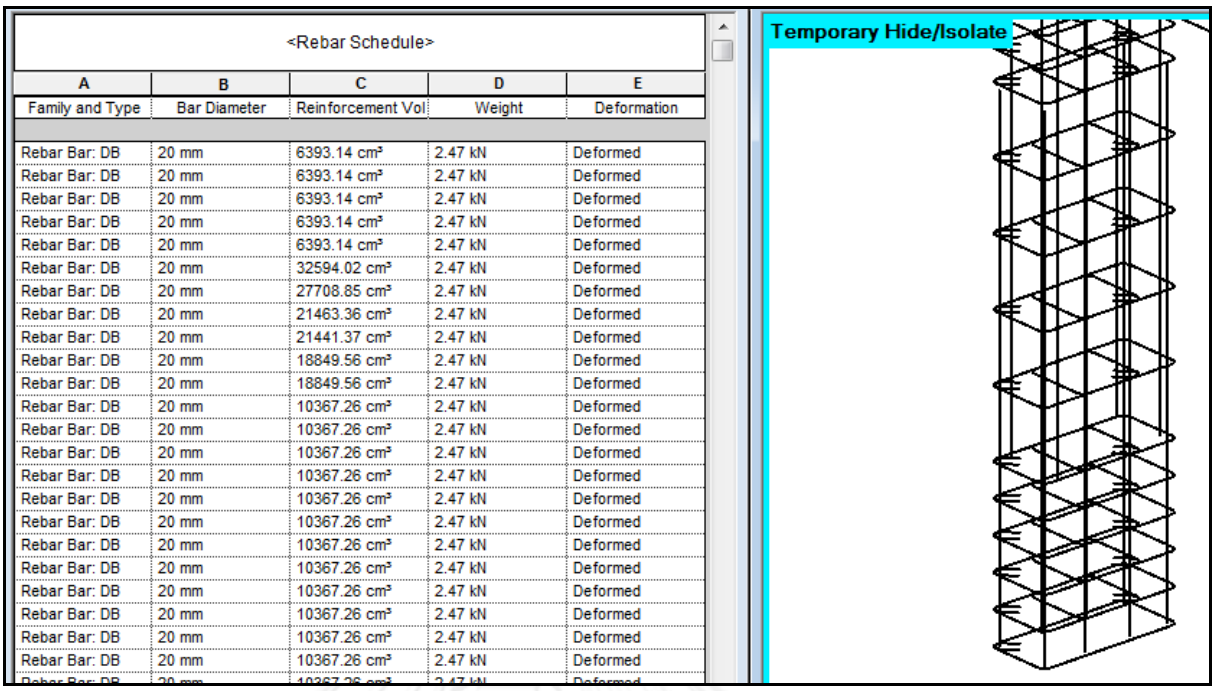
= 20.8 ม.

ดังนั้นปริมาณเหล็กเสริม DB20 ที่ใช้ = 20.8 x 2.47 = 51.37 กก.

ในการถอดแบบโดยวิธีทั่วไป เมื่อทราบปริมาณเหล็กเสริมที่ใช้ตามที่ผู้รับเหมาเสนอมาแล้ว จะต้องหักลบปริมาณที่เผื่อออกไปร้อยละ 13 ตามข้อกำหนดในการเผื่อเหล็กเสริม

เมื่อใช้ BIM ถอดแบบเหล็กเสริมหลักในวัตถุ ผู้ถอดแบบจะไม่ต้องเป็นผู้นับหรือคำนวณความยาวในแบบจำลองเนื่องจากคอมพิวเตอร์จะเป็นผู้นับและคำนวณให้ทั้งหมด โดยคอมพิวเตอร์จะแสดงภาพการถอดแบบเหล็กเสริมในเสาแต่ละต้นโดยไม่มีการเผื่อปริมาณดังรูปที่ 4.30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



<Rebar Schedule>

A	B	C	D	E
Family and Type	Bar Diameter	Reinforcement Vol	Weight	Deformation
Rebar Bar: DB	20 mm	6393.14 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	6393.14 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	6393.14 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	6393.14 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	6393.14 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	32594.02 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	27708.85 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	21463.36 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	21441.37 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	18849.56 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	18849.56 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed
Rebar Bar: DB	20 mm	10367.26 cm³	2.47 kN	Deformed

รูปที่ 4.30 การใช้ BIM เพื่อถอดแบบเหล็กเสริม

ผลการถอดแบบเหล็กเสริม DB20 ทั้งหมดในอาคารกรณีศึกษาเป็นดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการถอดแบบเหล็กเสริมประเภท DB20

รายการ	หน่วย	วิธีทั่วไป	วิธี BIM
เหล็กเสริม DB20	กก.	34,546.12	31,466.91

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
การวิเคราะห์ผล

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปและวิธีใช้ BIM ในรายการที่กำหนด

รายการ	หน่วย	วิธีทั่วไป	วิธี BIM	ผลต่าง	ร้อยละผลต่าง
คอนกรีต 240 KSC สำหรับงานเสาและผนัง SW	ลบ.ม.	207.46	166.88	-40.58	-20
คอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC	ลบ.ม.	1,057.29	931.41	-125.88	-12
เหล็กเสริมประเภท RB9	กก.	22,187.85	15,437.61	-6,750.24	-30
เหล็กเสริมประเภท DB20	กก.	34,546.02	31,466.91	-3,079.11	-9

หมายเหตุ ผลต่าง = วิธี BIM – วิธีทั่วไป

ร้อยละผลต่าง = (วิธี BIM – วิธีทั่วไป) / วิธีทั่วไป

จากข้อมูลที่แสดงในบทที่ผ่านมา ผลการถอดแบบโดยทั้ง 2 วิธีแสดงให้เห็นดังตารางที่ 5.1 สามารถพิจารณาได้ว่าวิธีการถอดแบบโดยใช้ BIM นั้นให้ค่าที่น้อยกว่าวิธีการถอดแบบโดยวิธีทั่วไป ในบทนี้จึงเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุว่าจากกระบวนการถอดแบบที่ผ่านมาเมื่อใช้แบบชุดเดียวกันในการถอดแบบทั้ง 2 วิธี เหตุใดจึงมีผลต่างที่มากสุดถึงร้อยละ 30

คอนกรีต 240 KSC สำหรับงานเสาและผนัง SW

ตารางที่ 5.2 ค่าความแตกต่างของคอนกรีต 240 KSC สำหรับงานเสาและผนัง SW

รายการ	หน่วย	วิธีทั่วไป	วิธี BIM	ส่วนต่าง	ร้อยละส่วนต่าง
คอนกรีต 240 KSC สำหรับงานเสาและผนัง SW	ลบ.ม.	207.46	166.88	-40.58	-20

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าวิธี BIM สามารถวัดปริมาณคอนกรีตที่ปรากฏในงานเสาและผนัง SW ได้น้อยกว่าวิธีทั่วไป 40.58 ลบ.ม. หรือปริมาตรคอนกรีตลดลงเมื่อใช้วิธี BIM เทียบกับวิธีทั่วไปร้อยละ 20 สาเหตุสำคัญที่ค้นพบในระหว่างการถอดแบบประกอบด้วยสาเหตุดังต่อไปนี้

สาเหตุที่ 1

สาเหตุที่ 1 คือการเน้นความสะดวกในการถอดแบบของผู้ถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป ดังตัวอย่างที่พบในการวัดปริมาตรของเสาแต่ละต้นที่ต้องเชื่อมต่อกับพื้นสำเร็จรูป ในการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปนั้น ผู้ถอดแบบจะใช้ความสูงของระดับชั้นถึงชั้น (Floor to Floor) เพื่อความสะดวกในการคิดและประเมินผลจากแบบ 2 มิติ ดังที่แสดงในรูปซ้ายของรูปที่ 5.1 แต่เมื่อใช้วิธีการถอดแบบด้วย BIM ตัวซอฟแวร์จะแสดงให้เห็นว่ามีพื้นที่ทับซ้อนคือช่วงรอยต่อของหัวเสาและพื้นสำเร็จรูป และในการก่อสร้างจริง ช่างก่อสร้างจะต้องเว้นบริเวณหัวเสาไว้สำหรับผูกเหล็กและหล่อพื้นสำเร็จรูป ทำให้ความสูงของเสาแต่ละต้นจะลดลงไปตามความหนาของพื้นสำเร็จรูป ซึ่งในกรณีศึกษานี้พื้นสำเร็จรูปมีความหนาทั้งสิ้น 0.17 ม. ดังนั้นปริมาตรคอนกรีตจะหายไป ดังที่แสดงในรูปขวาของรูปที่ 5.1 ซึ่งจากตัวอย่างการถอดแบบเสาในบทที่ 4 หากเสามีขนาด 0.3x0.6 สูง 2.60 ม. สูตรการคำนวณปริมาตรคอนกรีตจะเปลี่ยนเป็นดังนี้

สูตรคำนวณปริมาตรคอนกรีตที่ผู้รับเหมาก่อสร้างใช้

ปริมาตรคอนกรีตเสา = กว้าง x ยาว x สูง

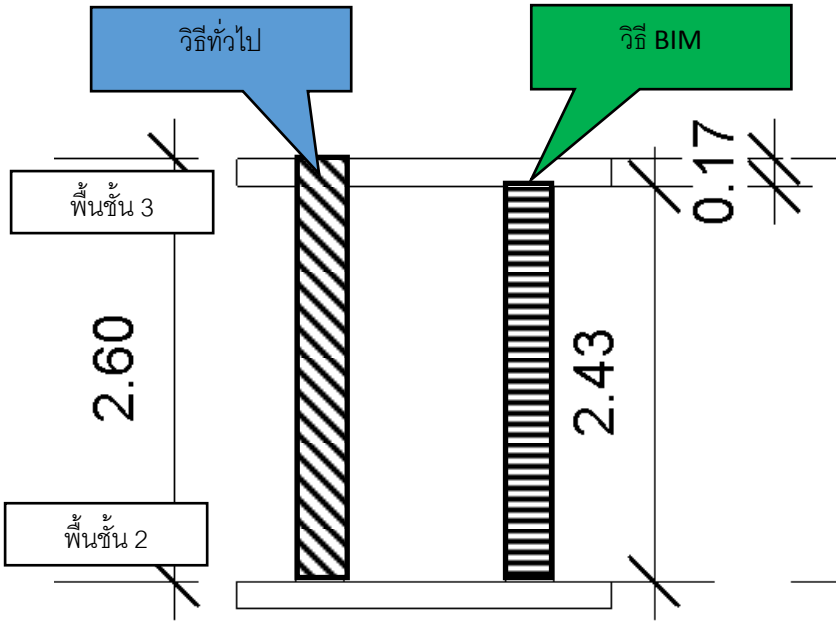
= 0.3 x 0.6 x 2.6 = 0.468 ลบ.ม.

สูตรคำนวณปริมาตรคอนกรีตโดย BIM

ปริมาตรคอนกรีตเสา = กว้าง x ยาว x [สูง – ความหนาพื้น]

= 0.3 x 0.6 x [2.6 – 0.17] = 0.437 ลบ.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

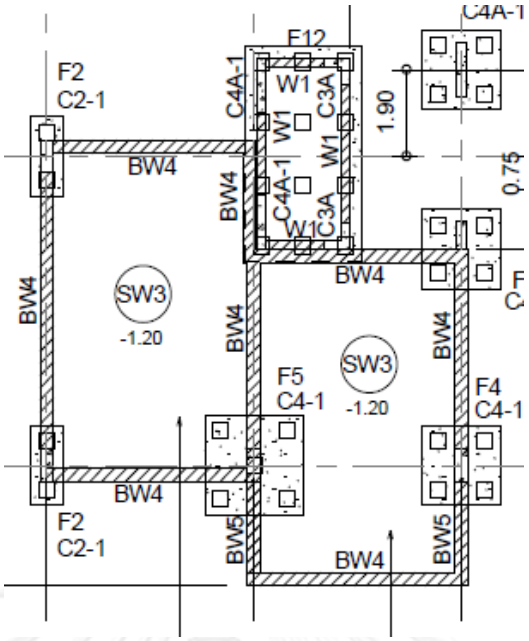


รูปที่ 5.1 ตัวอย่างของที่มาของผลต่างของคอนกรีต 240 KSC จากทั้ง 2 วิธี

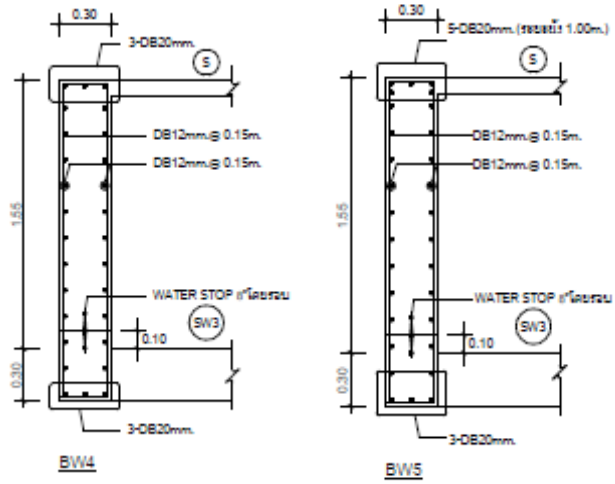
ในการคิดคำนวณปริมาตรคอนกรีตของเสาตามทฤษฎีโดยทั่วไปจะใช้สูตรตามการคำนวณปริมาตรตามสูตรการคำนวณโดย BIM อยู่แล้ว[39] แต่ตัวผู้ถอดแบบเองที่บางครั้งเลือกที่จะเน้นความสะดวกและรวดเร็วในการทำงานจนไม่สนใจส่วนบริเวณขนาดเล็กอย่างความหนาของพื้น จะเห็นได้ว่าในเสาขนาด 0.3 x 0.6 จำนวน 1 ต้นจะมีคอนกรีตที่ลดลง 0.468 – 0.437 = 0.031 ลบ.ม. ในอาคารชุด 8 ชั้นที่ใช้เป็นกรณีศึกษานี้มีเสาโครงสร้างในแต่ละชั้นเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ปริมาตรคอนกรีตที่วัดได้นั้นมีความแตกต่างกัน

หรือจากการเน้นความสะดวกในกรณีที่ 2 ที่เกิดขึ้นบริเวณผนัง SW ซึ่งเป็นผนังรับน้ำหนักจากพื้นชั้นบน จากแบบก่อสร้างในรูปที่ 5.2 ถึงรูปที่5.5 จะเห็นว่าผนังรับน้ำหนักมีความหนา 0.3 ม. สูง 1.85 ม. และ หนา 0.2 ม. สูง 2.90 ม. วางต่อกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมแทนด้วยสัญลักษณ์ BW1 BW2 BW4 และ BW5 โดยไม่มีเสาที่มุม ซึ่งในการคำนวณโดยวิธีทั่วไป ผู้ถอดแบบจะลากเส้นความยาวของอาคารตามเส้นรอบรูปด้านนอก หรือ เส้นกึ่งกลางของผนัง แล้วคูณด้วยความหนาและความสูงของผนังแต่ละแผ่นเพื่อความง่ายแก่การคำนวณ

[39] Ibid.

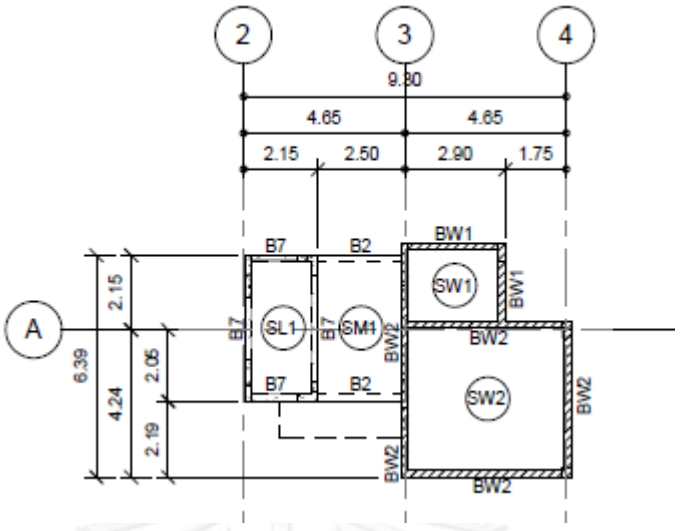


รูปที่ 5.2 ผังของผนัง SW บริเวณชั้นใต้ดิน

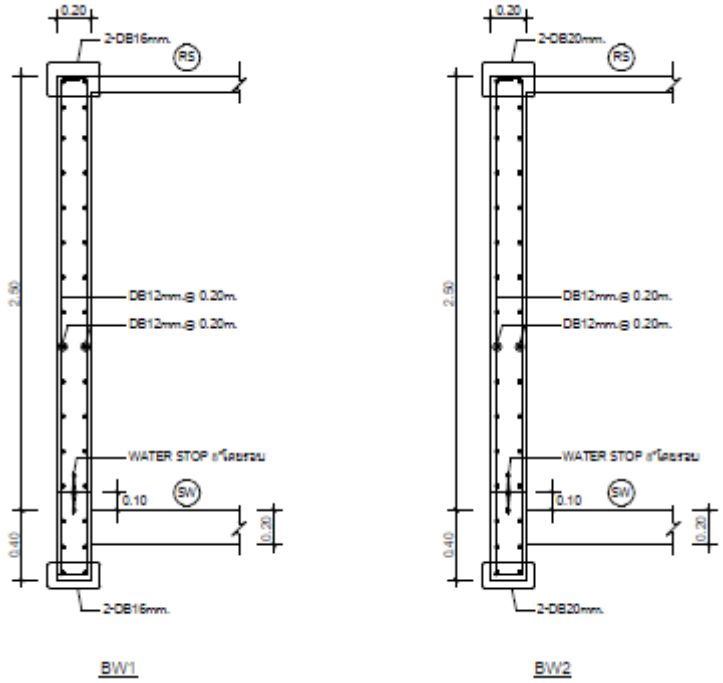


รูปที่ 5.3 ภาพตัดผนัง SW ที่ชั้นใต้ดิน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

