แนวทางการลดน้ำหนักบรรทุกคงที่อาคารโดยการเปลี่ยนองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนังด้วยแบบจำลองสารสนเทศ(BIM): กรณีศึกษาโรงแรมบูรพาสามยอด

น.ส.ศุภิสรา นพเกตุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GUIDELINE OF REDUCING DEAD LOAD BY CHANGING ARCHITECTURAL WALL WITH BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): A CASE STUDY OF BURAPA SAMYOD HOTEL

Miss Supisara Nophaket

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture in Architecture
Department of Architecture
Faculty of Architecture
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวทางการลดน้ำหนักบรรทุกคงที่อาคารโดยการเปลี่ยนองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนังด้วยแบบจำลองสารสนเทศ (BIM): กรณีศึกษาโรงแรมบูรพาสามยอด
โดย	น.ส.ศุภิสรา นพเกตุ
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนัษฐิติ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ นาวาโทไตรวัฒน์ วิรยศิริ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสวกชัย ตั้งอร่ามวงศ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต นิตยะ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ศุภิสรา นพเกตุ : แนวทางการลดน้ำหนักบรรทุกคงที่อาคารโดยการเปลี่ยนองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนังด้วยแบบจำลองสารสนเทศ(BIM): กรณีศึกษาโรงแรมบูรพาสามยอด. (GUIDELINE OF REDUCING DEAD LOAD BY CHANGING ARCHITECTURAL WALL WITH BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): A CASE STUDY OF BURAPA SAMYOD HOTEL) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร

โรงแรมบูรพาสามยอด กรุงเทพมหานคร เป็นอาคารที่มีขนาดสูงเกิน 16 เมตรอาคารหนึ่งภายในพื้นที่ควบคุมความสูงตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2530 เนื่องด้วยอาคารหลังนี้ก่อสร้างขึ้นในช่วง พ.ศ.2500 ก่อนการบังคับใช้กฎหมายดังกล่าว จึงทำให้ได้รับการยกเว้นระดับความสูงของอาคารให้คงอยู่เท่ากับในปัจจุบัน โดยสามารถบูรณะและซ่อมแซมอาคารได้ แต่ไม่สามารถสร้างอาคารอื่นขึ้นใหม่ในพื้นที่ให้มีความสูงเท่าเดิม ส่งผลให้โรงแรมบูรพาสามยอดและอาคารที่ติดข้อกำหนดลักษณะเดียวกัน อาจถูกดัดแปลงเพิ่มเติมองค์ประกอบอาคารโดยไม่คำนึงถึงความสามารถที่จำกัดในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง การปรับปรุงโดยลดน้ำหนักอาคารจึงเป็นตัวเลือกที่ปลอดภัย ประหยัด และได้พื้นที่มากกว่าการทุบทิ้งสร้างใหม่ ซึ่งงานวิจัยนี้จะศึกษาวิธีการลดน้ำบรรทุกคงที่อาคาร (Dead load) โดยการเปลี่ยนองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนัง ด้วยแบบจำลองสารสนเทศ (Build Information Modeling) หรือBIM เนื่องจาก BIM มีความสามารถในการจำลองวัตถุในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั้งรูปทรง 3มิติ 2มิติและข้อมูลคุณสมบัติ ตัวแปร และความสัมพันธ์กับวัตถุอื่นๆ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1)ศึกษาวิธีการบันทึกแบบอาคาร 2มิติ 3มิติ และข้อมูลน้ำหนักบรรทุกคงที่อาคาร ของอาคารปัจจุบัน และอาคารที่เปลี่ยนองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนัง ด้วยแบบ BIM ในโปรแกรม Autodesk Revit 2)นำเสนอแนวทางการลดน้ำบรรทุกอาคาร โดยเปลี่ยนองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนังโรงแรมบูรพาสามยอด ด้วย BIM

ผลการศึกษามี2ประเด็นดังนี้ ประเด็นที่1กระบวนการแบบจำลองสารสนเทศในการบันทึกข้อมูลอาคารปัจจุบันและอาคารที่มีการเปลี่ยนแปลงวัสดุผนังสามารถบันทึกข้อมูลทั้งหมดอยู่ในไฟล์เดียวกันได้ ทำให้ไม่เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูล โดยการจำแนกองค์ประกอบสถาปัตยกรรมของอาคารปัจจุบันเพื่อคำนวณน้ำหนักจำแนกออกเป็น 6 ประเภท คือ เสา คาน พื้น บันได ผนังลิฟต์ และผนัง ซึ่งสามารถแยกย่อยชนิดและวัสดุองค์ประกอบได้ โดยองค์ประกอบสถาปัตยกรรมจะบันทึกอยู่ใน 3 ตำแหน่งคือ 1)Revit Modeling ซึ่งแสดงผลเป็นแบบ 2 มิติและโมเดล 3 มิติ 2)Revit Family ซึ่งแสดงผลเป็นข้อมูลวัสดุ รายละเอียด ขนาดองค์ประกอบ และ 3)Revit Schedule ซึ่งรวบรวมข้อมูลทั้งหมดและคำนวณน้ำหนักอาคารเป็น 6 Schedule ตามองค์ประกอบสถาปัตยกรรม สำหรับการสร้างวัสดุทางเลือกผนังนั้น ผนัง 1 ชนิดสามารถสร้างทางเลือกได้หลากหลายโดยใช้ Design Option ในโปรแกรม Autodesk Revit ประเด็นที่2 น้ำหนักรวมองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนังมีทั้งหมด 4,474,148.39 กิโลกรัม จากน้ำหนักทั้งหมด10,230,569.23 กิโลกรัม คิดเป็นสัดส่วน 43.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัดส่วนมากเป็นอันดับ1จากองค์ประกอบทั้งหมด เมื่อทดลองเลือกวัสดุทางเลือกผนังที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดของผนังทุกประเภทจะมีน้ำหนักผนังรวมทั้งหมด 458,962.08 กิโลกรัม หรือคิดเป็น 10.26 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเดิมผนัง และ 60.75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเดิมทั้งอาคาร ซึ่งลดน้ำหนักบรรทุกคงที่อาคารได้ 4,015,186.31 กิโลกรัม หรือคิดเป็น 89.74 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเดิมผนัง และ 10.26 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเดิมทั้งอาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2561	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6173353325 : MAJOR ARCHITECTURE
KEYWORD: Dead Load, BIM, Renovation, Building Information Modeling

Supisara Nophaket : GUIDELINE OF REDUCING DEAD LOAD BY CHANGING ARCHITECTURAL WALL WITH BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): A CASE STUDY OF BURAPA SAMYOD HOTEL. Advisor: Asst. Prof. TERDSAK TACHAKITKACHORN, Ph.D.

Burapha Samyod Hotel, Bangkok is one of the building which higher than 16 meter in height-controlled area follow Bangkok code of law B.E.2530. Due to this Building was built in B.E.2500 before the code of law, it has got an exemption to remain the same height as the present with ability to renovate and repair the building but not allow to rebuild the new building to be the same height. This brings about Burapha Samyod Hotel and the buildings with same limitation might be renovated and adding element without concerning limited ability of building structure. The renovation with reducing dead load of the building should be economical and safe option and gain more floor area. In this research will study the method of reducing dead load by changing architectural wall with Building Information Modeling (BIM), in the reason of BIM having ability to simulate object in computer program as 3D 2D and object information variable and relationship with other objects.

This research aims to 1) Analyze method of recording building 2D drawing 3D modeling and building information including dead load of present building and the renovation building with Building Information Modeling (BIM) in Autodesk Revit. In this study will only focusing on changing architectural wall. 2) Present the guideline of reducing dead load of building by changing architectural wall of Burapha Samyod Hotel with BIM.

The study founded 2 matters. First, Building Information Modeling (BIM) method in recording the information of present building and building after changing wall material can do in the same file, result to reduce overlap of information by classify architectural component of present building for calculating the load to 6 categories as column beam floor stair lift wall and wall which wall can separate the types and material of elements. These 6 categories of architectural components are recording in 3 place 1) Revit Modeling which show 2D and 3D modeling 2) Revit Family which show information of materials detail and dimension of components. 3) Revit Schedule which show all the information and calculated the building load in 6 Schedule due to 6 categories of architectural components. For creating the wall option, 1 wall type can make many options by using Design Option in Autodesk Revit. Second matter, architectural wall weight 4,474,148.39 kilogram, from all elements weight 10,230,569.23 kilogram, calculated as 43.73 percent which has the most weight from all of elements. Attempting to choose the lightest-weight in every types of wall founded the load of Burapha Samyod Hotel, new option of wall weight 458,962.08 kilogram or 10.26 percent of the existing weight and 60.75 percent of all existing elements weight. This reduces dead load 4,015,186.55 kilogram or 89.74 percent of existing wall weight and 10.26 percent of all existing elements weight.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Architecture	Student's Signature .....
Academic Year:	2018	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากความอนุเคราะห์ของบุคคลดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณโรงแรมบูรพาสามยอดสำหรับความอนุเคราะห์ข้อมูล และการอนุญาตรังวัดสำรวจอาคาร

ขอขอบพระคุณ คุณสิรินดา มธุรสสุคนธ์ และคุณธนพล วัฒนจินดาเลิศ สำหรับแบบรังวัดโรงแรมบูรพาสามยอด

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ สำหรับการสนับสนุนและคำแนะนำตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ นาวาโท ไตรวัฒน์ วิรยศิริ รองศาสตราจารย์ ดร. ชวลิต นิตยะ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสวกชัย ตั้งอร่ามวงศ์ สำหรับการช่วยชี้แนะให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณเสธวุฒิ บำรุงกุล คุณธารรวี งามศิริอุดม และคุณชลัมพล ธาวนพงษ์ สำหรับความช่วยเหลือด้านการนำเสนอข้อมูล และการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์

ศุภิสรา นพเกตุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตของการศึกษา 2

1.4.1 องค์ประกอบผนัง 2

1.4.2 การเลือกวัสดุทางเลือก 4

1.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกและประมวลผล 4

1.5 ระเบียบวิธีศึกษา 4

1.5.1. ทบทวนวรรณกรรม 4

1.5.2. การเก็บปฐมภูมิข้อมูล (DATA) 5

1.5.3. บันทึกข้อมูลทุติยภูมิ (Information) 5

1.5.4. วิเคราะห์ / สังเคราะห์ข้อมูล 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.5.5. สรุปผลการศึกษา 5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและวิธีการดำเนินการ 6
2.1 ทบทวนวรรณกรรม 6
2.1.1 แนวคิดและทฤษฎีการลดน้ำหนักในการบูรณะอาคาร 6
2.1.2 อายุอาคารและปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของอาคาร 6
2.1.2.1 การเสื่อมสภาพของโครงสร้างทำให้รับน้ำหนักได้ไม่เท่าเดิม 6
2.1.3 การลดลงของกำลังรับน้ำหนักของโครงสร้าง 7
2.1.4 ทฤษฎีการรื้อถอนผนัง 8
2.1.5 โปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) 15
2.2 วิธีการดำเนินการบันทึกข้อมูลด้วย BIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit 15
2.2.1 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Family 16
2.2.2 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Schedule 17
2.2.3 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Modeling 18
บทที่ 3 ผลการศึกษา 19
3.1 ข้อมูลโรงแรมพาสามยอด 19
3.1.1 ตำแหน่งที่ตั้ง 19
3.1.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง 20
3.1.2.1. ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง กำหนดบริเวณห้ามก่อสร้าง ดัดแปลง ใช้หรือเปลี่ยนการใช้อาคารบางชนิดหรือบางประเภทภายในบริเวณกรุงรัตนโกสินทร์ชั้นนอก ในท้องที่แขวงชนะสงคราม แขวงตลาดยอด แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ แขวงบวรนิเวศ แขวงเสาชิงช้า แขวงราชบพิธ แขวงสำราญราษฎร์ และแขวงวังบูรพาภิรมย์ เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร พ.ศ.๒๕๓๐ 20
3.1.3 ข้อมูลทั่วไปโรงแรมบูรพาสามยอด 21
3.2 แบบรังวัดอาคารและองค์ประกอบอาคาร 24
3.3 การจำแนกองค์ประกอบสถาปัตยกรรมของโรงแรมบูรพาสามยอด 25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.1 เสา 25
3.3.2 คาน 26
3.3.3 พื้น 27
3.3.4 บันได 28
3.3.5 ผนังลิฟต์ 29
3.3.6 ผนัง 30
3.3.6.1 ผนังภายนอก 31
3.3.6.2 ผนังภายใน 52
3.3.6.3 แผงกันแดด 54
บทที่ 4 วิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกโรงแรมบูรพาสามยอด 55
4.1 สัดส่วนน้ำหนักของแต่ละองค์ประกอบ 56
4.1.1 น้ำหนักเสา 56
4.1.2 น้ำหนักคาน 57
4.1.3 น้ำหนักพื้น 58
4.1.4 น้ำหนักบันได 59
4.1.5 น้ำหนักผนังลิฟต์ 60
4.2 สัดส่วนน้ำหนักองค์ประกอบผนัง 61
4.2.1 น้ำหนักผนังภายนอก 61
4.2.1.1 น้ำหนักผนังภายนอกทึบ 61
4.2.1.2 น้ำหนักผนังทรายล้าง 66
4.2.1.3 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 67
4.2.2 น้ำหนักผนังภายใน 83
4.2.3 น้ำหนักแผงกกันแดด 84
4.3. วัสดุทางเลือกองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนัง 85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.1 วัสดุทางเลือกผนังภายนอก 85
4.3.1.1 วัสดุทางเลือกผนังภายนอกทึบ 85
4.3.1.2 วัสดุทางเลือกผนังทรายล้าง 86
4.3.1.3 วัสดุทางเลือกผนังภายนอกและช่องเปิด 87
4.3.1.4 วัสดุทางเลือกผนังภายใน 88
4.3.1.5 วัสดุทางเลือกแผงกันแดด 89
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 90
5.1 บทสรุป 90
5.1.1 สรุปการจำแนกองค์ประกอบสถาปัตยกรรมของโรงแรมบูรพาสามยอด 90
5.1.2 สรุปลักษณะการรวบรวมข้อมูลเพื่อการคำนวณน้ำหนักองค์ประกอบสถาปัตยกรรมโดยโปรแกรม Autodesk Revit 91
5.1.3 สรุปลักษณะการสร้างทางเลือกวัสดุโดยโปรแกรม Autodesk Revit 94
5.1.4. สรุปวัสดุผนังทางเลือกที่ทำให้น้ำหนักลดลงมากที่สุดในแต่ละองค์ประกอบ 96
5.1.5. สรุปน้ำหนักบรรทุกอาคารที่ลดลง 98
5.2 ข้อสังเกต 99
5.2.1. โครงสร้างอาคารที่มีอายุมากกว่า 50 ปีอาจเสื่อมสภาพได้ 99
5.3 ข้อเสนอแนะ 100
5.3.1 การทดลองลดน้ำหนักบรรทุกคงที่จากการเปลี่ยนผนัง เป็นเพียงการหาอัตราส่วนของน้ำหนักบรรทุกคงที่จากเปลี่ยนวัสดุผนังเพื่อความเข้าใจของสถาปนิก 100
5.3.2 ในการรื้อถอนผนังอาคารอาจจะไม่สามารถรื้อได้ทั้งหมด 100
5.3.3 Revit สามารถบันทึกข้อมูลอื่นๆนอกเหนือจากน้ำหนักวัสดุ 101
บรรณานุกรม 102
ประวัติผู้เขียน 103

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 น้ำหนักบรรทุกรวมโรงแรมบูรพาสามยอด 55
ตารางที่ 2 น้ำหนักเสา 56
ตารางที่ 3 น้ำหนักคาน 57
ตารางที่ 4 น้ำหนักพื้น 58
ตารางที่ 5 น้ำหนักบันได 59
ตารางที่ 6 ผนังลิฟต์ 60
ตารางที่ 7 น้ำหนักผนังภายนอกทึบ 1 62
ตารางที่ 8 น้ำหนักผนังภายนอกทึบ 2 63
ตารางที่ 9 น้ำหนักผนังภายนอกทึบ 3 64
ตารางที่ 10 ผลรวมน้ำหนักผนังภายนอกทึบ 65
ตารางที่ 11 น้ำหนักผนังทรายล้าง 66
ตารางที่ 12 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด01 68
ตารางที่ 13 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด02 69
ตารางที่ 14 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด03 71
ตารางที่ 15 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด04 73
ตารางที่ 16 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด05 75
ตารางที่ 17 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด05 77
ตารางที่ 18 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 07 79
ตารางที่ 19 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 07.3 81
ตารางที่ 20 ผลรวมน้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 82
ตารางที่ 21 น้ำหนักผนังภายใน 83

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 22 น้ำหนักแผงกกันแดด 84
ตารางที่ 23 วัสดุทางเลือกผนังภายนอกทึบ 85
ตารางที่ 24 วัสดุทางเลือกผนังภายนอกทึบ 86
ตารางที่ 25 วัสดุทางเลือกผนังภายนอกทึบ 87
ตารางที่ 26 วัสดุทางเลือกผนังภายใน 88
ตารางที่ 27 วัสดุทางเลือกแผงกันแดด 89
ตารางที่ 28 ตารางเทียบน้ำหนักรวมวัสดุเดิมและวัสดุทางเลือกที่มีน้ำหนักน้อยที่สุด 96
ตารางที่ 29 สรุปสัดส่วนน้ำหนักบรรทุกที่ลดลง 98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 วัสดุหลักผนัง 3
รูปที่ 2 เสาเอ็นทับหลังเอ็น 3
รูปที่ 3 ประตู หน้าต่าง 3
รูปที่ 4 แผงกันแดด 3
รูปที่ 5 แสดงโปรแกรม Autodesk Revit 4
รูปที่ 6 แผนภาพแสดงขั้นตอนระเบียบวิธีศึกษา 5
รูปที่ 7 การตัดผนังด้วยเลยไฟฟ้า 8
รูปที่ 8 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายในโดยการสกัดด้านล้างขึ้นด้านบน (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549). 9
รูปที่ 9 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายในโดยการสกัดด้านข้างแล้วทำการล้มผนัง (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549) 10
รูปที่ 10 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายในโดยการสกัดด้านบนลงด้านล้าง (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549) 11
รูปที่ 11 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายนอกโดยการเริ่มจากการเจาะผนังเป็นช่องเพื่อให้คนงานเข้าไปรื้อถอน (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549) 12
รูปที่ 12 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายนอกโดยการตัดผนังเป็นชิ้น (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549) 13
รูปที่ 13 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายนอกโดยการล้มผนังเข้ามาด้านในของตัวอาคาร (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549) 14
รูปที่ 14 แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) 15
รูปที่ 15 เครื่องมือในโปรแกรม Revit 16
รูปที่ 16 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Family 16
รูปที่ 17 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Schedule 17
รูปที่ 18 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Modeling 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 19 ตำแหน่งที่ตั้งโรงแรมบูรพาสามยอด..... 19
รูปที่ 20 แผนผงแสดงเขตบริเวณที่ 10 ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร..... 20
รูปที่ 21 แบบจำลอง3มิติโรงแรมบูรพาสามยอดแสดงขนาดที่ดิน และพื้นที่อาคาร..... 21
รูปที่ 22แผนภาพแสดงพื้นที่ใช้สอยของโรงแรมบูรพาสามยอด..... 22
รูปที่ 23 ภาพอาคารพาณิชย์ก่อนโรงแรมบูรพาสามยอด ปีพ.ศ. 2453 (ที่มา: SCG, ประเทศไทย)... 23
รูปที่ 24 ภาพโรงแรมบูรพาสามยอด ปีพ.ศ. 2559 (ที่มา: อดิศักดิ์ ลิ้ม, 2559)..... 23
รูปที่ 25 แบบรังวัดอาคารและองค์ประกอบอาคาร..... 24
รูปที่ 26 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงเสาทั้งหมด..... 25
รูปที่ 27 หน้าต่างแสดง Type Properties ของเสาในโปรแกรม Autodesk Revit..... 25
รูปที่ 28 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงคานทั้งหมด..... 26
รูปที่ 29 หน้าต่างแสดง Type Properties ของคานในโปรแกรม Autodesk Revit..... 26
รูปที่ 30 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงพื้นทั้งหมด..... 27
รูปที่ 31 หน้าต่างแสดง Type Properties ของพื้นในโปรแกรม Autodesk Revit..... 27
รูปที่ 32 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงบันไดทั้งหมด..... 28
รูปที่ 33 หน้าต่างแสดง Type Properties ของบันไดในโปรแกรม Autodesk Revit..... 28
รูปที่ 34 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงผนังลิฟต์ทั้งหมด..... 29
รูปที่ 35 หน้าต่างแสดง Type Properties ของผนังลิฟต์ในโปรแกรม Autodesk Revit..... 29
รูปที่ 36 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงผนังทั้งหมด..... 30
รูปที่ 37 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงการแบ่งประเภทผนัง..... 30
รูปที่ 38 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Revit แสดงผนังภายนอกทึบ..... 31
รูปที่ 39 หน้าต่างแสดง Type Properties ของผนังภายนอกทึบในโปรแกรม Autodesk Revit..... 31
รูปที่ 40 แบบขยายผนังภายนอกทึบ..... 32
รูปที่ 41 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงผนังทรายล้าง..... 33
รูปที่ 42 หน้าต่างแสดง Type Properties ของผนังทรายล้างในโปรแกรม Autodesk Revit..... 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 43 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังทรายล้าง 34

รูปที่ 44 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด 35

รูปที่ 45 หน้าต่างแสดง Type Properties ของผนังภายนอกและช่องเปิดในโปรแกรม Autodesk Revit..... 35

รูปที่ 46 รูปด้านช่องเปิดของผนังภายนอกและช่องเปิด 36

รูปที่ 47 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 01 37

รูปที่ 48 หน้าต่างแสดง Type Properties ประตูภายนอก1 ในโปรแกรม Autodesk Revit 37

รูปที่ 49 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด 38

รูปที่ 50 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 02 39

รูปที่ 51 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดประตูหน้าต่างภายนอก1 39

รูปที่ 52 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด 02.1 และ 02.2 40

รูปที่ 53 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 03 41

รูปที่ 54 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดประตูหน้าต่างภายนอก2 ในโปรแกรม Autodesk Revit..... 41

รูปที่ 55 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด 03 42

รูปที่ 56 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 04 43

รูปที่ 57 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดหน้าต่างภายนอก1 ในโปรแกรม Autodesk Revit 43

รูปที่ 58 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด 04 44

รูปที่ 59 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 04 45

รูปที่ 60 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดหน้าต่างภายนอก2 ในโปรแกรม Autodesk Revit 45

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 61 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด 05 46
รูปที่ 62 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 06 47
รูปที่ 63 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดหน้าต่างภายนอก3 ในโปรแกรม Autodesk Revit 47
รูปที่ 64 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด06.1 และ 06.2 48
รูปที่ 65 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 07 49
รูปที่ 66 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดหน้าต่างภายนอก1 ในโปรแกรม Autodesk Revit . 49
รูปที่ 67 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด07.1 และ 07.2 50
รูปที่ 68 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด07.3 51
รูปที่ 69 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 07 52
รูปที่ 70 หน้าต่างแสดง Type Properties ผนังภายใน ในโปรแกรม Autodesk Revit 52
รูปที่ 71 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายใน 53
รูปที่ 72 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แผงกันแดด 54
รูปที่ 73 หน้าต่างแสดง Type Properties แผงกันแดด ในโปรแกรม Autodesk Revit 54
รูปที่ 74 ผนังภายนอก 61
รูปที่ 75 การแบ่งผนังภายนอกทึบเพื่อการคำนวณ 61
รูปที่ 76 การแบ่งผนังภายนอกและช่องเปิดเพื่อการคำนวณ 67
รูปที่ 77 จำแนกองค์ประกอบสถาปัตยกรรมของโรงแรมบูรพาสามยอด 90
รูปที่ 78 ขั้นตอนการคำนวณน้ำหนักโดยโปรแกรม Autodesk Revit 91
รูปที่ 79 ลักษณะรวบรวมข้อมูลเพื่อการคำนวณน้ำหนักองค์ประกอบสถาปัตยกรรมโดยโปรแกรม Autodesk Revit 92
รูปที่ 80 ลักษณะรวบรวมข้อมูลเพื่อการคำนวณน้ำหนักองค์ประกอบผนัง 93
รูปที่ 81 ขั้นตอนการสร้างวัสดุทางเลือกด้วยโปรแกรม Autodesk Revit 94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 82 ลักษณะการสร้างทางเลือกวัสดุโดยโปรแกรม Autodesk Revit..... 95
รูปที่ 83 ความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง ณ เวลาก่อสร้างเสร็จ และ เวลาปัจจุบัน..... 99
รูปที่ 84 การคำนวณแสงสว่างที่เข้ามาในอาคารของวัสดุผนังเดิม..... 101
รูปที่ 85 การคำนวณแสงสว่างที่เข้ามาในอาคารของวัสดุผนังใหม่ที่เป็นกระจก 101

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันในหลายประเทศได้มีแนวคิดในการบูรณะอาคารกลับมาใช้ใหม่แทนการทุบทิ้งและสร้างใหม่ดังเช่น แนวคิด Adaptive Reused Architecture ซึ่งเป็นการปรับเปรียบหน้าตา ประโยชน์ใช้สอยของอาคาร รวมทั้งการยกระดับคุณภาพของอาคารเก่าหรืออาคารทางประวัติศาสตร์ นอกจากนี้ปัจจัยในด้านเศรษฐศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และผลประโยชน์ส่วนร่วม(Social benefit) ยังส่งผลให้แนวคิดแนวคิด Adaptive Reused Architecture ถูกนักลงทุนให้สนใจมากขึ้นในปัจจุบัน และมีแนวโน้มที่จะเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ในหลายประเทศ ดังเช่น สหรัฐอเมริกา แคนนาดา ฮ่องกง แอฟริกาเหนือ และออสเตรเลีย แม้ว่าการนำอาคารกลับมาใช้ใหม่มีมานานแล้ว (Dafna, 2016)

ในประเทศญี่ปุ่นก็มีแนวคิดการนำอาคารเก่าที่เสื่อมสภาพกลับมาใช้ใหม่ เช่นแนวคิดของอาจารย์ชิเกรุ อาโอกิ จาก มหาวิทยาลัยโตเกียว เมโทรโพลีเทน (Tokyo Metropolitan University) ที่ได้ให้นิยาม Refining the Architecture ว่าคือการซ่อมแซม และสนับสนุนสถาปัตยกรรมเพื่อให้มีอายุการใช้งานที่ยาวขึ้น โดยมีกฎ 5 ข้อ ดังนี้ 1.มีความใหม่ของอาคารเท่ากับหรือใหม่กว่าอาคารก่อสร้างใหม่ 2.ค่าใช้จ่ายถูกกว่าการ ก่อสร้างใหม่ร้อยละ 60-70 3.สามารถปรับเปลี่ยน การใช้งานได้ 4.ปรับปรุงให้ตอบกฎหมายเกี่ยว กับแผ่นดินไหวในปัจจุบัน 5.ไม่สร้างขยะจากวัสดุ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (สิรินดา มธุรสสุคนธ์, 2560)

อาคารที่เลือกเป็นกรณีศึกษาคือ โรงแรมบูรพาสามยอด กรุงเทพมหานคร เป็นอาคารที่สร้างในช่วง พ.ศ.2500 อยู่ในเขตรัตนโกสินทร์จึงติดกฎหมายควบคุมเขตเมืองอนุรักษ์ กำหนดความสูงอาคารให้ไม่เกิน 16 เมตร อาคารโรงแรมบูรพาสามยอดสร้างก่อนการออกกฎหมายทำให้สูงเกิน16 เมตร ยกเว้นให้สามารถคงความสูง ณ ปัจจุบัน โดยสามารถบูรณะซ่อมแซมได้ แต่ไม่สามารถทุบทิ้งและสร้างให้กลับมาสูงเท่าเดิมได้ ประกอบกับประเทศไทยอาคารในช่วงปี พ.ศ.2500 ไม่สามารถหาข้อมูลที่ถูกต้องได้ว่าโครงสร้างสามารถบรรทุกน้ำหนักทั้งน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead load) และน้ำหนักบรรทุกจร (Live load) ที่แน่นอนได้ ดังนั้นการปรังปรุงโดยลดน้ำหนักอาคารจึงเป็นตัวเลือกที่ปลอดภัย ประหยัด และได้พื้นที่มากกว่าการทุบทิ้งสร้างใหม่ การตรวจหาน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead load) ทั้งหมดจึงมีความจำเป็น เพื่อเก็บบันทึกน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead load) ว่าได้ถูกนำออกไปเท่าไหร่ หลังจากการออกแบบใหม่มีน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead load) เท่าไหร่ ทั้งนี้น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead load) และน้ำหนักอาคารของใหม่ไม่ควรมีมากกว่าของเดิม เพื่อความปลอดภัยของการใช้อาคาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาวิธีการบันทึกแบบอาคาร 2มิติ 3มิติ และข้อมูลน้ำหนักบรรทุกคงที่อาคาร ของอาคารปัจจุบัน และอาคารที่เปลี่ยนองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนัง ด้วยแบบ BIM ในโปรแกรม Autodesk Revit

2. นำเสนอแนวทางการลดน้ำบรรทุกอาคาร

โดยเปลี่ยนองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนังโรงแรมบูรพาสามยอด ด้วย BIM

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แนวทางในการบันทึกแบบอาคารเพื่อการลดน้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load) ด้วยแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ในโปรแกรม Autodesk Revit

2. แนวทางการบันทึกทางเลือกวัสดุด้วยแบบจำลองสารสนเทศ(BIM) ในโปรแกรม Autodesk Revit

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

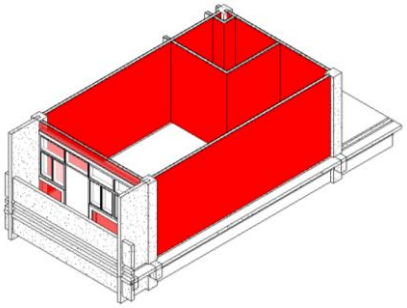
วิจัยนี้เป็นเพียงการศึกษาเพื่อสร้างความเข้าใจของสถาปนิกในการใช้ BIM บันทึกข้อมูลอาคารที่มีอยู่ และอัตราส่วนของน้ำหนักบรรทุกคงที่(Dead Load) เปลี่ยนไปเมื่อเกินการเปลี่ยนองค์ประกอบ ผ่านการหาหนักบรรทุกคงที่ของอาคารจากการสำรวจวัสดุอาคารและประาณน้ำหนักอาคาร และเทียบน้ำหนักหลังการเปลี่ยนผนังเป็นวัสดุที่เบาที่สุด ด้วย BIM ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่ครอบคลุมถึงปัจจัยความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารหลังเปลี่ยนผนัง เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกคงที่เป็นเพียงแรงกระทำแนวดิ่ง(gravity load) ยังมีแรงที่กระทำต่ออาคารอื่นๆดังเช่นแรงกระทำจากด้านข้าง(lateral load) ทั้งนี้ในการเปลี่ยนผนังต้องมีวิศวกรตรวจสอบ อาจจะไม่สามารถเปลี่ยนผนังได้ทั้งหมด

โดยการศึกษาครั้งนี้มีการกำหนดขอบเขตขององค์ประกอบผนัง การเลือกวัสดุทางเลือก และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

1.4.1 องค์ประกอบผนัง

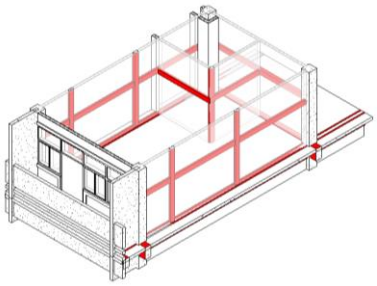
ศึกษาการลดน้ำหนักบรรทุกอาคารคงที่โดยการเปลี่ยนผนัง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผนังจะประกอบด้วย ดังนี้

1. วัสดุหลักผนัง



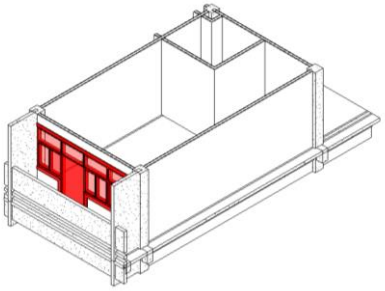
รูปที่ 1 วัสดุหลักผนัง

2. เสาเอ็นทับหลังเอ็น



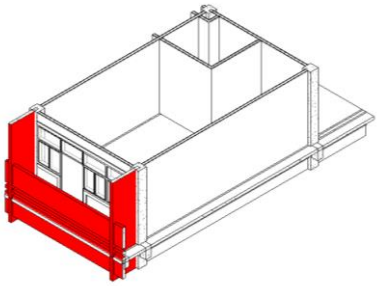
รูปที่ 2 เสาเอ็นทับหลังเอ็น

3. ประตู หน้าต่าง



รูปที่ 3 ประตู หน้าต่าง

4. แผงกันแดด



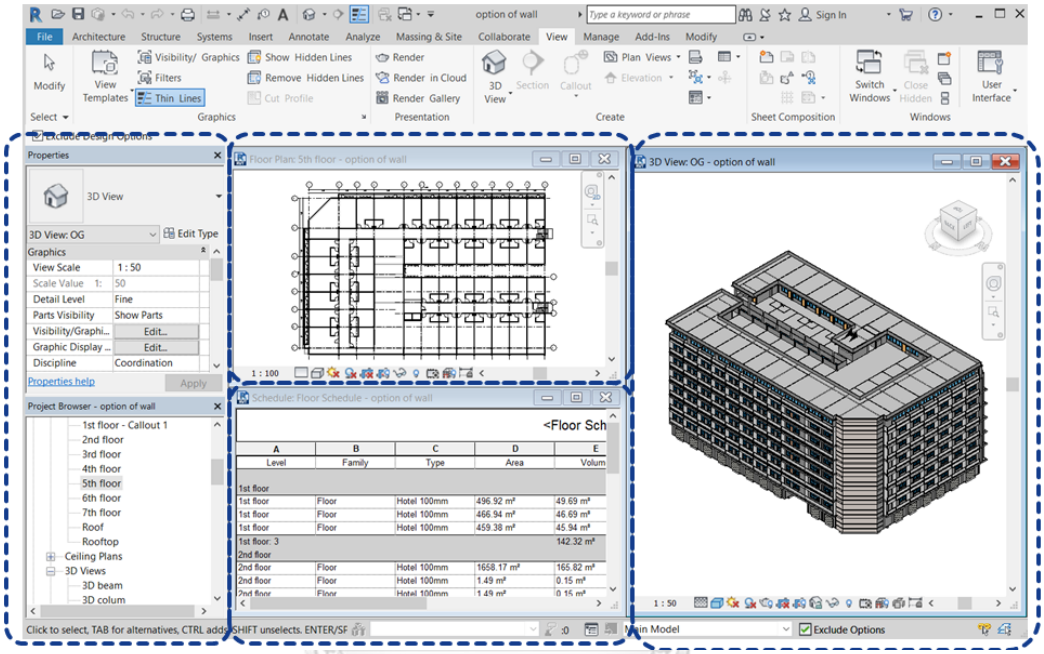
รูปที่ 4 แผงกันแดด

1.4.2 การเลือกวัสดุทางเลือก

ในการเลือกวัสดุทางเลือกจะคำนึงถึงปัจจัยการลดน้ำหนักเพียงอย่างเดียว

1.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกและประมวลผล

ในการศึกษาครั้งใช้กระบวนการแบบจำลองสารสนเทศ (BIM Method) ด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ในการบันทึกแบบ2มิติ (2D Drawing) แบบ3มิติ (3D Model) ข้อมูล (Properties) และการประมวลผล



รูปที่ 5 แสดงโปรแกรม Autodesk Revit

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.5 ระเบียบวิธีศึกษา

1.5.1. ทบทวนวรรณกรรม

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

(1) ทฤษฎีการลดน้ำหนักอาคารในการบูรณะอาคาร

(2) อายุและการเสื่อมสภาพของอาคาร

(3) ทฤษฎีการรื้อถอนผนัง

(4) ศึกษาการใช้แบบจำลองสารสนเทศ(BIM)

1.5.2. การเก็บปฐมภูมิข้อมูล (DATA)

1. รังวัดอาคาร และแยกองค์ประกอบอาคาร
2. สำรวจวัสดุอาคาร
3. หาวัสดุทางเลือกผนัง

1.5.3. บันทึกข้อมูลทุติยภูมิ (Information)

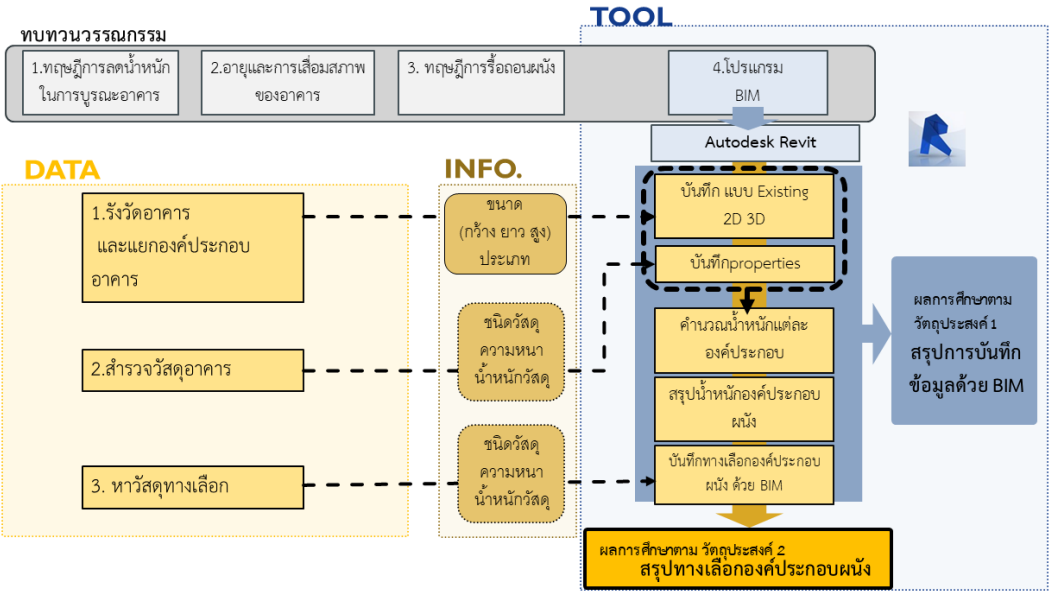
1. ระบุขนาดประเภท และองค์ประกอบ (กว้าง ยาว สูง)
2. ระบุชนิดและความหนาวัสดุขององค์ประกอบ
3. ระบุชนิดและความหนาวัสดุของวัสดุทางเลือกผนัง

1.5.4. วิเคราะห์ / สังเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณน้ำหนักอาคารแบ่งตามองค์ประกอบสถาปัตยกรรม โดยแบบจำลองสารสนเทศ (BIM)
2. นำเสนอวัสดุทางเลือกโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านน้ำหนักเพียงอย่างเดียว

1.5.5. สรุปผลการศึกษา

1. ลักษณะรวบรวมข้อมูลเพื่อการคำนวณน้ำหนักองค์ประกอบสถาปัตยกรรมโดยแบบจำลองสารสนเทศ(BIM)
2. ลักษณะการสร้างวัสดุทางเลือกโดยแบบจำลองสารสนเทศ(BIM)



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงขั้นตอนระเบียบวิธีศึกษา

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมและวิธีการดำเนินการ

2.1 ทบทวนวรรณกรรม

2.1.1 แนวคิดและทฤษฎีการลดน้ำหนักในการบูรณะอาคาร

ในการบูรณะอาคาร สถาปนิกบ้างกลุ่มให้ความสนใจกับน้ำหนักบรรทุกคงที่อาคารหลังการบูรณะ เป็นการลดภาระของโครงสร้างอาคารเก่า เพื่อการใช้งานของอาคารที่ยาวนานขึ้น ดังเช่นแนวคิด Refining Architecture ของ ชิเกรุ อาโอกิ ได้กล่าวไว้ว่า “การลดน้ำหนักคงที่อาคารและตรวจสอบโครงสร้างอย่างละเอียดในการบูรณะอาคาร ทำให้อาคารมีคุณภาพเทียบเท่าอาคารที่สร้างใหม่ โดยยังคงประโยชน์บางประการจากอาคารเดิมได้”

อีกแนวคิดหนึ่งคือ Skeleton Reform ของกลุ่มสถาปนิกญี่ปุ่น หลักการคือการถอดองค์ประกอบรองทั้งหมดของอาคาร ดังเช่น พื้น กำแพง และฝ้า ออกทั้งหมด เหลือไว้แค่โครงสร้างของอาคารเพื่อสำรวจความเสื่อมสภาพของโครงสร้าง และประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างเดิม (anonymous, 2017a)

2.1.2 อายุอาคารและปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของอาคาร

อาคารประกอบด้วยส่วนประกอบมากมายและมีอายุการใช้งานสภาพอาคารจะมีเรื่องของอายุและเวลามาเกี่ยวข้อง แต่ปัจจัยของเวลายังไม่ถูกนำมาใช้พิจารณาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบอย่างจริงจังมากนัก จึงเกิดปัญหาที่อาคารบางหลังหมดสมรรถภาพที่จะสนองประโยชน์ใช้สอยลงไปในเวลาอันรวดเร็ว

2.1.2.1 การเสื่อมสภาพของโครงสร้างทำให้รับน้ำหนักได้ไม่เท่าเดิม

แม้ในทางทฤษฎีการโครงของอาคารคอนกรีตจะมีอายุอยู่ได้นานเกิน 100 ปี แต่ปัจจัยหลายประการก็มีผลให้อายุการใช้งานของโครงสร้างสั้นลง และความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างไม่ได้ดีอย่างเดิม

อายุของอาคารขึ้นอยู่กับปัจจัยจากสภาพการใช้งาน การเปลี่ยนแปลงการใช้งานที่ผิดจากวัตถุประสงค์ในการออกแบบเดิม ก็มีผลต่ออายุการใช้งานของอาคาร อายุของวัสดุ คอนกรีต ไม้ เหล็ก เป็นต้น การบำรุงรักษาอาคาร หากมีความเสียหายเกิดกับโครงสร้างอาคารแล้วอาจทำให้อายุการใช้งานของโครงสร้างลดลง

นอกจากนี้การปรับปรุงอาคารโดยไม่คำนึงถึงความสามารถของโครงสร้างอาคาร และภาระน้ำหนักของอาคารหลังการปรับปรุง ก็สามารถทำให้โครงสร้างอาคารเสื่อมสภาพได้เร็วขึ้นเช่นกัน

จากผลการศึกษาแนวทางการปรับปรุง การดัดแปลง และต่อเติมตึกแถวระบบชิ้นส่วนกึ่งสำเร็จรูป: กรณีศึกษาสยามสแควร์ กรุงเทพมหานคร ของ บดินทร์ ตั้งศิลปะโอฬาร สรุปผลการวิจัยด้านโครงสร้าง ไว้ว่า

1) รอยต่อระหว่างโครงสร้างใหม่กับโครงสร้างเก่า เป็นจุดอ่อนแอและอาจทำให้อาคารวิบัติได้จากการดัดแปลง ต่อเติม

2) การรื้อถอนและย้ายตำแหน่งองค์ประกอบโครงสร้างเกิดความไม่แข็งแรงมั่นคง เมื่อการรับน้ำหนักของโครงสร้างเพิ่ม และตำแหน่งรอยต่อโครงสร้างเปลี่ยนไป เช่น การฝากคาน และพื้นเสริม

3) โครงสร้างพื้น คาน เสาได้รับผลกระทบมาจากการรื้อถอน ทุบ สกัด ตัด เจาะ ทำให้มีการเพิ่มรอยต่อและการเสริมโครงสร้างในตำแหน่งระหว่างโครงสร้างของตึกแถวระบบชิ้นส่วนกึ่งสำเร็จรูป

4) ความแข็งแรงของวัสดุตามคุณสมบัติลดลง เนื่องจากคุณภาพการก่อสร้าง ปัญหาและผลกระทบที่ตามมาคือเกิดสนิมและการผุกร่อนของรอยต่อต่างๆ ภาระน้ำหนักอาคารมากขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักตายตัวและน้ำหนักจรของโครงสร้างอาคารเพิ่มขึ้นในขณะที่โครงสร้างเกิดการเสื่อมสภาพไปพร้อมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.3 การลดลงของกำลังรับน้ำหนักของโครงสร้าง

การผุกร่อนของเหล็กเสริมคอนกรีตและการเกิดการแตกร้าวของคอนกรีตโดยรอบมีผลกระทบต่อกำลังรับน้ำหนักของโครงสร้างคอนกรีต ในงานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับคานรับแรงดัด พบว่า เมื่อเหล็กเสริมเกิดการผุกร่อนมากกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ การลดลงของกำลังรับแรงนี้อาจจะมีสาเหตุมาจากเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมที่ลดลงไป

จึงสามารถสรุปได้ว่า ในชิ้นส่วนโครงสร้างที่รับแรงอัด ถ้าหากคอนกรีตเกิดการแตกร้าวและบิ่นกะเทาะ ทำให้หน้าตัดประสิทธิผลของโครงสร้างลดลง ทำให้ความสามารถในการรับแรงอัดประลัยลดลงด้วย (เอ็มมอน ปีเตอร์ เอ็ช, 2558)

2.1.4 ทฤษฎีการรื้อถอนผนัง

ก่อนการรื้อถอนอาคารต้องตรวจประเภทและอายุโครงสร้าง ประเภทของโครงสร้างเป็นตัวแปรสำคัญต่อความยากง่ายในการรื้อถอนอาคาร โครงสร้างเหล็กสามารรถรื้อถอนได้ง่ายและเร็วกว่า หากเป็นงานคอนกรีตต้องใช้วิธีกาสกัด และประเมินว่าจะใช้แรงงานคนหรือเครื่องจักร นอกจากนี้โครงสร้างที่มีอายุมากอาจจะไม่แข็งแรง ในการรื้อถอนบางส่วนอาจจะทำให้ อาคารส่วนอื่นเกิดความเสียหายหรือวิบัติได้ ต้องมีการสำรวจโครงสร้างอย่างละเอียด (นัตชา ตันติพจน์, 2559)

ปัจจุบันการรื้อถอนงานผนังนิยมใช้เครื่องมือขนาดเล็กทรวมกับการใช้กำลังคน ประกอบด้วย ค้อนปอนด์ เลื่อยมือ และเลื่อยไฟฟ้า โดยเลื่อยไฟฟ้าจะให้ผลกระทบกับโครงสร้างน้อยที่สุดเพราะเป็นการตัดเป็นชิ้นแทนการทุบ เช่นการตัดผนังโดยใช้เครื่องตัด Hahd saw ของทรัพย์วลิน ที่เป็นเครื่องตัดแบบมือจับ สามารถตัดได้ลึกสูงสุด 15 cm. เหมาะสำหรับตัดผนังที่เป็น ผนังก่ออิฐ ผนัง Precast ตัดช่องเปิดเล็กๆ ตัดคอนกรีตในพื้นที่จำกัด หรือตัดในสถานที่ๆไม่มีกระแสไฟฟ้า เพราะเครื่องตัดชนิดนี้ใช้น้ำมัน

รูปที่ 7 การตัดผนังด้วยเลยไฟฟ้า

(anonymous, 2017b)

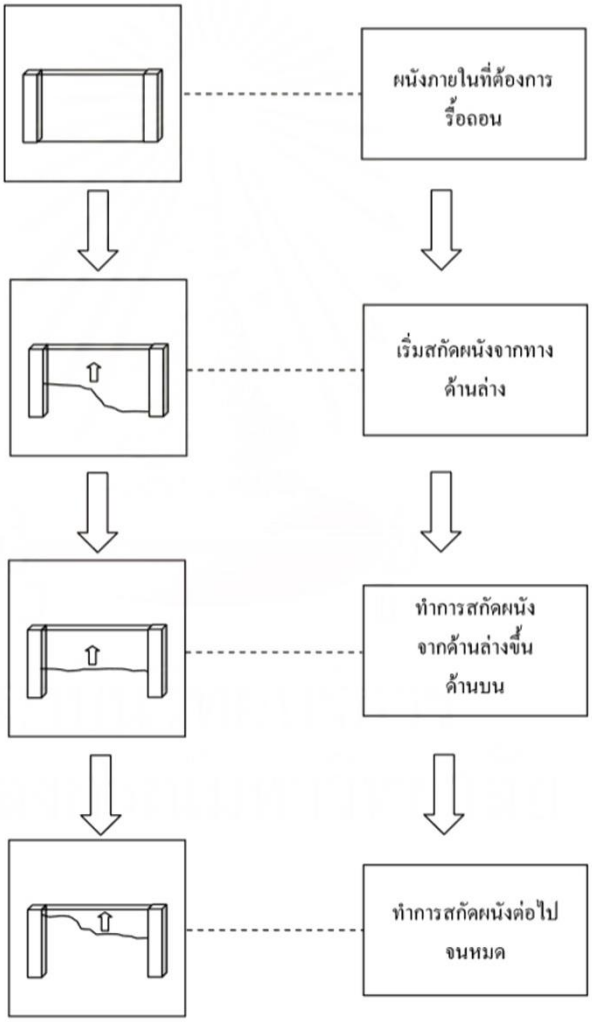
การรื้อถอนผนังในงานโครงสร้างคอนกรีตโดยใช้แรงงานคนเป็นหลัก สามารถแบ่งได้ดังนี้ (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549)

1) การรื้อถอนผนังภายในโดยใช้แรงงานคนเป็นหลัก

แบ่งเป็น 3 วิธี

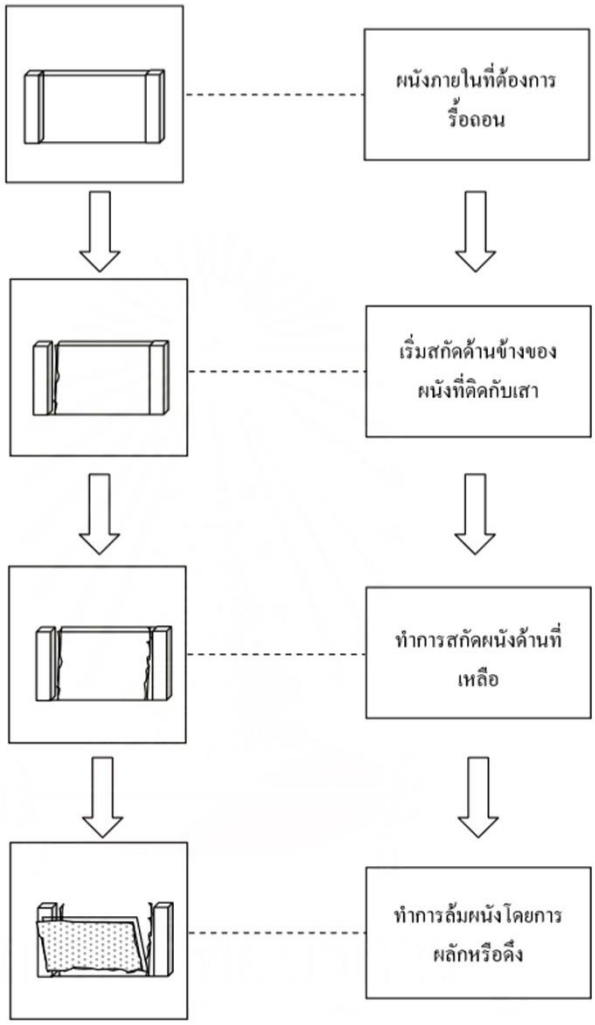
a. <u>การรื้อถอนผนังภายในโดยการสกัดด้านล้างขึ้นด้านบน</u>

เป็นการทุบผนังจากด้านล้างขึ้นไปยังด้านบน วิธีนี้มีความอันตรายมากที่สุดเนื่องจากผนังด้านบนอาจจะถล่มลงมาได้



รูปที่ 8 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายในโดยการสกัดด้านล้างขึ้นด้านบน (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549)

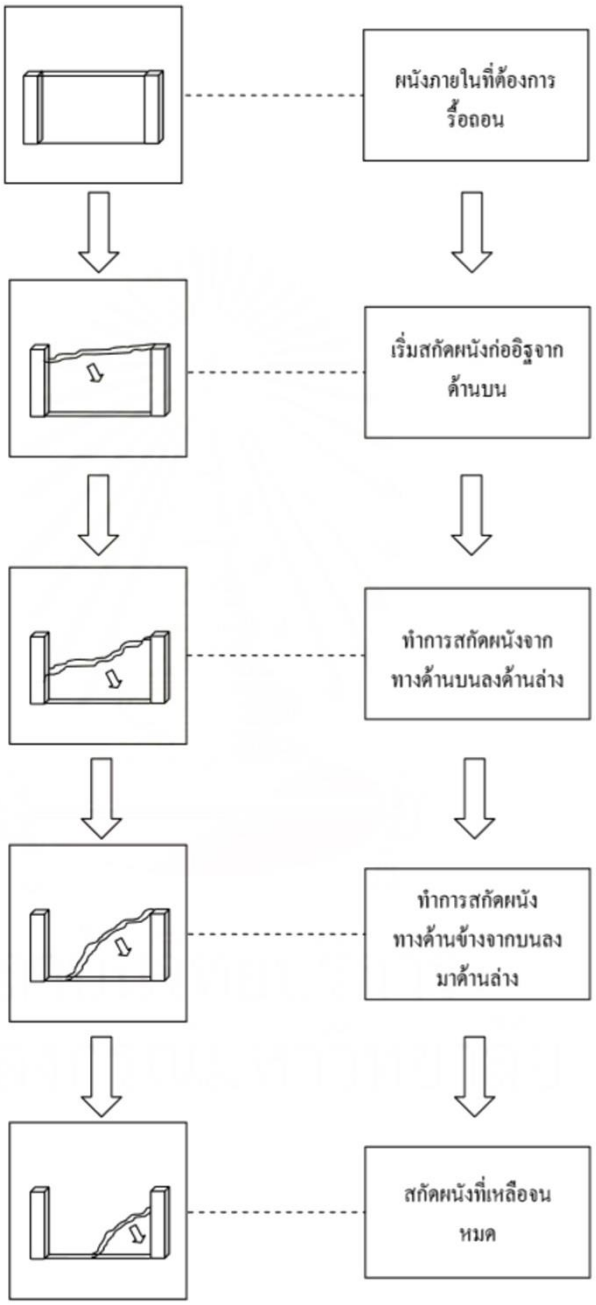
b. <u>การรื้อถอนผนังภายในโดยการสกัดด้านข้างแล้วทำการล้มผนัง</u>
เป็นการรื้อถอนผนังภายในโดยเริ่มทำการรื้อถอนจากการสกัดผนังในส่วนที่อยู่ติดกับเสาโดยการทำการสกัดผนังในแนวเสา หลังจากนั้นทำการล้มผนังโดยการผลักหรือดึงผนังที่สกัดให้ล้มพับลงมา วิธีนี้มีความสะดวกในการทำงานมากที่สุด เนื่องจากไม่ต้องทำการสกัดผนังทั้งหมด



รูปที่ 9 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายในโดยการสกัดด้านข้างแล้วทำการล้มผนัง (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549)

c. <u>การรื้อถอนผนังภายในโดยการสกัดด้านบนลงด้านล้าง</u>

เป็นการสกัดจากด้านบนของผนัง วิธีนี้เหมาะสมที่สุดเนื่องจากเป็นการลดน้ำหนักที่ละน้อยลดโอกาสเกินอันตรายจากผนังถล่ม แต่วิธีนี้ใช้เวลาในนานเพราะต้องใช้นั่งร้านในการรื้อถอน

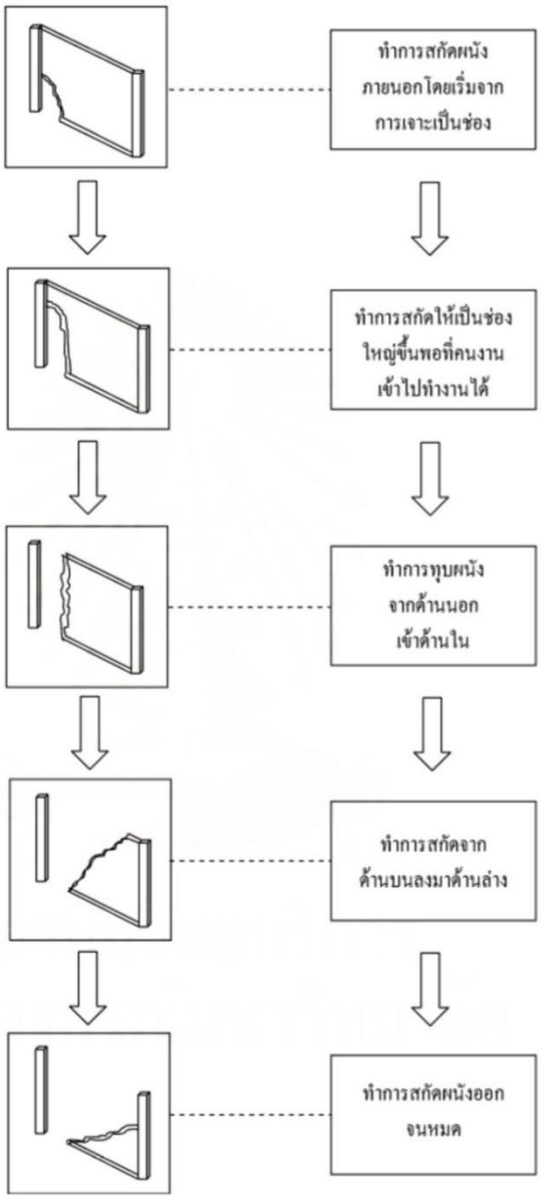


รูปที่ 10 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายในโดยการสกัดด้านบนลงด้านล้าง (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549)