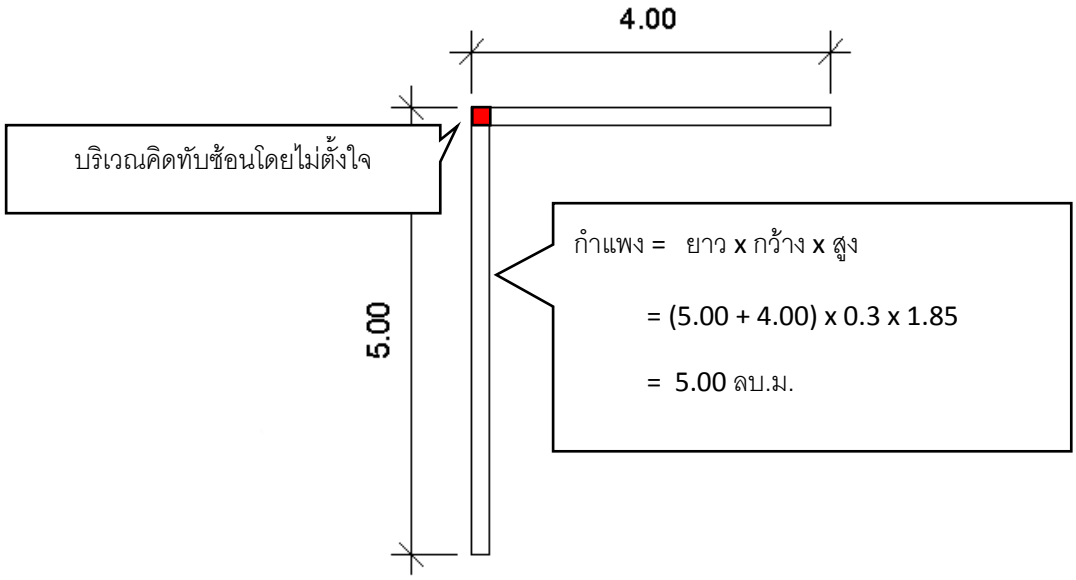


รูปที่ 5.4 ผังของผนัง SW บริเวณห้องเครื่องลิฟต์

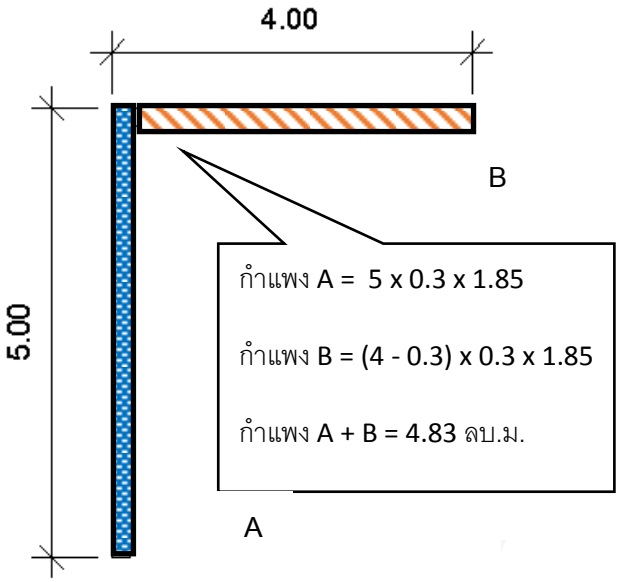


รูปที่ 5.5 ภาพตัดผนัง SW บริเวณห้องเครื่องลิฟต์

อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาถึงความเป็นจริงการลากเส้นรอบรูปจะพบว่าในบริเวณมุมที่กำแพงมาชนกันนั้นมีการคิดซ้อนทับกันสองครั้งโดยไม่ได้ตั้งใจ ทำให้เสมือนว่าเกิดการคิดเสาเพิ่มต้นหนึ่งที่บริเวณมุม ในกรณีนี้บริเวณมุมกำแพง BW4 จะเกิดเสาที่มีขนาด 0.3 x 0.3 และสูง 1.85 ม. ดังรูปที่ 5.6 คิดเป็นปริมาตรคอนกรีตที่เพิ่มขึ้นมา 0.17 ลบ.ม. ต่อหนึ่งมุมกำแพง BW4 ในขณะที่ Revit 2014 จะทำการตัดพื้นส่วนที่ทับซ้อนให้โดยอัตโนมัติ ทำให้ไม่มีการคิดเสาขึ้นมาอีก



รูปที่ 5.6 การคำนวณที่กำแพงที่มีมุมโดยวิธีทั่วไปที่ผู้รับเหมาก่อสร้างใช้



รูปที่ 5.7 การคำนวณกำแพงพรีคาสต์ที่มีมุมโดยวิธี BIM

คอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC

ตารางที่ 5.3 ค่าความแตกต่างของคอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC

รายการ	หน่วย	วิธีทั่วไป	วิธี BIM	ส่วนต่าง	ร้อยละส่วนต่าง
คอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC	ลบ.ม.	1,057.29	931.41	-125.88	-12

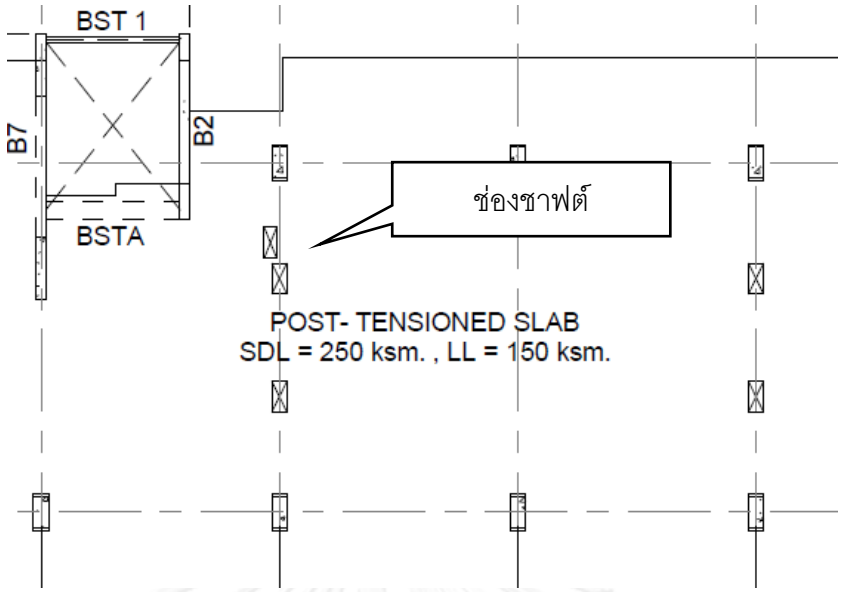
จากตารางที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าวิธี BIM สามารถวัดปริมาณคอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC ได้น้อยกว่าวิธีทั่วไป 125.88 ลบ.ม. หรือปริมาตรคอนกรีตลดลงเมื่อใช้วิธี BIM เทียบกับวิธีทั่วไปร้อยละ 12 สาเหตุสำคัญที่ค้นพบในระหว่างการถอดแบบประกอบด้วยสาเหตุดังต่อไปนี้

<u>สาเหตุที่ 1</u>

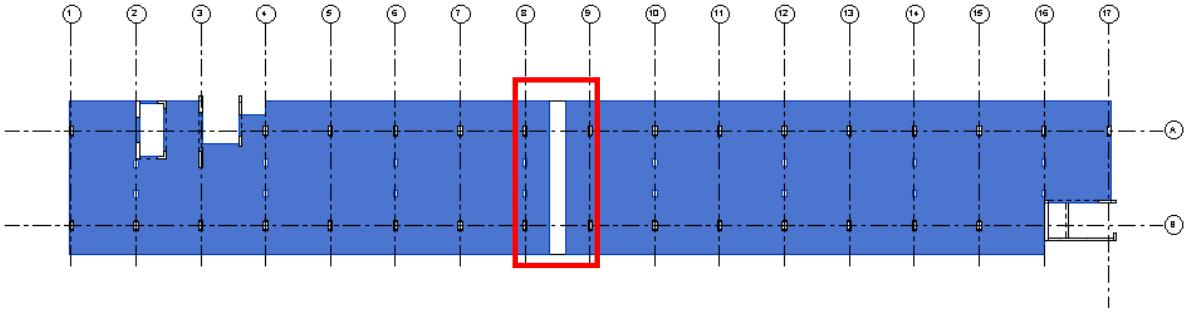
สาเหตุที่ 1 เกิดจากการความผิดพลาดในการมองแบบ ดังตัวอย่างที่ผู้ถอดแบบไม่ได้วัดพื้นที่ช่องชาฟต์หรือช่องวางงานระบบขนาด 0.25 x 0.60 ในแต่ละชั้น ดังรูปที่ 5.8 ซึ่งในความเป็นจริงผู้ถอดแบบต้องหักลบปริมาตรคอนกรีตในบริเวณช่องชาฟต์เหล่านี้ออก เนื่องจากช่องชาฟต์เป็นพื้นที่โล่ง ทำให้ปริมาตรคอนกรีตจะลดลงไป 0.25 x 0.60 x 0.17 = 0.026 ลบ.ม. ต่อช่องชาฟต์หนึ่งช่อง แต่ BIM ได้ทำการแยกประเภทพื้นระหว่างพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปและส่วนช่องชาฟต์ให้อัตโนมัติ ทำให้มีการลบพื้นที่ช่องชาฟต์ก่อนการคำนวณปริมาตรคอนกรีตเมื่อใช้วิธี BIM

<u>สาเหตุที่ 2</u>

สาเหตุที่ 2 เกิดจากการคำนวณพื้นที่ของพื้นสำเร็จรูปตลอดชั้นโดยคิดทับพื้นที่ส่วนที่ต้องเว้นว่างเพื่อเทพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไปหรือเรียกว่าแนว Pour Strip ดังที่ปรากฏในรูปที่ 5.8 ตั้งแต่ชั้น 2 ถึงชั้น 8 เนื่องจากตามหลักวิศวกรรมแล้วพื้น Post-Tensioned ไม่ควรมีความยาวต่อเนื่องเกิน 30 ม. หรือตามที่วิศวกรโครงสร้างระบุไว้เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน แต่หากผู้ถอดแบบโดยวิธีทั่วไปเน้นความสะดวกในการทำงานก็จะลากพื้นที่ยาวตลอดทั้งชั้น ทำให้การคิดคำนวณพื้น Post-Tensioned ทับซ้อนกับพื้น Pour Strip



รูปที่ 5.8 ช่องชาฟต์ที่ปรากฏในแบบก่อสร้าง



รูปที่ 5.9 แนว Pour Strip ในแต่ละชั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เหล็กเสริมประเภท RB9

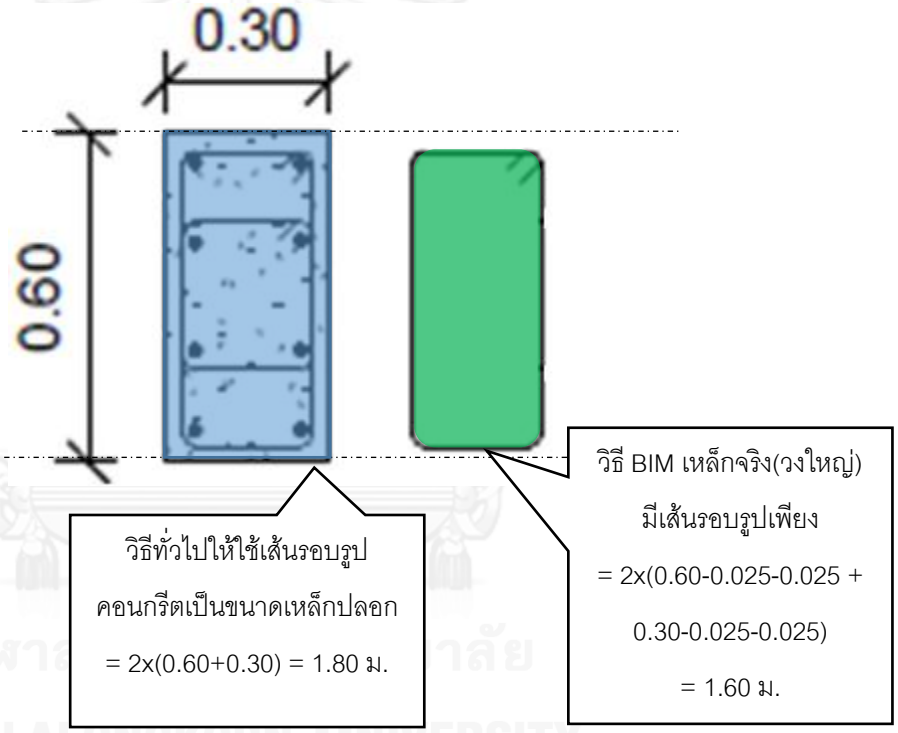
ตารางที่ 5.4 ค่าความแตกต่างของเหล็กเสริมประเภท RB9

รายการ	หน่วย	วิธีทั่วไป	วิธี BIM	ส่วนต่าง	ร้อยละส่วนต่าง
เหล็กเสริมประเภท RB9	กก.	34,546.02	15,437.61	-6,750.24	-30

จากตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าวิธี BIM สามารถวัดปริมาณเหล็กเสริมประเภท RB9 ได้น้อยกว่าวิธีทั่วไป 6,750.24 กก. หรือปริมาตรเหล็กเสริมลดลงเมื่อใช้วิธี BIM เทียบกับวิธีทั่วไปร้อยละ 30 สาเหตุสำคัญที่ค้นพบในระหว่างการถอดแบบประกอบด้วย 3 สาเหตุ ดังต่อไปนี้

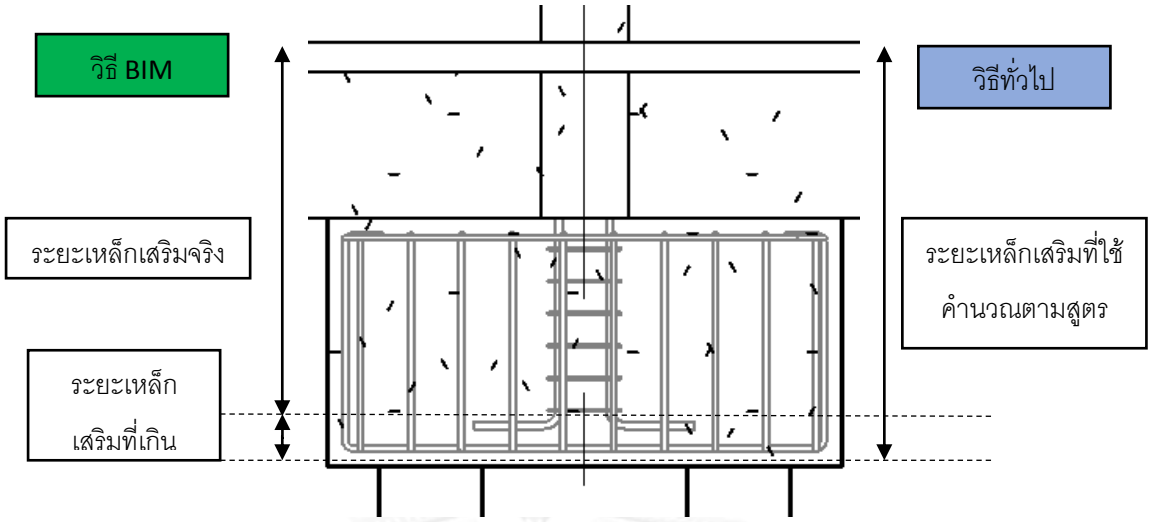
<u>สาเหตุที่ 1</u>

สาเหตุแรกเกิดจากการเน้นความสะดวกของผู้ถอดแบบ ดังตัวอย่างการคิดระยะ Covering เนื่องจากวิธีทั่วไปจะยอมให้ผู้ถอดแบบไม่สนใจค่า Covering ซึ่งเป็นระยะที่ต้องให้เหล็กอยู่ภายในเนื้อคอนกรีต ในกรณีศึกษานี้ค่า Covering กำหนดให้เว้นเหล็กจากขอบผิวคอนกรีตด้านละ 2.5 ซม. ดังรูปที่ 5.10 แต่เมื่อวิธีการทั่วไปอนุโลมให้ผู้ถอดแบบไม่ต้องสนใจค่าดังกล่าว ทำให้ความยาวของเหล็ก RB9 ที่ใช้เป็นเหล็กปลอกจะมีความยาวเกินกว่าความเป็นจริง



รูปที่ 5.10 แสดงขนาดของเหล็กปลอกจริงเทียบกับขนาดของคอนกรีต

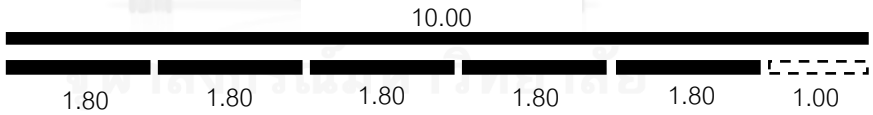
อีกตัวอย่างหนึ่งเกี่ยวกับการเน้นความสะดวกในการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปคือการถอดแบบเหล็กปลอกบริเวณเสาตอม่อ ดังรูปที่ 5.11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าเหล็กเสริมนั้นมีความยาวจากพื้นชั้นหนึ่งลงมาถึงบริเวณกลางของตอม่อ แต่ตามหลักทฤษฎีการคำนวณเหล็กเสริมนั้นอนุโลมให้ผู้ถอดแบบสามารถใช้ระยะของเหล็กเสริมได้ตั้งแต่ส่วนฐานล่างสุดของตอม่อจนมาถึงพื้นชั้นหนึ่ง ส่งผลให้ปริมาณเหล็กปลอกที่คำนวณได้จะมากกว่าเหล็กปลอกที่ใช้จริงเนื่องจากผู้ถอดแบบต้องคำนวณเหล็กด้วยความยาวที่มากเกินความเป็นจริง ในขณะที่ BIM จะถอดแบบตามความยาวของเหล็กเสริมที่ถูกสร้างในแบบจำลอง ทำให้ปริมาตรเหล็กที่ปรากฏใน BIM มีความแม่นยำมากกว่า



รูปที่ 5.11 การแสดงระยะเหล็กเสริมจริงกับระยะเหล็กเสริมตามการคำนวณด้วยวิธีทั่วไป

สาเหตุที่ 2

สาเหตุที่ 2 เกิดจากการตัดเหล็กปลอกโดยไม่มีการคิดรายการการตัดเหล็ก หรือ Bar Cut List ซึ่งเป็นรายการที่ผู้ถอดแบบจะทำการคำนวณก่อนหน้าว่าหากมีเหล็กเส้นที่ทราบขนาดมาส่งที่หน้างานจะต้องตัดแบ่งเหล็กขนาดเท่าใดและจำนวนเท่าใดบ้าง กระบวนการดังกล่าวต้องใช้เวลาในการคำนวณอย่างมากดังนั้นผู้ถอดแบบในกรณีศึกษานี้จึงไม่ได้ทำรายการการตัดเหล็กแต่ใช้เหล็กตามปริมาณที่คำนวณได้ ซึ่งต้องมีการเผื่อป้องกันวัสดุขาดแคลน ก่อนที่จะเผื่อวัสดุตามมาตรฐานการก่อสร้างเพื่อรองรับการดัดและงอของเหล็กอีกร้อยละ 9 ในภายหลัง



รูปที่ 5.12 การตัดแบ่งเหล็กปลอกจากเหล็กเส้นด้วย Bar Cut List

เหล็กเสริมประเภท DB20

ตารางที่ 5.5 ค่าความแตกต่างของเหล็กเสริมประเภท DB20

รายการ	หน่วย	วิธีทั่วไป	วิธี BIM	ส่วนต่าง	ร้อยละส่วนต่าง
เหล็กเสริมประเภท DB20	กก.	34,546.02	31,466.91	-3,079.11	-9