2) การรื้อถอนผนังภายนอก

a. <u>การรื้อถอนผนังภายนอกโดยการเริ่มจากการเจาะผนังเป็นช่องเพื่อให้คนงานเข้าไปรื้อถอน</u>

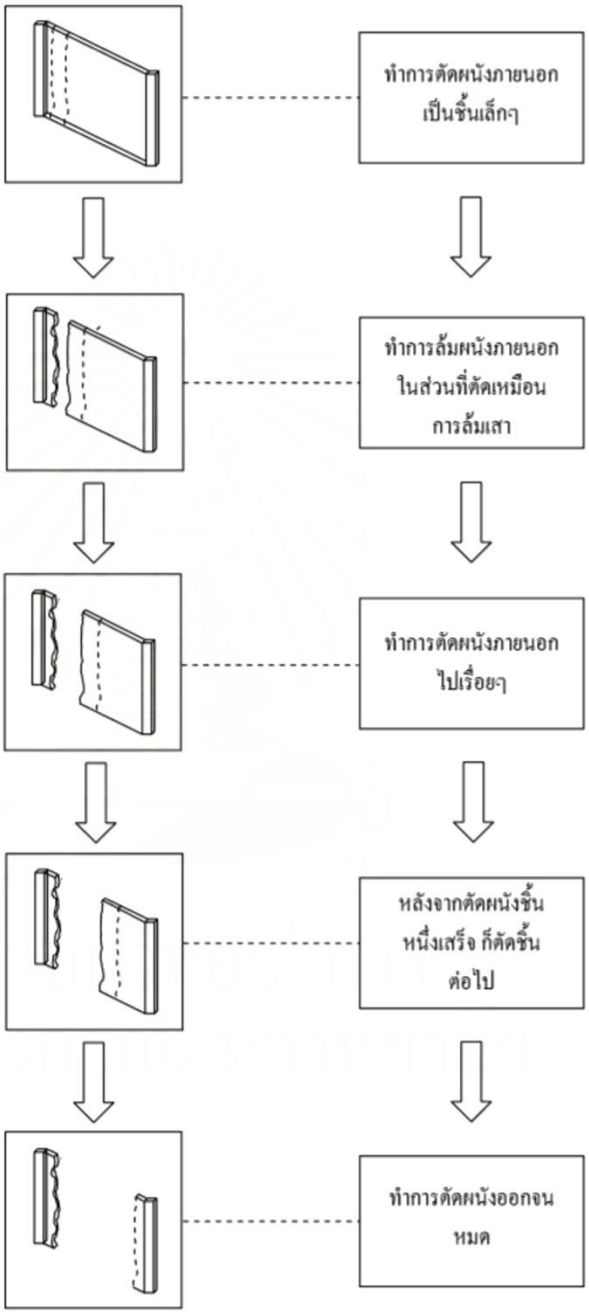
เป็นการเจาะผนังเป็นช่องเพื่อให้สามารถเข้าไปทำการรื้อถอนได้ หลังจากนั้นเข้าทำการรื้อผนังโดยการทุบผนังเข้ามาภายในตัวอาคารทำให้เศษจากการรื้อผนังไม่หล่นออกไปภายนอกอาคาร เป็นวิธีที่อันตรายเนื่องจากช่วงเริ่มคนงานต้องอยู่ใต้ผนัง แต่ความรุนแรงไม่มากเมื่อเทียบกับวิธีอื่น



รูปที่ 11 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายนอกโดยการเริ่มจากการเจาะผนังเป็นช่องเพื่อให้คนงานเข้าไปรื้อถอน (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549)

b. <u>การรื้อถอนผนังภายนอกโดยการตัดผนังเป็นชิ้น</u>

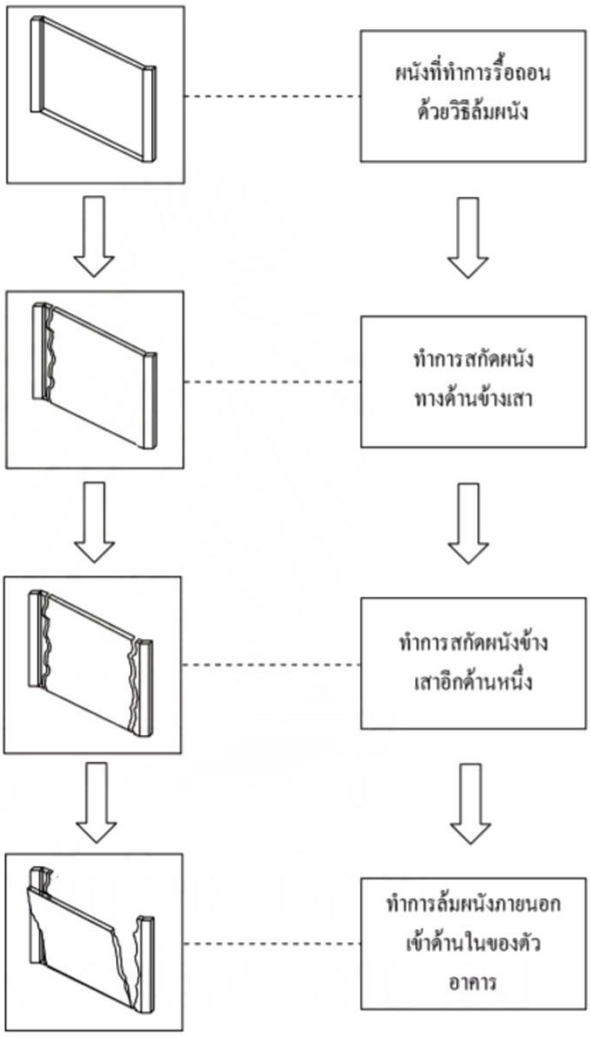
เป็นการตัดผนังตามแนวตั้งให้มีระยะห่าง 20-30 เซนติเมตร และทำการลมผนังส่วนที่ตัดไปเรื่อยๆ เป็นวิธีที่สอดคล้องกับหลักการถ่ายแรงมากที่สุด แต่ทำงานยากและใช้เวลาในการรื้อถอนมาก



รูปที่ 12 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายนอกโดยการตัดผนังเป็นชิ้น (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549)

c. <u>การรื้อถอนผนังภายนอกโดยการล้มผนังเข้ามาด้านใน</u>

เป็นสกัดผนังในส่วนที่อยู่ติดกับเสาโดยการทำการสกัดผนังในแนวเสา หลังจากนั้นทำการล้มผนังโดยการผลักหรือดึงผนังที่สกัดให้ล้มพับลงมา เป็นวิธีที่สะดวกในการทำงานมากที่สุดเนื่องจากไม่ต้องทำการสกัดผนังทั้งหมด แต่หากเกิดอันตรายก็จะรุนแรงที่สุดเช่นกัน เนื่องจากผนังสามารถหล่นล่งมาทั้งแผงได้

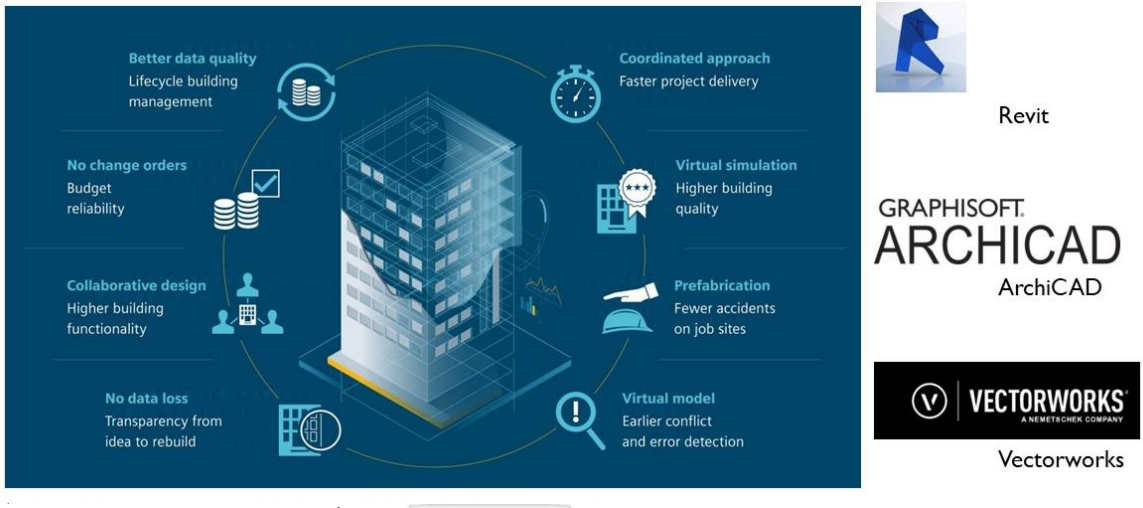


รูปที่ 13 ขั้นตอนการรื้อถอนผนังภายนอกโดยการล้มผนังเข้ามาด้านในของตัวอาคาร (มหาดไทย ชัยเกษม, 2549)

2.1.5 โปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศ (BIM)

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีส่วนช่วยทุกขั้นตอนของกระบวนการออกแบบและก่อสร้างอาคาร โดยการจำลองวัตถุในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทั้งรูปทรง 3 มิติ 2 มิติ และข้อมูลที่เป็นคุณสมบัติ ตัวแปร และความสัมพันธ์กับวัตถุอื่นๆ

ในปัจจุบันโปรแกรมที่ นิยมใช้ ประกอบไปด้วย Autodesk Revit, ArchiCAD และ Vectorwork โดยในการศึกษาครั้งนี้จะใช้โปรแกรม Autodesk Revit



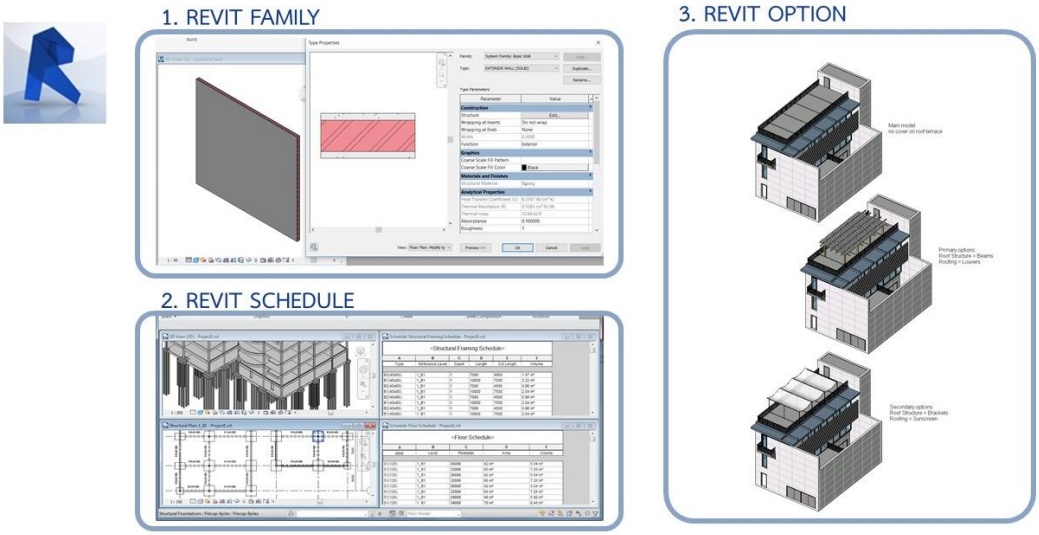
รูปที่ 14 แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2 วิธีการดำเนินการบันทึกข้อมูลด้วย BIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit

โปรแกรม Autodesk Revit มีความสามารถระบุข้อมูลองค์ประกอบใน Revit Family และสร้างรายการข้อมูลโดยใช้คำสั่ง Schedule

นอกจากนี้โปรแกรม Autodesk Revit ได้พัฒนาคำสั่ง Design Option เพื่อแก้ปัญหาการสร้างแบบจำลองซ้ำในการเปลี่ยนข้อมูลหรือแบบแค่บางส่วน

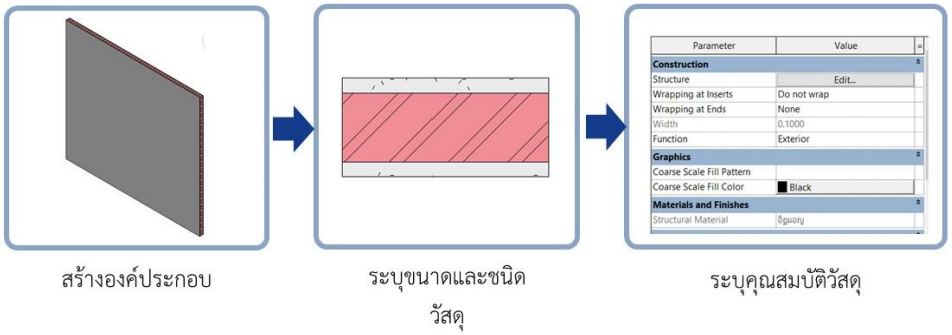


รูปที่ 15 เครื่องมือในโปรแกรม Revit

2.2.1 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Family

Revit Family เป็นเครื่องมือบันทึกข้อมูล คุณสมบัติ และวัสดุขององค์ประกอบที่สร้าง โดยสร้างองค์ประกอบเช่น ผนัง เสา คาน พื้น (แสดงผลเป็น3มิติ ระบุความกว้าง และสูง) หลังจากนั้นเลือกองค์ประกอบที่สร้างเพื่อระบุขนาดและชนิดของวัสดุ (แสดงผลเป็นรูปตัดวัสดุ ระบุความหนาและชนิดวัสดุ)

(ดูวิธีอย่างละเอียดที่ภาคผนวก)

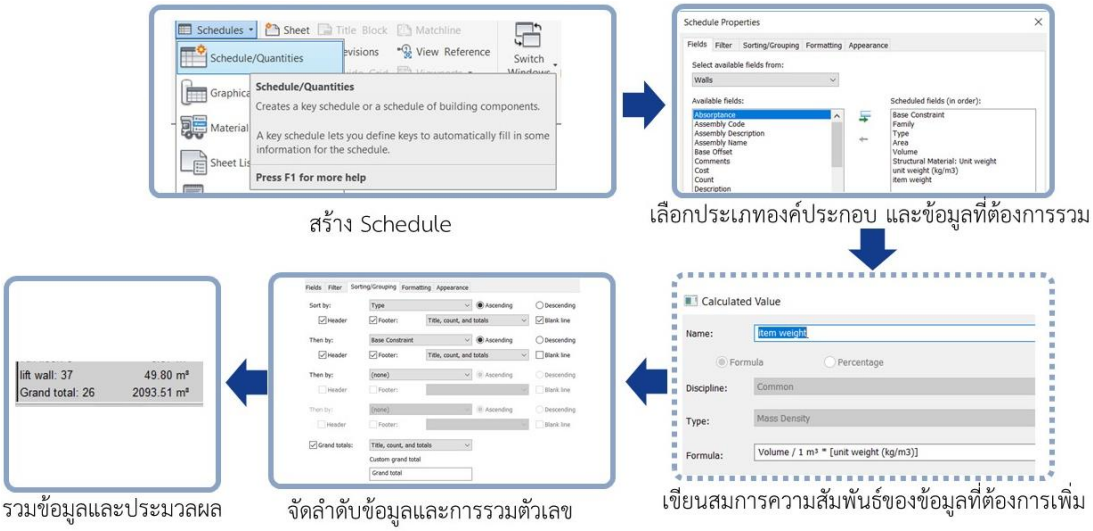


รูปที่ 16 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Family

2.2.2 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Schedule

Revit Schedule เป็นเครื่องมือรวมและประมวลผลข้อมูลที่เป็นตัวเลข เช่นจำนวน พื้นที่และมวลองค์ประกอบ โดยสร้าง Schedule และเลือกประเภทองค์ประกอบและข้อมูลที่ต้องการรวม หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมสามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ จากนั้นเลือกวิธีการจัดลำดับข้อมูลและการรวมตัวเลข โปรแกรมจะสรุปข้อมูลตามลำดับที่เลือก

(ดูวิธีอย่างละเอียดที่ภาคผนวก)

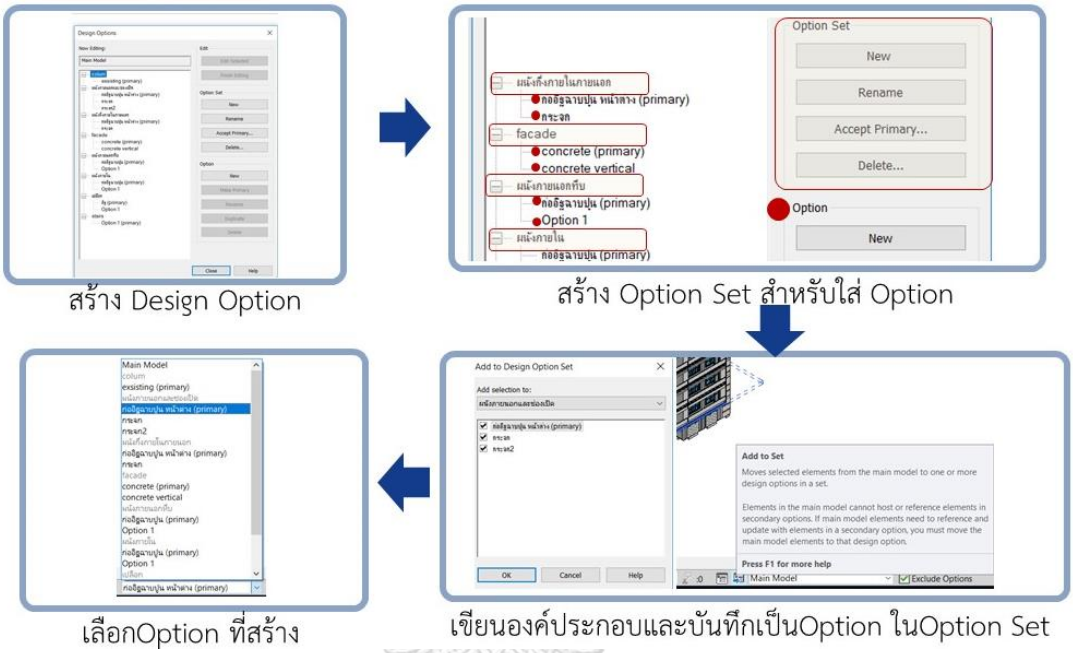


รูปที่ 17 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Schedule

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.3 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Modeling

Design Option เป็นการสร้างตัวเลือกในการออกแบบโดยเป็นการเขียนซ้ำที่ตำแหน่งเดิม และตั้งค่าความสัมพันธ์ของตัวเลือก โดยสร้าง Option set และสร้าง Option ใน Option set จากนั้นเขียนองค์ประกอบและบันทึกใน Option เมื่อเขียน Option เสร็จจะสามารถเปลี่ยนตัวเลือกได้



รูปที่ 18 วิธีการบันทึกข้อมูลใน Revit Modeling

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
ผลการศึกษา

3.1 ข้อมูลโรงแรมพาสามยอด

3.1.1 ตำแหน่งที่ตั้ง

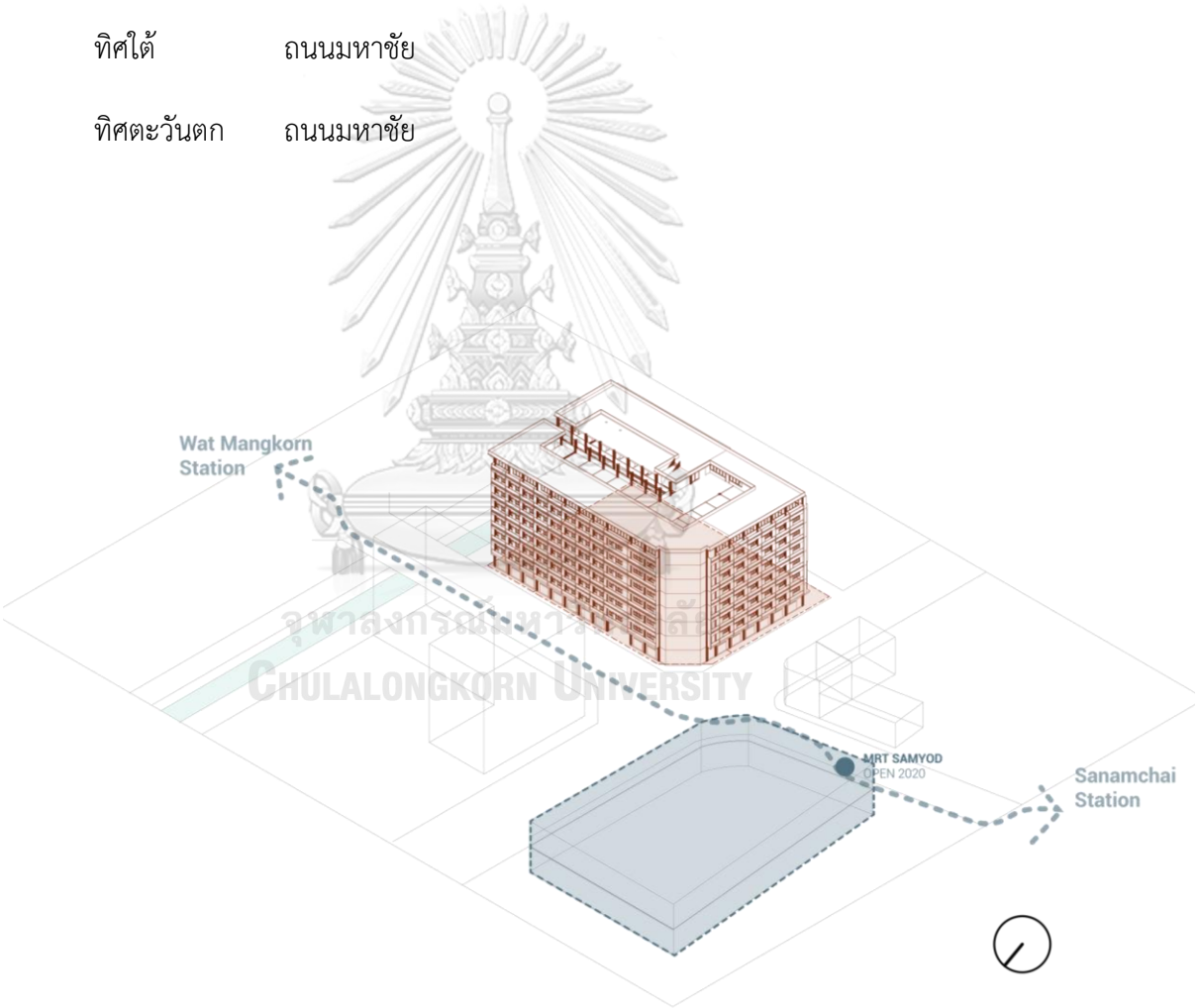
ที่ตั้ง: ถนน มหาไชย แขวงวังบูรพาภิรมย์ เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200

ทิศเหนือ จรดถนนเจริญกรุง

ทิศตะวันออก จรดคลองรอบกรุง

ทิศใต้ ถนนมหาชัย

ทิศตะวันตก ถนนมหาชัย



รูปที่ 19 ตำแหน่งที่ตั้งโรงแรมบูรพาสามยอด

3.1.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

3.1.2.1. ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่อง กำหนดบริเวณห้ามก่อสร้าง ดัดแปลง ใช้หรือเปลี่ยนการใช้อาคารบางชนิดหรือบางประเภทภายในบริเวณกรุงรัตนโกสินทร์ชั้นนอก ในท้องที่แขวงชนะสงคราม แขวงตลาดยอด แขวงศาลเจ้าพ่อเสือ แขวงบวรนิเวศ แขวงเสาชิงช้า แขวงราชบพิธ แขวงสำราญราษฎร์ และแขวงวังบูรพาภิรมย์ เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร พ.ศ.๒๕๓๐

รูปที่ 20 แผนผังแสดงเขตบริเวณที่ 10 ตามข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร
(ธนพล วัฒนจินดาเลิศ, 2560)

(ญ) “บริเวณที่ ๑๐“ หมายความว่า พื้นที่ในบริเวณระหว่างทิศเหนือจดแนวกึ่งกลางคลองหลอด (คลองวัดราชบพิธ) และถนนเจริญกรุง ทิศใต้จดซอยประตูเหล็กต่อแนวเส้นขนาน ซึ่งห่างจากเขตทางของถนนพาหุรัด ๙๐ เมตร ทิศตะวันออกจดแนวกึ่งกลางคลองรอบกรุง (คลองโอ่งอ่าง) และถนนจักรเพชร ทิศตะวันตกจดถนนตีทอง ถนนบ้านหม้อและถนนตรีเพชร

ข้อ ๕ ภายในบริเวณที่ ๑ บริเวณที่ ๒ และบริเวณที่ ๓ ห้ามมิให้บุคคลใดก่อสร้าง หรือดัดแปลงอาคารบางชนิดหรือบางประเภท ดังต่อไปนี้

(๔) โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม

(๑๗) อาคารที่มีความสูงเกิน ๑๖ เมตร โดยวัดจากระดับถนนหรือขอบทางเท้าที่ใกล้ที่สุดถึงส่วนที่สูงที่สุดของอาคาร

ข้อ ๑๒ ข้อบัญญัตินี้มิให้ใช้บังคับแก่

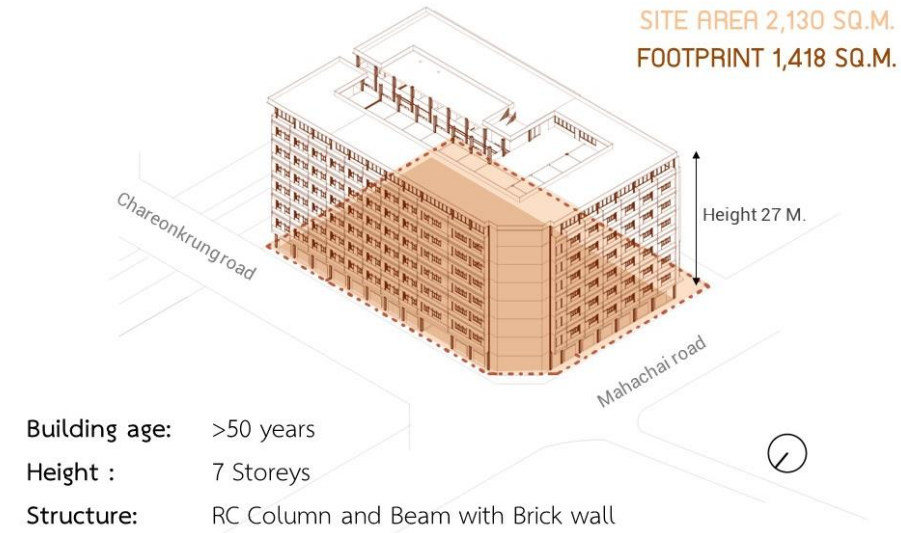
(๒) การซ่อมแซมอาคารเพื่อให้คงสภาพเดิม หรือการดัดแปลงภายในตัวอาคารโดยไม่เปลี่ยนแปลงสภาพภายนอกของตัวอาคาร

สรุป : สามารถดำเนินการซ่อมแซมอาคารได้ ด้วยเงื่อนไขที่ว่าห้ามต่อเติม เปลี่ยนแปลง รื้อถอนสภาพภายนอกของตัวอาคาร