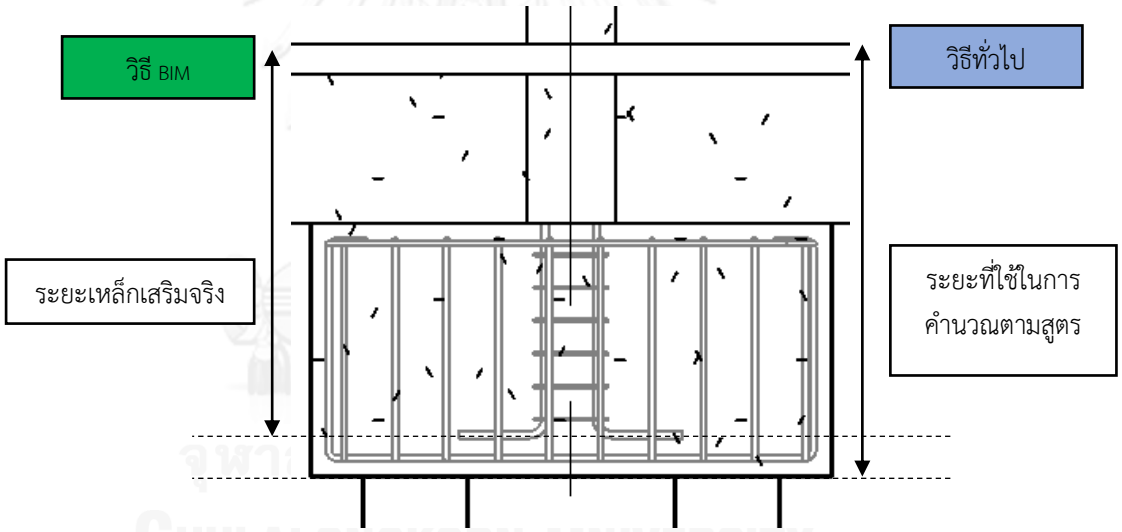
จากตารางที่ 5.5 จะเห็นได้ว่าวิธี BIM สามารถวัดปริมาณเหล็กเสริมประเภท DB20 ได้น้อยกว่าวิธีทั่วไป 3,079.11 กก. หรือปริมาตรเหล็กเสริม DB20 ลดลงเมื่อใช้วิธี BIM เทียบกับวิธีทั่วไปร้อยละ 9 สาเหตุสำคัญที่ค้นพบในระหว่างการถอดแบบประกอบด้วย 3 สาเหตุ ดังต่อไปนี้

<u>สาเหตุที่ 1</u>

สาเหตุที่ปริมาณเหล็กเสริมประเภท DB20 เมื่อถอดแบบโดยวิธีทั่วไปได้ผลมากกว่าวิธี BIM นั้นคล้ายกับกรณีของเหล็กเสริมประเภท RB9 แต่จะแตกต่างกันที่จุดที่ค้นพบ ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.13 ซึ่งแสดงถึงระยะแนวดิ่งที่ใช้กำหนดความยาวของเหล็กเสริมหลัก โดยในวิธีการทั่วไปจะใช้สูตรการวัดความยาวเหล็กเสริมดังนี้[40]

ความยาวเหล็กเสริมหลัก = ระยะงอฉาก + ความสูงจากท้องฐานรากถึงพื้นชั้น 1

อย่างไรก็ดีเมื่อมีการถอดแบบด้วย BIM ตัวคอมพิวเตอร์จะวัดความยาวให้ตามระยะเหล็กที่ฝังอยู่ในฐานรากจริงตามรูปที่ 5.13 จึงทำให้ความยาวเหล็กที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าความยาวที่วัดได้จากวิธีทั่วไป



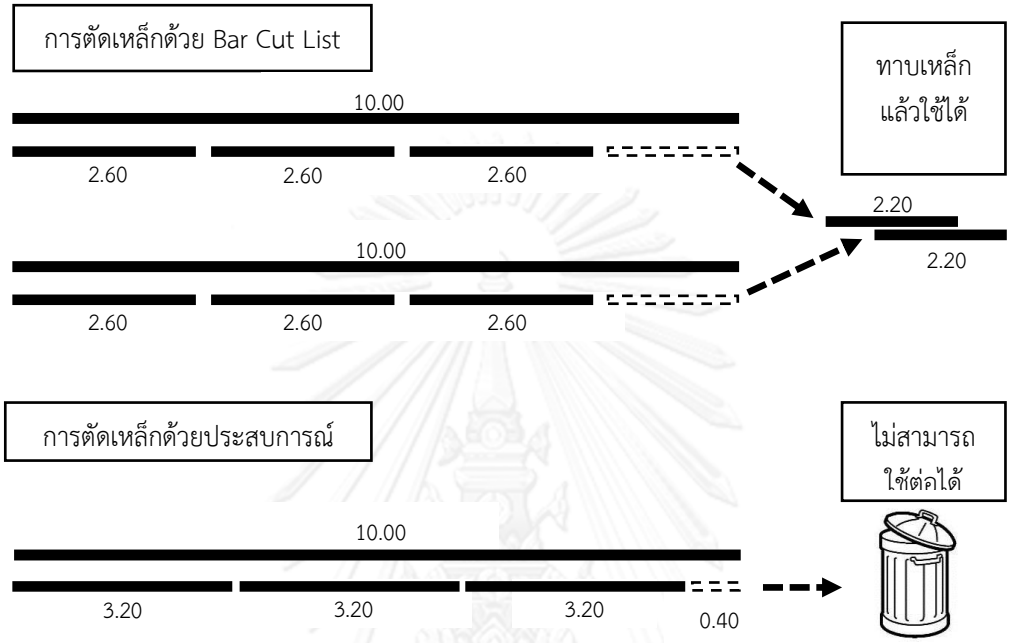
รูปที่ 5.13 การวัดความยาวเหล็ก DB20 ในฐานราก

<u>สาเหตุที่ 2</u>

สาเหตุที่ 2 เกิดจากการที่ผู้ถอดแบบคิดการตัดเหล็กโดยไม่ทำรายการการตัดเหล็ก หรือ Bar Cut List ทำให้ในการคำนวณจะใช้ปริมาณเหล็กตามแบบที่คิดได้ แต่ในการก่อสร้างจริงจะต้องมีเหล็กบางเส้นถูกต่อทาบเนื่องจากความยาวของเหล็กไม่เพียงพอ ทำให้ผู้ถอดแบบต้องทำการเผื่อปริมาณ

[40] Ibid.

วัสดุเข้าไปในปริมาณที่คำนวณได้ครั้งหนึ่งก่อน จากนั้นเมื่อคำนวณเสร็จก็จะเผื่ออีกครั้งตามมาตรฐานการก่อสร้าง ในกรณีศึกษานี้ผู้ถอดแบบใช้การเผื่อครั้งแรกเพื่อป้องกันไม่ให้ปริมาณเหล็กเสริมขาดแคลน แล้วจึงเผื่ออีกครั้งตามมาตรฐานเพื่อทดแทนการดัดหรืองอของเหล็ก



รูปที่ 5.14 ตัวอย่างการตัดเหล็กเส้นขนาด 10.00 ม.

จากกรณีดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า หากตัดเหล็กตามแบบก่อสร้างพอดีจะช่วยประหยัดการสั่งเหล็กเส้นมาที่หน้างานได้ แต่ในการก่อสร้างจริงไม่สามารถตัดเหล็กตามแบบก่อสร้างได้ ผู้รับเหมาจึงต้องบวกปริมาณเหล็กมากขึ้นเพื่อให้หน้างานมีเหล็กเส้นอย่างเพียงพอ

สรุปสาเหตุที่ทำให้วิธีการถอดแบบทั้งสองวิธีไม่เท่ากัน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างในชิ้นส่วนต่างๆที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปจะได้ปริมาณวัสดุที่ใช้มากกว่าวิธีการใช้ BIM ในการถอดแบบเนื่องมาจากสาเหตุสำคัญคือ

1. การเน้นความสะดวกในการถอดแบบโดยวิธีทั่วไป เนื่องจากงานการถอดแบบเป็นงานที่มีเวลาจำกัด โดยปกติจะใช้เวลาประมาณ 7 - 10 วัน สำหรับอาคารทั่วไป ผู้ถอดแบบย่อมไม่ต้องการที่จะเน้นความละเอียดในการถอดแบบมากนักเนื่องจากผลที่ได้จากการถอดแบบโดยละเอียดก็ไม่ได้ต่างจากผลการใช้สมมุติฐานร่วมในการถอดแบบมากนัก เหมือนกับหลักการการทำให้ง่ายดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2

2. การคิดขาด ตก หรือบกพร่อง เนื่องจากข้อจำกัดในด้านความจำของมนุษย์และเวลาในการทำงานที่บีบให้มนุษย์ต้องรีบตัดสินใจ ทำให้วิจารณญาณของผู้ถอดแบบถูกจำกัดและนำไปสู่ความคลาดเคลื่อนในการคิดคำนวณสิ่งต่างๆ เช่น การลืมนับจำนวนประตูบางบาน หรือ การลืมหักลบช่องชาฟต์ ถือเป็นความคลาดเคลื่อนของมนุษย์ที่เกิดขึ้นได้เสมอแม้จะไม่ได้ตั้งใจ

3. การเผื่อปริมาณวัสดุ เนื่องจากในกระบวนการก่อสร้างจริงผู้รับเหมาก่อสร้างและเจ้าของโครงการทราบดีว่าวัสดุบางอย่างจะต้องมีการสูญเสียวัสดุระหว่างกระบวนการก่อสร้างเช่น ชำรุด ตกหล่น หรือสูญเสียเนื่องจากการเปลี่ยนสภาพอยู่แล้ว ดังนั้นในการถอดแบบจึงต้องมีการเผื่อค่าสูญเสียต่างๆเหล่านั้นไว้

การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

จากผลการศึกษาในเบื้องต้นที่ได้แสดงให้เห็นว่าตัวเลขจากการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปและวิธีการใช้ BIM นั้นให้ค่าต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อสอบถามถึงสาเหตุที่น่าจะส่งผลให้เกิดความแตกต่างดังกล่าวจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้การวิจัยครั้งนี้สามารถค้นหาที่มาของความแตกต่างได้สะดวกมากขึ้น โดยการสัมภาษณ์ในงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นการสัมภาษณ์คำถามในเชิงเปิด เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ถูกสัมภาษณ์สามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่และไม่ถูกจำกัดความเห็นไว้ตามตัวเลือกต่างๆ รายชื่อของผู้เชี่ยวชาญที่ถูกสัมภาษณ์มีดังต่อไปนี้

คุณธงไท โกศัลวิตร

ประวัติการทำงาน

- หัวหน้าทีมที่ปรึกษาการใช้ BIM ในบริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน)

ประวัติการศึกษา

- ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ดร. ธิติ วัชรสินธพชัย

ประวัติการทำงาน

- Innovation Network Center Manager บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน)
- Associate Dean & Program Director มหาวิทยาลัยชินวัตร

ประวัติการศึกษา

- ปริญญาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิศวกรรมโครงสร้าง สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- ปริญญามหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมโครงสร้าง สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- ปริญญาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำถามที่ 1: การถอดแบบโดยวิธีทั่วไปนั้นให้ค่ามากกว่าการถอดแบบด้วยวิธี BIM โดยในบางรายการนั้นสูงถึงร้อยละ 30 หากการถอดแบบนี้กระทำโดยใช้แบบก่อสร้างชุดเดียวกัน ท่านคิดอะไรเป็นสาเหตุให้เกิดความแตกต่างนั้น และโดยส่วนตัวท่านคิดว่าวิธีใดมีความแม่นยำมากกว่ากัน

คุณธงไท: สาเหตุที่เกิดนั้นเกิดมาจากการคำนวณที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นมีการอนุโลมให้คิดโดยเน้นความง่าย ตัวอย่างเช่นการคิดพื้นที่ช่วงเสาและพื้นที่ทับกันอยู่ แม้จะเป็นปริมาณในพื้นที่แค่เล็กน้อย แต่หากมีหลายๆจุดในอาคารรวมกันก็จะกลายเป็นปริมาณขนาดใหญ่ได้ นอกจากนี้อาจจะมีการเผื่อปริมาณที่ผู้ถอดแบบเผื่อไปก่อนหน้า และเมื่อจะสรุปปริมาณก็เผื่อซ้ำอีกครั้ง เป็นการเผื่อซ้ำซ้อน เมื่อเปรียบเทียบการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปและวิธีการใช้ BIM แล้ว จากประสบการณ์การการควบคุมงานก่อสร้างมาหลายปีทำให้เห็นความผิดพลาดในการเตรียมปริมาณวัสดุอย่างมาก แต่เมื่อมีการได้ใช้ BIM ในการทำงานทำให้เห็นที่มาของการวัดปริมาณวัสดุได้อย่างชัดเจน ทำให้ทีมงานมีความมั่นใจในปริมาณวัสดุที่คิดได้นี้อย่างมาก

ดร.ธิติ: สาเหตุน่าจะมาจากการเผื่อวัสดุของผู้ถอดแบบโดยวิธีทั่วไป เพราะจากตารางนี้เราไม่มีทางทราบได้จริงว่าผู้ถอดแบบเผื่อปริมาณวัสดุไว้เท่าไร หากเผื่อไว้มากกว่าค่ามาตรฐานแต่เจ้าของโครงการยอมรับได้ ค่าที่ได้ก็จะมากกว่าค่าของ BIM ที่ไม่มีการเผื่ออย่างเห็นได้ชัดเจน โดยส่วนตัวแล้วเนื่องจากตัวผู้เชี่ยวชาญเองมีหน้าที่ในการสรรหาเทคโนโลยีที่ช่วยในการสร้างความได้เปรียบในการก่อสร้างมาให้องค์กร เทคโนโลยี BIM มีความชัดเจนในที่มาของการคิด ทำให้ผู้ใช้มั่นใจได้ว่าค่าที่ BIM แสดงออกมามีความแม่นยำสูงมาก ในขณะที่วิธีทั่วไปค่าที่ได้จากผู้ถอดแบบแต่ละคนอาจไม่เท่ากันเพราะแต่ละคนจะมีวิธีคิดคำนวณต่างกันเล็กน้อย

คำถามที่ 2: จากข้อ 1 “ความผิดพลาดนั้นอาจเกิดมาจากผู้ถอดแบบที่ใช้วิธีทั่วไปในการถอดแบบ A.) เน้นความสะดวกในการถอดแบบ เช่น นับพื้นที่หลายเหลี่ยมให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อให้ง่ายต่อการใช้สูตรกว้างคูณยาว หรือ B.) ผู้ถอดลืมหักลบพื้นที่บางจุดออก เช่น ช่องชาฟต์บนพื้น หรือ C.) การใช้สูตรคำนวณตามหนังสือหรือทฤษฎีการถอดแบบที่มีการอนุโลมการคิดคำนวณได้ ทำให้ปริมาณวัสดุนั้นมากเกินจริง”

ท่านคิดว่าข้อความใน A.) B.) หรือ C.) ส่งผลต่อความแตกต่างของผลการถอดแบบทั้ง 2 วิธีหรือไม่

คุณธงไท: ทั้ง 3 วิธีต่างเป็นเหตุผลที่ส่งผลให้ค่าที่ได้จากทั้ง 2 วิธีไม่เท่ากัน แต่อาจมีสาเหตุอื่นๆที่ยังไม่ถูกค้นพบอยู่ด้วยเนื่องจากตัวผู้ถอดแบบนั้นไม่ได้เปิดเผยทั้งหมดว่าการคำนวณในวิธีทั่วไปนั้นมีที่มาอย่างไร

ดร.ธิติ: ทั้ง A.) B.) และ C.) มีส่วนให้เกิดความแตกต่างทั้งหมด

คำถามที่ 3: การถอดแบบด้วย BIM นั้นในความเห็นของท่านมีความแม่นยำมากเพียงใด และน่าจะคลาดเคลื่อนได้ที่จุดใดบ้าง

คุณธงไท: BIM มีความแม่นยำสูงมาก แทบจะไม่มีที่ผิด หากจะผิดก็เกิดจากตัวผู้ใช้เองที่ใช้คำสั่งต่างๆผิดจนทำให้ BIM คำนวณพลาดเนื่องจากตัวผู้ใช้เป็นสาเหตุ

ดร.ธิติ: การถอดแบบด้วย BIM นั้นแม่นยำกว่าอย่างแน่นอนเนื่องจากคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการจำและประเมินผลได้ดีกว่ามนุษย์ BIM ในรุ่นก่อนๆอาจจะมีปัญหาเรื่องความแม่นยำแต่ในรุ่นปัจจุบันนี้การพัฒนาซอฟแวร์ทำให้ BIM เข้าใจจุดมุ่งหมายของผู้ใช้งานมากขึ้น ทำให้การถอดแบบทำได้แม่นยำขึ้นด้วย แต่มีเงื่อนไขสำคัญคือ ผู้ใช้ต้องเข้าใจในกระบวนการก่อสร้าง ไม่เช่นนั้นการจำลองแบบ 3 มิติก็จะไม่สามารถถูกนำไปใช้ก่อสร้างได้จริงและถอดแบบผิดพลาด หรือพูดได้ว่าผู้สร้างแบบจำลองต้องมีประสบการณ์ที่หน้างานในระดับหนึ่งหรือต้องทำงานร่วมกับผู้ดูแลการก่อสร้างที่หน้างาน จึงจะทำให้แบบจำลองถูกต้องตามกระบวนการก่อสร้าง และปริมาณวัสดุที่ได้การถอดแบบก็จะถูกต้องด้วย

คำถามที่ 4: ท่านคิดว่า วิธีการถอดแบบโดยทั่ว และวิธีการถอดแบบโดยใช้ BIM นั้น ต่างมีข้อดีและข้อจำกัดหรือจุดอ่อนอย่างไรบ้าง

คุณธงไท: ข้อดีในการถอดแบบด้วย BIM คือความแม่นยำที่มากกว่าและแสดงให้เห็นได้ชัด รวมทั้งความเร็วในการถอดแบบที่เดิมจะใช้เวลาในกระบวนการถอดแบบเป็นสัปดาห์เหลือเพียง 1 - 2 วันเท่านั้น แต่ BIM มีประเด็นด้านราคาของซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์ รวมทั้งการฝึกฝนบุคลากรให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพต้องใช้เวลาอย่างมาก เมื่อเทียบกับการทำงานด้วยระบบทั่วๆไปเช่นการใช้ CAD และ BIM ก็มีข้อจำกัดคือซอฟแวร์ไม่สามารถเผื่อปริมาณวัสดุได้ เนื่องจากในการก่อสร้างจริงจะต้องมีการเผื่อปริมาณวัสดุกันการสูญเสียเสมอ ในส่วนนี้ควรมีการศึกษาวิจัยต่อภายหลัง ส่วนวิธีการถอดแบบทั่วไปมีข้อดีคือทำได้ง่าย ค่าจ้างหรือค่าฝึกฝนบุคลากรมีราคาถูก แต่ก็แลกมาด้วยความไม่แน่นอนในปริมาณและปริมาณวัสดุที่เกินนี้อาจจะมากกว่าค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการลงทุนในระบบของ BIM