3.1.3 ข้อมูลทั่วไปโรงแรมบูรพาสามยอด

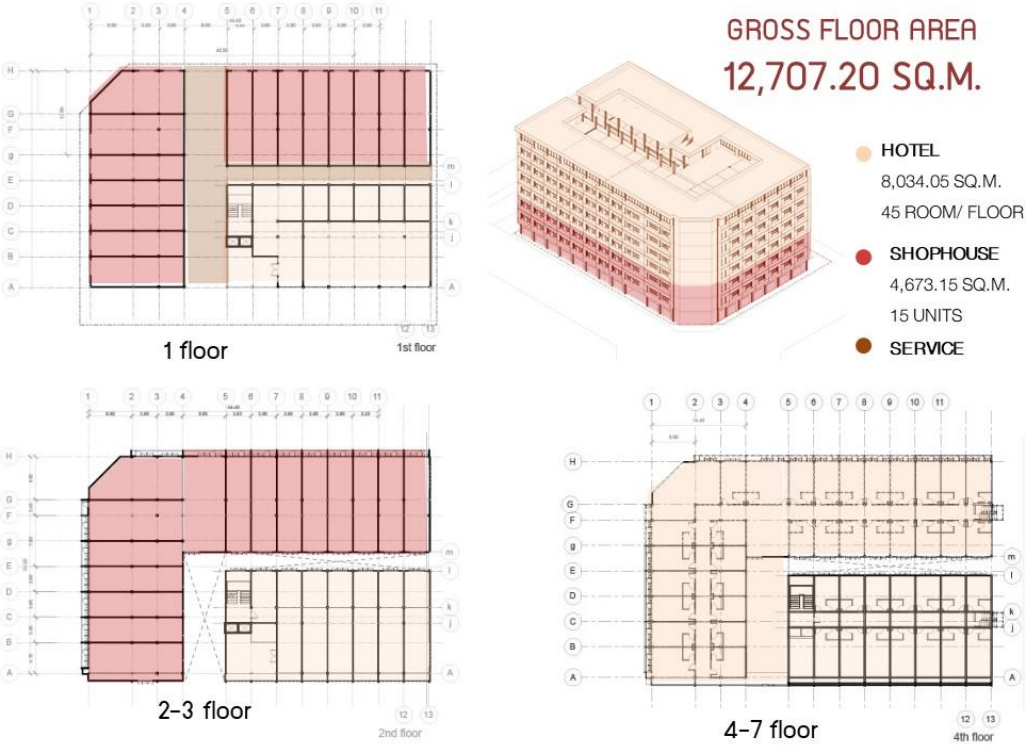
โรงแรมบูรพาสามยอดเป็นอาคารสูง 7ชั้น รวม 27 เมตร ตั้งอยู่บนที่ดินของทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์ขนาด 2,130 ตารางเมตร มีพื้นที่อาคาร 1,418 ตารางเมตร โครงสร้างเสาคานคอนกรีตเสริมเหล็ก องค์ประกอบเด่นชัดคือแผงกันแดดคอนกรีตเสริมเหล็ก ส่วนใหญ่เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน สร้างในช่วงประมาณปี พ.ศ. 2500 (จากคำสัมภาษณ์ผู้จัดการโรงแรม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 21 แบบจำลอง3มิติโรงแรมบูรพาสามยอดแสดงขนาดที่ดิน และพื้นที่อาคาร

พื้นที่ใช้สอยของโรงแรมบูรพาสามยอดรวม 12,707.20 ตารางเมตร ประกอบไปด้วย 1)โรงแรม 8,034 ตารางเมตร ประกอบด้วย ล็อบบี้ที่ชั้น 1 ส่วนเก็บของชั้น2-3 และห้องพัก จำนวน 45 ห้อง ชั้น 4-7 2)พื้นที่เช่า2ชั้น จำนวน 15 หน่วย พื้นที่รวม 4,673.15 ตารางเมตร แสดงในรูปที่ 22



รูปที่ 22แผนภาพแสดงพื้นที่ใช้สอยของโรงแรมบูรพาสามยอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

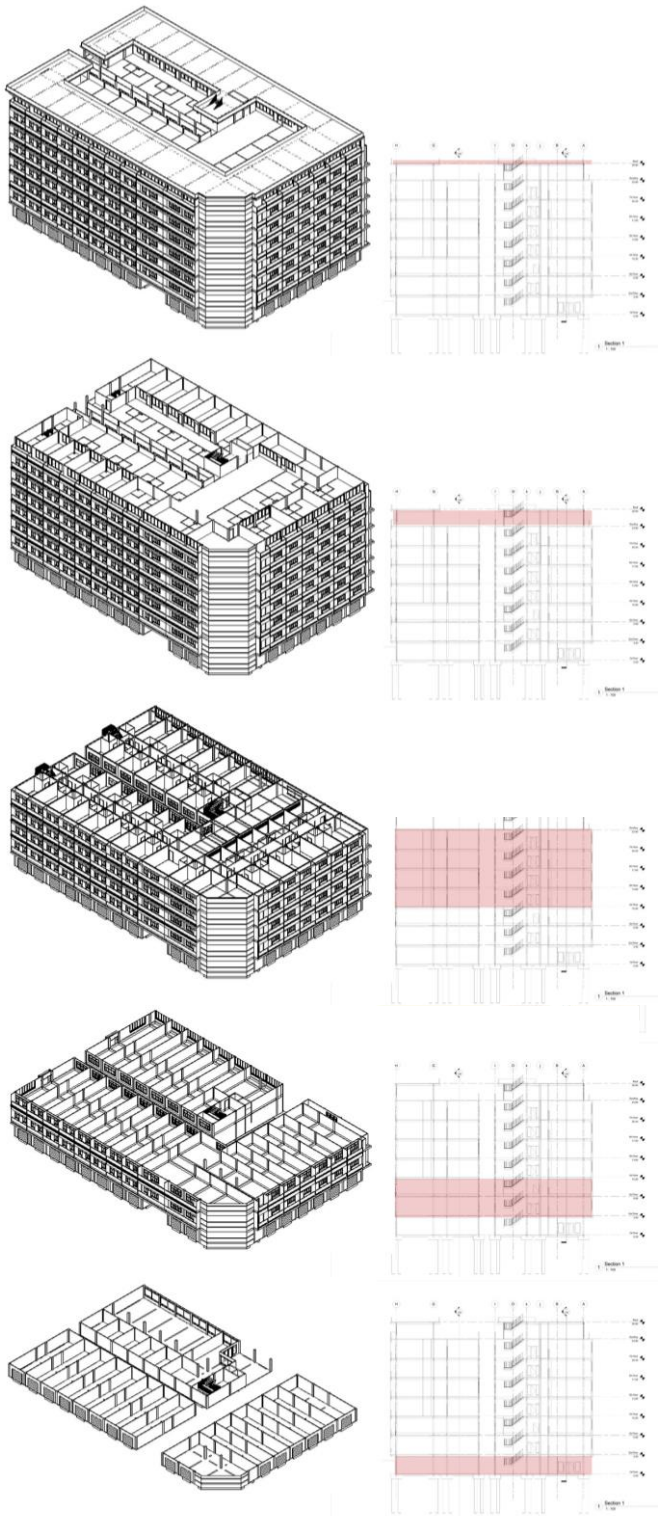
ก่อนที่จะเป็นโรงแรมนั้นที่ดินผืนนี้เคยเป็นที่ตั้งของอาคารพาณิชย์สามชั้นมาก่อน ดังรูปที่ 34

รูปที่ 23 ภาพอาคารพาณิชย์ก่อนโรงแรมบูรพาสามยอด ปีพ.ศ. 2453 (ที่มา: SCG, ประเทศไทย)

รูปที่ 24 ภาพโรงแรมบูรพาสามยอด ปีพ.ศ. 2559 (ที่มา: อดิศักดิ์ ลิ้ม, 2559)

3.2 แบบรังวัดอาคารและองค์ประกอบอาคาร

โรงแรมบูรพาสามยอดเป็นอาคาร 7 ชั้น ประกอบด้วย แปลนชั้น 1 ชั้น2-3 ชั้น4-7 และหลังคา



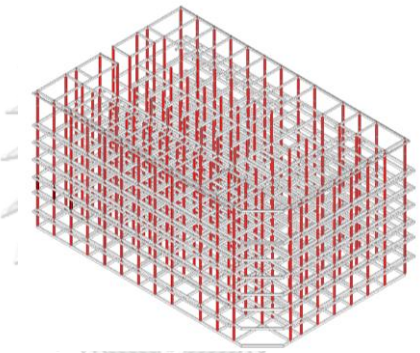
รูปที่ 25 แบบรังวัดอาคารและองค์ประกอบอาคาร

3.3 การจำแนกองค์ประกอบสถาปัตยกรรมของโรงแรมบูรพาสามยอด

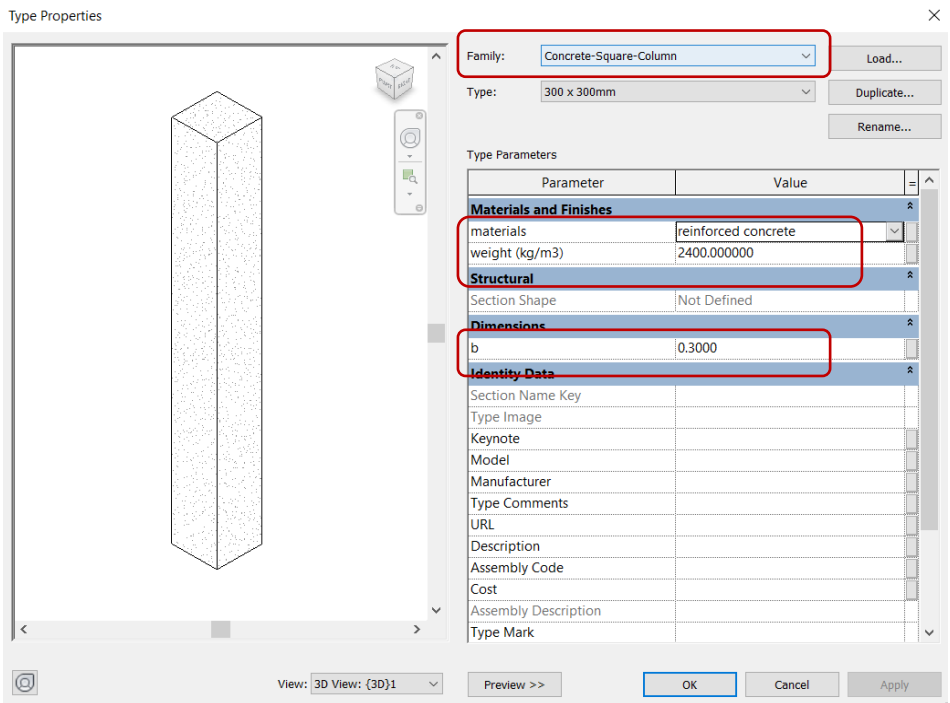
ในการศึกษาครั้งนี้จำแนกองค์ประกอบสถาปัตยกรรมของโรงแรมบูรพาสามยอดได้ 6 ประเภท ประกอบด้วย เสา คาน พื้น บันได ผนังลิฟต์ และผนัง โดยสามารถบันทึกใน Interface Revit และระบุข้อมูลชนิดวัสดุ หน่วยน้ำหนักของวัสดุ(กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) แยกตามประเภท

3.3.1 เสา

เสาของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดหน้าตัด 30 x 30 เซนติเมตร น้ำหนักวัสดุ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถระบุใน Type Properties ของเสา (Structural Column) ได้ ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



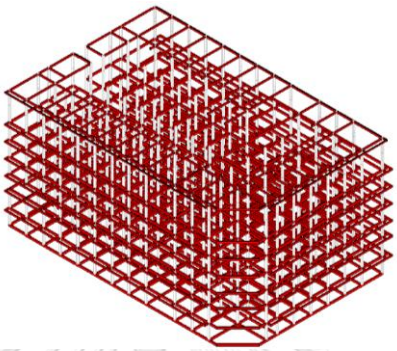
รูปที่ 26 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงเสาทั้งหมดของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอด



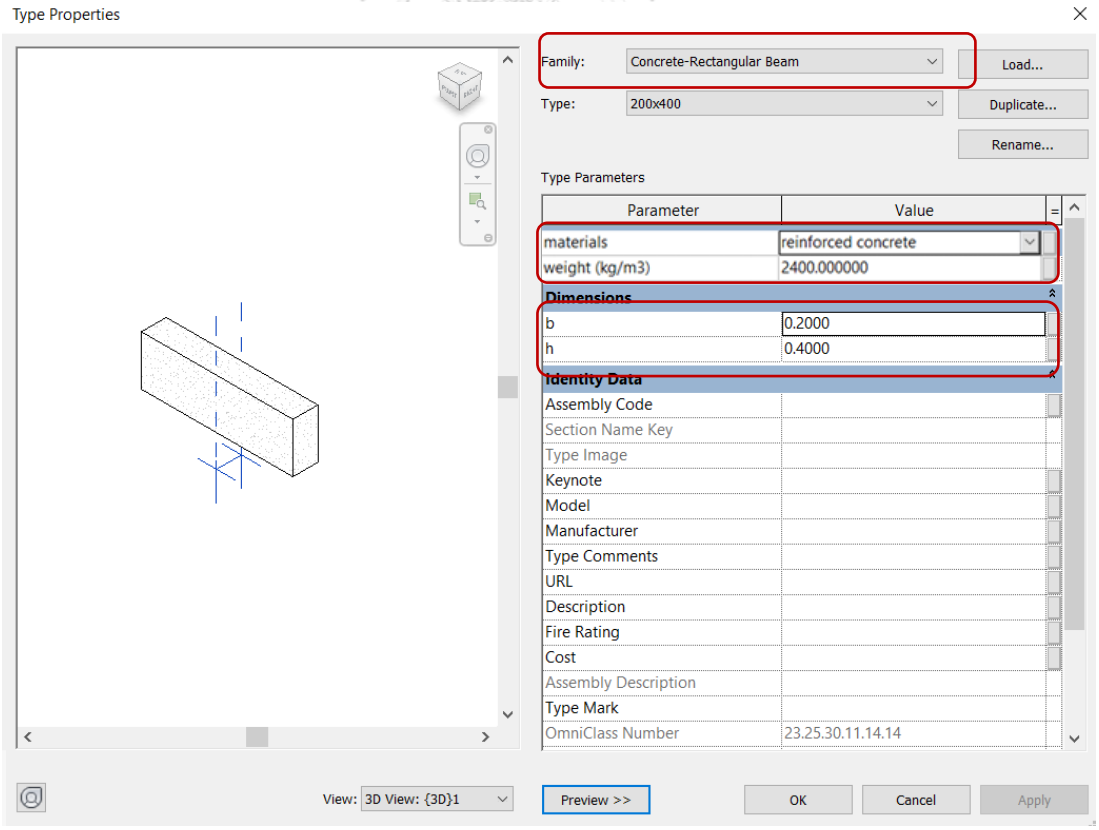
รูปที่ 27 หน้าต่างแสดง Type Properties ของเสาในโปรแกรม Autodesk Revit

3.3.2 คาน

คานของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาดหน้าตัด 20 x 40 เซนติเมตร และ 20 x 30 เซนติเมตร น้ำหนักวัสดุ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถระบุใน Type Properties ของคาน (Structural Framing) ได้ โดยต้องแยกระบุตามขนาดหน้าตัดใน Type เป็น 2 ประเภทย่อย ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



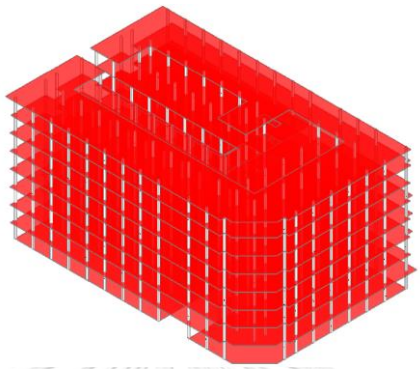
รูปที่ 28 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงคานทั้งหมดของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอด



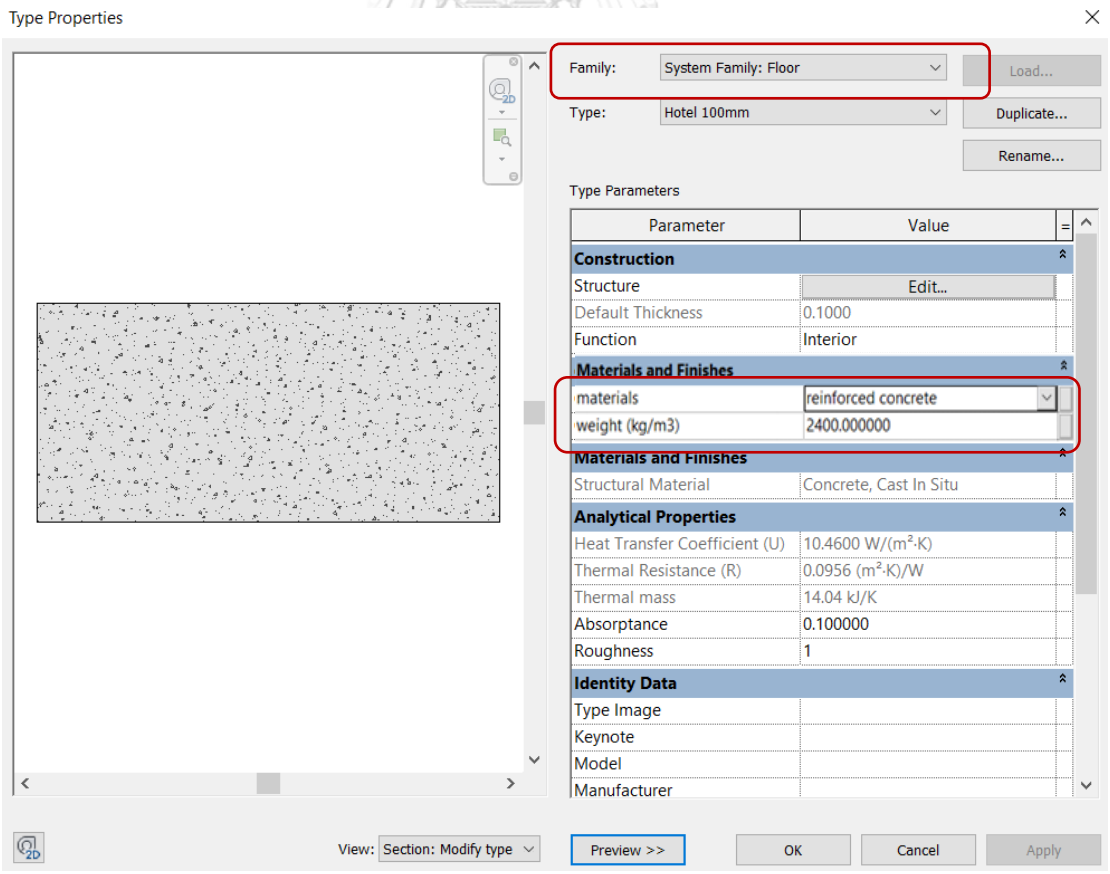
รูปที่ 29 หน้าต่างแสดง Type Properties ของคานในโปรแกรม Autodesk Revit

3.3.3 พื้น

พื้นของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 10 เซนติเมตร น้ำหนักวัสดุ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถระบุใน Type Properties ของคาน (Floor) ได้ ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



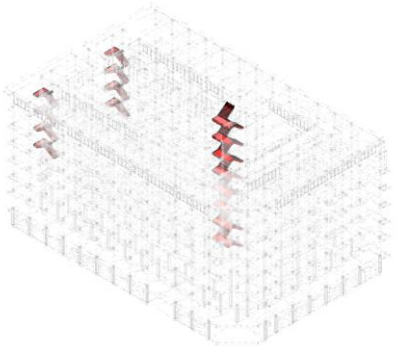
รูปที่ 30 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงพื้นทั้งหมดของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอด



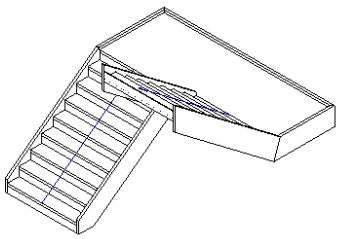
รูปที่ 31 หน้าต่างแสดง Type Properties ของพื้นในโปรแกรม Autodesk Revit

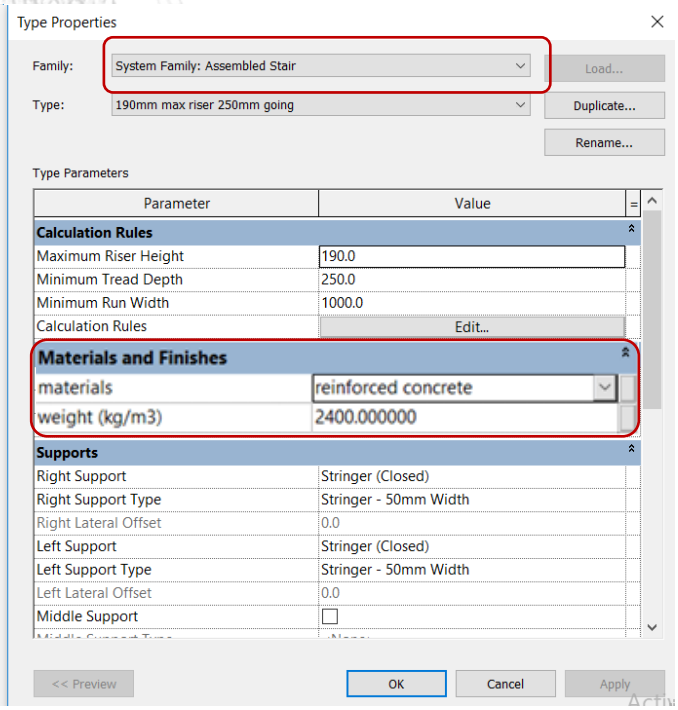
3.3.4 บันได

บันไดของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ท้องบันไดหนา 10 เซนติเมตร น้ำหนักวัสดุ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถระบุใน Type Properties ของบันได(stair) ได้ ดังที่แสดงใน รูปที่



รูปที่ 32 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงบันไดทั้งหมดของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอด

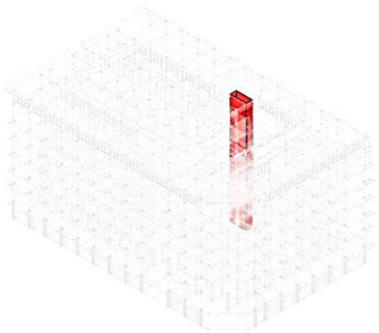




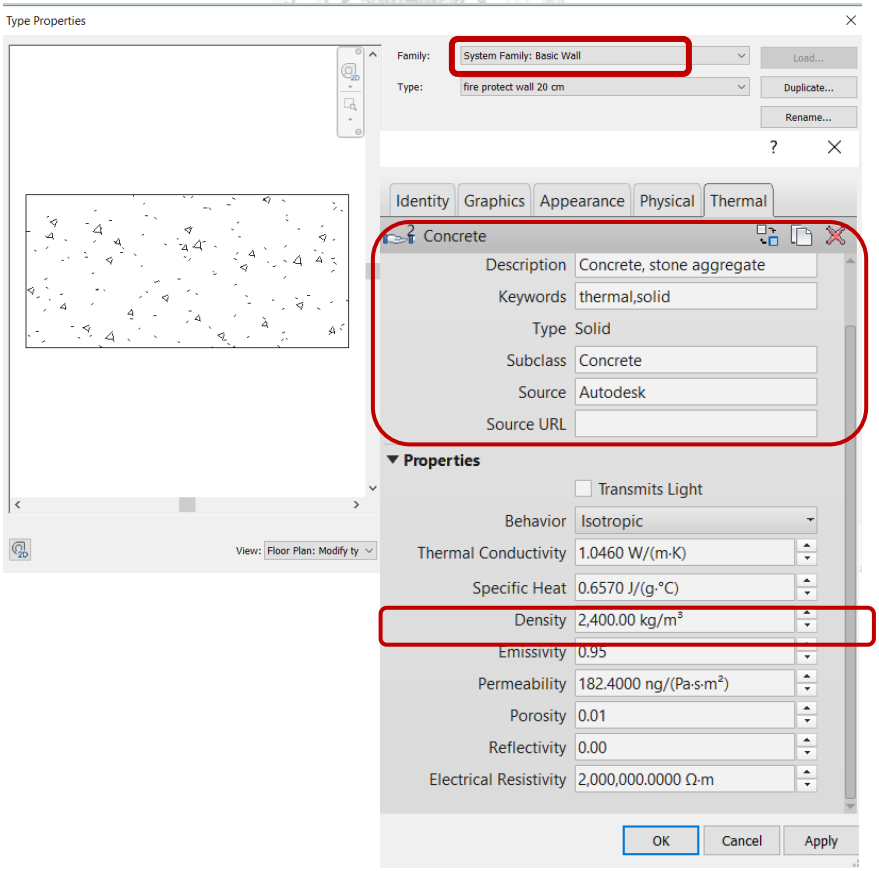
รูปที่ 33 หน้าต่างแสดง Type Properties ของบันไดในโปรแกรม Autodesk Revit

3.3.5 ผนังลิฟต์

ผนังลิฟต์ของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 20 เซนติเมตร น้ำหนักวัสดุ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถระบุใน Type Properties ของผนังโครงสร้าง (structural wall) ได้ ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



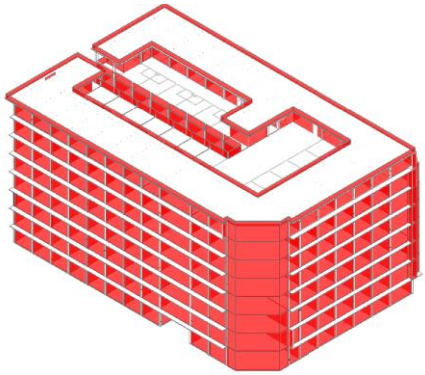
รูปที่ 34 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงผนังลิฟต์ทั้งหมดของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอด



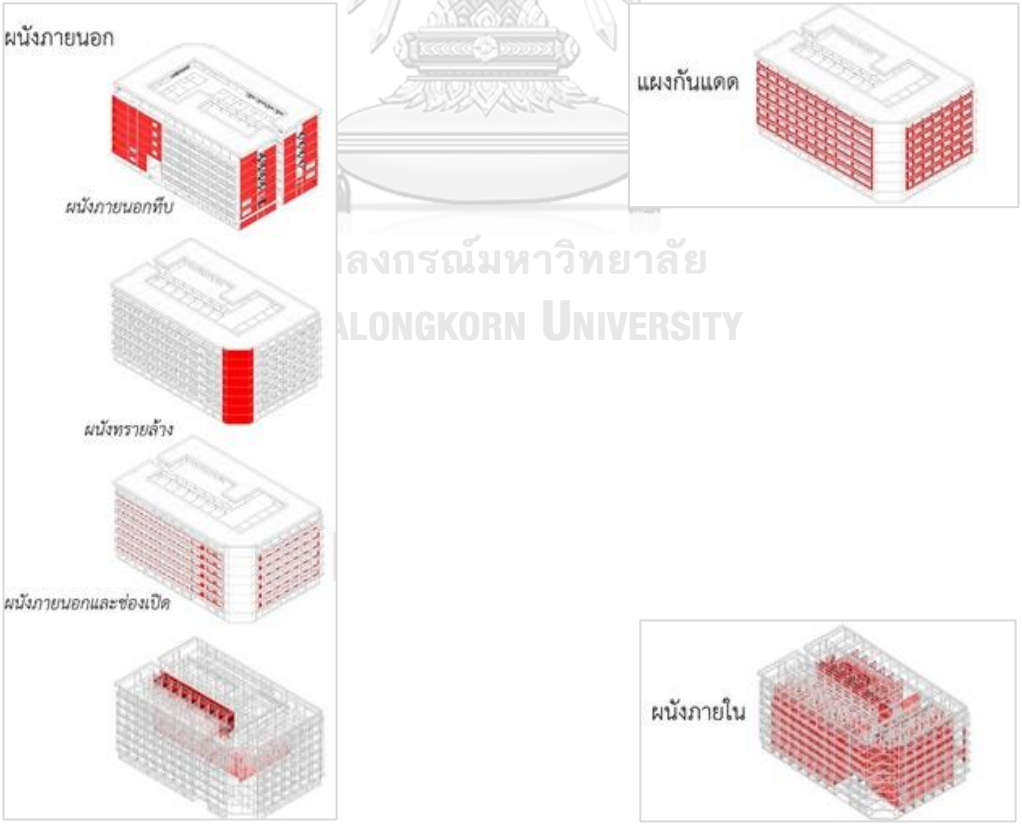
รูปที่ 35 หน้าต่างแสดง Type Properties ของผนังลิฟต์ในโปรแกรม Autodesk Revit