ดร.ธิติ: ข้อดีของการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปคือความง่ายในการเตรียมการ เพราะไม่ต้องใช้ทรัพยากรมาก ในบริษัทขนาดใหญ่บางแห่ง ความแม่นยำด้วยวิธีทั่วไปอาจสูงถึงร้อยละ 80 แต่ก็ยังต้องมีการคาดเดาอีกร้อยละ 20 ทำให้ไม่สามารถมั่นใจได้ว่าการถอดแบบจะถูกต้องตลอด ส่วนการถอดแบบด้วย BIM นั้นต้องเป็นบุคลการที่มีความสามารถเฉพาะเจาะจงเพราะเทคโนโลยี BIM ในปัจจุบันยังไม่เป็นที่แพร่หลายมาก การลงทุนในเทคโนโลยี BIM ก็มีมูลค่ามากกว่า หากนำมาใช้แค่ถอดแบบคงไม่คุ้มค่าอย่างแน่นอน

คำถามที่ 5: ท่านคิดว่าการลงทุนในเรื่อง BIM กับบริษัทขนาดใหญ่และบริษัทขนาดเล็ก หากเป็นเรื่องการลงทุนเพื่อการถอดแบบเพียงอย่างเดียวจะเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด และหากเป็นการลงทุนในระบบ BIM ในด้านอื่นๆด้วย เช่น การเขียนแบบ 3 มิติ การวางแผนงาน ในบริษัทขนาดใหญ่และบริษัทขนาดเล็กจะมีความเหมาะสมในการลงทุนหรือไม่ เพราะเหตุใด

คุณธงไท: ในบริษัทขนาดใหญ่อย่างเช่นบริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) นั้นการลงทุนเพื่อการถอดแบบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของแผนการนำ BIM มาใช้ทั้งองค์กร หากนำมาใช้แค่ถอดแบบอาจจะไม่คุ้มค่าการลงทุน แต่หากใช้ในทุกระบบตั้งแต่ก่อนก่อสร้าง ระหว่างก่อสร้างและหลังก่อสร้างย่อมสร้างความคุ้มค่าในการลงทุนให้บริษัทฯอย่างแน่นอน ในส่วนบริษัทขนาดเล็กนั้นยังไม่ควรใช้ BIM เพื่อการถอดแบบเพียงอย่างเดียวเพราะเทคโนโลยี BIM ยังมีราคาแพง แต่หากนำมาใช้กับด้านอื่นๆในการก่อสร้างด้วยแล้ว เทคโนโลยี BIM จะนำความได้เปรียบในระยะยาวในการทำธุรกิจเมื่อเทียบกับคู่แข่งที่ยังไม่ได้ใช้ BIM ได้อย่างมหาศาล

Chulalongkorn University

ดร.ธิติ: ในบริษัทขนาดใหญ่อย่างเช่น บริษัทพฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน) มีสถาปนิก วิศวกร และผู้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการหลายร้อยคน หากทุกคนใช้ระบบ BIM แบบเดียวกันหมดย่อมทำให้การสื่อสารในระหว่างฝ่ายในองค์กรทำได้ง่าย การใช้ BIM จึงมีความคุ้มค่าอย่างมากแม้จะใช้แค่การถอดแบบก็ตาม แต่เนื่องจากคงไม่มีองค์กรใดที่ลงทุนด้าน BIM เพียงเพื่อจะใช้ถอดแบบอยู่แล้ว การลงทุนในบริษัทไม่ว่าจะเล็กหรือใหญ่จึงถือเป็นความคุ้มค่าทั้งสิ้น เพียงแต่ในบริษัทขนาดเล็ก ต้องมีการแบ่งย่อยงานอีก เช่น บริษัทพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ที่ไม่มีผู้รับเหมาก่อสร้างและผู้อกแบบของตนเอง การลงทุนใน BIM อาจยังไม่ให้ผลตอบแทนที่ดี เพราะประโยชน์ที่พบได้จาก BIM ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเห็นได้ชัดจากตัวผู้รับเหมาก่อสร้างหรือตัวผู้ออกแบบมากกว่า

ตารางเปรียบเทียบผลการถอดแบบงานโครงสร้างคอนกรีตและเหล็กเสริมตามรายการทั้งหมด

ในการวิจัยครั้งนี้ได้มีการใช้รายการการถอดแบบของวัสดุจำนวน 4 รายการ ได้แก่ 1. คอนกรีต 240 KSC สำหรับงานเสาและผนัง SW 2. คอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC 3. เหล็กประเภท RB9 และ 4. เหล็กประเภท DB20 เพื่อแสดงผลเปรียบเทียบการถอดแบบและวิเคราะห์ที่มาของผลต่างนั้นโดยในวิธีการทั่วไปจะมีการหักลบการเผื่อปริมาณวัสดุตามทฤษฎีออก ส่วนในวิธีการใช้ BIM จะไม่มีการเผื่ออยู่แล้ว อย่างไรก็ดีผู้ถอดแบบของโครงการนี้ได้ทำการถอดแบบประมาณปริมาณวัสดุที่ใช้ในงานต่างๆไว้หลายรายการและทางบริษัทฯก็ได้ใช้ BIM เพื่อทำการถอดแบบเปรียบเทียบรายการไว้ด้วยเช่นกันดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 ผลการถอดแบบโดยวิธีทั่วไปและวิธี BIM: งานโครงสร้างในอาคาร

รายการ	หน่วย	ปริมาณวิธีทั่วไปหลังหักค่าเผื่อ	ปริมาณวิธี BIM	ค่าเผื่อ*	ปริมาณโดยวิธีทั่วไปที่ผู้ถอดแบบหามาได้	ปริมาณวิธี BIM รวมค่าเผื่อ	ร้อยละผลต่าง
คอนกรีตหยาบ 150 KSC	ลบ.ม.	22.14	16.36	1.05	23.25	17.18	-26
คอนกรีต 240 KSC (โครงสร้างทั่วไป)	ลบ.ม.	158.33	168.02	1.05	166.25	176.42	6
คอนกรีต 240 KSC (เสาและผนัง SW)	ลบ.ม.	207.46	166.88	1.05	217.83	175.22	-20
คอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC	ลบ.ม.	1,057.29	931.41	1.05	1,110.15	977.98	-12
เหล็กเสริม RB6	กก.	331.43	217.19	1.05	348.00	228.05	-34
เหล็กเสริม RB9	กก.	22,187.85	15,437.61	1.07	23,741.00	16,518.24	-30
เหล็กเสริม DB12	กก.	42,525.69	27,975.24	1.09	46,353.00	30,493.01	-34
เหล็กเสริม DB16	กก.	8,363.96	8,499.48	1.11	9,284.00	9,434.42	2
เหล็กเสริม DB20	กก.	34,546.02	31,466.91	1.13	39,037.00	35,557.61	-9
เหล็กเสริม DB25	กก.	10,994.78	10,938.23	1.15	12,644.00	12,578.96	-1
ลวดผูกเหล็ก	กก.	2,190.12	1,890.69	1.2	2,628.14	2,268.83	-14
เหล็กตะแกรง	ตร.ม.	5,877.67	5,481.09	1.05	6,171.55	5,755.15	-7

*ค่าเผื่อตามมาตรฐานการก่อสร้างโดยทั่วไปดังที่กล่าวในบทที่ 2

ตารางที่ 5.7 ผลต่างทางการเงินของชิ้นส่วนงานโครงสร้างต่างๆ

รายการ	หน่วย	ปริมาณโดยวิธีทั่วไปที่ผู้ถอดแบบหามาได้	ปริมาณวิธี BIM รวมค่าเผื่อ	ค่าวัสดุ (บาท)	รวม วิธีทั่วไป (บาท)	รวม วิธี BIM (บาท)	ผลต่าง (บาท)
คอนกรีตหยาบ 150 KSC	ลบ.ม.	23.25	17.18	1,582.00	36,782	27,179	-9,603
คอนกรีต 240 KSC (โครงสร้างทั่วไป)	ลบ.ม.	166.25	176.42	1,785.00	296,756	314,910	18,153
คอนกรีต 240 KSC (เสาและผนัง SW)	ลบ.ม.	217.83	175.22	1,785.00	388,827	312,768	-76,059
คอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC	ลบ.ม.	1,110.15	977.98	1,995.70	2,215,526	1,951,755	-263,772
เหล็กเสริม RB6	กก.	348.00	228.05	22.00	7,656	5,017	-2,639
เหล็กเสริม RB9	กก.	23,741.00	16518.24	21.00	498,561	346,883	-151,678
เหล็กเสริม DB12	กก.	46,353.00	30493.01	20.20	936,331	615,959	-320,372
เหล็กเสริม DB16	กก.	9,284.00	9434.42	20.00	185,680	188,688	3,008
เหล็กเสริม DB20	กก.	39,037.00	35,557.61	20.00	780,740	711,152	-69,588
เหล็กเสริม DB25	กก.	12,644.00	12578.96	20.00	252,880	251,579	-1,301
ลวดผูกเหล็ก	กก.	2,628.14	2268.83	35.00	91,985	79,409	-12,576
เหล็กตะแกรง	ตร.ม.	6,171.55	5,755.15	72.00	444,352	414,371	-29,981
รวม					6,136,075	5,219,669	-916,405
ร้อยละผลต่าง							14.93

หมายเหตุ ผลต่าง = รวมวิธี BIM – รวมวิธีทั่วไป

ร้อยละผลต่าง = (รวมวิธี BIM – รวมวิธีทั่วไป) / รวมวิธีทั่วไป

จากตารางที่ 5.6 แสดงให้เห็นว่ารายการการถอดแบบด้วย BIM โดยส่วนใหญ่จะได้ปริมาณวัสดุที่น้อยกว่าการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป เมื่อนำรายการวัสดุเหล่านั้นมาคูณด้วยราคาต่อหน่วยจะพบว่าโดยรวมแล้วหากผู้รับเหมาก่อสร้างหลักเปลี่ยนมาใช้ปริมาณวัสดุตามวิธีการถอดแบบด้วย BIM มูลค่าความแตกต่างที่เกิดมากที่สุดเกิดขึ้นที่เหล็กเสริมประเภท DB12 มากถึงประมาณ 320,000 บาท และคอนกรีตสำเร็จรูป 320 KSC มากถึงประมาณ 263,000 บาทตามลำดับ และราคาค่าก่อสร้างอาคารรวมในส่วนของงานโครงสร้างคอนกรีตและเหล็กของผู้รับเหมาหลักลดลงไปถึงร้อยละ 14.93 หรือเป็นจำนวนเงินถึง 916,405 บาทต่ออาคารประเภท A1 จำนวน 1 อาคาร ซึ่งมูลค่ารวมดังกล่าวนับจากค่าวัสดุประเภทคอนกรีตและเหล็กที่ผู้รับเหมาหลักใช้เท่านั้น ยังไม่รวมถึงวัสดุประเภทอื่นๆที่ผู้รับเหมาหลักใช้ อย่างเช่น ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปหรืองานปูกระเบื้อง เป็นต้น

อย่างไรก็ดีเจ้าของโครงการไม่ควรจัดเตรียมวัสดุให้เท่ากับปริมาณตามที่ BIM กำหนดพอดี เพราะในการก่อสร้างจริงจะมีปัจจัยหลายประการที่ทำให้เกิดการสูญเสียวัสดุระหว่างก่อสร้าง การเผื่อปริมาณวัสดุจะช่วยลดความเสี่ยงในการบริหารจัดการวัสดุให้เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า BIM จะแสดงปริมาณวัสดุที่น้อยที่สุดที่ควรจะจัดเตรียมไว้ในการก่อสร้าง และผู้ถอดแบบ

ควรจะใช้การเผื่อปริมาณจากการถอดแบบด้วย BIM ซึ่งปริมาณที่เผื่อนี้จะคิดจากร้อยละของปริมาณ BIM เมื่อเทียบกับการถอดแบบเดิมโดยวิธีทั่วไปที่จะเผื่อโดยคิดเป็นร้อยละจากปริมาณวัสดุที่มากกว่า ทำให้การถอดแบบนี้ไม่มีการเผื่อที่มากเกินความจำเป็น และทำให้ปริมาณวัสดุที่ต้องเตรียมมีความเหมาะสมกับความต้องการใช้ เป็นการลดต้นทุนการก่อสร้างที่เห็นผลได้อย่างชัดเจน

รายการที่นำมาพิจารณาในแบบสถาปัตยกรรมและงานระบบ

นอกเหนือไปจากการถอดแบบงานโครงสร้างซึ่งเป็นวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยฉบับนี้แล้ว งานถอดแบบในส่วนสถาปัตยกรรมและงานระบบจะถูกนำมาพิจารณาร่วมด้วย ในโครงสร้างอาคารทั่วไปนั้นงานสถาปัตยกรรมจะรวมไปถึงงานก่อสร้างต่างๆที่ไม่มีผลในการรับแรงของอาคาร เช่น งานฝ้า งานทาสี งานปูกระเบื้อง งานประตูหน้าต่าง หรืองานตกแต่งพื้นผิวต่างๆ ซึ่งความคลาดเคลื่อนในการถอดแบบงานสถาปัตยกรรมมักจะเกิดขึ้นบริเวณงานที่ต้องวัดขนาดพื้นที่ เช่น งานฝ้า หรืองานปูพื้น และไม่เกิดในงานที่นับวัสดุเป็นชิ้นหรือหน่วย เช่น งานประตูหน้าต่างที่นับเป็นจำนวนบาน ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงมีการเลือกวัสดุในงานสถาปัตยกรรมศาสตร์เพื่อนำมาเปรียบเทียบดังนี้

1. งานฝ้าฉาบเรียบบริเวณทางเดินส่วนกลาง
2. งานฝ้า T-Bar บริเวณห้องน้ำของห้องชุด
3. งานทาสีผนังภายในอาคาร
4. งานพื้นลามิเนตในห้องชุด
5. พื้นกระเบื้องเซรามิค 12” x 12”บริเวณทางเดินส่วนกลาง

ตารางที่ 5.8 ผลการถอดแบบงานสถาปัตยกรรมบางส่วน

รายการ	หน่วย	ปริมาณวิธีทั่วไปหลังหักค่าเผื่อ	ปริมาณวิธี BIM	ค่าเผื่อ	ปริมาณโดยวิธีทั่วไปที่ผู้ถอดแบบหามาได้	ปริมาณวิธี BIM รวมค่าเผื่อ	ร้อยละผลต่าง
งานฝ้าฉาบเรียบ	ตร.ม.	1,849.09	1,193.95	1.10	2,034.00	1,313.35	-35
งานทาสีผนังภายใน	ตร.ม.	12,006.67	15,246.77	1.05	12,607.00	16,009.11	32
งานพื้นลามิเนต	ตร.ม.	3,805.00	3701.10	1.05	3,995.25	3,886.15	-3
งานฝ้า T-Bar	ตร.ม.	436.19	446.00	1.05	458.00	468.30	2
งานพื้นกระเบื้องเซรามิค	ตร.ม.	1,038.05	778.05	1.10	1,141.86	855.85	-25

หมายเหตุ ผลต่าง = รวมวิธี BIM – รวมวิธีทั่วไป

ร้อยละผลต่าง = (รวมวิธี BIM – รวมวิธีทั่วไป) / รวมวิธีทั่วไป

ตารางที่ 5.9 ผลการวิเคราะห์มูลค่าของงานสถาปัตยกรรมบางส่วน

รายการ	หน่วย	ปริมาณโดยวิธีทั่วไปที่ผู้ถอดแบบหามาได้	ปริมาณวิธี BIM รวมค่าเผื่อ	ค่าวัสดุ (บาท)	รวม วิธีทั่วไป (บาท)	รวม วิธี BIM (บาท)	ผลต่าง (บาท)
งานฝ้าฉาบเรียบ	ตร.ม.	2,034.00	1,313.35	235.00	477,990	308,637	-169,352
งานทาสีผนังภายใน	ตร.ม.	12,607.00	16,009.11	40.00	504,280	640,364	136,084
งานพื้นลามิเนต	ตร.ม.	3,995.25	3,886.15	300.00	1,198,575	1,165,845	-32,730
งานฝ้า T-Bar	ตร.ม.	458.00	468.30	740.00	338,920	346,542	7,622
งานพื้นกระเบื้องเซรามิค	ตร.ม.	1,141.86	855.85	150.00	171,279	128,377	-42,901

ในส่วนของงานระบบซึ่งคือการติดตั้งระบบต่างๆที่ทำให้ผู้ใช้อาคารสามารถอาศัยอยู่ในอาคารนั้นได้อย่างสะดวกสบายนั้นประกอบด้วยหมวดต่างๆหลายหมวด แบ่งได้เป็นดังนี้

1) หมวดไฟฟ้ากำลัง หมายถึงการติดตั้งระบบไฟฟ้าในระบบอาคารเพื่ออำนวยความสะดวกต่อระบบอื่นๆ สามารถแบ่งย่อยงานได้เป็น 2 ประเภทได้แก่

1.1) อุปกรณ์หลัก คืออุปกรณ์ที่ใช้รองรับการทำงานของผู้อาศัย เช่น เต้าเสียบสายไฟ สวิตซ์เปิดปิดไฟ โคมไฟ หม้อแปลงไฟฟ้า และตู้ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์หลักมักจะมีมูลค่าประมาณร้อยละ 70 ของมูลค่างานไฟฟ้ากำลังทั้งหมด

1.2) สายไฟ คือสายไฟฟ้าที่นำส่งกระแสไฟฟ้าไปตามจุดต่างๆในอาคารงานระบบ มีส่วนประกอบหลักๆเพียง 2 ประเภทคือ สายไฟ และท่อนร้อยสายไฟ และมักจะมีมูลค่าประมาณร้อยละ 30 ของมูลค่างานไฟฟ้ากำลังทั้งหมด

2) หมวดไฟฟ้าสื่อสาร หมายถึงอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในงานเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับการส่งข้อมูล แบ่งย่อยได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.1) อุปกรณ์หลัก คืออุปกรณ์ที่ใช้อำนวยความสะดวกให้กับผู้อยู่อาศัยเพื่อการสื่อสารต่างๆ เช่น โทรทัศน์ กล้องวงจรปิด โทรศัพท์ โมเด็ม หรือเครื่องตรวจจับควันไฟ ซึ่งอุปกรณ์หลักมักจะมีมูลค่าประมาณร้อยละ 70 ของมูลค่างานไฟฟ้าสื่อสารทั้งหมด

2.2) สายไฟ คืออุปกรณ์ที่ใช้นำส่งสัญญาณต่างๆ เหมือนกับสายไฟฟ้าในข้อ 1.2) คือประกอบไปด้วย สาย และท่อร้อยสาย แต่จะเป็นสายเฉพาะเจาะจงกับงาน เช่น สายโทรศัพท์ หรือสายเคเบิ้ล มีมูลค่าประมาณร้อยละ 30 ของมูลค่างานไฟฟ้าสื่อสารทั้งหมด

3) ระบบสุขาภิบาล หมายถึงระบบที่เกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตต่างๆซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับการจัดการน้ำและของเสียในอาคาร เช่นระบบประปา หรือระบบน้ำทิ้ง ประกอบด้วย 2 หมวดย่อยดังนี้