3.3.6 ผนัง

เนื่องจากผนังของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอดแยกประเภทตามตำแหน่งและการใช้งาน เพื่อการเลือกวัสดุใหม่ที่จะมาเปลี่ยน จึงต้องสร้างผนังใน Revit Family ทั้งหมด 3 ประเภท ประกอบด้วย 1)ผนังภายนอก ซึ่งจำแนกทางลักษณะทางกายภาพเป็น ผนังภายนอกทึบ ผนังทรายล้าง และผนังภายนอกและช่องเปิด 2)ผนังภายใน และ3)แผงกันแดด ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 36 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงผนังทั้งหมดของอาคารโรงแรมบูรพาสามยอด



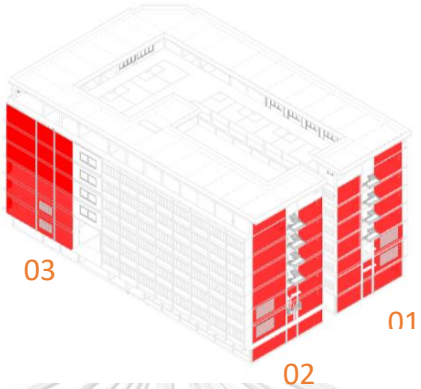
รูปที่ 37 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงการแบ่งประเภทผนัง

ลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ALONGKORN UNIVERSITY

3.3.6.1 ผนังภายนอก

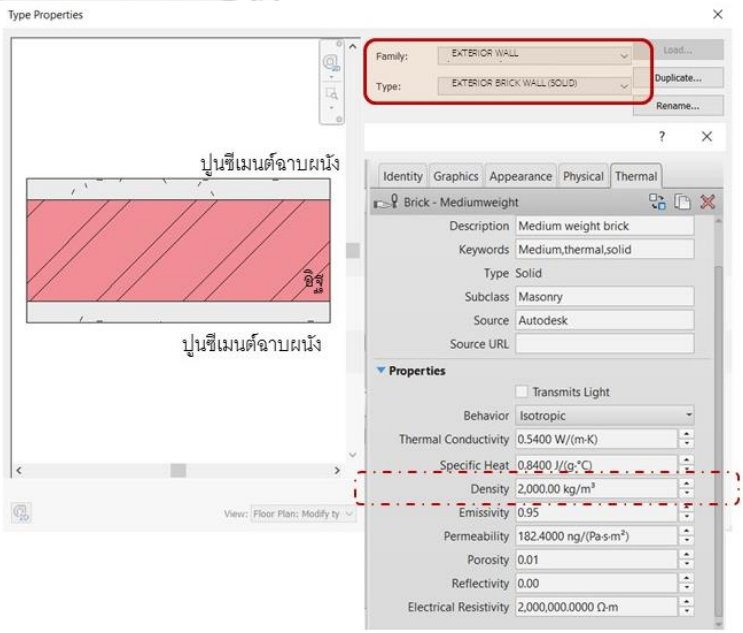
1) <u>ผนังภายนอกทึบ</u>

ผนังภายนอกทึบคือผนังที่เป็นผนังทึบมากกว่าร้อยละ 80 แยกออกเป็น 3 ผืนใหญ่ตามตำแหน่ง ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



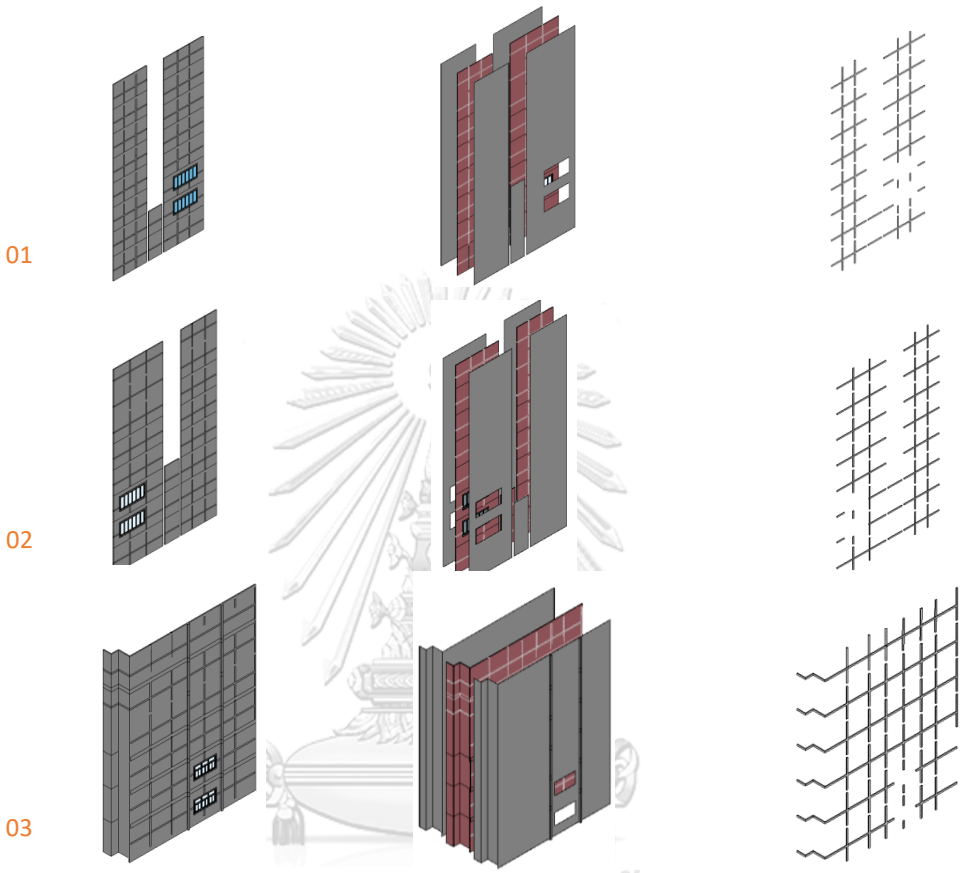
รูปที่ 38 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Revit แสดงผนังภายนอกทึบ

ผนังภายนอกทึบเป็นผนังอิฐมอญก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตร น้ำหนักวัสดุ 2,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูป



รูปที่ 39 หน้าต่างแสดง Type Properties ของผนังภายนอกทึบในโปรแกรม Autodesk Revit

ผนังภายนอกทึบ ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนซีเมนต์ฉาบผนัง ทับหลังเอ็นขนาด 7 x 15 เซนติเมตร เสาเอ็นขนาด 7x15 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

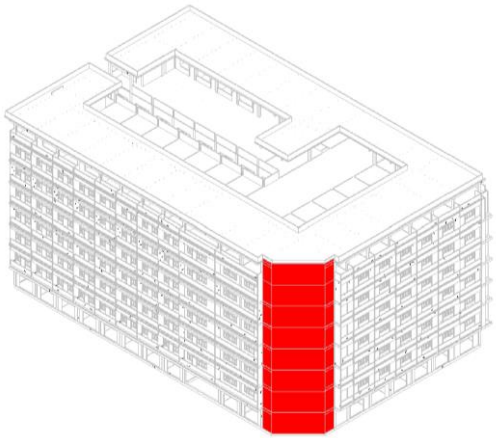


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 40 แบบขยายผนังภายนอกทึบ

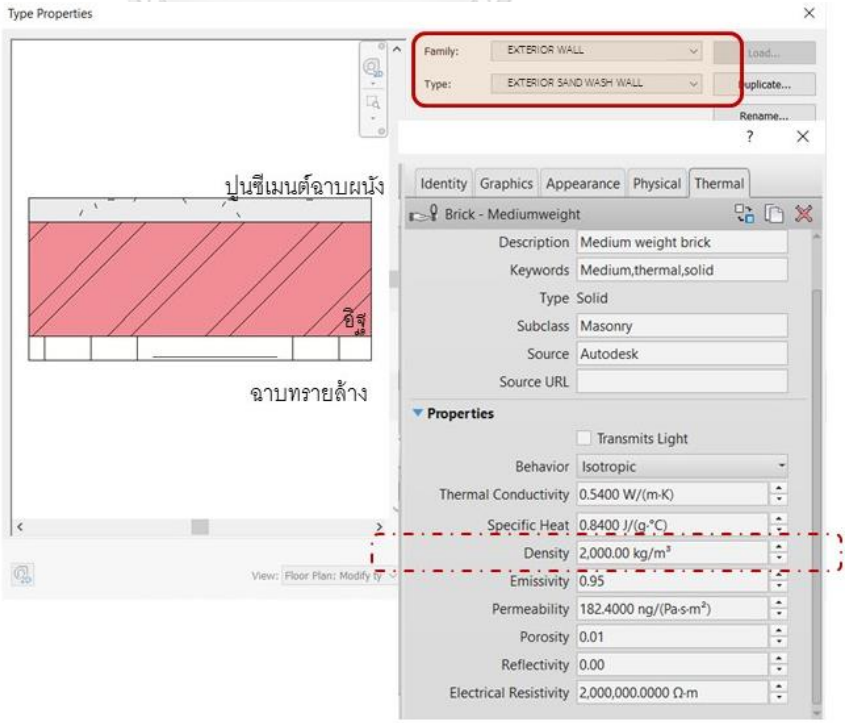
2) <u>ผนังทรายล้าง</u>

ผนังทรายล้างคือผนังที่มีวัสดุเป็นทรายล้าง บริเวณหัวมุมอาคาร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



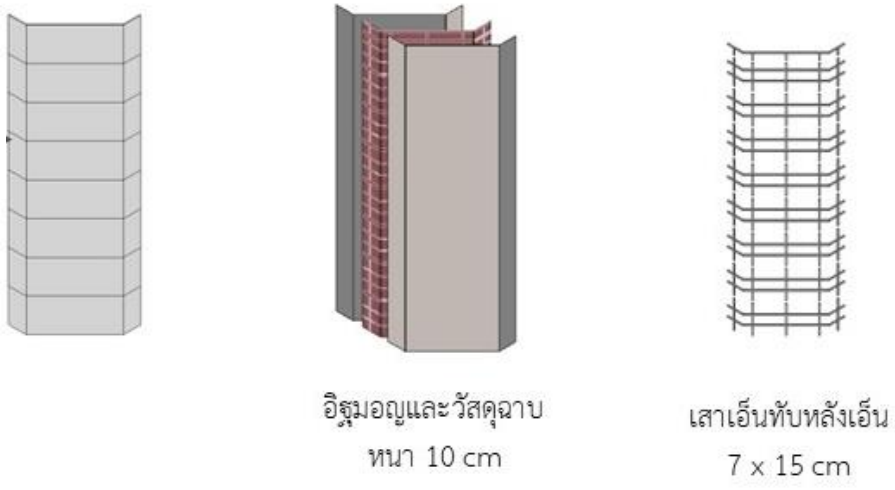
รูปที่ 41 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงผนังทรายล้าง

ผนังทรายล้างเป็นผนังอิฐมอญก่ออิฐฉาบปูนภายในและทรายล้างภายนอกหนา 10 เซนติเมตร น้ำหนักวัสดุ 2,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูป



รูปที่ 42 หน้าต่างแสดง Type Properties ของผนังทรายล้างในโปรแกรม Autodesk Revit

ผนังทรายล้าง ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนซีเมนต์ฉาบผนัง ทับหลังเอ็นขนาด 7 x 15 เซนติเมตร เสาเอ็นขนาด 7x15 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

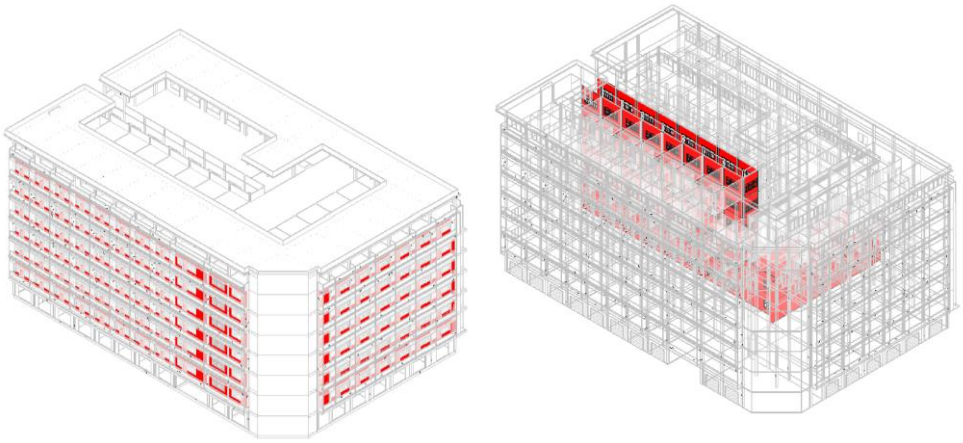


รูปที่ 43 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังทรายล้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

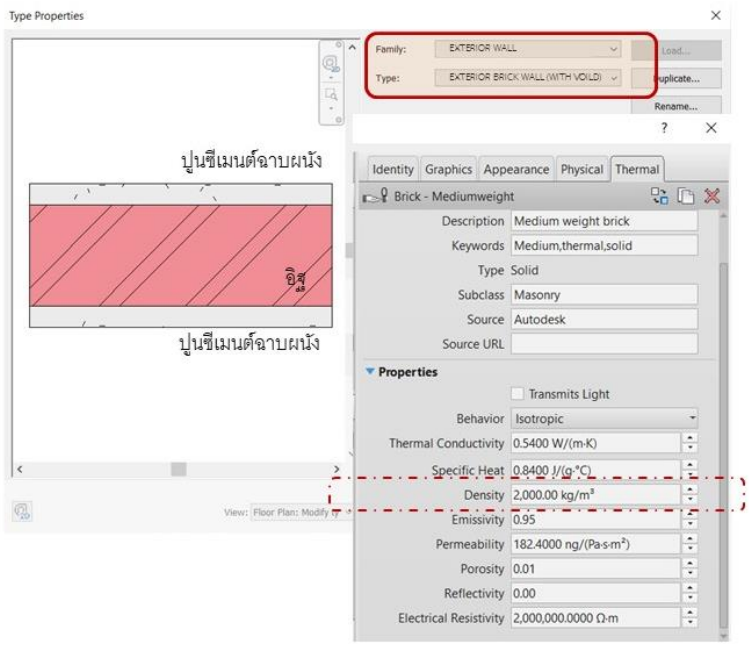
3) <u>ผนังภายนอกและช่องเปิด</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิดคือผนังที่เป็นผนังมีช่องเปิดมากกว่าร้อยละ 80 ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



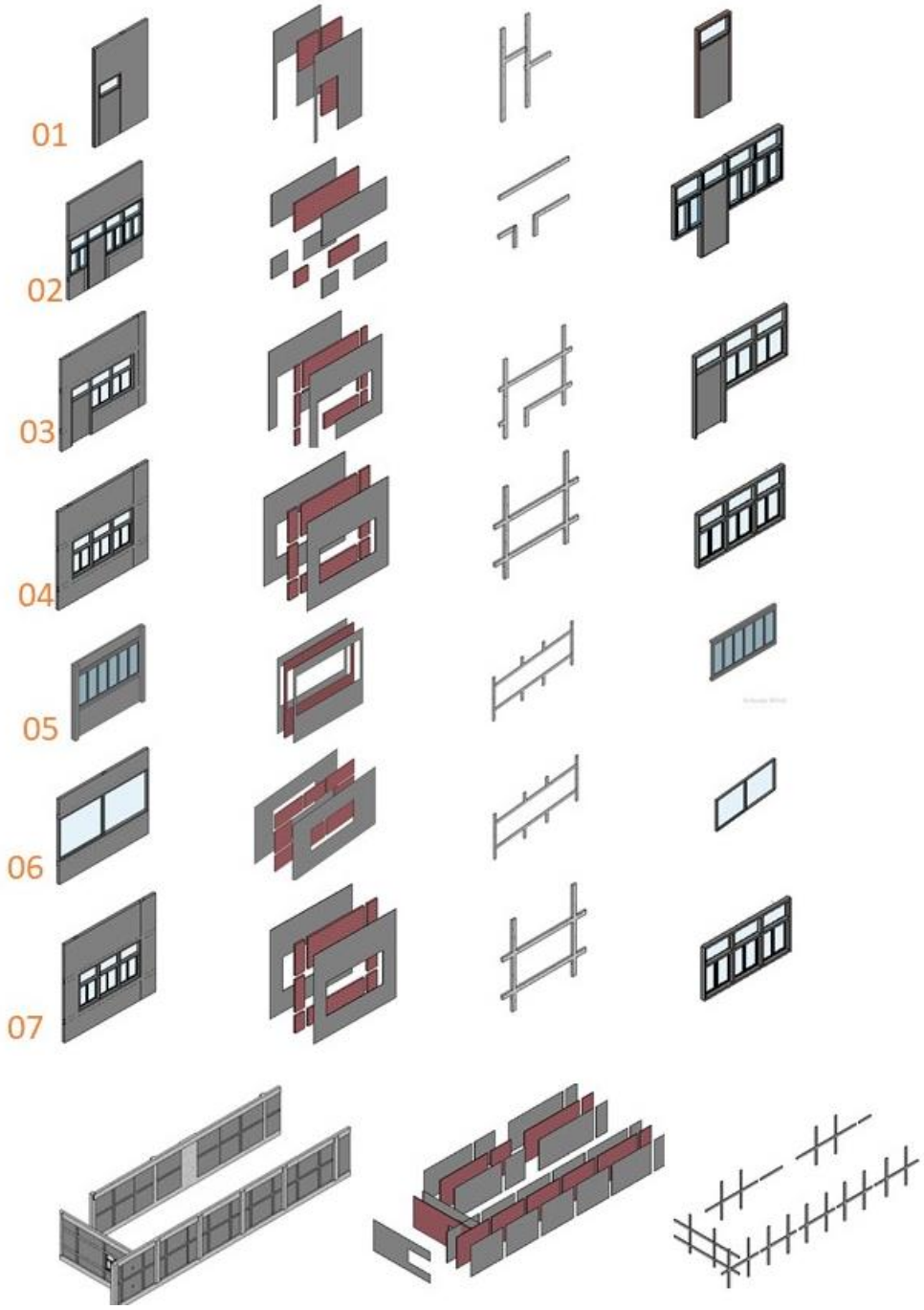
รูปที่ 44 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด

ผนังภายนอกและช่องเปิดมีวัสดุเป็นผนังอิฐมอญก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตร น้ำหนักวัสดุ 2,000 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 45 หน้าต่างแสดง Type Properties ของผนังภายนอกและช่องเปิดในโปรแกรม Autodesk Revit

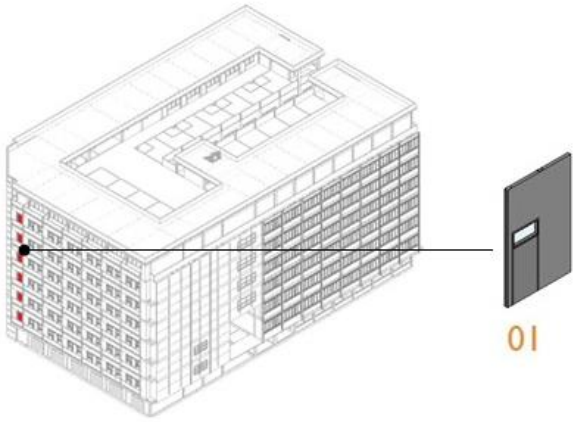
ผนังภายนอกและช่องเปิดสามารถจำแนกตามลักษณะช่องเปิดได้ 7 ประเภท ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 46 รูปด้านช่องเปิดของผนังภายนอกและช่องเปิด

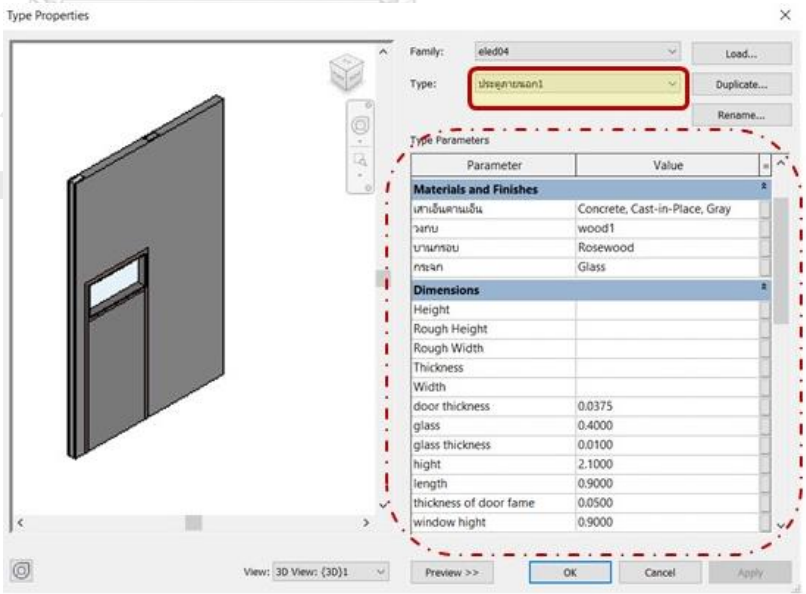
- <u>ผนังภายนอกและช่องเปิด 01</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด 01 คือผนังที่อยู่กับประตูภายนอก1 บริเวณทิศตะวันตกของอาคาร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



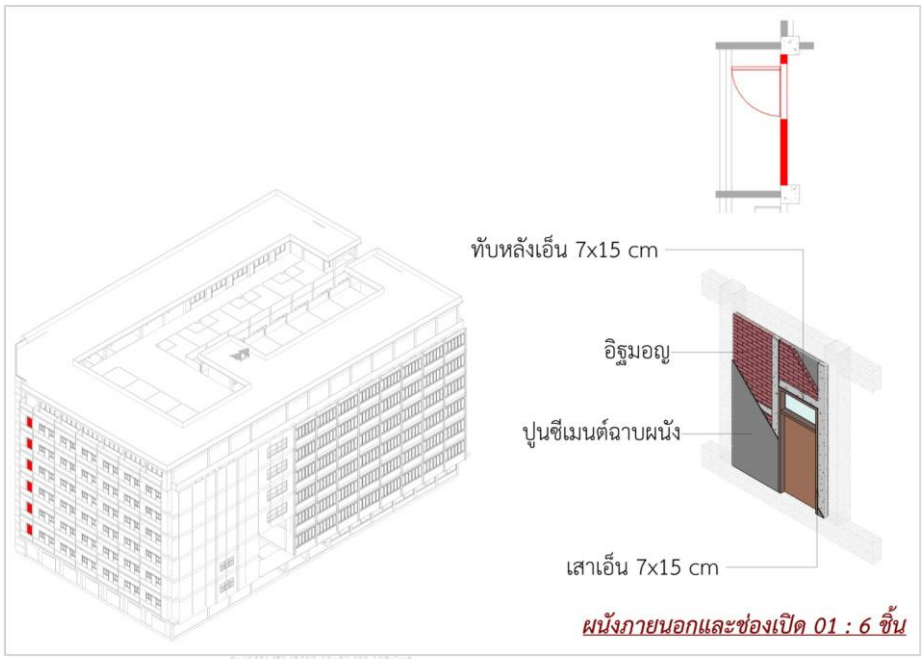
รูปที่ 47 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 01

ประตูภายนอก1 สูง2.10 เมตร กว้าง 0.90 เมตร ประกอบด้วยเสาเอ็นทับหลังเอ็น วงกบไม้ บานกรอบไม้ และลูกฟักกระจกใส ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 48 หน้าต่างแสดง Type Properties ประตูภายนอก1 ในโปรแกรม Autodesk Revit

ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 01 ผนังอยู่ระหว่างเสา และคาน ทั้งหมด 6 ชิ้น กว้าง 2.10 เมตร สูง 3.40 เมตร ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนซีเมนต์ฉาบผนัง ทับหลังเอ็นขนาด 7 x 15 เซนติเมตร เสาเอ็นขนาด 7x15 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

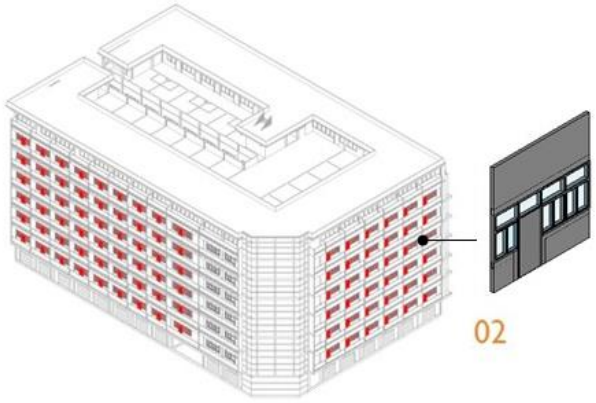


รูปที่ 49 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

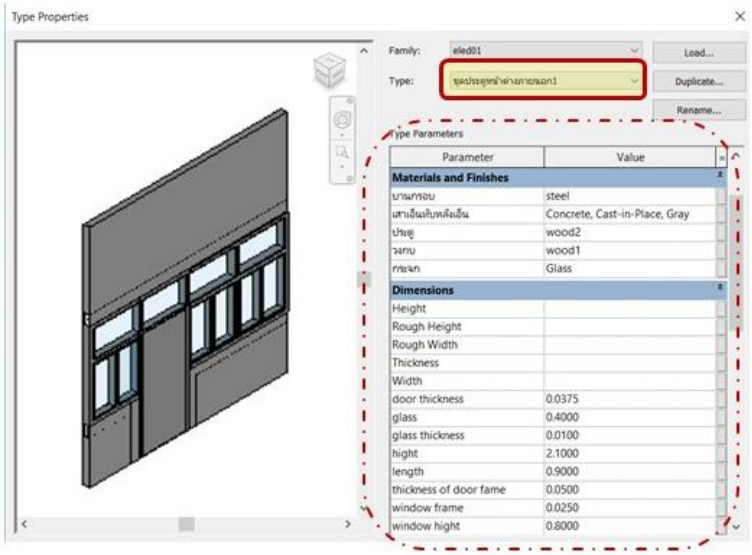
- <u>ผนังภายนอกและช่องเปิด 02</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด 02 คือผนังที่อยู่กับชุดประตูหน้าต่างภายนอก1บริเวณด้านทิศเหนือและทิศตะวันตกของอาคาร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



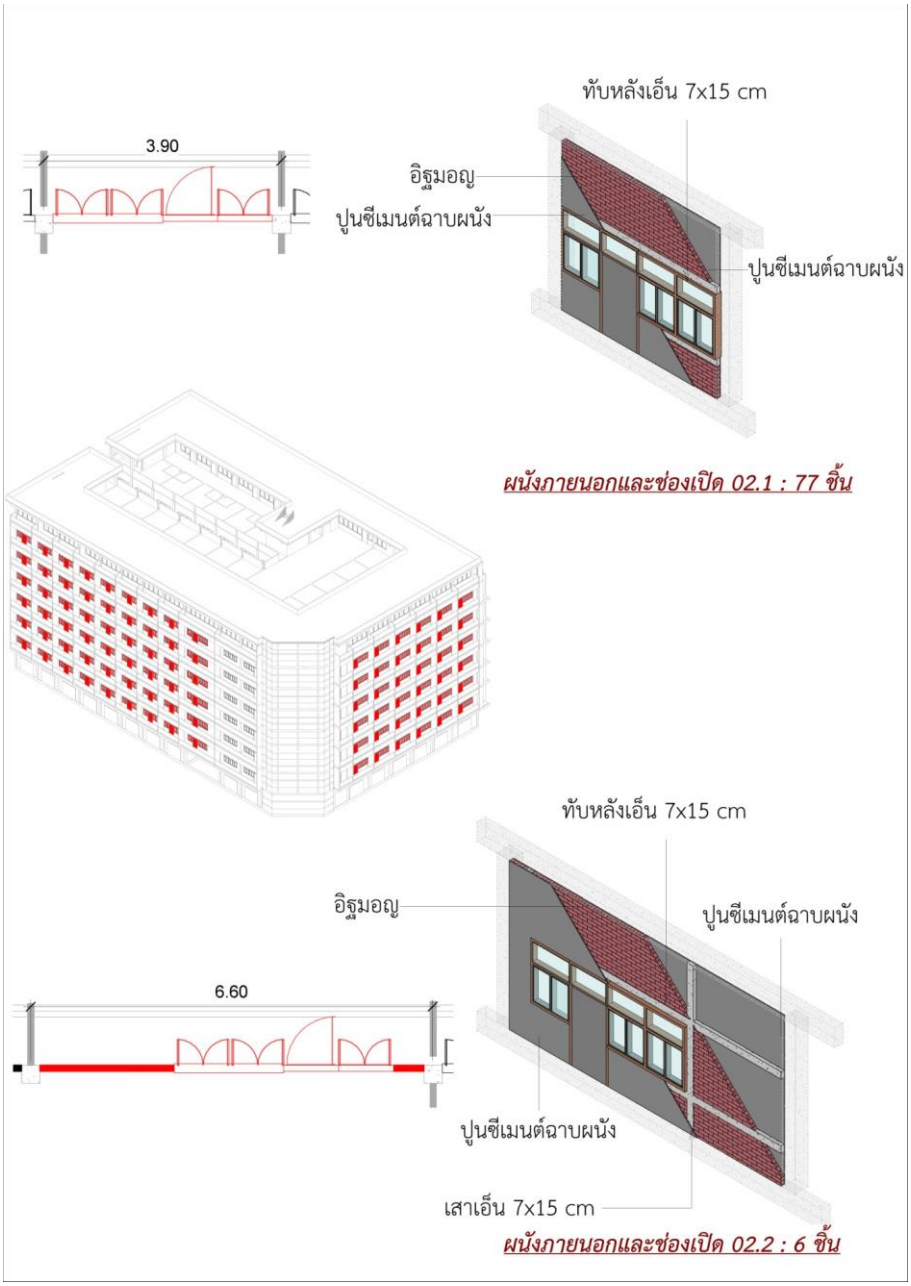
รูปที่ 50 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 02

ชุดประตูหน้าต่างภายนอก1 ประตูสูง2.10 เมตร กว้าง 0.90 เมตร หน้าต่างสูง 0.80 เมตร ประกอบด้วยเสาเอ็นทับหลังเอ็น วงกบไม้ บานกรอบไม้ และลูกฟักกระจกใส ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 51 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดประตูหน้าต่างภายนอก1 ในโปรแกรม Autodesk Revit

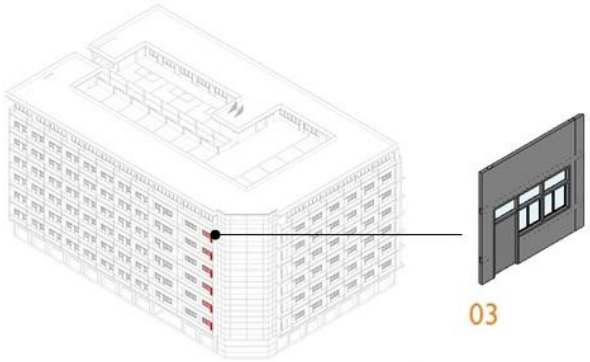
ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 02 ผนังอยู่ระหว่างเสา และคาน แบ่งออกเป็น 1)ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 02.1 77 ชิ้น ขนาด กว้าง 3.90 เมตร สูง 3.40 เมตร 2)ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 02.2 6 ชิ้น ขนาด กว้าง 6.60 เมตร สูง 3.40 เมตร ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนซีเมนต์ฉาบผนัง ทับหลังเอ็นขนาด 7 x 15 เซนติเมตร เสาเอ็นขนาด 7x15 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 52 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด02.1 และ 02.2

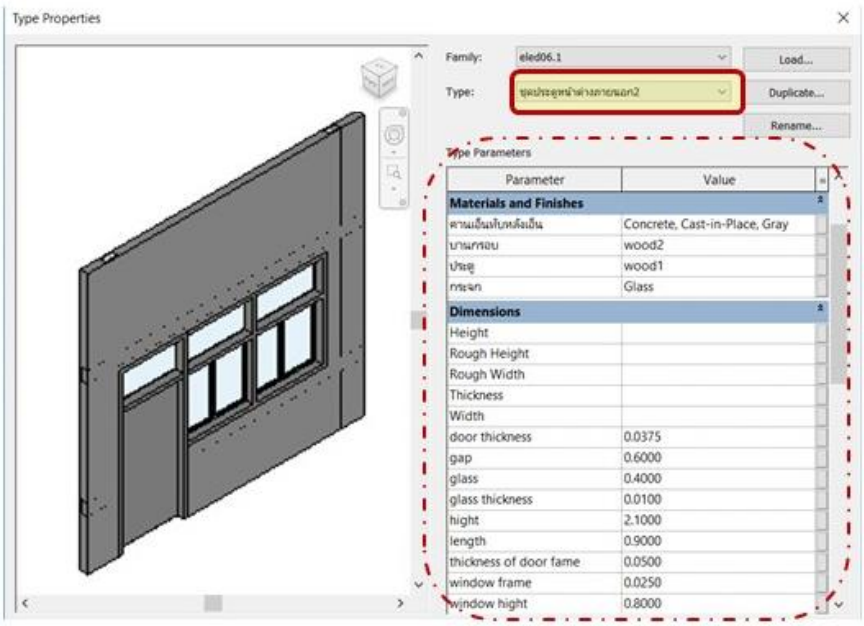
- <u>ผนังภายนอกและช่องเปิด 03</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด 03 คือผนังที่อยู่กับชุดประตูหน้าต่างภายนอก2บริเวณด้านทิศเหนือของอาคาร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



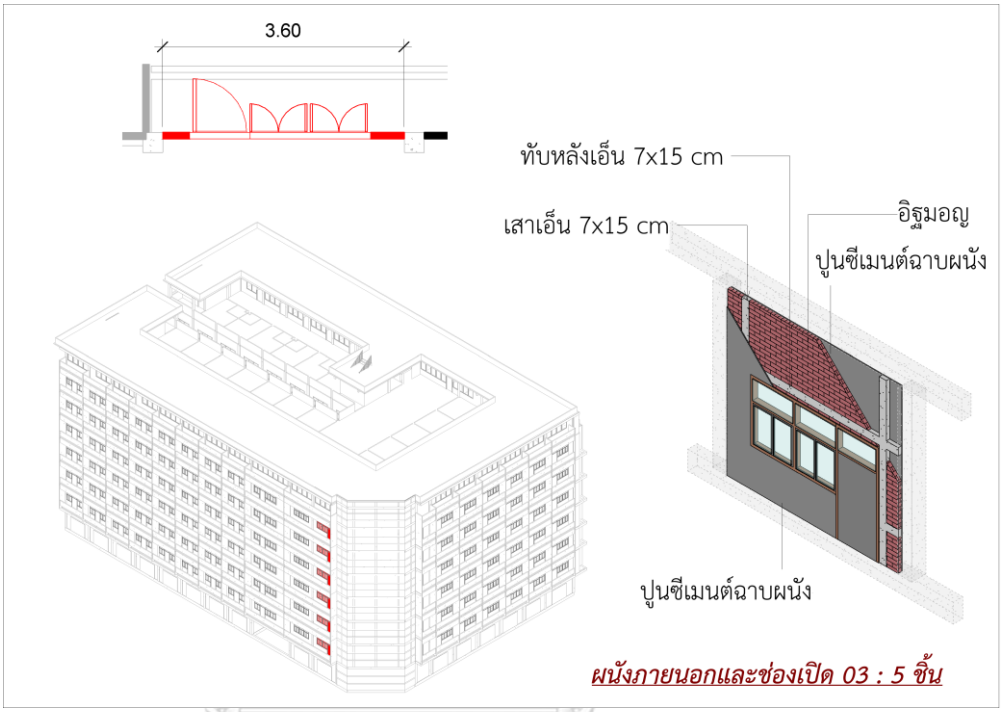
รูปที่ 53 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 03

ชุดประตูหน้าต่างภายนอก2 ประตูสูง2.10 เมตร กว้าง 0.90 เมตร หน้าต่างสูง 0.80 เมตร ประกอบด้วยเสาเอ็นทับหลังเอ็น วงกบไม้ บานกรอบไม้ และลูกฟักกระจกใส ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 54 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดประตูหน้าต่างภายนอก2 ใน โปรแกรม Autodesk Revit

ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 03 ผนังอยู่ระหว่างเสา และคาน ทั้งหมด 5 ชิ้น ขนาด กว้าง 3.60 เมตร สูง 3.40 เมตร ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนซีเมนต์ฉาบผนัง ทับหลังเอ็นขนาด 7 x 15 เซนติเมตร เสาเอ็นขนาด 7x15 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

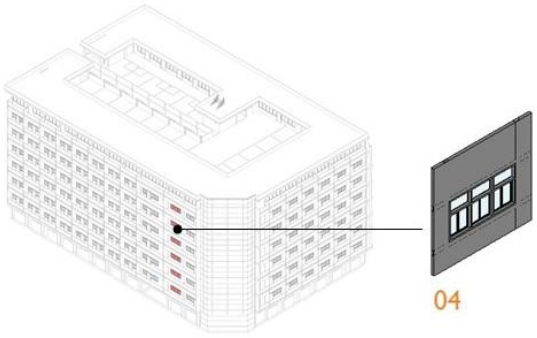


รูปที่ 55 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด03

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

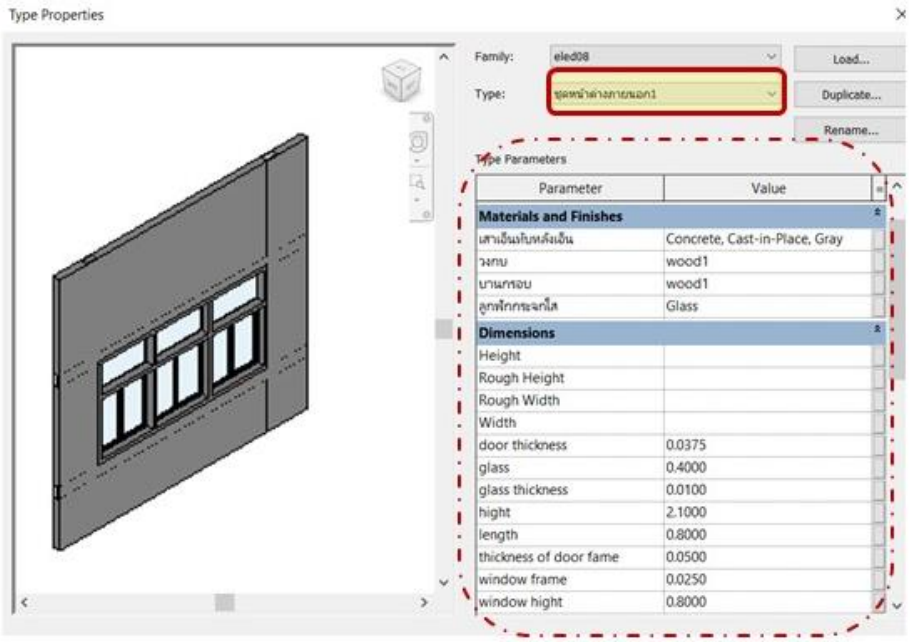
- <u>ผนังภายนอกและช่องเปิด 04</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด 04 คือผนังที่อยู่กับชุดหน้าต่างภายนอก1 บริเวณด้านทิศเหนือของอาคาร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



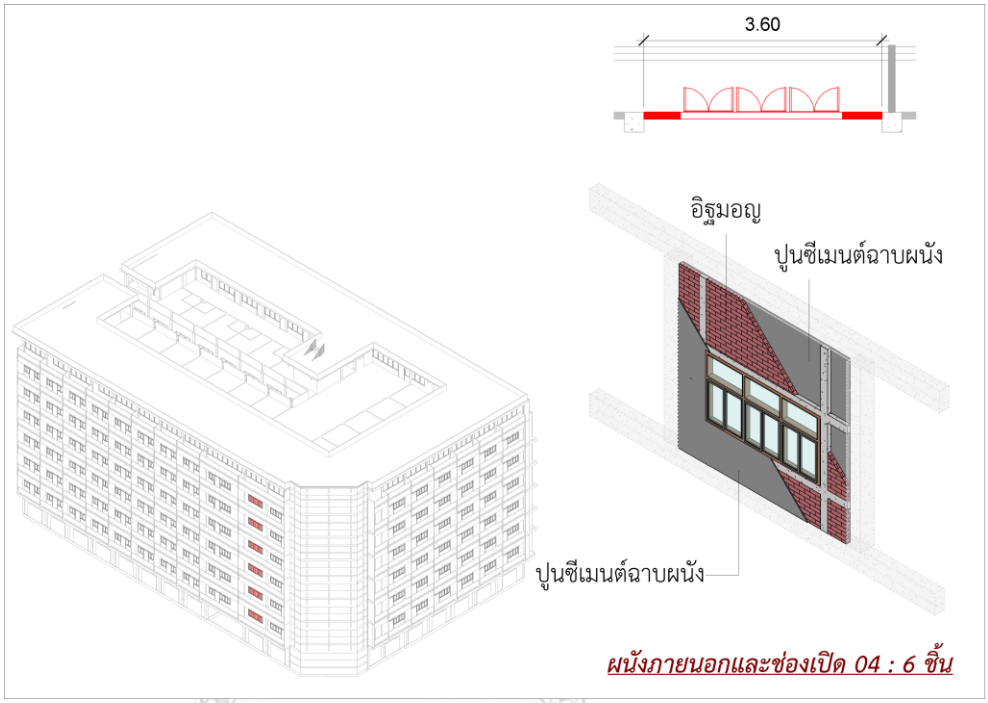
รูปที่ 56 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 04

ชุดหน้าต่างภายนอก1 หน้าต่างสูง 0.80 เมตร ประกอบด้วยเสาเอ็นทับหลังเอ็น วงกบไม้ บานกรอบไม้ และลูกฟักกระจกใส ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 57 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดหน้าต่างภายนอก1 ในโปรแกรม Autodesk Revit

ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 04 ผนังอยู่ระหว่างเสา และคาน ทั้งหมด 6 ชิ้น ขนาด กว้าง 3.60 เมตร สูง 3.40 เมตร ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนซีเมนต์ฉาบผนัง ทับหลังเอ็นขนาด 7 x 15 เซนติเมตร เสาเอ็นขนาด 7x15 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

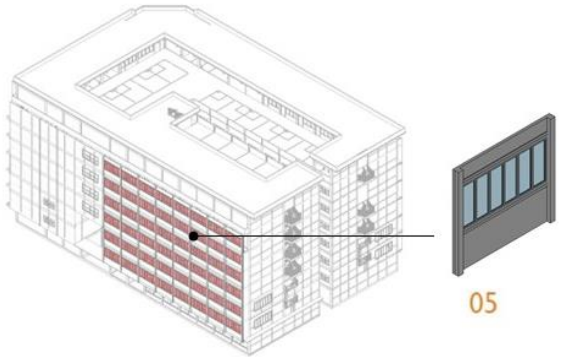


รูปที่ 58 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด04

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

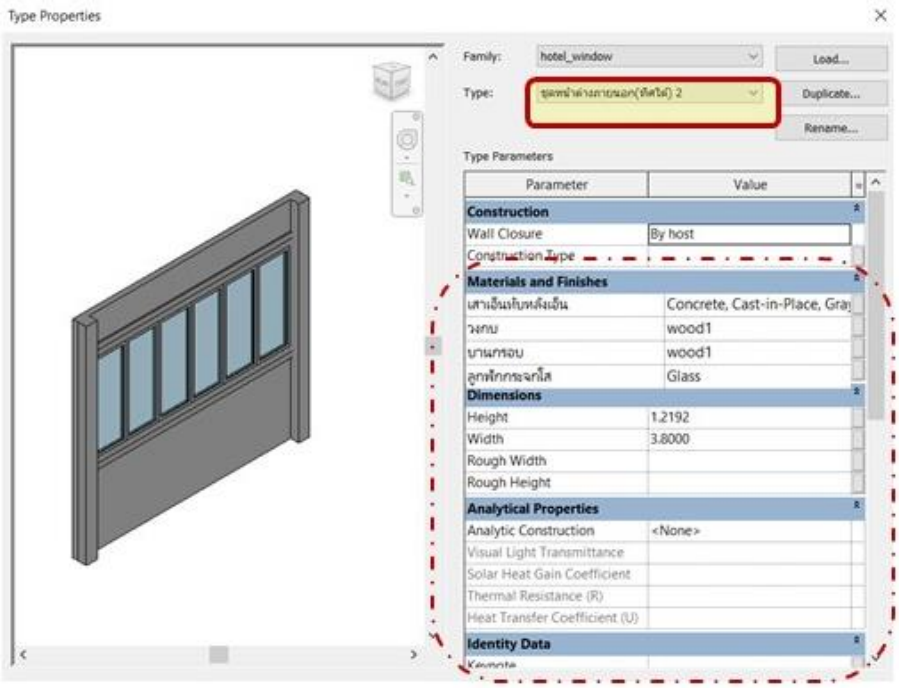
- <u>ผนังภายนอกและช่องเปิด 05</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด 05 คือผนังที่อยู่กับชุดหน้าต่างภายนอก 2 บริเวณด้านทิศใต้ของอาคาร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



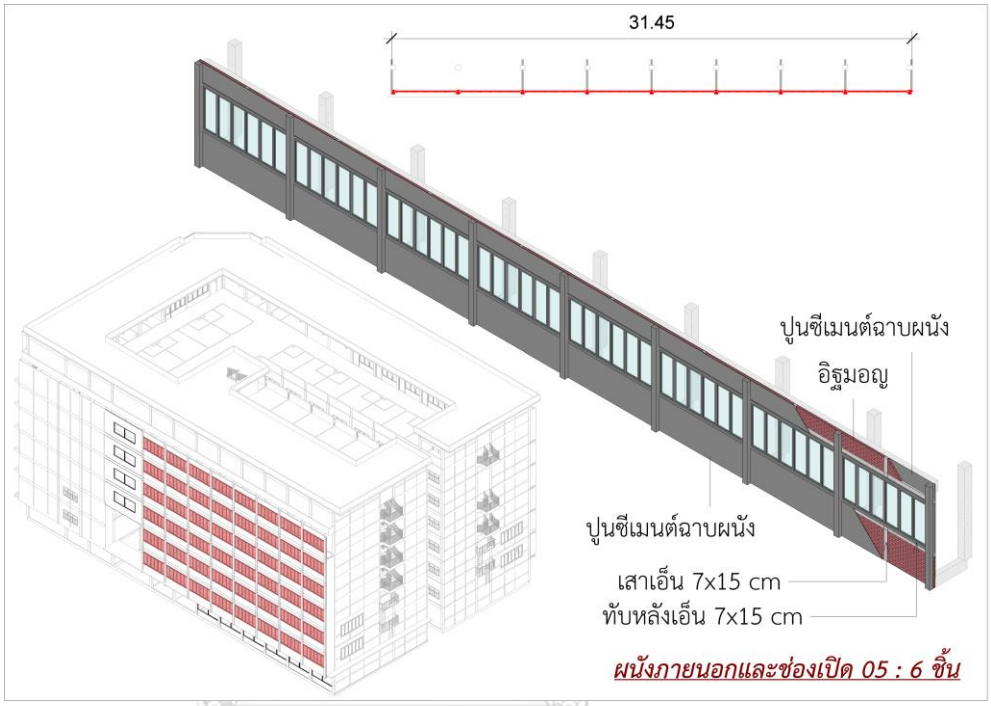
รูปที่ 59 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 04

ชุดหน้าต่างภายนอก1 หน้าต่างสูง 1.219 เมตร ประกอบด้วยเสาเอ็นทับหลังเอ็น วงกบไม้ บานกรอบไม้ และลูกฟักกระจกใส ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 60 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดหน้าต่างภายนอก2 ในโปรแกรม Autodesk Revit

ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 05 ผนังอยู่บนคาน ทั้งหมด 6 ชิ้น ขนาด กว้าง 31.45 เมตร สูง 3.40 เมตร ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนซีเมนต์ฉาบผนัง ทับหลังเอ็นขนาด 7 x 15 เซนติเมตร เสาเอ็นขนาด 7x15 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

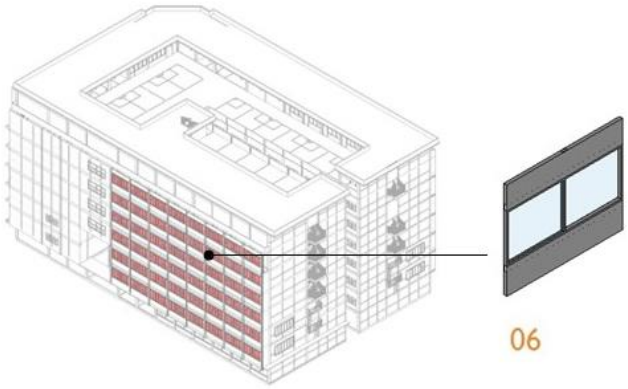


รูปที่ 61 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

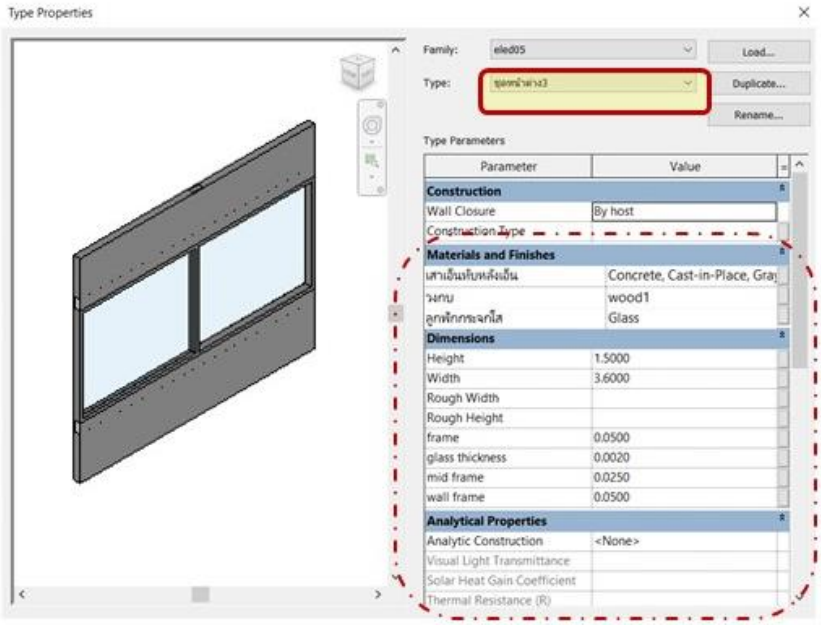
- <u>ผนังภายนอกและช่องเปิด 06</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด 05 คือผนังที่อยู่กับชุดหน้าต่างภายนอก 3 บริเวณด้านทิศใต้ของอาคาร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



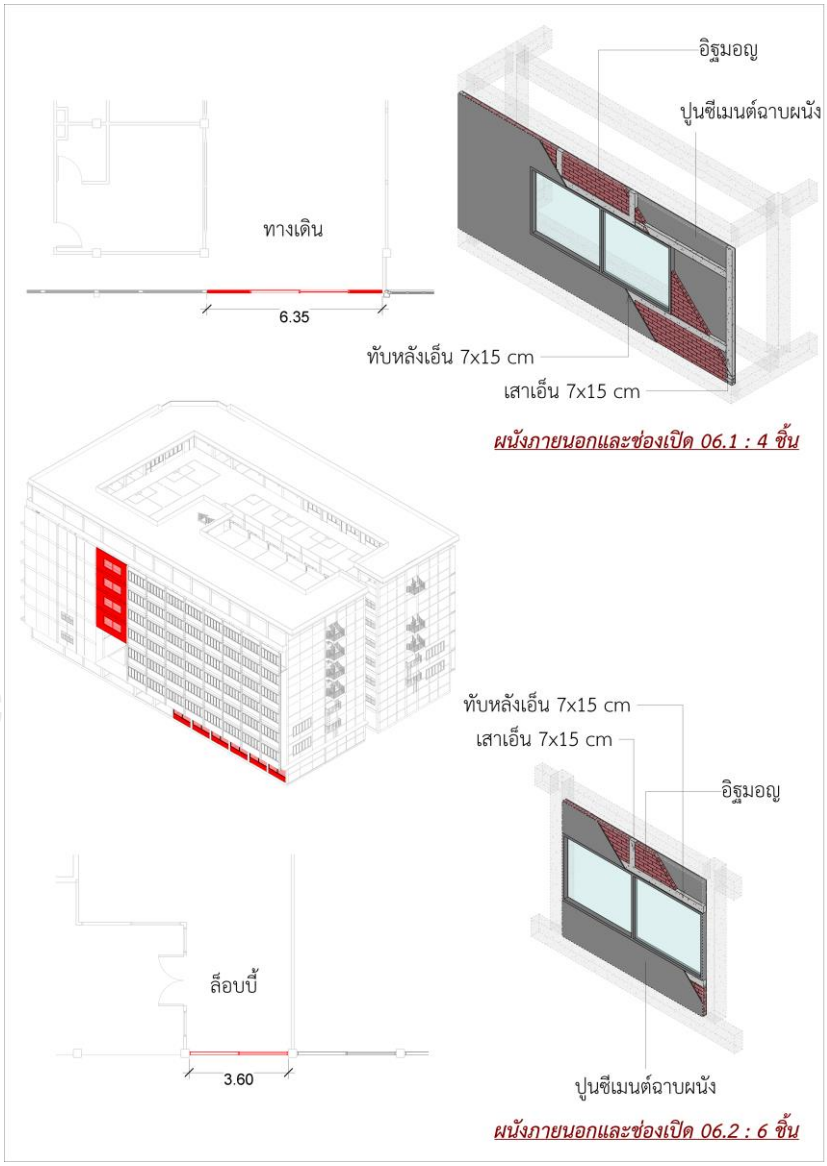
รูปที่ 62 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 06

ชุดหน้าต่างภายนอก1 หน้าต่างสูง 1.50 เมตร ประกอบด้วยเสาเอ็นทับหลัง วงกบไม้ และลูกฟักกระจกใส ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 63 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดหน้าต่างภายนอก3 ใน โปรแกรม Autodesk Revit

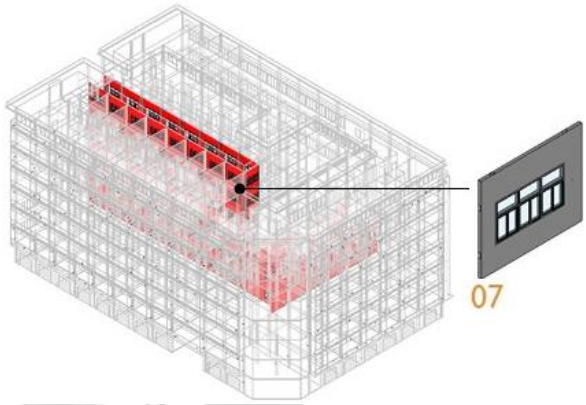
ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 06 ผนังอยู่ระหว่างเสาและคาน แบ่งออกเป็น 1)ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 06.1 4 ชิ้น อยู่บริเวณทางเดิน ขนาดกว้าง 6.35 เมตร สูง 3.40 เมตร 2)ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 06.2 6 ชิ้น อยู่บริเวณล็อบบี้ ขนาดกว้าง 3.60 เมตร สูง 3.40 เมตร ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนซีเมนต์ฉาบผนัง ทับหลังเอ็น ขนาด 7 x 15 เซนติเมตร เสาเอ็นขนาด 7x15 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 64 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด06.1 และ 06.2

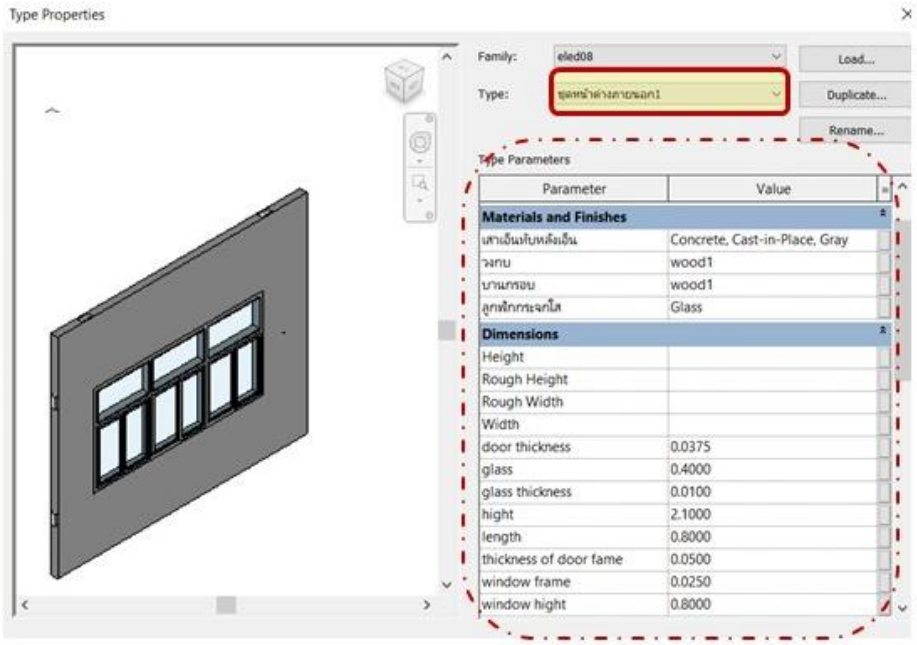
- <u>ผนังภายนอกและช่องเปิด 07</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด 07 คือผนังที่อยู่บริเวณช่องแสงของอาคาร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