3.1) อุปกรณ์หลัก คืออุปกรณ์ที่มีหน้าที่เฉพาะเจาะจงในอาคารอย่างเช่น ปั๊มน้ำ แทงค์บรรจุน้ำ สปริงเกิ้ล หรือวาล์วต่างๆ มีมูลค่าประมาณร้อยละ 50 ของงานระบบสุขาภิบาลทั้งหมด

3.2) ท่อต่างๆ คือท่อที่ใช้ลำเลียงสิ่งต่างๆที่ไม่ใช่ไฟฟ้าในอาคาร เช่น ท่อน้ำดี ท่อน้ำทิ้ง มีมูลค่าประมาณร้อยละ 50 ของงานสุขาภิบาลทั้งหมด

จากปัญหาในการถอดแบบงานระบบต่างๆที่ผ่านมา จะเห็นได้ชัดว่าการถอดแบบนับจำนวนอุปกรณ์หลักต่างๆจะนับเป็นตัวหรือเป็นชิ้นงาน การนับจึงมีโอกาสที่จะคลาดเคลื่อนได้น้อย แต่เมื่อพิจารณาถึงการถอดแบบท่อต่างๆจะเห็นว่าต้องมีความยาวทั้งในแนวราบ แนวเอียง และแนวดิ่งมาเกี่ยวข้อง ซึ่งผู้ถอดแบบที่ทำงานบนแบบ 2 มิตินั้นจะประสบปัญหาความคลาดเคลื่อนในการถอดแบบอย่างหลีกเลี่ยงได้ยาก ในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้เลือกรายการท่อต่างๆในอาคารบางรายการออกมาวิเคราะห์ ดังมีรายการดังต่อไปนี้

1. ท่อร้อยสายไฟ PVC ½” ในงานป้องกันอัคคีภัย

2. ท่อร้อยสายไฟ ½” ในงานแสงสว่าง

3. ท่อน้ำทิ้ง S ขนาด 4”

4. ท่อน้ำทิ้ง S ขนาด 6”

5. ท่อน้ำทิ้ง W ขนาด 2”

6. ท่อน้ำทิ้ง W ขนาด 2 ½”

โดยผลการถอดแบบของวัสดุทุกชิ้นโดยวิธีทั่วไปและวิธีการใช้ BIM เป็นดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.10 ผลการถอดแบบงานระบบบางส่วน

รายการ	หน่วย	ปริมาณวิธีทั่วไปหลังหักค่าเผื่อ	ปริมาณวิธี BIM	ค่าเผื่อ	ปริมาณโดยวิธีทั่วไปที่ผู้ถอดแบบหามาได้	ปริมาณวิธี BIM รวมค่าเผื่อ	ร้อยละผลต่าง
ท่อร้อยสายไฟ PVC ½”	ม.	6,521.74	6,275.13	1.10	7,500.00	6,902.64	-8%
ท่อร้อยสายไฟ ½”	ม.	3,636.36	3760.52	1.10	4,000.0	4,136.57	3%
ท่อน้ำทิ้ง S ขนาด 4”	ม.	508.18	448.79	1.10	559.00	493.67	-12%
ท่อน้ำทิ้ง S ขนาด 6”	ม.	500.90	434.18	1.10	511.00	477.60	-7%
ท่อน้ำทิ้ง W ขนาด 2”	ม.	988.18	787.19	1.10	1,087.00	865.91	-20%
ท่อน้ำทิ้ง W ขนาด 2 ½”	ม.	631.81	390.61	1.10	695.00	429.67	-38%

หมายเหตุ ผลต่าง = รวมวิธี BIM – รวมวิธีทั่วไป

ร้อยละผลต่าง = (รวมวิธี BIM – รวมวิธีทั่วไป) / รวมวิธีทั่วไป

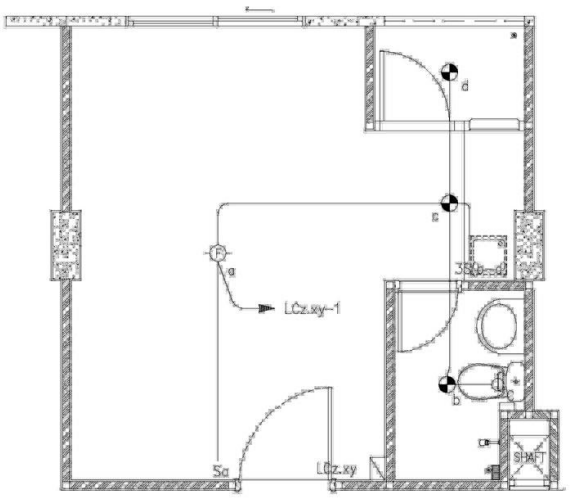
ตารางที่ 5.11 ผลการวิเคราะห์มูลค่าของงานระบบบางส่วน

รายการ	หน่วย	ปริมาณโดยวิธีทั่วไปที่ผู้ถอดแบบหามาได้	ปริมาณวิธี BIM รวมค่าเผื่อ	ค่าวัสดุ (บาท)	รวม วิธีทั่วไป (บาท)	รวม วิธี BIM (บาท)	ผลต่าง (บาท)
ท่อร้อยสายไฟ PVC ½”	ม.	7,500.00	6,902.64	42.00	315,000	289,910	-25,090
ท่อร้อยสายไฟ ½”	ม.	4,000.00	4,136.57	28.00	112,000	115,823	3823
ท่อน้ำทิ้ง S ขนาด 4”	ม.	559.00	493.67	144.00	80,496	71,088	-9,407
ท่อน้ำทิ้ง S ขนาด 6”	ม.	511.00	477.60	305.00	155,855	145,668	-10,187
ท่อน้ำทิ้ง W ขนาด 2”	ม.	1,087.00	865.91	41.00	44,567	35,502	-9,064
ท่อน้ำทิ้ง W ขนาด 2 ½”	ม.	695.00	429.67	64.00	44,480	27,498	-16,981

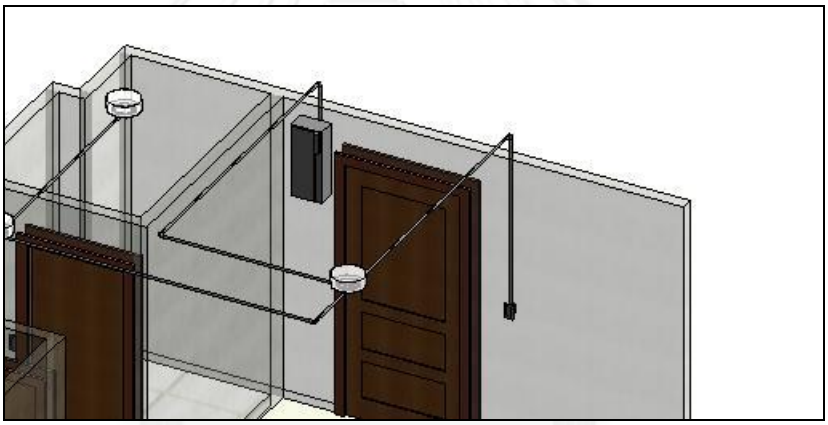
จากตารางที่ 5.8 สังเกตได้ว่าในงานสถาปัตยกรรมนั้นผลการถอดแบบด้วย BIM นั้นมีผลต่างกับวิธีทั่วไปตั้งแต่มากกว่าร้อยละ 32 ไปจนถึงน้อยกว่าร้อยละ 35 ซึ่งผลดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกับผลงานวิจัยที่ผ่านมาของ Kim Ji-Hyun และ Yoon Su-Won[41] ที่แสดงให้เห็นว่างานตกแต่งพื้นผิวนั้นจะมีค่าในการถอดแบบตั้งแต่มากกว่าร้อยละ 22 ไปจนถึงน้อยกว่าร้อยละ 36 ส่วนมูลค่าความแตกต่างของงานสถาปัตยกรรมในงานวิจัยฉบับนี้มีมูลค่าสูงสุดประมาณ 169,000 บาท ดังที่แสดงในตารางที่ 5.9

ในขณะที่ส่วนของงานระบบนั้นเมื่อพิจารณาดูค่าดังตารางที่ 5.10 จะเห็นว่าในวัสดุบางประเภทมีค่าการถอดแบบด้วย BIM มากกว่าการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปร้อยละ 3 และน้อยกว่าถึงร้อยละ 38 ซึ่งในงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องความแม่นยำของงานระบบทำให้ยังไม่สามารถนำงานวิจัยฉบับนี้ไปเปรียบเทียบกับกรณีศึกษาอื่นๆได้ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าตัวเลขต่างๆที่ปรากฏขึ้นโดยวิธีทั่วไปในงานระบบนั้นลงท้ายด้วยทศนิยม .00 ซึ่งเป็นตัวเลขที่พอดีเกินไป ต่างจากตัวเลขการวัดจริงของ BIM ที่วัดตามระยะทางที่วัสดุต่างๆวิ่งไปถึง จึงคาดได้ว่าผู้ถอดแบบงานระบบนั้นใช้วิธีการถอดแบบและบวกเผื่อปริมาณเพียงคร่าวๆจากแบบ 2 มิติ ดังรูปที่ 5.15 ซึ่งต่างจากการถอดแบบด้วย BIM ที่แสดงผลเป็น 3 มิติ ทำให้เห็นแนวการวางงานระบบในทั้งแนวราบและแนวดิ่ง การถอดแบบด้วย BIM จึงมีความชัดเจนและน่าเชื่อถือมากกว่า ดังรูปที่ 5.16

[41] Kim Ji-Hyun & Yoon Su-Won (2013). "A Verification of the Accuracy in BIM-Based Quantity Taking-Off – Focusing on Finishing Work." Journal of KIBIM **3**(2): 9.



รูปที่ 5. 15 ภาพแสดงแบบที่เขียนด้วย CAD 2 มิติ



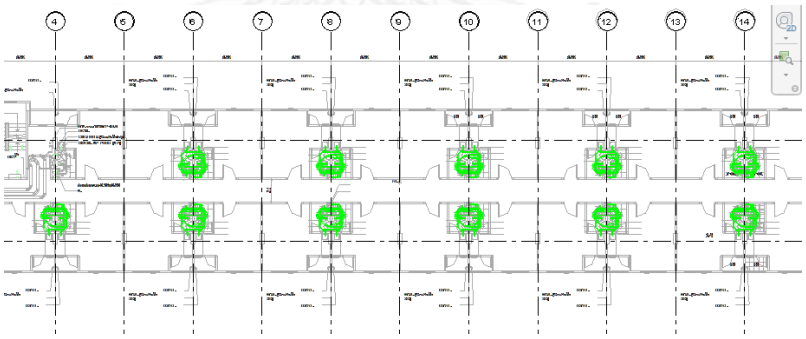
รูปที่ 5. 16 ภาพแสดงการการวางท่อร้อยสายไฟฟ้าที่วิ่งในแนวราบและแนวดิ่งฝังในพื้นและผนัง

และเมื่อมีการสัมภาษณ์ถึงการติดตั้งงานระบบจากผู้รับเหมาก่อสร้าง[42] พบว่าในบางครั้งผู้รับเหมางานระบบจะตั้งค่าตัวเลขของวัสดุที่ใช้ไว้ลอยๆและเผื่อค่าไว้เท่านั้นเนื่องจากวัสดุทั่วไปในงานระบบมีมูลค่าต่อหน่วยต่ำเมื่อเทียบกับงานโครงสร้าง ดังนั้นผู้รับเหมางานระบบจะไม่กังวลกับมูลค่าวัสดุมากนักและจะคิดเพิ่มผลกำไรจากค่าแรงและค่าดำเนินการแทน และเมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของวัสดุในงานระบบเฉพาะกรณีศึกษานี้จะเห็นได้ว่าค่าที่ถอดแบบได้จากวิธีการใช้ BIM นั้นแตกต่างจากค่าที่ผู้ถอดแบบกำหนดขึ้นมาเองอย่างมาก แต่เมื่อพิจารณาเป็นความแตกต่างด้านราคาวัสดุดังตารางที่ 5.11 กลับแทบไม่เห็นความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญ ราคาที่ต่างกันนั้นอยู่ในช่วง

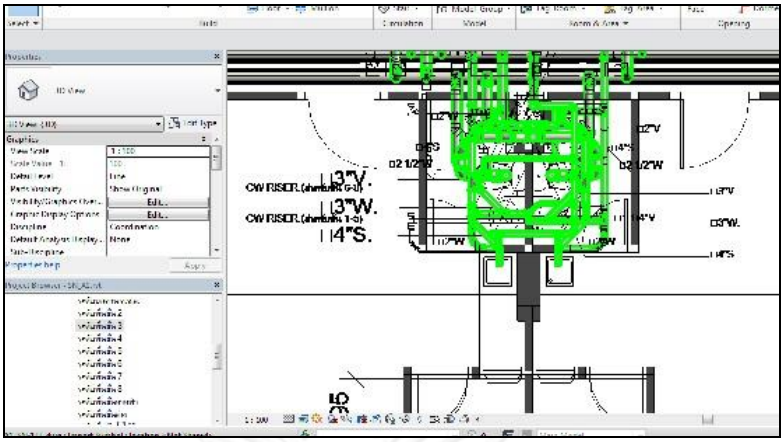
[42] กฤษดากร สมานุกูล (2557). กรรมการผู้จัดการบริษัทเอทตี้ทรี คอนสตรัคชั่น จำกัด.

หลักหมื่นบาทเท่านั้นในแต่ละรายการ แต่เมื่อเทียบกับมูลค่าที่แตกต่างของงานโครงสร้างดังตารางที่ 5.7 จะเห็นว่างานโครงสร้างมีมูลค่าต่างกันถึงหลายแสนบาทต่อรายการ ดังนั้นในกรณีศึกษานี้ผู้ถอดแบบไม่จำเป็นต้องกังวลกับความแตกต่างของวัสดุในงานระบบมากนัก แต่ควรให้ความสำคัญกับผลต่างด้านราคาของงานโครงสร้างมากว่า

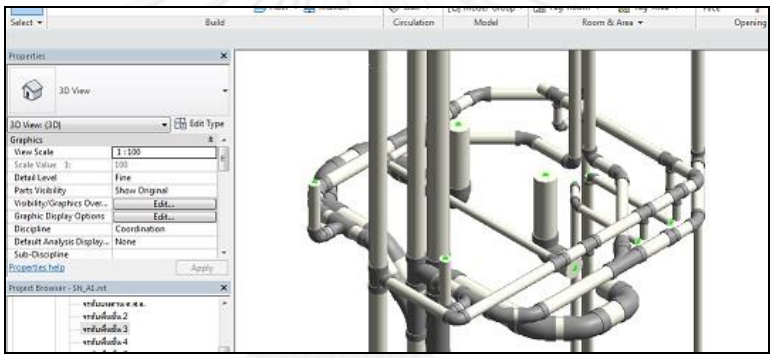
อย่างไรก็ตามสิ่งหนึ่งที่เห็นได้ชัดจากการใช้ BIM ในงานระบบคือการทำให้ผู้ออกแบบได้มีโอกาสจัดเตรียมพื้นที่ในแบบจำลองก่อนนำไปสร้างจริง ปัญหาส่วนใหญ่ที่สำคัญของงานระบบคือ งานระบบมักจะเป็นงานประเภทสุดท้ายที่ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการออกแบบ และในการก่อสร้างหลายกรณีพบว่าผู้ออกแบบงานโครงสร้างและผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรมมิได้เตรียมพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งงานระบบไว้ให้ ทำให้เมื่อมีการวางงานระบบจะเกิดปัญหาที่ผู้ออกแบบทุกฝ่ายจะมองไม่เห็นในแบบ 2 มิติ เช่น พื้นที่ติดตั้งงานระบบไม่เพียงพอ หรือแม้ในแบบ 3 มิติแบบทั่วไปหากผู้ออกแบบตรวจสอบไม่ละเอียดก็อาจจะพบกรณีการทับซ้อนกันของแบบ เช่นท่อน้ำดีชนกับท่อร้อยสายไฟ หรือ มีคานโครงสร้างชนกับท่อน้ำทิ้ง เมื่อมีการก่อสร้างจริงแล้วพบปัญหาก็จะต้องทำการแก้ไขหน้างาน ส่งผลถึงคุณภาพ ความสวยงาม เวลาที่ต้องใช้แก้ไข และมูลค่าในการแก้ไขงานได้ แต่หากเป็นการใช้ BIM ในงานระบบเมื่อมีการจำลองพื้นที่ช่องว่าง แล้วลองให้มีการวางระบบต่างๆลงไป ผู้ออกแบบที่เดิมจะเห็นภาพเป็นลักษณะ 2 มิติที่มีลักษณะแบบราบ จะสามารถมองเห็นงานเป็น 3 มิติที่มีความลึกและความหนาจริงได้ ดังรูปที่ 5.17 ถึงรูปที่ 5.20 ซึ่งกรณีนี้ผู้ออกแบบงานระบบและผู้รับเหมาก่อสร้างจะทราบได้ว่าในพื้นคอนกรีตที่หนาเพียง 17 ซม. นั้น จะมีการวางเรียงระบบท่อน้ำอย่างไร



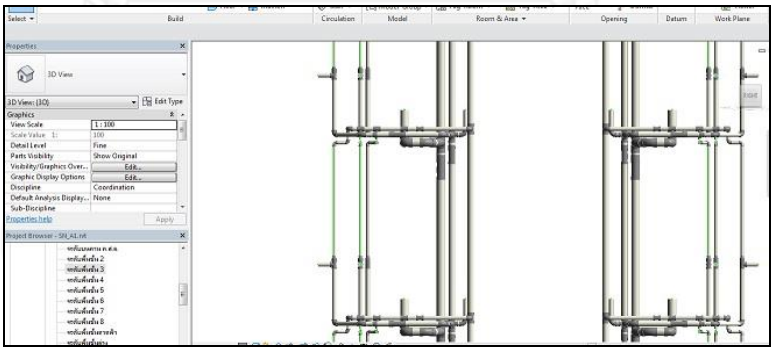
รูปที่ 5. 17 ตำแหน่งของงานระบบท่อน้ำในอาคาร A1



รูปที่ 5.18 ภาพแสดงงานระบบท่อน้ำของอาคาร A1 จากด้านบน



รูปที่ 5.19 ภาพแสดงงานระบบท่อน้ำของอาคาร A1 ในลักษณะ 3 มิติ



รูปที่ 5.20 ภาพแสดงงานระบบท่อน้ำของอาคาร A1 จากด้านข้าง

ดังนั้นประโยชน์อย่างหนึ่งเมื่อมีการใช้ BIM ในการสร้างแบบจำลองในการวิจัยครั้งนี้พบว่า นอกเหนือจากการช่วยให้การถอดแบบเป็นไปได้อย่างชัดเจนแล้ว ตัวแบบจำลองยังมีส่วนช่วยตรวจสอบการขัดกันของวัสดุ หรือเรียกว่า Clash Detection ได้ด้วย ซึ่งการใช้ชุดคำสั่ง Clash Detection จะเป็นการสั่งให้คอมพิวเตอร์ชี้รายงานตำแหน่งที่แบบมีการขัดกันในแบบจำลอง การขัดกันของวัสดุนั้นแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1.) Hard Clash เช่น การมีท่อทีวิ่งมาทับกันโดยมิได้