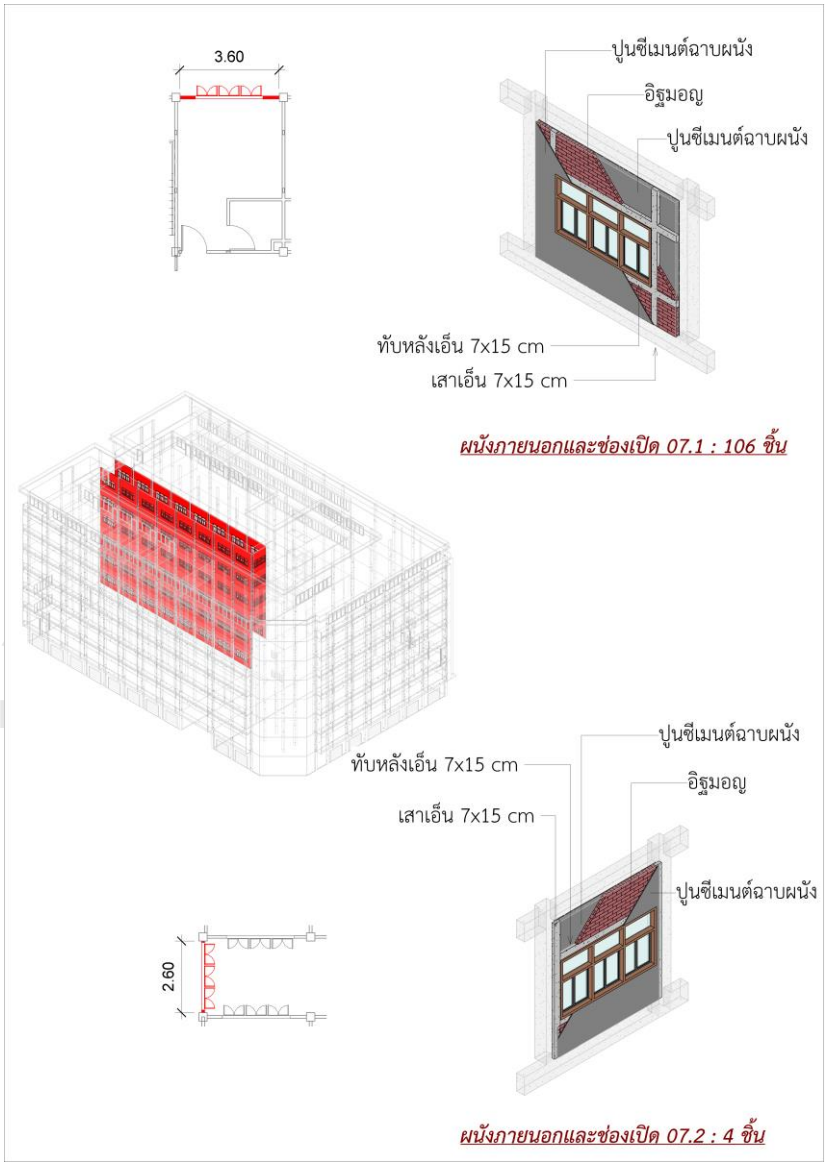
รูปที่ 65 โมเดลBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 07

ชุดหน้าต่างภายนอก1 หน้าต่างสูง 1.50 เมตร ประกอบด้วยเสาเอ็นทับหลัง วงกบไม้ และลูกฟักกระจกใส ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

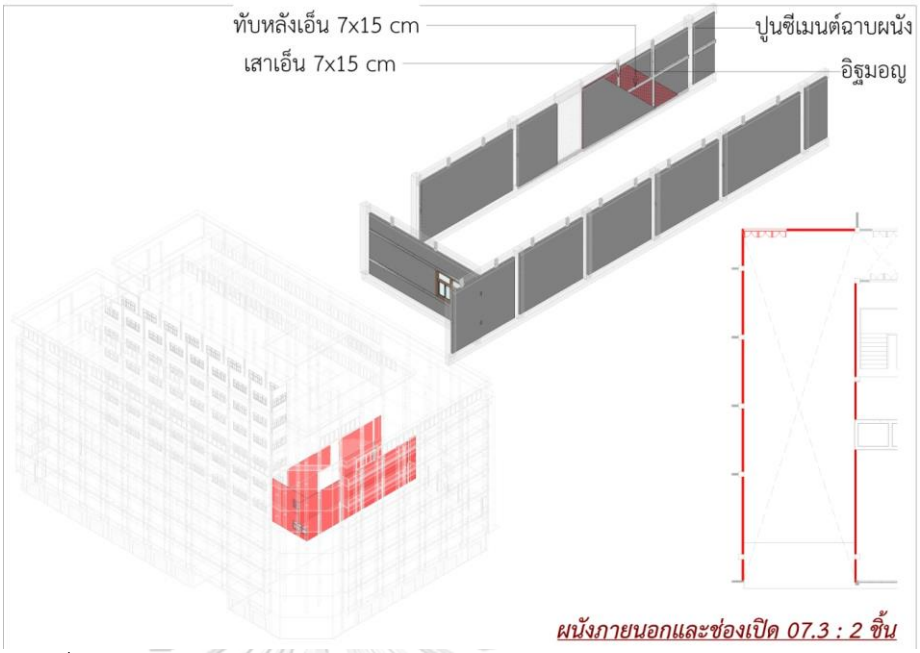


รูปที่ 66 หน้าต่างแสดง Type Properties ชุดหน้าต่างภายนอก1 ในโปรแกรม Autodesk Revit

ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 07 ผนังอยู่ระหว่างเสาและคาน แบ่งออกเป็น 1)ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 07.1 106 ชิ้น ขนาด กว้าง 3.60 เมตร สูง 3.40 เมตร 2)ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 07.2 4 ชิ้น ขนาด กว้าง 2.6 เมตร สูง 3.40 เมตร และ3)ผนังของผนังภายนอกและช่องเปิด 07.3 เป็นผนังทึบ 2 ชิ้น ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนซีเมนต์ฉาบผนัง ทับหลังเอ็นขนาด 7 x 15 เซนติเมตร เสาเอ็นขนาด 7x15 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 67 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด07.1 และ 07.2

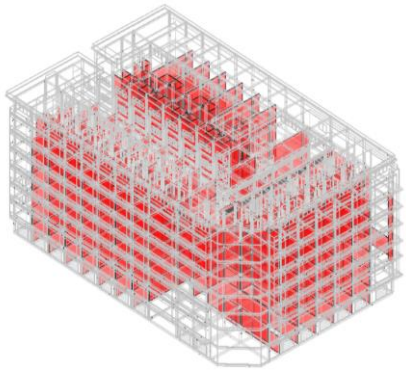


รูปที่ 68 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Revit แสดงแบบขยายผนังภายนอกและช่องเปิด07.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

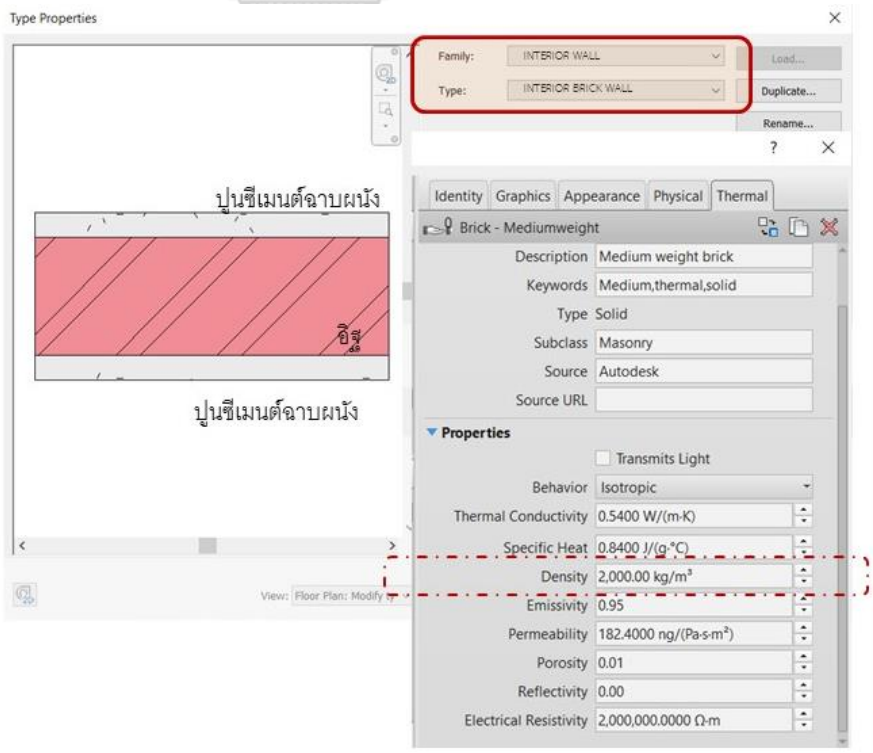
3.3.6.2 ผนังภายใน

ผนังภายในคือผนังที่อยู่ภายในของอาคารส่วนใหญ่เป็นผนังกั้นห้องพัก ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



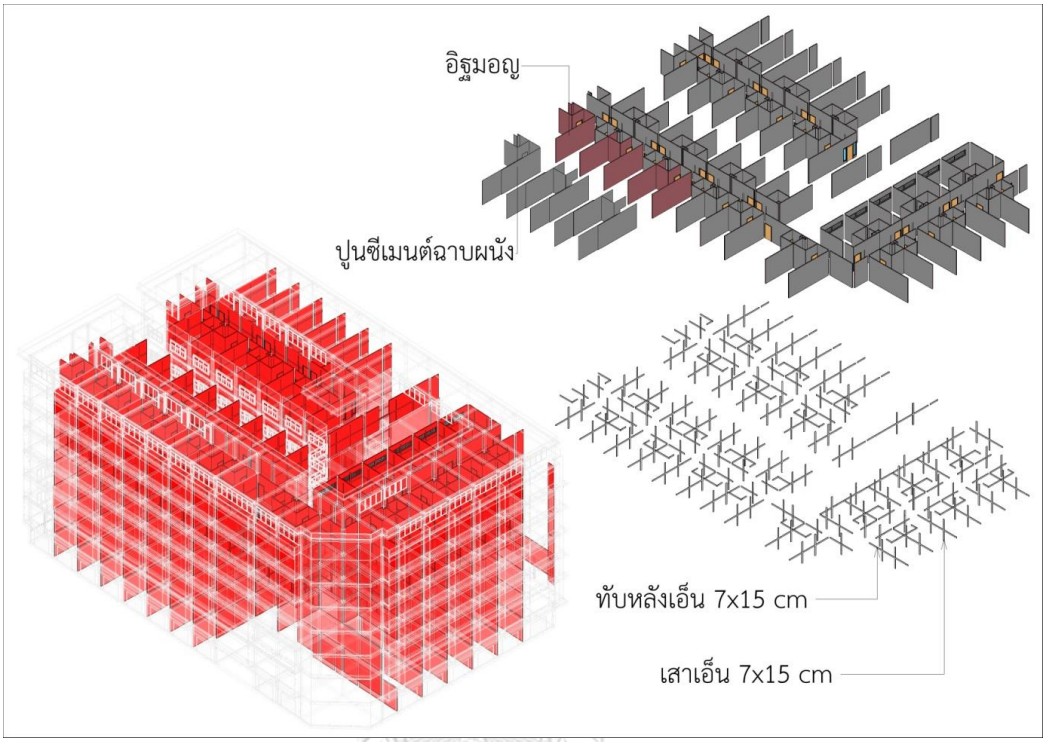
รูปที่ 69 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Revit ผนังภายนอกและช่องเปิด 07

เป็นผนังอิฐมอญก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตร ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 70 หน้าต่างแสดง Type Properties ผนังภายใน ในโปรแกรม Autodesk Revit

ผนังภายใน ประกอบด้วย อิฐมอญ ปูนซีเมนต์ฉาบผนัง ทับหลังเอ็นขนาด 7 x 15 เซนติเมตร เสาเอ็นขนาด 7x15 เซนติเมตร ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

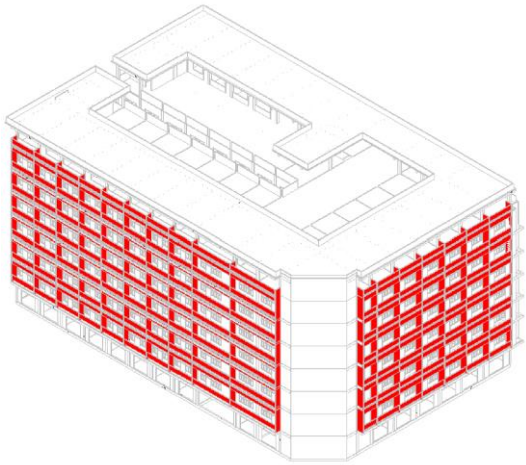


รูปที่ 71 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แสดงแบบขยายผนังภายใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

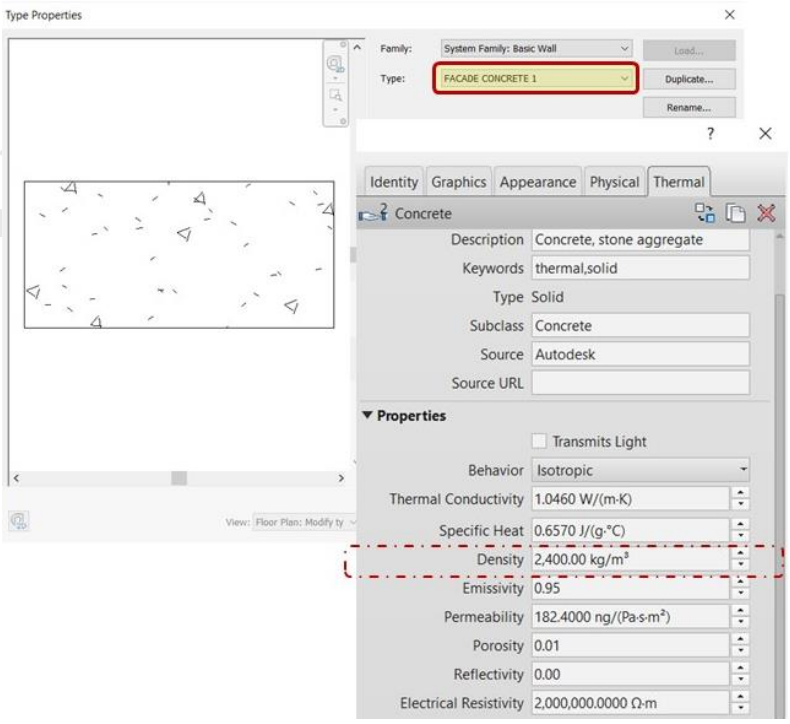
3.3.6.3 แผงกันแดด

ผนังภายในคือผนังที่อยู่ภายในของอาคารส่วนใหญ่เป็นผนังกั้นห้องพัก ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



รูปที่ 72 แบบจำลองBIM โดยโปรแกรม Autodesk Revit แผงกันแดด

เป็นผนังคอนกรีตภายในและทรายล้างภายนอกหนา 10 เซนติเมตร ระบุใน Type Properties ของ Revit Family ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

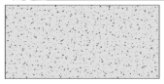
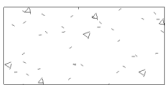
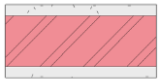


รูปที่ 73 หน้าต่างแสดง Type Properties แผงกันแดด ในโปรแกรม Autodesk Revit

บทที่ 4
วิเคราะห์น้ำหนักบรรทุกโรงแรมบูรพาสามยอด

โรงแรมบูรพาสามยอดมีน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมด 10,230,569.23 กิโลกรัมดังแสดงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 น้ำหนักบรรทุกรวมโรงแรมบูรพาสามยอด

องค์ประกอบ	ประเภท	มวลรวม (m3)	น้ำหนักรวม (kg)	สัดส่วนน้ำหนัก (%)
เสา	คสล. หนา 30x30 cm.	255.18	614,285.37	6.00
คาน	คสลหนา 20x40 cm.	541.58	1,303,715.81	12.70
พื้น	คสล.หนา 10 cm. 	1,499.95	3,610,551.47	35.29
บันได	คสล.	40.08	96,192..00	0.94
ผนังลิฟต์	คสล. หนา 20 cm. 	56.50	135,600.00	1.33
ผนัง	6 ประเภท 	1901.65	4,474,148.39	43.73
	รวม		10,230,569.23	100.00

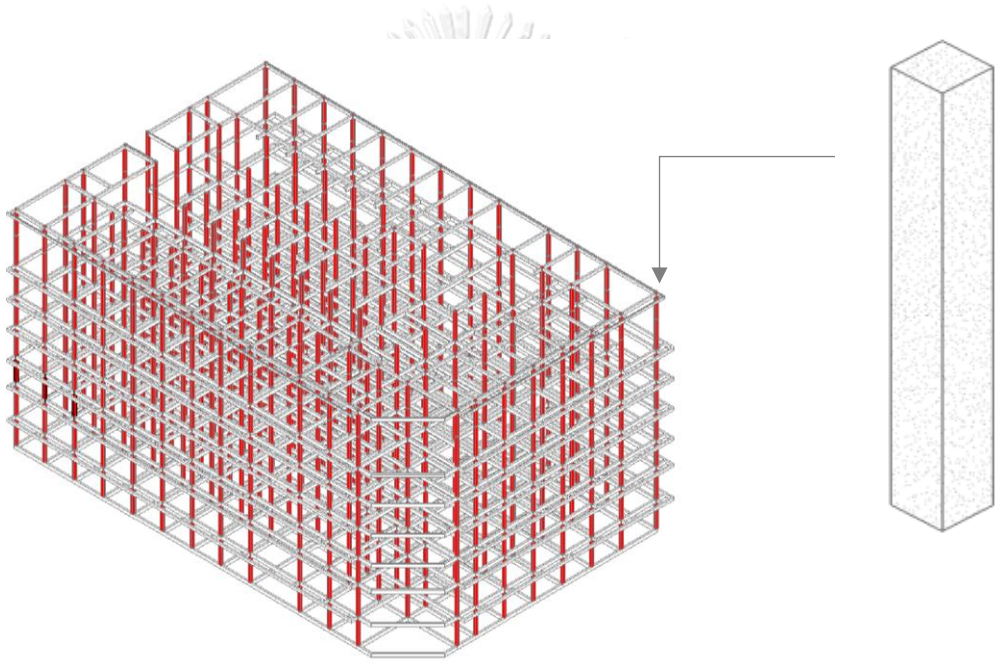
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1 สัดส่วนน้ำหนักของแต่ละองค์ประกอบ

4.1.1 น้ำหนักเสา

เสาของโรงแรมบูรพาสามยอดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาด30x30 ซม. มีจำนวนทั้งหมด 847 ต้น มวลรวม 255.18 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักวัสดุ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักรวม 614,285.37 กิโลกรัม สัดส่วนน้ำหนักต่อทั้งอาคารทั้งหมด 6.00 % ดังที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 น้ำหนักเสา



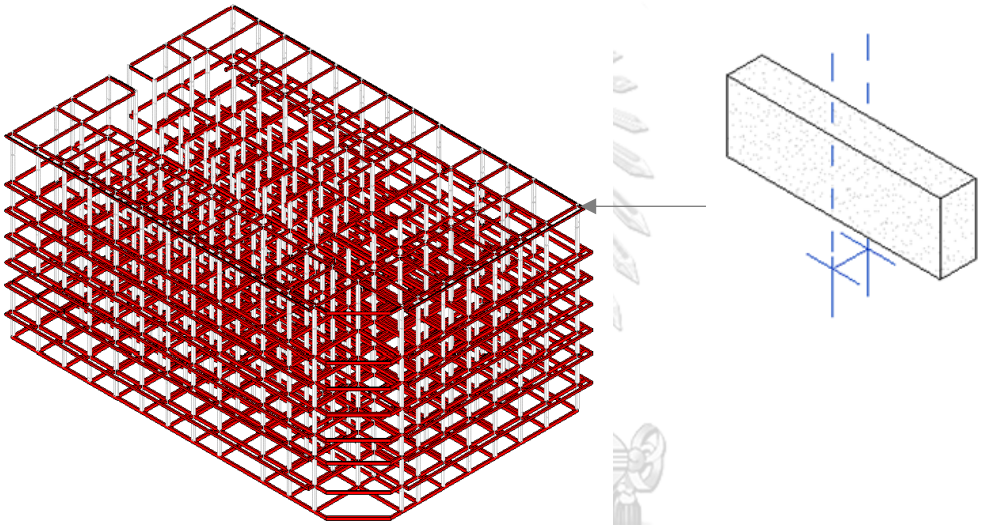
CHULALONGKORN UNIVERSITY

องค์ประกอบ	จำนวน	มวลรวม (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)	สัดส่วนน้ำหนัก (%)
เสา คสล. 30x30 ซม.	847 ต้น	255.18	2,400	614,285.37	6.00%

4.1.2 น้ำหนักคาน

คานของโรงแรมบูรพาสามยอดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ขนาด20x30 ซม. จำนวน160 ชิ้นขนาด20x40 ซม. จำนวน 1,510 ชิ้น รวมมีจำนวนทั้งหมด 1,670 ชิ้น มวลรวม 541.58 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักวัสดุ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักรวม 1,303,715.81 กิโลกรัม สัดส่วนน้ำหนักต่อทั้งอาคารทั้งหมด 12.74 % ดังที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 น้ำหนักคาน



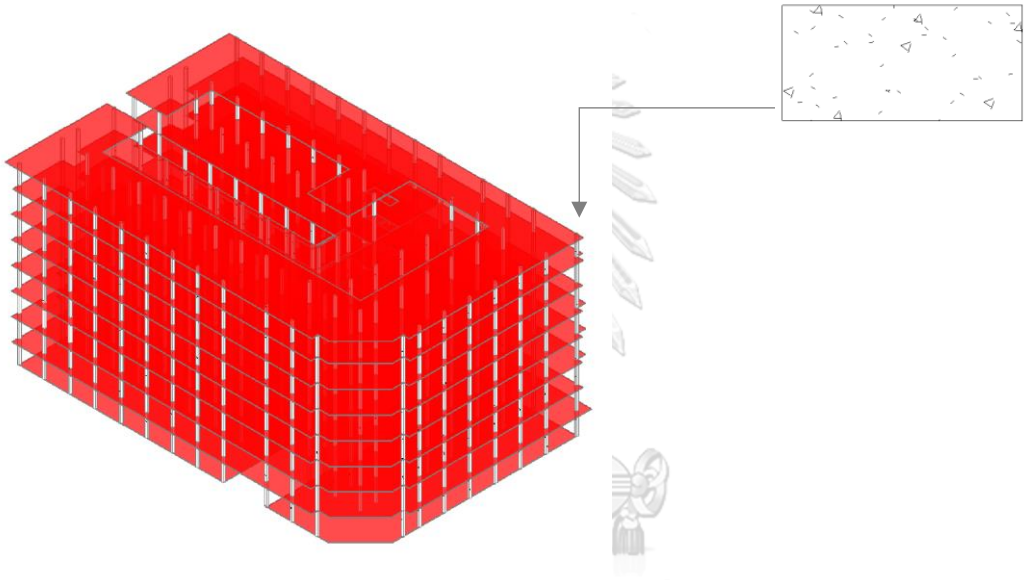
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบ	จำนวน	มวลรวม (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)	สัดส่วนน้ำหนัก (%)
คาน คสล. 20x30 ซม.	160 ชิ้น	35.63	2,400	85,512	
คาน คสล. 20x30 ซม.	1,510 ชิ้น	505.95	2,400	1,218,203.81	
รวม	1,670 ชิ้น	541.58	2,400	1,303,715.81	12.70 %

4.1.3 น้ำหนักพื้น

พื้นของโรงแรมบูรพาสามยอดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 10 ซม. มีจำนวนทั้งหมด 20 ชิ้น มวลรวม 1,499.95 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักวัสดุ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักรวม3,610,551.47 กิโลกรัม สัดส่วนน้ำหนักต่อทั้งอาคารทั้งหมด 35.28 % ดังที่แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 น้ำหนักพื้น



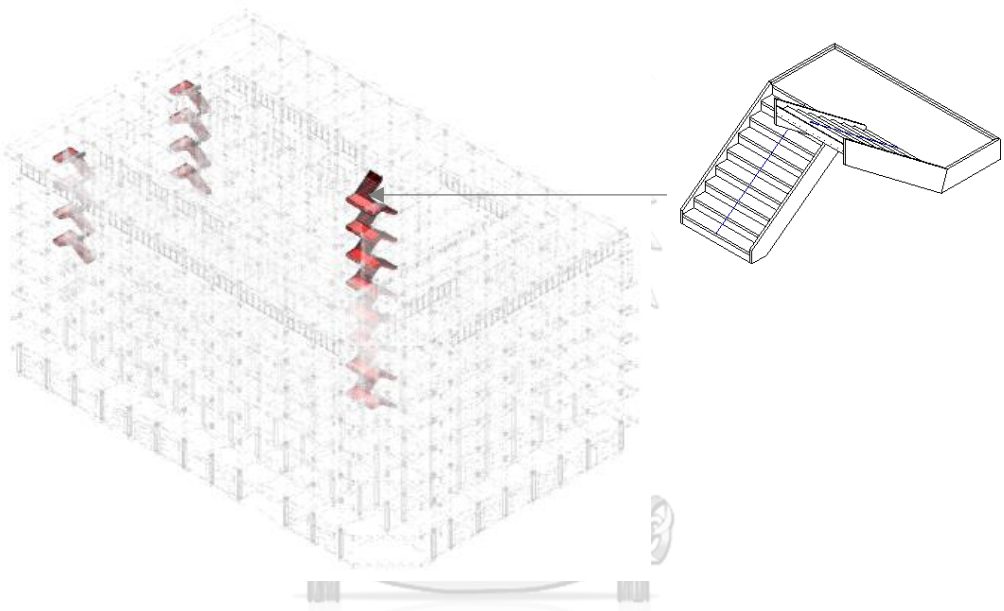
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์ประกอบ	จำนวน	มวลรวม (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)	สัดส่วนน้ำหนัก (%)
พื้น คสล. หนา 10 ซม.	20 ชิ้น	1,499.95	2,400	3,610,551.47	35.29 %

4.1.4 น้ำหนักบันได

บันไดของโรงแรมบูรพาสามยอดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก มีจำนวนทั้งหมด 3 ชิ้น มวลรวม 40.08 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักวัสดุ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักรวม 96,192.00กิโลกรัม สัดส่วนน้ำหนักต่อทั้งอาคารทั้งหมด 0.94 % ดังที่แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 น้ำหนักบันได



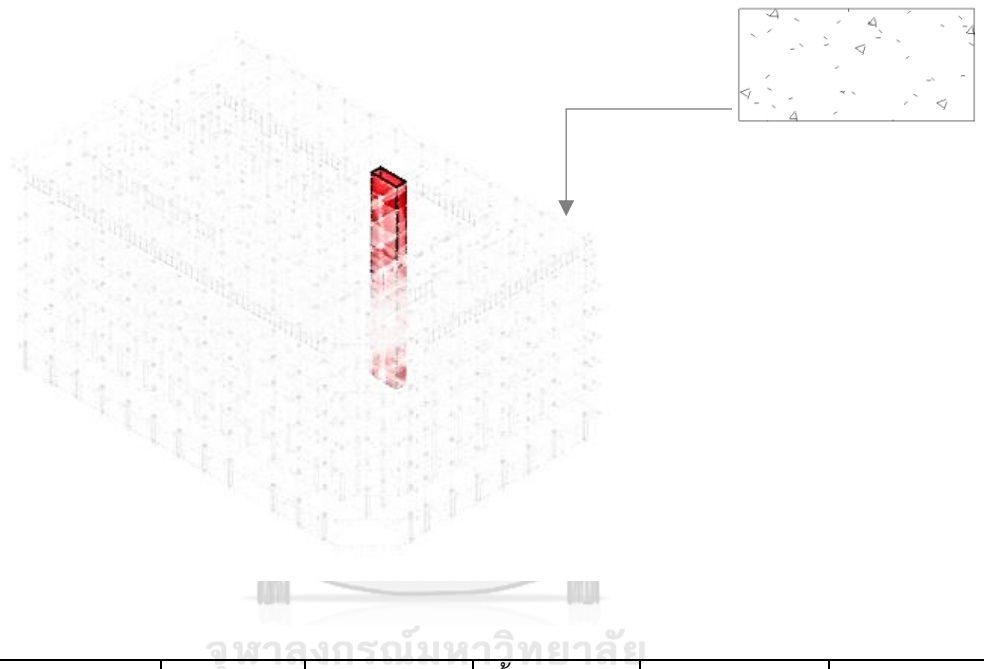
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