ตั้งใจ และ 2.) Soft Clash เช่นการมีระยะเว้นว่างในการวางเครื่องปรับอากาศไม่เพียงพอ โดยคำสั่งนี้จะถูกเรียกว่า Clash Detective และจะปรากฏในซอฟแวร์ Revit Navisworks Manage ซึ่งเป็นซอฟแวร์ระดับสูงของซอฟแวร์ Autodesk Revit ดังนั้นผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ที่ต้องการจะตรวจสอบการขัดกันของแบบนี้ควรมีการติดตั้งซอฟแวร์ Revit Navisworks Manage ไว้อย่างน้อย 1 ชุดหากต้องการให้มีการตรวจสอบการชนด้วยชุดคำสั่ง Clash Detection ในระหว่างการทำงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
การสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การสรุปผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ผลความแตกต่างและที่มาของความแตกต่างในบทที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่า BIM นั้นยึดหลักการถอดแบบตามวัตถุเลขาคณิตที่ถูกสร้างขึ้นจริงบนแบบ 3 มิติในระบบคอมพิวเตอร์ ต่างจากมนุษย์ที่ต้องใช้การคำนวณและการนับโดยต้องพึ่งสูตรการคำนวณ หลักตรรกศาสตร์ และจินตนาการในการทำงาน ซึ่งการกระทำของมนุษย์อาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่อความแม่นยำในการทำงานได้ โดยสาเหตุที่เป็นความคลาดเคลื่อนในการคำนวณในวิธีทั่วไปเกิดจาก 3 สาเหตุหลัก ดังนี้

1. การเน้นความสะดวกในการคำนวณ
2. การคิดขาด ตก หรือบกพร่อง
3. การเผื่อปริมาณเพื่อทดแทนการสูญเสียวัสดุที่หน้างาน

การทำงานของมนุษย์จะต่างจากการทำงานของคอมพิวเตอร์เนื่องจากคอมพิวเตอร์จะทำงานโดยอาศัยภาพวัตถุที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมด รวมทั้งหลักการทำงานของ BIM ที่มีการแบ่งแยกตำแหน่งและประเภทของวัตถุไว้ก่อนตั้งแต่เริ่มสร้าง ทำให้การคำนวณรูปเลขาคณิตหรือการนับวัตถุใดๆ เป็นไปตามการสร้างจริงโดยไม่มีการเผื่อหรือแก้ไข อย่างไรก็ดีผู้ใช้งานต้องไม่ลืมว่า BIM ถอดแบบตามคำสั่งของผู้ใช้งาน หากผู้ใช้งานสร้างรูปแบบจำลองที่ไม่ตรงกับจุดประสงค์การใช้งานของวัตถุ เช่น การใช้คำสั่งสร้างคานคอนกรีตที่มีลักษณะบางและสูง แทนการสร้างแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปกั้นห้อง เนื่องจากผู้ใช้ไม่เข้าใจถึงกระบวนการก่อสร้างและคำสั่งของซอฟแวร์ที่ใช้สร้างแบบจำลอง ผลที่ได้จากการถอดแบบจะทำให้ปริมาณคอนกรีตที่ใช้หล่อคานมากเกินจริง และปริมาณคอนกรีตที่ใช้สร้างแผ่นผนังคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นลดลง ส่งผลให้เมื่อมีการก่อสร้างจริงปริมาณวัสดุที่ใช้จะไม่สัมพันธ์กับปริมาณวัสดุที่ถอดแบบได้ ดังนั้นความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการก่อสร้างของผู้ใช้งานจึงมีความสำคัญในการถอดแบบด้วย BIM อย่างมาก

แต่ในกรณีศึกษานี้ยังไม่พบว่าทีมงานผู้ใช้ BIM ของบริษัทฯแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) มีการใช้คำสั่งสร้างวัตถุในแบบจำลองที่ไม่ตรงกับจุดประสงค์การใช้งานของวัตถุแต่อย่างใด จึงทำให้การพิจารณาความคลาดเคลื่อนของ BIM ในกรณีศึกษานี้ยังไม่มีน้ำหนักเพียงพอ แต่สาเหตุความคลาดเคลื่อนของมนุษย์ทั้ง 3 ข้อที่ได้แสดงให้เห็นก่อนหน้านั้น BIM สามารถประเมินผลและลดความคลาดเคลื่อนได้ทั้งหมด

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในการถอดแบบในกรณีศึกษานี้ การถอดแบบด้วย BIM นั้นมีความแม่นยำมากกว่าการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยในต่างประเทศที่ผ่านมา ตัวอย่างเช่น

ผลการวิจัยของ Helia Amiri ที่ได้แสดงให้เห็นว่า BIM นั้นจะถอดแบบได้แม่นยำกว่าวิธีการถอดแบบทั่วไป และเมื่อนำผลการถอดแบบโครงสร้างในงานวิจัยฉบับนี้มาเปรียบเทียบกับผลการถอดแบบงานตกแต่งผิวของ Kim Ji-Hyun และ Yoon Su-Won พบว่ามีผลไปในทางเดียวกันคือ BIM สามารถถอดแบบได้แม่นยำกว่าการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป โดยความคลาดเคลื่อนในการถอดแบบของ Kim Ji-Hyun และ Yoon Su-Won นั้นพบว่างานตกแต่งผิวที่ใช้ในกรณีศึกษานั้นมีช่วงแตกต่างตั้งแต่มากกว่าร้อยละ 22 ไปถึงน้อยกว่าร้อยละ 39 ส่วนในงานวิจัยครั้งนี้พบว่าช่วงความแตกต่างของงานโครงสร้างจะอยู่ในช่วงตั้งแต่มากกว่าร้อยละ 6 ไปถึงน้อยกว่าร้อยละ 34 ส่วนความแตกต่างของงานสถาปัตยกรรมจะอยู่ในช่วงตั้งแต่มากกว่าร้อยละ 32 ไปจนถึงน้อยกว่าร้อยละ 35

จุดเด่นอีกจุดหนึ่งซึ่งไม่ใช่ประเด็นที่ถูกนำมาวิจัยในงานวิจัยฉบับนี้คือเรื่องเวลาในการถอดแบบ เนื่องจากในกระบวนการถอดแบบนี้จะนับเวลาการถอดแบบเมื่อแบบจำลองเสร็จสมบูรณ์ไปจนถึงเวลาที่คอมพิวเตอร์แสดงผลการถอดแบบซึ่งใช้เวลาเพียงไม่กี่วินาทีในขณะที่การถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปเมื่อนับเวลาจากการเริ่มอ่านแบบ 2 มิติจะใช้เวลาเป็นสัปดาห์หรือเดือน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ M. Adam Alder และ Helia Amiri ที่ศึกษาประเด็นด้านเวลาในการถอดแบบด้วยแต่ใช้การนับช่วงเวลาเริ่มและจบงานที่ต่างกัน โดย M. Adam Alder ให้ความเห็นว่าถ้านำซอฟแวร์ BIM รุ่นเก่าในปีค.ศ. 2006 มาเทียบกับระบบถอดแบบ On-Screen Takeoff หรือ CAD ตั้งแต่เริ่มสร้างภาพจนถอดแบบเสร็จนั้นใช้เวลาไล่เลี่ยกันเพราะกระบวนการขึ้นรูปจำลองอาคาร 3 มิตินั้นใช้เวลามากแต่ส่วนการถอดแบบทำได้เร็วกว่า ส่วน Helai Amiri นั้นได้สรุปเป็นความเห็นไว้ในบทสรุปถึงความรวดเร็วในการถอดแบบด้วย BIM ว่าเร็วกว่าการถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปอย่างเห็นได้ชัด

ประโยชน์และข้อจำกัดของการใช้ BIM ในการถอดแบบของผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์

จากการวิเคราะห์ผลที่นำมาสู่ข้อสรุปที่ได้ในการวิจัย ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์จะสามารถใช้ประโยชน์จากการวิจัยในครั้งนี้ได้ โดย BIM นั้นจะช่วยเพิ่มอำนาจการต่อรองราคาของผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์กับผู้รับเหมาก่อสร้าง เนื่องจากตัวผู้รับเหมาก่อสร้างที่แม้ว่าจะใช้ BIM ในการถอดแบบเหมือนกัน แต่การเผื่อปริมาณวัสดุก็จะต้องกระทำบนพื้นฐานแบบจำลองอาคารชิ้นเดียวกัน ทำให้ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์สามารถทราบได้ว่า หากใช้วัสดุได้อย่างพอดีตามการคำนวณในอุดมคติแล้วจะต้องสั่งวัสดุเท่าใด และผู้รับเหมาก่อสร้างควรจะเผื่อได้ในปริมาณเท่าใดจึงจะไม่ทำให้ราคาต้นทุนของโครงการสูงเกินกว่าขอบเขตที่ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์กำหนดไว้ เทียบกับกรณีเดิมที่ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ต้องฟังข้อมูลจากผู้ถอดแบบจากทั้งฝั่งตนเองและฝั่งผู้รับเหมาซึ่งอาจคิดคำนวณโดยมีพื้นฐานการคิดที่ต่างกัน ทำให้การคิดปริมาณวัสดุและการเผื่อไม่มีมาตรฐานที่แน่นอน

ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ควรมีความเข้าต่อเทคโนโลยี BIM ว่าตัวเทคโนโลยีเป็นเพียงเครื่องมือช่วยพัฒนาโครงการเพียงอย่างหนึ่งเท่านั้น ยังไม่สามารถทำทุกอย่างในกระบวนการการพัฒนาโครงการได้ เช่น งานที่อยู่นอกกระบวนการก่อสร้างดังเช่น งานภูมิสถาปัตยกรรม หรือ งาน

บริหารจ้างบุคลากรในโครงการเป็นต้น ดังนั้นในการทำงานด้านการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ยังคงต้องใช้เครื่องมืออื่นๆประกอบการตัดสินใจในเรื่องต่างๆที่ไม่ใช่การถอดแบบอีกมาก

ข้อเสนอแนะด้านความเหมาะสมในการใช้ BIM ขององค์กร

แม้ว่าการใช้ BIM ในการถอดแบบจะเป็นผลดีกับองค์กร แต่ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ยังควรต้องคำนึงถึงศักยภาพและความเหมาะสมขององค์กรของตนร่วมด้วย เนื่องจากการนำ BIM เข้ามาใช้ในองค์กรของตนสำหรับประเทศไทยปัจจุบันนั้นยังมีข้อจำกัดอีกหลายประการที่อาจทำให้การใช้วิธีทั่วไปในการถอดแบบมีประสิทธิภาพมากกว่า ดังตารางเปรียบเทียบต่อไปนี้

ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบความเหมาะสมของวิธีการถอดแบบต่อองค์กร

ปัจจัยที่พิจารณา	วิธีทั่วไป	วิธีใช้ BIM
การลงทุนด้านการเงิน	ซอฟแวร์ AutoCAD มีราคาเริ่มต้นที่ประมาณ 50,000 บาท ต่อชุด	ซอฟต์แวร์ Revit 2014 มีราคาเริ่มต้นที่ประมาณ 200,000 บาทต่อชุด
ความสามารถขั้นต่ำของผู้ถอดแบบ	ผู้เขียนแบบระดับวิชาชีพทั่วไป เช่นปวช. หรือ ปวส. สามารถทำได้ การศึกษาวิธีการถอดแบบทั่วไปมีสอนอยู่ในระบบการศึกษาอยู่แล้ว การใช้ระบบ CAD สามารถเรียนรู้พื้นฐานและนำมาปรับใช้กับการถอดแบบได้	ผู้ใช้งาน BIM ต้องมีการศึกษา BIM เพิ่มเติมอย่างลึกซึ้งและต้องเข้าใจกระบวนการก่อสร้างที่หน้างานจริงถึงระดับหนึ่ง ทำให้ต้องอาศัยประสบการณ์และทักษะการทำงานมากกว่าการถอดแบบทั่วไป
การเตรียมการด้านอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ คอมพิวเตอร์ และระบบเครือข่ายรองรับ	อุปกรณ์สำนักงานทั่วไป	ต้องมีคอมพิวเตอร์ที่มีทรัพยากรเครื่องสูง รวมทั้งระบบเครือข่ายที่เสถียรมากพอในการรับส่งข้อมูลระหว่างฝ่าย
การเผื่อปริมาณวัสดุ	ผู้ถอดแบบสามารถทำเองได้	คอมพิวเตอร์ไม่สามารถทำเองได้
ระยะเวลาในการถอดแบบ	ประมาณ 7 – 10 วัน	ประมาณ 1 – 3 วัน
จำนวนผู้ถอดแบบโดยทั่วไป	1 – 3 คน	1 คน
การสื่อสารระหว่างฝ่าย	เป็นการพูดคุยสื่อสารกันทั่วไป จึงทำได้ง่าย	หากฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งไม่มี BIM หรือมี BIM รุ่นที่เก่ากว่า จะไม่สามารถสื่อสารรับส่งข้อมูลกับอีกฝ่ายได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 6.1 จะเห็นได้ว่าบริษัทแอลพีเอ็น ดีเวลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) มีความพร้อมในการนำเทคโนโลยี BIM มาใช้ในองค์กร เนื่องจากลักษณะบริษัทเป็นบริษัทมหาชนที่มีเงินทุนจดทะเบียนระดับพันล้านบาท จึงมีเงินทุนในการจัดหาซอฟแวร์ประเภท BIM และอุปกรณ์รับรองรวมทั้งระบบเครือข่ายต่างๆได้ พนักงานในบริษัทเองก็มีจำนวนมาก ทั้งมีระดับความรู้และประสบการณ์ในการก่อสร้างหลายระดับเพียงพอที่จะเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่อย่าง BIM ได้ นอกจากนี้นโยบายของบริษัทที่สนับสนุนการก่อสร้างที่เน้นการเป็นผู้นำทางด้านราคาต้นทุนที่ถูกที่สุดเมื่อเทียบกับคู่แข่ง ทำให้การใช้งานของ BIM เพื่อสนับสนุนการถอดแบบให้มีความแม่นยำสามารถสร้างประโยชน์ให้กับตัวบริษัทฯได้อย่างเต็มที่ ยิ่งเมื่อมีการพิจารณาถึงประโยชน์ของการใช้ BIM ที่มากกว่าการถอดแบบ เช่น การออกแบบอาคาร การวางแผนการก่อสร้าง หรือการดูแลรักษาอาคารหลังการเปิดใช้ ยิ่งเป็นการสนับสนุนให้บริษัทขนาดใหญ่ลงทุนในการนำเทคโนโลยี BIM มาใช้มากขึ้น ในทางกลับกันบริษัทขนาดเล็กที่ไม่ได้เน้นความรวดเร็วในการทำงานและราคาต้นทุนที่ถูกมากกว่าคู่แข่งอื่นๆก็อาจยังไม่ต้องนำเทคโนโลยี BIM เข้ามาใช้เพื่อการถอดแบบในบริษัท เนื่องจากการลงทุนของเทคโนโลยี BIM ในด้านต่างๆมีมูลค่าที่สูงในช่วงแรกทั้งในด้านอุปกรณ์ ซอฟแวร์ และบุคลากร การถอดแบบด้วยวิธีทั่วไปนั้นแม้จะมีความแม่นยำน้อยกว่าการถอดแบบด้วย BIM แต่ก็มีมูลค่าการลงทุนที่ต่ำกว่ามาก

แต่หากผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ในบริษัทขนาดเล็กมิได้มองเพียงแค่การถอดแบบ การนำ BIM เข้ามาใช้ในองค์กรจะเป็นความคุ้มค่าที่ควรลงทุน เพราะในความเป็นจริงประโยชน์ของ BIM ต่อการพัฒนาโครงการนั้นมีมากมาย ทั้งทางด้านการออกแบบ การวางแผนงานก่อสร้าง การวางแผนทางการเงิน หรือการดูแลอาคารหลังจากการเปิดใช้ ถ้าผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์สามารถมองเห็นประโยชน์ในด้านต่างๆของ BIM ได้ จะทำให้บริษัทขนาดเล็กของตนมีศักยภาพในการแข่งขันทางธุรกิจได้ดีมากขึ้นไปอีก เจ้าของบริษัทอาจจะเริ่มลงทุนในการออกแบบ 3 มิติด้วย BIM ก่อน เมื่อผู้ออกแบบสามารถใช้งาน BIM ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ศักยภาพในการออกแบบที่ดีขึ้น เช่น การเขียนแบบที่รวดเร็วและถูกต้อง หรือการแก้ไขแบบที่ใช้เวลาน้อย จะส่งผลย้อนคืนมาให้ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ในภายหลังเอง

อย่างไรก็ตามจากจุดนี้เองจะเห็นได้ว่าข้อจำกัดของการลงทุนในด้าน BIM นั้นมีความเสี่ยงเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งจะทำให้ผลงานขององค์กรลดลงเมื่อมีการเริ่มเปลี่ยนเทคโนโลยี ซึ่งจากการสัมภาษณ์บริษัทขนาดเล็กจะเห็นได้ว่าบริษัทขนาดเล็กที่มีบุคลากรอยู่น้อยจะไม่สามารถโอนถ่ายบุคลากรมาเรียนรู้ BIM โดยยังคงความประสิทธิภาพในการทำงานให้เท่าเดิมไว้ได้ ทำให้ในช่วงแรกจะสูญเสียความสามารถในการดำเนินธุรกิจไปอย่างมากและอาจจะทำให้มีปัญหากระทบต่อตัวบริษัทภายหลัง ดังนั้นแม้การลงทุนด้วย BIM จะมีความคุ้มค่าต่อบริษัทขนาดเล็ก แต่ก็ยังไม่มีบริษัทผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ขนาดเล็กรายใดกล้าเสี่ยงลงทุนในทั้งระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของธนัชา[41] ที่กล่าว

[41] ธนัชา สุขขี (2554). การเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย, มหาวิทยาลัยศิลปากร. ปริญญามหาบัณฑิต

ไว้ดังในบทที่ 2 ของงานวิจัยฉบับนี้ว่าบริษัทต่างๆไม่กล้าลงทุนในด้าน BIM เนื่องจากประเด็นทางบุคลากรมากที่สุด

ข้อเสนอแนะการการศึกษาและวิจัยต่อเนื่อง

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษาซึ่งต้องมีการใช้ BIM ในกระบวนการทำงานในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยเนื่องจากเทคโนโลยี BIM ยังเป็นเรื่องที่ใหม่สำหรับวงการอสังหาริมทรัพย์ไทย ผู้วิจัยคาดการณ์ว่าในปีถัดไปจะเริ่มมีอาคารที่ใช้ BIM ในกระบวนการก่อสร้างมากขึ้น ดังนั้นการศึกษาในด้านเทคโนโลยี BIM จะมีตัวอย่างข้อมูลสำหรับใช้ศึกษาวิจัยมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการศึกษาผลของเทคโนโลยี BIM ที่มีประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์จึงเป็นการศึกษาที่ควรได้รับการวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อกระตุ้นให้ผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ได้เกิดความสนใจต่อเทคโนโลยี BIM และนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของตนได้

ตัวอย่างประโยชน์ของ BIM ที่มีผลต่อการพัฒนาโครงการได้แก่ การใช้ BIM เพื่อลดต้นทุนด้านการเงินและต้นทุนด้านเวลาในกระบวนการวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) หรือศึกษาผลของการใช้ BIM ต่อการลดเวลาการขออนุญาตก่อสร้าง หรือการใช้ BIM ในการตรวจสอบการขัดกันของวัสดุ (Clash Detection) เพื่อลดต้นทุนการแก้ไขงาน อันจะเป็นประโยชน์โดยตรงอย่างมหาศาลต่อผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์และควรมีการวิจัยในหัวข้อเหล่านี้ต่อไป ยิ่งในแบบงานที่มีความซับซ้อนมากเช่นแบบงานระบบและผู้ออกแบบมักจะให้ความสำคัญหลังสุด หากการใช้ BIM ทำให้มีการสร้างแบบจำลองอาคารขึ้นมาก่อน การตรวจสอบการขัดกันระหว่างการออกแบบย่อมทำให้ผู้คุมงานก่อสร้างอาคารสามารถเห็นรายละเอียดต่างๆได้ชัดเจนก่อนการก่อสร้าง และไม่ต้องเสี่ยงก่อสร้างไปแล้วจะต้องแก้ไงงานภายหลัง

นอกจากนี้เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้ตัวอย่างเฉพาะอาคารชุดพักอาศัยเพียงตัวอย่างอย่างเดียว หากมีการวิจัยต่อเนื่องที่เปลี่ยนตัวอย่างกรณีศึกษาเป็นอาคารประเภทอื่นๆเช่น อาคารขนาดใหญ่ อาคารพาณิชย์ หรือบ้านจัดสรร ย่อมทำให้ผลการวิจัยจากตัวอย่างที่มีความซับซ้อนของแบบก่อสร้างต่างกันเหล่านี้สามารถใช้สนับสนุนหรือหักล้างงานวิจัยฉบับนี้ได้ต่อไป

รายการอ้างอิง

Alder, M. A. (2006). Comparing Time and Accuracy of Building Information Modeling to On-Screen Takeoff for a Quality Takeoff of a Conceptual Estimate. School of Technology, Brigham Young University. **Master of Science**.

Amiri, H. (2012). Building Information Modeling for Construction Applications: Formwork Installation and Quantity Take-Off. Faculty of Graduate Studies (Civil Engineering). Vancouver, The University of British Columbia. **Master of Applied Science**.

Autodesk Inc. (2007) BIM's Return on Investment.

Dale Sinclair (2012). BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work. London, RIBA Publishing.

Fatt, C. T. (2012). "Singapore BIM Roadmap." from http://www.bimmepaus.com.au/libraries/resources/BMA%20Forum%202012/singapore%20bim%20roadmap%202012-rev.pdf.

Foster, N. (1995). Construction Estimate from Take-Off to Bid. New York, McGraw-Hill, Inc.

Freyssinet Co., L. (2014). "Post-Tensioned Technology." from http://freyssinet.co.uk/tag/post-tensioning-2/.

HSD Vietnam Co., L. (2012). "Building Information Modeling (BIM) Application for Construction Contractor (Hanoi)." from http://hsdvn.com.vn/english/viewnews/Building-Information-Modeling-BIM-Application-for-Construction-Contractor-Hanoi.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kim Ji-Hyun & Yoon Su-Won (2013). "A Verification of the Accuracy in BIM-Based Quantity Taking-Off – Focusing on Finishing Work." Journal of KIBIM 3(2): 9.

Meeveld, H. v. (2009). Reflection on Estimating – The Effects of Complexity and the Use of BIM on the Estimate Process. Faculty of Civil Engineering University of Twente. **Bachelor Thesis**

Messner, J. (2011). "Cost Estimation (Quantity Take-Off)." from http://bim.psu.edu/Uses/Cost_Estimation.aspx.

National Institute of Building Sciences. "National BIM Standards – United States Version 2." from http://www.nationalbimstandard.org/.

Newton, R. "Nemeshchek and CABR to work on BIM Standards for China." from http://gfxspeak.com/2012/09/04/nemetschek-and-cabr-to-work-on-bim-standards-for-china/.

Nikhil, J. and D. Debassish (2003). "Feature Simplification Techniques for Freeform Surface Models." ASME Journal of Computing and Science in Engineering 3(3).

Panko, R. R. (1997). "Theory of human Error." from http://panko.shidler.hawaii.edu/HumanErr/Theory.htm.

PEstimate. "โปรแกรมประมาณราคา." from http://www.pestimate.net/index.html.

Reason, J. (1990). Human Error. University of Cambridge, Cambridge University Press.

โรจน์วัฒน์ อินทุ่ง (2545). การพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการเขียนแบบและประเมินมูลค่าเบื้องต้นฝ่ายทดน้ำคอนกรีตชลประทานขนาดเล็ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต

กรมโยธาธิการและผังเมือง (2552). มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว. กรุงเทพมหานคร, ดิจิตอล ออฟเซท เอเชีย แปซิฟิค จำกัด.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กฤษดากร สมานุกูล (2557). กรรมการผู้จัดการบริษัทเอทตี้ทรี คอนสตรัคชั่น จำกัด.

ดร. ธิติ วัชรสินธพชัย (2557). Innovation Network Center Manager บริษัท พฤกษา เรียลเอสเตท จำกัด (มหาชน).

ธนัชา สุขขี (2554). การเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย, มหาวิทยาลัยศิลปากร. ปริญญามหาบัณฑิต

ประจักษ์ หล้าจางวาง (2554). การประมาณราคาต่อหน่วยพื้นที่แบบรวดเร็วโดยใช้ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้างประกอบ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. ปริญญามหาบัณฑิต.

พันธุ์เทพ ทานชิติกุล (2556). กรรมการผู้จัดการบริษัทเมคเคอร์โฮม จำกัด.

มหาวิทยาลัยนเรศวร. "การคำนวณราคากลางการก่อสร้างอาคาร ". from http://office.nu.ac.th/psd/struc.files/Build/Build1/Build4.pdf.

วิวัฒน์ อุดมปิติทรัพย์. รศ. (2556). Training and Service Director บริษัท VR Digital จำกัด.

วิสูตร จิระดำเกิง (2556). การประมาณราคาก่อสร้าง. ปทุมธานี, วรรณกวี.

สำนักโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดสงขลา (2557). "เกณฑ์การคำนวณราคากลางของอาคารและสิ่งก่อสร้าง." from http://www.dpt.go.th/songkhla/main/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=23.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. "รายชื่อมาตรฐานผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรม." from http://www.tisi.go.th/IBLab/stdlist.php.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการการถอดแบบระหว่าง QS และ BIM (งานเฉพาะผู้รับเหมาหลัก)				
โครงการ : ลุมพินีคอนโดทาวน์ ชลบุรี สุขุมวิท (A1)				
สถานที่ : ชลบุรี				
ลำดับ	รายการ		หน่วย	
		QS		BIM
	สรุปราคาค่าก่อสร้าง (อาคาร A1)			
1	เตรียมงานก่อสร้าง	3,337,037.87		
2	งานโครงสร้าง	10,715,224.83		
3	งานตกแต่งผิวพื้น	2,655,262.30		
4	งานผนังและตกแต่งผิวผนัง	8,661,178.09		
5	งานฝ้าเพดาน	607,562.13		
6	งานชุ้มหลังคา - ชุ้มตกแต่ง - แผงประดับ	0.00		
7	งานประตู-หน้าต่าง	2,889,100.50		
8	งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์	1,095,765.00		
9	งานเบ็ดเตล็ด	553,545.50		
10	งานสี	0.00		
11	งานบ่อบำบัด	0.00		
12	บ่อหน่วงน้ำ	0.00		
	รวมรายการที่ 1 - 12	30,514,676.22		
	ค่าดำเนินการ 7 %	2,136,027.34		
	กำไร 6%	1,830,880.57		
	ค่าประสานงาน 5 %	1,351,197.75		
	เป็นเงิน	35,832,781.88		
	ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	2,508,294.73		
	รวมเป็นเงินค่าก่อสร้าง (อาคาร A1)	38,341,076.61		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1	เตรียมงานก่อสร้าง			
1.1	ปรับบริเวณ - ค่าเช่าที่ดิน			
1.2	บ้านพักคนงาน			
1.3	ค่าธรรมเนียมติดตั้งไฟฟ้าและน้ำประปาชั่วคราว			
1.4	ค่างานระบบไฟฟ้าและประปาชั่วคราวภายในโครงการ			
1.5	ค่าไฟฟ้าและน้ำประปาชั่วคราว			
1.6	เครื่องมือ - เครื่องจักร			
1.7	Tower crane & Mobile Crane			
1.8	แผงผ้าใบกันฝุ่น คลุมรอบตัวอาคาร			
1.9	รั้วผ้าใบโครงเหล็กรอบโครงการ ความสูง 6 ม.			
1.10	แผ่นเหล็ก			
1.11	นั่งร้าน			
1.12	ค่ารักษาความปลอดภัย			
1.13	เทศกิจ - โยธา - ตำรวจ			
1.14	ค่าขนส่ง - ค่าขนส่งคนงาน			
1.15	Passenger Lift			
1.16	Concrete Pump			
1.17	ค่าประกันคนงาน			
1.18	ค่าเอกสาร + รายงาน + AS BUILT			
1.19	ค่าดำเนินการด้านความปลอดภัย (safty)			
	รวมราคา เตรียมงานก่อสร้าง			
2	งานโครงสร้าง			
2.1	งานดิน			
2.2	งานเสาเข็ม			
2.3	งานคอนกรีต			
2.4	งานไม้แบบ			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5	งานเหล็กเสริมคอนกรีต			
2.6	งานระบบ Post-tensioned Slab Tendons			
2.7	งานโครงสร้างเหล็ก			
2.8	งานเบ็ดเตล็ดโครงสร้าง			
	รวมราคา งานโครงสร้าง			
2.1	งานดิน			
2.1.1	ดินขุด	778.30		
2.1.2	ดินถม	447.00		
2.1.3	ขนย้ายดิน	331.30		
2.1.4	ทรายถม (ระหว่างโครงสร้างกับแนวระบบป้องกันดิน)	69.65		
2.1.5	ทรายถม (รองฐานราก, คานคอดินและอื่นๆ ที่ระบุในแบบ)	26.95		
2.1.6	บดอัดพื้น (ภายในตัวอาคาร)	839.80		
2.1.7	ระบบป้องกันดินสำหรับโครงสร้างอาคาร ระบบ เข็มสน	76.04		
	รวมราคา งานดิน			
2.2	งานเสาเข็ม			
2.2.1	ตัดหัวเสาเข็ม SPUN ขนาด 0.40x0.40 ม.	148.00	ต้น	181.00
2.2.2	ตัดทอนหัวเข็มSPUN (ในบ่อน้ำดีและบ่อลิฟท์) ขนาด 0.40x0.40 ม.	33.00	ต้น	33.00
2.2.3	ค่าขนย้าย	1.00		
	รวมราคา งานเสาเข็ม	24,740.00		
2.3	งานคอนกรีต			
2.3.1	คอนกรีตหยาบ 150 KSC (Cylinder)	27.90	ลบ.ม.	16.36
2.3.2	คอนกรีตโครงสร้าง 240 KSC (Cylinder) (โครงสร้างทั่วไป)	166.25	ลบ.ม.	168.02
2.3.3	คอนกรีตโครงสร้าง 240 KSC (Cylinder) (เสาและผนัง SW)	261.40	ลบ.ม.	166.88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.4	คอนกรีต Post - Tension 320 KSC (Cylinder)	1,110.15	ลบ.ม.	931.41
	รวมราคา งานคอนกรีต	3,405,907.91		
2.4	งานไม้แบบ			
2.4.1	ไม้แบบทั่วไป	2,997.26	ตร.ม.	10,343.90
2.4.2	ไม้แบบ Post - Tension	7,274.29	ตร.ม.	6,813.57
2.4.3	ตะปู	2,757.21	กก.	4,289.37
	รวมราคา งานไม้แบบ			
2.5	งานเหล็กเสริมคอนกรีต			
2.5.1	เหล็กเส้นกลม ขนาด 6 มม. SR-24	348.00	กก.	217.19
2.5.2	เหล็กเส้นกลม ขนาด 9 มม. SR-24	23,741.00	กก.	15,437.61
2.5.3	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 12 มม. SD-40	46,353.00	กก.	27,975.24
2.5.4	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 16 มม. SD-40	9,284.00	กก.	8,499.48
2.5.5	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 20 มม. SD-40	39,037.00	กก.	31,466.91
2.5.6	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 25 มม. SD-40	12,644.00	กก.	10,938.23
2.5.7	ลวดผูกเหล็ก	2,628.14	กก.	1,890.69
2.5.8	เหล็กตะแกรง Wire Mesh 8 mm. @ 0.275 m.# (ล่าง)	6,171.55	ตร.ม.	5,481.09
	รวมราคา งานเหล็กเสริมคอนกรีต			
2.6	งานระบบ Post-tensioned Slab Tendons			
2.6.1	พื้นระบบ Post - Tension	6,119.00	ตร.ม.	5,481.09
2.6.2	แผ่นพื้นสำเร็จรูปสามารถรับน้ำหนักจรได้ 370 กก./ตร.ม.	774.00	ตร.ม.	768.32
2.6.3	คานสำเร็จรูป 0.20*0.50	241.80	ม	0.00
2.6.4	คานสำเร็จรูป 0.30*0.50	145.40	ม	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	รวมราคา งานระบบ Post-tensioned Slab Tendons	680,690.00		
2.7	งานโครงสร้างเหล็ก			
2.7.1	โครงสร้างเหล็กรับบันได Precast			
2.7.1.1	WF-200x100x5.5x8 mm. - 21.30 kg./m. (BST1)	478.48	กก.	19.88
2.7.1.2	WF-150x75x5x7 mm. - 14.00 kg./m. (BST2)	266.11	กก.	15.40
2.7.1.3	เหล็กฉาก 40x40x3 มม. (1.83 kg./m.) (BST3)	49.41	กก.	0.00
2.7.1.4	PL-250x150x9 - 2.65 kg./pcs.	45.79	กก.	0.00
2.7.1.5	PL-250x150x6 (1.77 kg./pcs.)	3.82	กก.	0.00
2.7.1.6	PL-200x150x9 - 2.12 kg./pcs.	36.63	กก.	0.00
2.7.1.7	PL-200x150x6 (1.41 kg./pcs.)	3.05	กก.	0.00
2.7.1.8	Anchor Bolts 4Ø16 mm. L=0.30 m.	64.00	ชุด	0.00
2.7.1.9	Anchor Bolts 4Ø12 mm. L=0.30 m.	56.00	ชุด	0.00
2.7.1.10	สีกันสนิม (ไม่รวมทาสีน้ำมัน)	28.50	ตร.ม.	0.00
	รวมราคา งานโครงสร้างเหล็ก			
2.8	งานเบ็ดเตล็ดโครงสร้าง			
2.8.1	PVC. WATER STOP ขนาด 20 ซม.			
	รวมราคา งานเบ็ดเตล็ดโครงสร้าง			
3	งานตกแต่งผิวพื้น			
3.1	F1 พื้นปูกระเบื้องเซรามิค ขนาด 12"x12" พร้อมแนวขอบทำผิวซีเมนต์ขัดมัน	89.37	ตร.ม.	74.87
3.2	บัวเชิงผนังทาสีน้ำมัน สูง 0.10 ม. (สำหรับ F1)	54.18	ม.	65.16
3.3	เส้นแนวทำผิวซีเมนต์ขัดมัน (สำหรับ F1)	71.35	ม.	65.16
3.4	F2 พื้นทำผิวหินล้าง พร้อมแนวขอบทำผิวซีเมนต์ขัดมัน แก้เป็นขัดมัน	12.74	ตร.ม.	14.03
3.5	เส้นแนวทำผิวซีเมนต์ขัดมัน (สำหรับ F2)	20.70	ม.	20.61
3.6	F3 พื้นปูกระเบื้องเซรามิค ขนาด 12"x12" ของ ..... (ขนิดผิวมัน) (ทางเดิน)	1,141.86	ตร.ม.	778.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.7	บัวเชิงผนังทาสีน้ำมัน สูง 0.10 ม. (สำหรับพื้นทางเดิน)	1,074.82	ม.	1,060.80
3.8	F4 พื้นปูกระเบื้องอิฐเนื้อนิล - เทาเข้ม ขนาด 12"x12" ของ SOSUCO (ชนิดผิวด้าน) (พื้นระเบียง)	377.04	ตร.ม.	327.65
3.9	บัวเชิงผนังทาสีน้ำมัน สูง 0.10 ม. (สำหรับพื้นระเบียง)	1,181.36	ม.	1,124.89
3.10	F4 พื้นกระเบื้อง อิฐไหมงาม - เทา ขนาด 12"x12" ของ SOSUCO (พื้นห้องน้ำห้องพัก)	616.24	ตร.ม.	608.44
3.11	ธรณีประตูห้องน้ำ PVC สำเร็จรูป ยาว 0.60 ม. (ห้องน้ำภายในห้องพัก)	229.00	ชุด	229.00
3.12	F5 พื้นปูลามิเนตสำเร็จรูป พร้อมบัวเชิงผนัง PVC 2"	3,955.25	ตร.ม.	3,701.10
3.13	ตัวจบพื้นลามิเนต (ความยาวเท่ากับความกว้างของประตู TD-1)	229.00	ชุด	229.00
3.14	บัวเชิงผนัง PVC 2" รุ่น NO ..... (สำหรับพื้น F5)	4,485.55	ม.	0.00
3.15	F6 พื้นทำผิวซีเมนต์ขัดมัน	940.05	ตร.ม.	1,741.30
3.16	บัวเชิงผนังทาสีน้ำมัน สูง 0.10 ม.	441.15	ม.	929.41
3.17	F8 พื้นทำระบบกันซึมของ LEX TRZ (ราคารวมงานเตรียมผิวก่อนทำระบบกันซึม)	44.55	ตร.ม.	43.60
3.18	F8 พื้นทำระบบกันซึมของ LEX TRZ (คิดเป็นทาโดยรอบ) (ดาดฟ้า)	213.51	ม.	0.00
3.19	ห้องน้ำ, ระเบียงและขอบพื้นทำระบบกันซึมของ LEX TRZ	3,673.05	ม.	0.00
3.20	พื้นทำระบบกันซึม Lex Bond (ราคารวมงานเตรียมผิวก่อนทำระบบกันซึม)	84.64	ตร.ม.	74.87
3.21	ปูนทรายปรับระดับ (สำหรับพื้น F1~F6)	7,132.55	ตร.ม.	0.00
3.22	ปูนกาวปูกระเบื้อง (F1, F3, F4, บัวกระเบื้อง)	2,224.51	ตร.ม.	0.00
3.23	บัวปูนปิดรอยต่อขอบพื้นกับผนังสำเร็จ ชั้นดาดฟ้า	178.15	ม.	0.00
3.24	เทปูนปิดรอยต่อขอบพื้นกับผนังสำเร็จ ชั้นพักอาศัย	1,173.75	ม.	0.00
3.25	พื้นกระเบื้องเซรามิคผิวหยาบกันลื่นหน้าลิฟต์ (แบบขยาย H หน้า A - 9)	18.50	ม.	0.00
	รวมราคา งานตกแต่งผิวพื้น			
4	งานผนังและตกแต่งผิวผนัง			
4.1	ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น	8,666.43	ตร.ม.	10,293.46
4.2	ผนังก่ออิฐเต็มแผ่น	31.27	ตร.ม.	28.15
4.3	ฉาบปูนเรียบ	13,170.50	ตร.ม.	10,321.60
4.4	P7 ฉาบปูนโครงสร้าง (ปริมาณ ผนัง P5 และ P6 ให้นำมารวมอยู่ในหัวข้อนี้)	1,758.99	ตร.ม.	2,237.52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5	P1 ผนัง คสล.สำเร็จรูป ผนังตรงทั่วไปส่วนพักอาศัย	2,631.00	ตร.ม.	2,687.66
4.6	P1 ผนัง คสล.สำเร็จรูป ระเบียงแนวนอน สูง 0.40 ม. และบริเวณกันสาด	335.00	ม.	133.95
4.7	P1 ผนัง คสล.สำเร็จรูป ระเบียงแนวนอน สูง 0.55 ม. และบริเวณกันสาด	144.00	ม.	87.03
4.8	P1 - ผนัง ค.ส.ล.สำเร็จรูป ผนังตรงดาดฟ้า	85.00	ตร.ม.	69.10
4.9	บันไดคอนกรีตสำเร็จรูป ST-1 ชั้น 2 - ดาดฟ้า	81.00	ตร.ม.	0.00
4.10	บันไดคอนกรีตสำเร็จรูป ST-2 ชั้น 2 - 8	69.00	ตร.ม.	10,293.46
4.11	P3 - ผนังกระเบื้อง อิฐไหมงาม - ขาว ขนาด 12"x12" ของ SOSUCO (ห้องน้ำส่วนกลาง)+บัวเชิงผนังส่วนผนังฉาบปูน	1,464.23	ตร.ม.	0.00
4.12	P3 - ผนังกระเบื้อง แคนกัสตาเนื้อ ขนาด 12"x12" ของ CAMPANA (ห้องน้ำห้องพัก)	608.34	ตร.ม.	1,855.68
4.13	ฉาบปูนเรียบ ทาสี (ห้องน้ำห้องพัก)	961.15	ตร.ม.	948.02
4.14	Sealant ผนัง คสล. สำเร็จรูป	2,662.26	ตร.ม.	0.00
4.15	แต่งผิวผนัง คสล.สำเร็จรูป	5,324.52	ตร.ม.	0.00
4.16	ผนังทำระบบกันซึม LEX BOND	128.05	ตร.ม.	0.00
4.17	ปูนกาวปูกระเบื้อง (สำหรับผนัง P3)	2,072.57	ตร.ม.	1,855.68
4.18	เสาเอ็น - คานทับหลัง ค.ส.ล.	7,362.05	ม.	0.00
4.19	เสาเอ็น - คานทับหลัง เหล็กตัว C - 75 x 45 x 15 ม.ม.	1,327.70	ม.	0.00
4.20	กระเบื้องกันเปื้อนห้องครัว (ไม่มี)	229.00	ชุด	28.15
4.21	ผนังก่อบล็อคระบายอากาศ (บริเวณอื่นๆ ที่ไม่มีในแบบขยายประตู-หน้าต่าง)	4.03	ตร.ม.	0.00
	รวมราคา งานผนังและตกแต่งผิวผนัง			
5	งานฝ้าเพดาน			
5.1	C1 ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 9 มม. ฉาบเรียบ	2,034.00	ตร.ม.	1,193.95
5.2	C2 ใต้พื้น คสล. ขัดแต่งให้เรียบร้อย ทาสี	3,350.74	ตร.ม.	0.00
5.3	C3 - ฝ้า T-BAR แผ่นยิบซั่มบอร์ด 9 ม.ม. อลูมิเนียม 1 " (กันชื้น)ห้องน้ำ ไม่รวมทาสี	229.00	ห้อง	466.00
5.4	C4 ฝ้ายิปซั่มบอร์ด 9 มม. ฉาบเรียบ (กันชื้น)	29.00	ตร.ม.	26.84
5.5	C5 คอนกรีตเปลือยผิวขัดแต่งให้เรียบร้อย ไม่ทาสี	214.15	ตร.ม.	3,379.95
5.6	ฉนวนกันความร้อน Stay Cool (คิดความหนา 3") บนฝ้าเพดาน ชั้น 8 (ไม่รวมพื้นที่ระเบียง)	726.19	ตร.ม.	575.76

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.7	บัวฝ้า PVC ....." NO ..... (ทางเดินส่วนกลาง) (ไม่ระบุรุ่น)		ม.	0.00
5.8	บัวฝ้า PVC ....." NO ..... (ห้องพักอาศัยและร้านค้า, ห้องส่วนกลาง)		ม.	0.00
5.9	บัวฝ้า PVC ....." NO ..... (ห้องน้ำห้องพักและห้องน้ำส่วนกลาง)		ม.	0.00
5.10	Step แผ่นยิปซั่ม หนา 9 มม.	18.30	ม.	1,193.95
5.11	ช่อง Service 40 x 40 cm. (ทางเดินส่วนกลาง, ส่วนกลาง)	32.00	ช่อง	0.00
5.12	บัวฝ้าปิดแผ่นเพลส+ไม้แนว	229.00	ห้อง	0.00
	รวมราคา งานฝ้าเพดาน			
6	งานซุ้มหลังคา - ซุ้มตกแต่ง - แผงประดับ			
	รวมราคา งานซุ้มหลังคา - ซุ้มตกแต่ง - แผงประดับ			
7	งานประตู-หน้าต่าง			
7.1	AL-1	1.00	ชุด	0.00
7.2	AL-2	1.00	ชุด	0.00
7.3	AL-3 (KEY CARD)	1.00	ชุด	0.00
7.4	AW-1	1.00	ชุด	0.00
7.5	AW-2	2.00	ชุด	0.00
7.6	SD-1 บานประตูและวงกบ UPVC สำเร็จรูป	1.00	ชุด	0.00
7.7	SD-2 บานประตูและวงกบ UPVC สำเร็จรูป (ช่องกระจกใส ขนาด 0.20x0.20 ม.)	1.00	ชุด	0.00
7.8	TD-1 ประตูไม้ประกอบสำเร็จรูป	229.00	ชุด	0.00
7.9	TD-2 ประตูไม้ประกอบสำเร็จรูป 1 1/2" (ชนิดกันน้ำ) (เกล็ดล่าง) พร้อมธรณี PVC สำเร็จรูป	229.00	ชุด	0.00
7.10	TD-3 ประตูไม้ประกอบสำเร็จรูป	229.00	ชุด	0.00
7.11	TAW-1	229.00	ชุด	0.00
7.12	TAW-2	15.00	ชุด	0.00
7.13	TAW-3	7.00	ชุด	0.00
7.14	TAW-3A	1.00	ชุด	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.15	TAW-4	8.00	ชุด	0.00
7.16	SV-1 บานประตูและวงกบ UPVC สำเร็จรูป	126.00	ชุด	0.00
7.17	SV-2 ประตูไม้อัดยาง หนา 1-1/2"	8.00	ชุด	0.00
7.18	SV-3 บานประตูและวงกบ UPVC สำเร็จรูป	8.00	ชุด	0.00
7.19	RD-1 บานประตูและวงกบ UPVC สำเร็จรูป	1.00	ชุด	0.00
7.20	RD-2 บานประตูและวงกบ UPVC สำเร็จรูป (ช่องกระจกใส ขนาด 0.20x0.20 ม.)	2.00	ชุด	0.00
7.21	RW-1 ผนังก่อบล็อคระบายอากาศ (กันฝน) หนา 9 ซม. ขนาด 0.19x0.19 ม.	4.00	ชุด	0.00
7.22	FD-1 เหล็ก	7.00	ชุด	0.00
7.23	FD-1A เหล็ก	2.00	ชุด	0.00
7.24	FD-2 เหล็ก (กระจกนิรภัย 20x20)	7.00	ชุด	0.00
7.25	FD-2A เหล็ก	1.00	ชุด	0.00
7.26	FW-1	8.00	ชุด	0.00
7.27	ซับวงกบ (สำหรับประตู TD-1 ด้านนอกและในห้อง) (ไม้แนว)	7,355.50	ม.	0.00
	รวมราคา งานประตู-หน้าต่าง			
8	งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์			
8.1	ชักโครก รุ่น TF-2352 พร้อมอุปกรณ์ครบชุด ของ AMERICAN STANDARD	229.00	ชุด	0.00
8.2	สายฉีดชำระพร้อมอุปกรณ์ครบชุด A-4700A-CH ของ AMERICAN STANDARD เปลี่ยนเป็น A-4800A-WT	229.00	ชุด	0.00
8.3	อ่างล้างหน้า รุ่น TF-959S ของ AMERICAN STANDARD	229.00	ชุด	0.00
8.4	สะดือท่อน้ำทิ้งสำหรับอ่างล้างหน้า A-8007 (สำหรับอ่างล้างหน้า TF-959S)	229.00	ชุด	0.00
8.5	ท่อน้ำทิ้งสำหรับอ่างล้างหน้า #202# สแตนเลส (สำหรับอ่างล้างหน้า TF-959S)	229.00	ชุด	0.00
8.6	ที่ใส่กระดาษชำระ MARVEL MCE-03 สีขาว	229.00	ชุด	0.00
8.7	ก๊อกเดี่ยวสำหรับอ่างล้างหน้า HAFELE 565.46.20039	229.00	ชุด	0.00
8.8	สต๊อปวาล์ว R - 444 (สำหรับอ่างล้างหน้าทั่วไป และ เคาน์เตอร์สำเร็จรูป ทั้งหมด)	229.00	ชุด	0.00
8.9	สต๊อปวาล์ว R - 555 (สำหรับสายฉีดชำระ รุ่น A-4800A-WT ทั้งหมด)	229.00	ชุด	0.00
8.10	สายน้ำดี 16 " (สำหรับอ่างล้างหน้าทั่วไป และ เคาน์เตอร์สำเร็จรูป ทั้งหมด)	229.00	ชุด	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.11	ฝักบัวอาบน้ำชนิดสายอ่อน HAFELE 580.23.980 (ฝักบัว+สายน้ำดีเคลือบอคิลิค+ก็อกฝักบัว) ครบชุด	229.00	ชุด	0.00
8.12	ที่ใส่สบู่ MARVEL MCE-02 สีขาว	229.00	ชุด	0.00
8.13	ราวแขวนผ้า NDN 28.01.040 (40 cm.)	229.00	ชุด	0.00
8.14	ก็อกระเบียงห้องพัก SANWA	229.00	ชุด	0.00
8.15	กระจกเงา CHAMER		ชุด	0.00
	กระจกเงากรอบ AL. ขนาด 0.45 x 0.75 ม หนา 3 มิล	229.00	ชุด	0.00
	รวมราคา งานสุขภัณฑ์และอุปกรณ์			
9	งานเบ็ดเตล็ด			
9.1	ST-1			
9.1.1	ลูกตั้ง+ลูกนอนบันไดทำผิวซีเมนต์ขัดมัน	165.40	ม.	0.00
9.1.2	โถง+ชานพักบันไดขัดมัน (F6)	85.86	ตร.ม.	0.00
9.1.3	บัวเชิงบันไดทาสีน้ำมัน (เฉดสีระบุภายหลัง)	-	ม.	0.00
9.1.4	ท้องบันไดเปลือยผิวแต่งเรียบ (C5)	131.01	ตร.ม.	0.00
9.1.5	ราวบันไดเหล็กกลม (แบบขยาย 8/A หน้า A - 10)	42.45	ม.	0.00
9.2	ST-2			0.00
9.2.1	ลูกตั้ง+ลูกนอนบันไดทำผิวซีเมนต์ขัดมัน	144.40	ม.	0.00
9.2.2	โถง+ชานพักบันไดขัดมัน (F6)	78.68	ตร.ม.	0.00
9.2.3	บัวเชิงบันไดทาสีน้ำมัน (เฉดสีระบุภายหลัง)	-	ม.	0.00
9.2.4	ท้องบันไดเปลือยผิวแต่งเรียบ (C5)	119.20	ตร.ม.	0.00
9.2.5	ราวบันไดเหล็กกลม (แบบขยาย 6/B หน้า A - 10)	40.75	ม.	0.00
9.2.6	ราวกันตกเหล็ก (แบบขยาย K หน้า A - 13)	28.70	ม.	0.00
9.3	ST-3			0.00
9.3.1	ลูกนอนบันไดตะแกรงเหล็กฉีก รุ่น XS42 หนา 2.3 มม. ของ V&P	3.26	ตร.ม.	0.00
9.3.2	ราวบันไดเหล็กกลม (แบบขยาย 2/C หน้า A - 10)	4.99	ม.	0.00
9.3.3	C-150x75x25x3.2 mm. - 8.01 kg./m. (BST3)	83.70	กก.	0.00
9.3.4	L-40x40x3 mm. - 1.83 kg./m. (BST3)	50.35	กก.	0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

9.3.5	PL-250x150x6 - 1.77 kg./pcs.	3.90	กก.	0.00
9.3.6	PL-200x150x6 - 1.41 kg./pcs.	3.10	กก.	0.00
9.3.7	Anchor Bolts 4Ø12 mm. L=0.30 m.	16.00	ชุด	0.00
9.3.8	สีกันสนิม (ไม่รวมทาสีน้ำมัน)	11.75	ตร.ม.	0.00
9.4	ราวระเบียงห้องพัก (แบบขยาย A หน้า A - 13)	338.21	ม.	0.00
9.5	ราวกันตก สูง 1.00 ม. (แบบขยาย D หน้า A - 10)	23.44	ม.	0.00
9.6	บันไดเหล็ก (แบบขยาย E หน้า A - 10)	1.00	ชุด	0.00
9.7	ฝาสแตนเลส เปิด-ปิด ถังน้ำ (แบบขยาย C หน้า A - 13)	2.00	ชุด	0.00
9.8	รอยต่อถนนกับพื้นทางเดินหน้าอาคาร แบบขยาย F หน้า A - 13	2.63	ม.	0.00
9.9	รอยต่อถนนภายนอกอาคาร - ตัวอาคาร แบบขยาย หน้า	16.38	ม.	0.00
9.10	รางระบายน้ำชั้นดาดฟ้า กว้าง 0.25 ม. ลึก 0.08 ม. แบบขยาย.....หน้า...	98.75	ม.	0.00
9.11	รางระบายน้ำห้องเครื่องสูบน้ำ กว้าง 0.25 ม. ลึก 0.08 ม.	4.00	ม.	0.00
9.12	บันไดสำเร็จรูป ST-1 (เทปูนปิดรอยต่อ)	86.45	ตร.ม.	0.00
9.13	บันไดสำเร็จรูป ST-2 (เทปูนปิดรอยต่อ)	76.45	ตร.ม.	0.00
9.14	ราวแขวนผ้าอลูมิเนียมสำเร็จรูป (แบบแปลนขยายระเบียง หน้า .....)			0.00
9.15	ราวแขวนผ้าอลูมิเนียมสำเร็จรูป (ยาวไม่เกิน 2.00 ม.)	229.00	ชุด	0.00
	รวมราคา งานเบ็ดเตล็ด			
10	งานสี			
10.1	ทาสีผนังและเพดานภายนอก			2,977.74
10.2	ทาสีผนังภายใน			15,246.77
10.3	ทาสีเพดานภายใน			1,686.78
0	ทาสีบานประตูและวงกบ			0.00
10.4	- บานประตูและวงกบTD1-4,SV1-4,D1-D6,D1AD6A,B,FD1,2,RD1,2			0.00
10.5	ทาสีน้ำมันหน้าลิฟท์			0.00
10.6	ทาสีเหล็กราวกันตก			0.00

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10.7	ทาสีไม้บัวเชิงผนังและบัวเพดาน			0.00
10.8	ทาสีเส้นจอดรถ			0.00
10.9	ทาสีลูกศร			0.00
	รวมราคา งานสี			
11	งานบ่อบำบัด (ไม่มี)			
11.1	ดินขุด			
11.2	ดินถม			
11.3	เสาเข็มหกเหลี่ยม Ø 6" ยาว 6.00 ม. ในบ่อบำบัดน้ำเสีย (ถ้ามี)			
11.4	ทรายหยาบปรับระดับ			
11.5	คอนกรีตหยาบ 150 KSC (Cylinder)			
11.6	คอนกรีตโครงสร้าง 280 KSC (Cylinder)			
11.7	ไม้แบบทั่วไป			
11.8	ตะปู			
11.9	เหล็กเส้นกลม ขนาด 9 ม.ม. SR-24			
11.10	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 12 ม.ม.SD-40			
11.11	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 16 ม.ม.SD-40			
11.12	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 20 ม.ม.SD-40			
11.13	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 25 ม.ม.SD-40			
11.14	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 28 ม.ม.SD-40			
11.15	ลวดผูกเหล็ก			
11.16	ทำผิวกันกรดด่างบ่อบำบัดน้ำเสีย			
11.17	CI Cover - ขนาดช่องเปิด ø 1.00 ม.			
11.18	CI Cover - ขนาดช่องเปิด ø 0.80 ม.			
11.19	CI Cover - ขนาดช่องเปิด ø 0.60 ม.			
	รวมราคา งานบ่อบำบัด			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

12	บ่อหน่วงน้ำ (ไม่มี)			
12.1	ดินขุด			
12.2	ดินถม			
12.3	เสาเข็มหกเหลี่ยม Ø 6" ยาว 6.00 ม. ในบ่อบำบัดน้ำเสีย (ถ้ามี)			
12.4	ทรายหยาบปรับระดับ			
12.5	คอนกรีตหยาบ 150 KSC (Cylinder)			
12.6	คอนกรีตโครงสร้าง 280 KSC (Cylinder)			
12.7	ไม้แบบทั่วไป			
12.8	ตะปู			
12.9	เหล็กเส้นกลม ขนาด 9 ม.ม. SR-24			
12.10	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 12 ม.ม.SD-40			
12.11	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 16 ม.ม.SD-40			
12.12	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 20 ม.ม.SD-40			
12.13	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 25 ม.ม.SD-40			
12.14	เหล็กเส้นข้ออ้อย ขนาด 28 ม.ม.SD-40			
12.15	ลวดผูกเหล็ก			
12.16	ทำผิวกันกรดด่างบ่อหน่วงน้ำ			
12.17	ฝาตะแกรง - ขนาดช่องเปิด 0.90 x 0.90 ม.			
12.18	ฝาตะแกรง - ขนาดช่องเปิด 0.90 x 1.60 ม.			
12.19	ตะแกรงดักขยะ ขนาด x ม.			
	รวมราคา งานบ่อหน่วงน้ำ			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ข้าพเจ้านายชาคริต รักษมาตา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิตในด้าน Master's of Science in Civil and Environmental Engineering ในสาขา Construction Management จาก San Jose State University รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกาในปีพ.ศ. 2554 ปัจจุบันศึกษาหลักสูตรเคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ ภาควิชาเคหการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University