องค์ประกอบ	จำนวน	มวลรวม (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/ m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)	สัดส่วนน้ำหนัก (%)
บันได คสล.	3 ชิ้น	40.08	2,400	96,192.00	0.94 %

4.1.5 น้ำหนักผนังลิฟต์

ผนังของโรงแรมบูรพาสามยอดเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 20 ซม. มวลรวม 56.50ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักวัสดุ 2,400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักรวม 135,600.00 กิโลกรัม สัดส่วนน้ำหนักต่อทั้งอาคารทั้งหมด 1.32 % ดังที่แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผนังลิฟต์



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

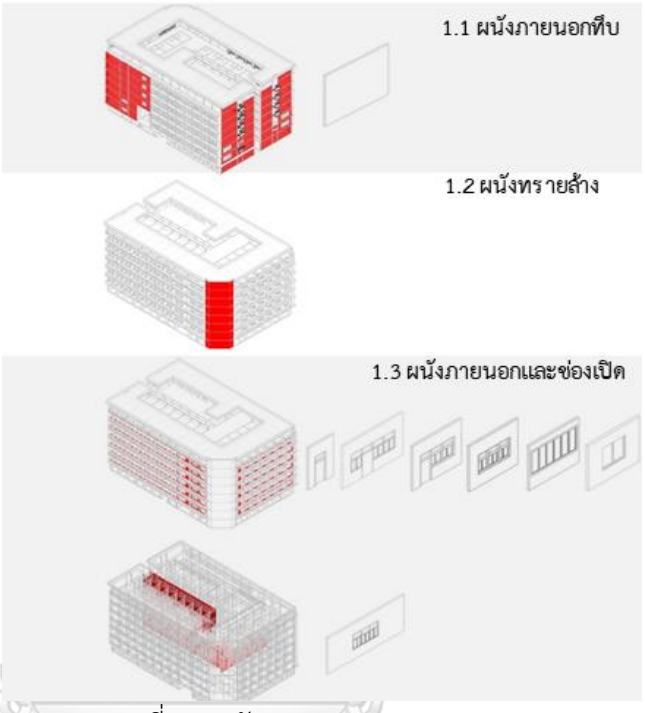
องค์ประกอบ	จำนวน	มวลรวม (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)	สัดส่วนน้ำหนัก (%)
ผนังลิฟต์ คสล. หนา 20 ซม.	1	56.50	2,400	135,600.00	1.33 %

4.2 สัดส่วนน้ำหนักองค์ประกอบผนัง

คำนวณน้ำหนักแบ่งตามประเภทเป็น ผนังภายนอก ผนังภายใน และแผงกันแดด

4.2.1 น้ำหนักผนังภายนอก

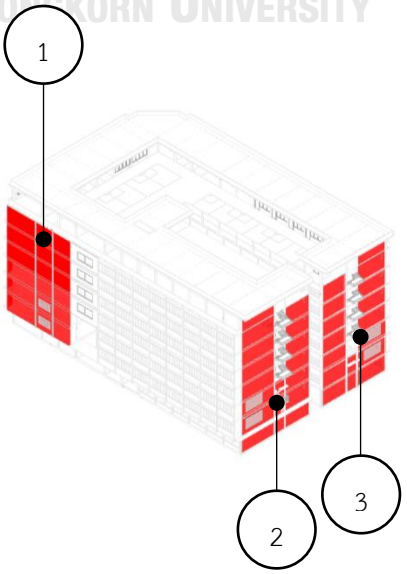
แบ่งการคำนวณเป็น น้ำหนักผนังภายนอกทึบ น้ำหนักผนังทรายล้าง และน้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด



รูปที่ 74 ผนังภายนอก

4.2.1.1 น้ำหนักผนังภายนอกทึบ

ผนังภายนอกทึบแบ่งเป็น 3 ชิ้น เพื่อการคำนวณ ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



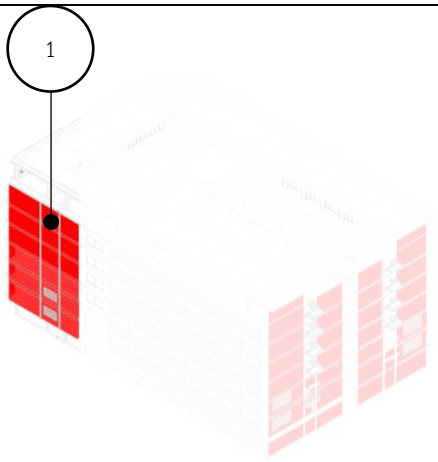
รูปที่ 75 การแบ่งผนังภายนอกทึบเพื่อการคำนวณ

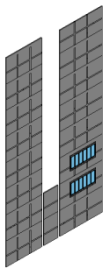
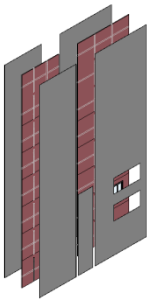
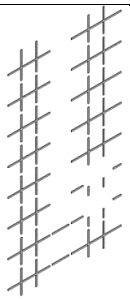
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) <u>น้ำหนักผนังภายนอกทึบ 1</u>

ผนังทึบภายนอกชิ้นที่ 1 มี มวลรวม 29.42 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักรวม 59,568.00 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 น้ำหนักผนังภายนอกทึบ 1

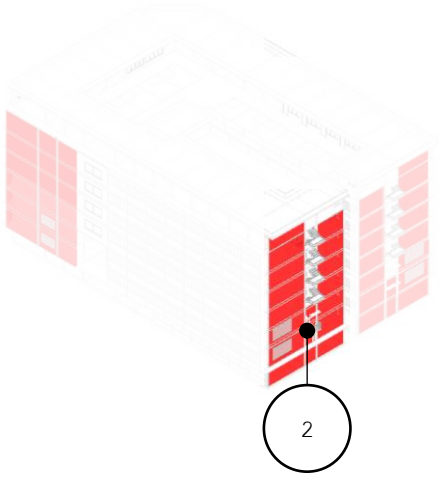


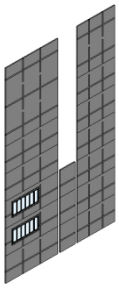
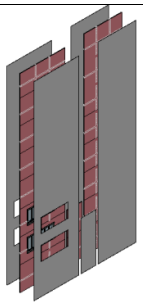
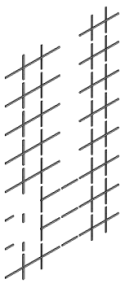
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวลรวม (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
	 อิฐ	27.6	2,000	55,200.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	1.82	2,400	4,368.00
ผลรวม		29.42		59,568.00

2) <u>น้ำหนักผนังภายนอกทึบ 2</u>

ผนังทึบภายนอกชิ้นที่ 2 มี มวลรวม 29.42 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักรวม 59,568 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 น้ำหนักผนังภายนอกทึบ 2

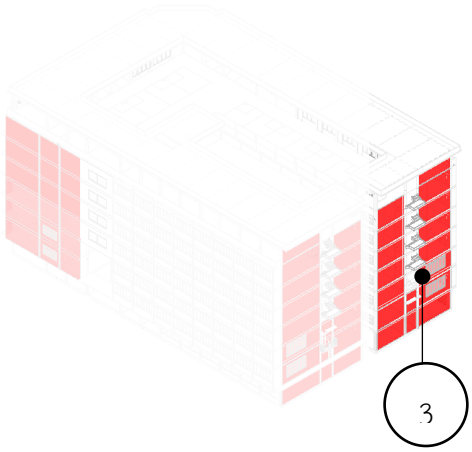


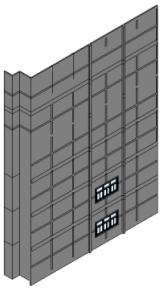
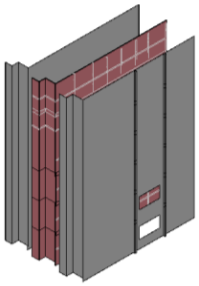
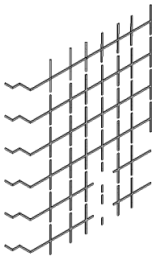
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวลรวม (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/ m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
	 อิฐ	34.59	2,000	69,180.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	1.97	2,400	4,728.00
ผลรวม		36.56		73,908.00

3) <u>น้ำหนักผนังภายนอกทึบ 3</u>

ผนังทึบภายนอกชิ้นที่ 3 มี มวลรวม 29.42 ลูกบาศก์เมตร น้ำหนักรวม 59,568 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 น้ำหนักผนังภายนอกทึบ 3

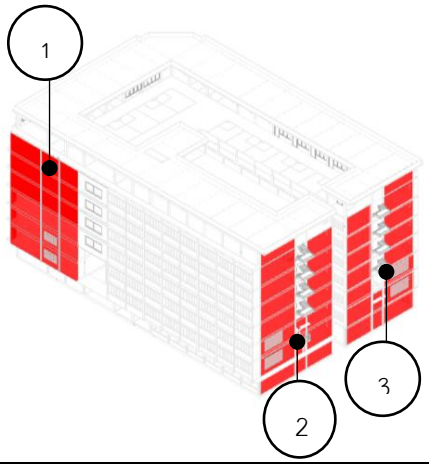


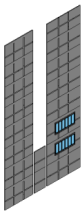
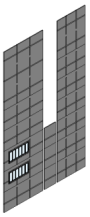
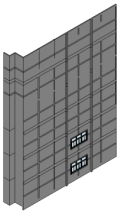
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวลรวม (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/ m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
	 อิฐ	37.55	2,400	75,100.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	2.64	2,400	6,336.00
ผลรวม		40.19		81,436.00

ผลรวมน้ำหนักผนังภายนอกทึบ

น้ำหนักรวมทั้งหมด 214,912 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 4.80 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด 2.10 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักอาคาร ดังที่แสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลรวมน้ำหนักผนังภายนอกทึบ

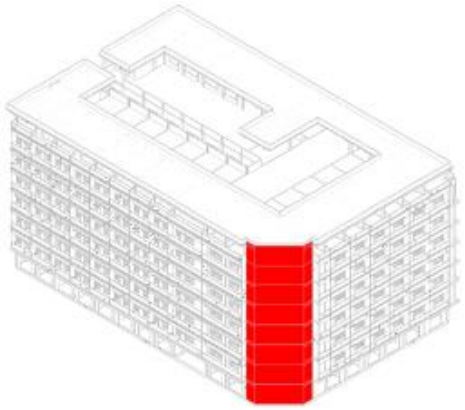


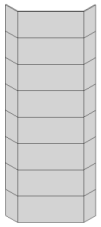
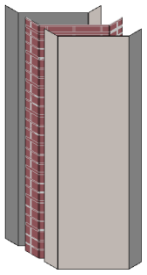
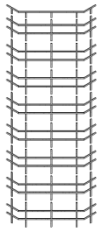
องค์ประกอบ	น้ำหนักรวม
1 	59,568.00 kg.
2 	73,908.00 kg.
3 	81,436.00 kg.
ผลรวมน้ำหนักผนังภายนอกทึบ	214,912.00 kg.
สัดส่วนต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด	4.80%
สัดส่วนต่อน้ำหนักอาคาร	2.10%

4.2.1.2 น้ำหนักผนังทรายล้าง

ผนังทรายล้างมีชิ้นเดียว น้ำหนักรวมทั้งหมด 74,780 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 0.17 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด 0.75 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักอาคาร ดังที่แสดงในตารางที่ 11

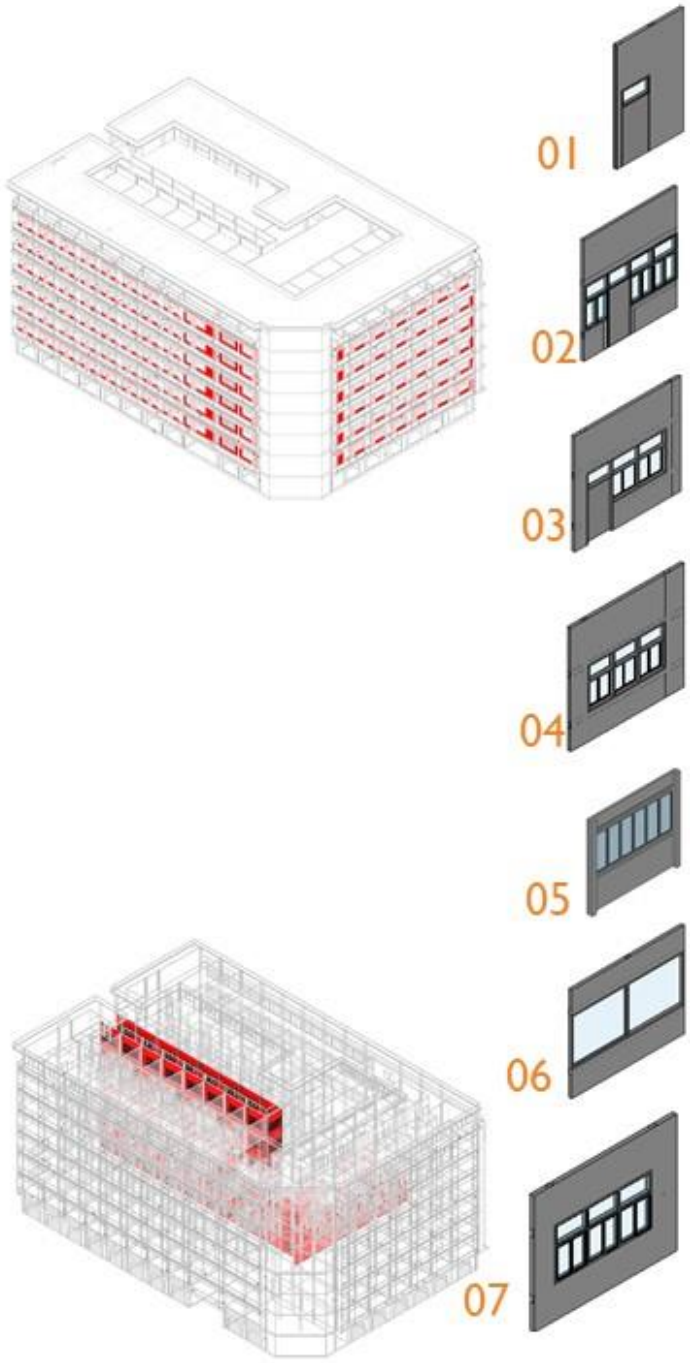
ตารางที่ 11 น้ำหนักผนังทรายล้าง



องค์ประกอบ	จำนวน	มวลรวม (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/ m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
	 อิฐ	27.91	2,000	55,820.00
	 คานเอ็นทับหลังเอ็น	7.90	2,400	18,960.00
ผลรวม		35.813		74,780.00
สัดส่วนต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด				0.17%
สัดส่วนต่อน้ำหนักอาคาร				0.73%

4.2.1.3 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด

ผนังภายนอกและช่องเปิดแบ่งการคำนวณเป็น น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 01 ถึง 07 ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

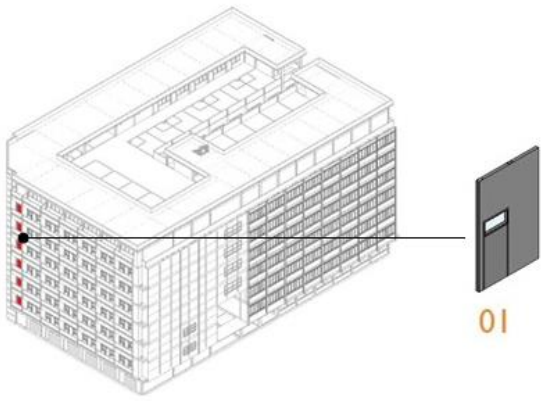


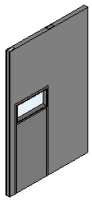
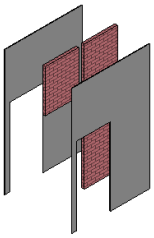
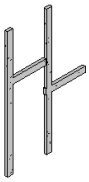
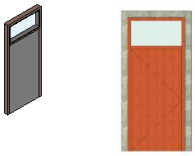
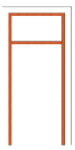
รูปที่ 76 การแบ่งผนังภายนอกและช่องเปิดเพื่อการคำนวณ

1) <u>น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 01</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด01 มีทั้งหมด 6 ชิ้น น้ำหนักรวม 8,211.50 กิโลกรัม. ดังที่แสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด01

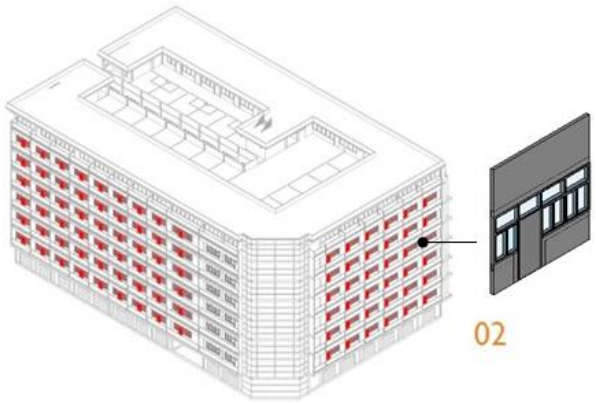


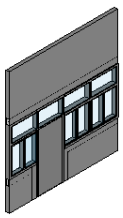
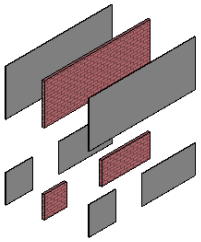
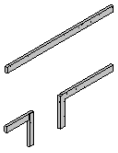
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/ m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
	 อิฐ	3.18	2,000	6,360.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	0.54	2,400	1,296.00
	 วงกบ	0.17	490	83.30
	บานกรอบ	0.78	490	382.20
	ลูกฟักกระจก	0.03	3,000	90.00
น้ำหนักรวมผนังภายนอกและช่องเปิด01: 6 ชิ้น				8,211.50

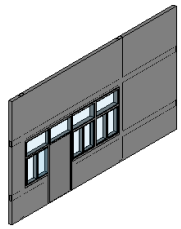
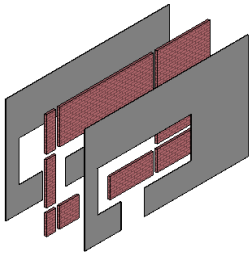
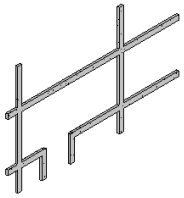
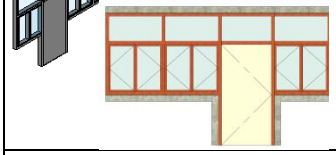
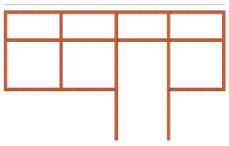
2) <u>น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 02</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด02 มีทั้งหมด 103 ชิ้น น้ำหนักรวม 310,873.82 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด02



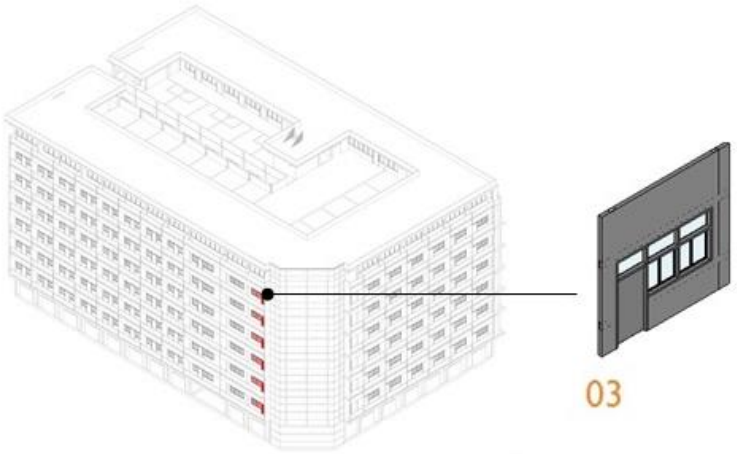
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
 6 ชิ้น	 อิฐ	4.08	2,000	8,160.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	0.48	2,400	1,152.00

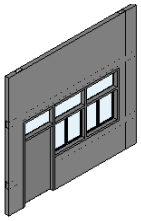
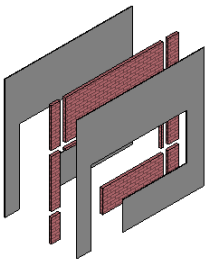
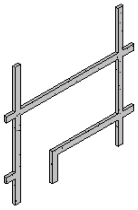
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
 77 ชิ้น	 อิฐ	123.20	2,000	246,400.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	15.40	2,400	36,960.00
	 วงกบ	8.80	490	4,309.96
	บานประตู	1.33	490	649.66
	ลูกฟักกระจกใส	3.69	3,000	11,867.92
	บานกรอบ	2.80	490	1,373.27
น้ำหนักรวมผนังภายนอกและช่องเปิด02: 103 ชิ้น				310,872.82

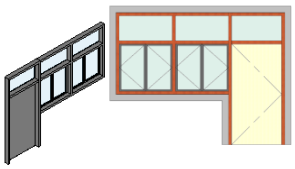
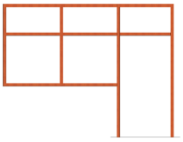
3) <u>น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 03</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด03 มีทั้งหมด 5 ชิ้น น้ำหนักรวม 11,948.70 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด03



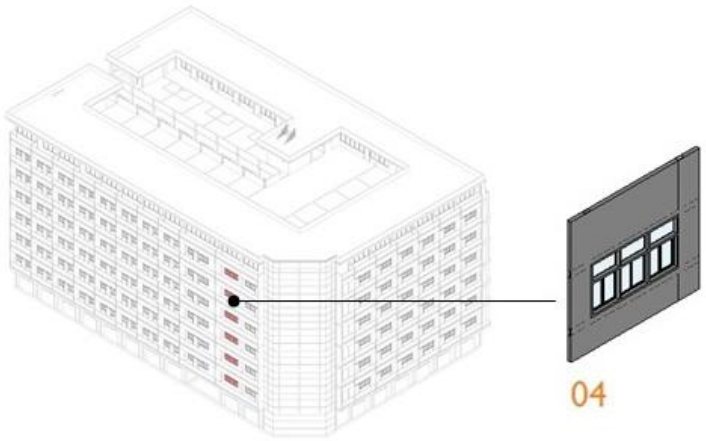
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
 5 ชิ้น	 อิฐ	4.00	2,000	8,000.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	1.37	2,400	3,288.00

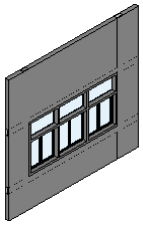
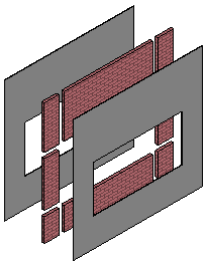
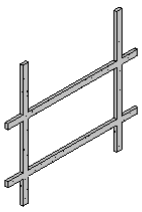
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
 5 ชิ้น	 วงกบ	0.34	490	166.60
	บานประตู	0.08	490	39.20
	ลูกฟักกระจกใส	0.15	3,000	450.00
	บานกรอบ	0.01	490	4.90
น้ำหนักรวมผนังภายนอกและช่องเปิด03: 5 ชิ้น				11,948.70

4) <u>น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 04</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด04 มีทั้งหมด 6 ชิ้น น้ำหนักรวม 13,631.00 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด04



องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
 6 ชิ้น	 อิฐ	5.40	2,000	10,800.00
	 ทับหลังเอ็นคานเอ็น	0.84	2,400	2,016.00

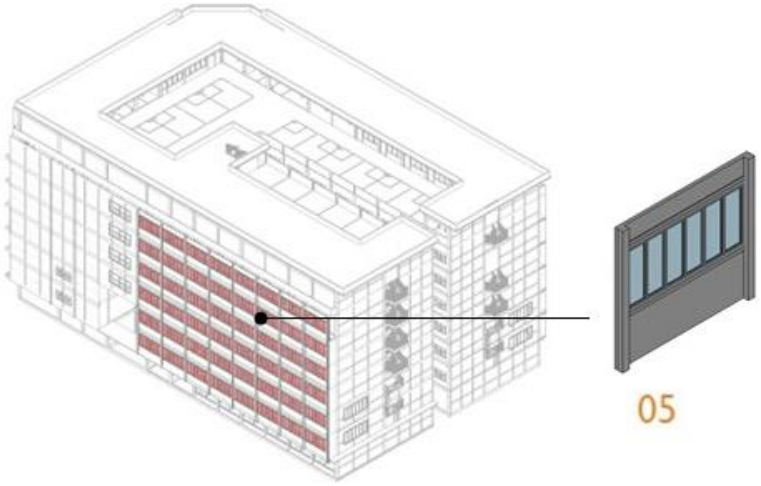
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
6 ชิ้น	วงกบไม้	0.36	490	176.65
	ลูกฟักกระจกใส	0.20	3,000	611.69
	บานกรอบไม้	0.06	490	27.66
น้ำหนักรวมผนังภายนอกและช่องเปิด04: 6 ชิ้น				13,631.00

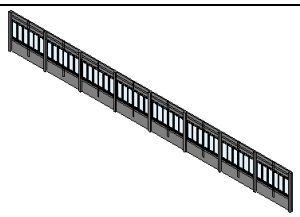
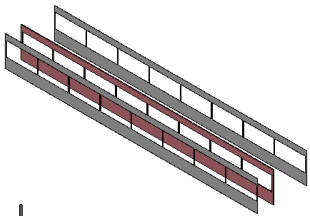
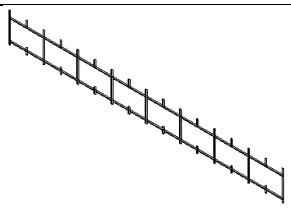
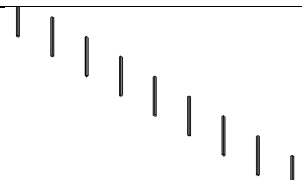
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

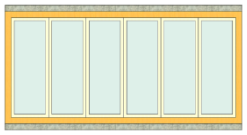
5) <u>น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 05</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด05 มีทั้งหมด 6 ชิ้น น้ำหนักรวม 137,625.10 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด05



องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/ m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
 6 ชิ้น	 อิฐ	35.10	2,000	70,200.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	4.74	2,400	11,376.00
	 เสาคสล. ตกแต่ง	12.30	2,400	29,520.00

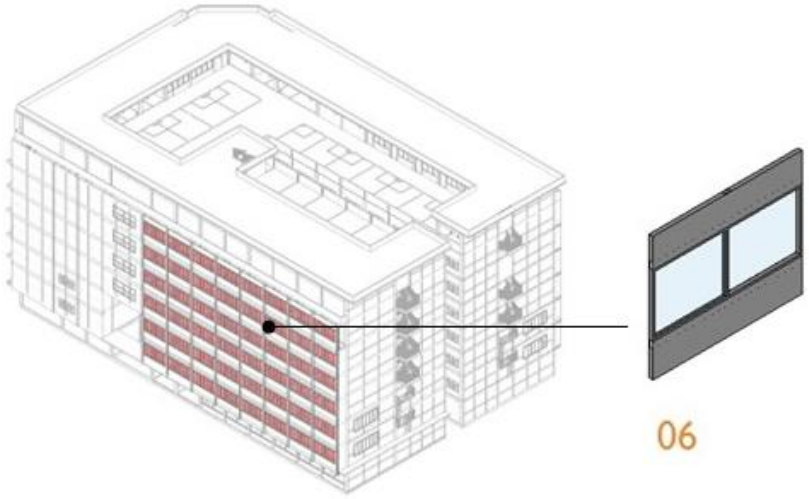
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
	วงกบ	28.48	490	13,955.20
	บานกรอบ	1.11	490	543.90
	ลูกฟักกระจก	4.01	3,000	12,030.00
น้ำหนักรวมผนังภายนอกและช่องเปิด05: 6 ชิ้น				137,625.10

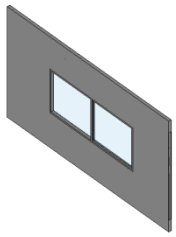
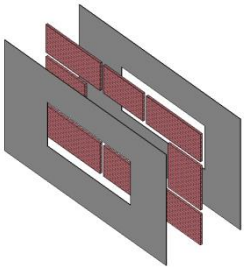
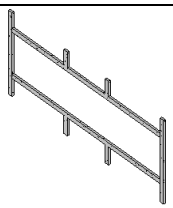
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

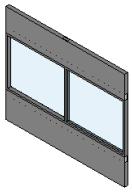
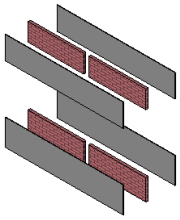
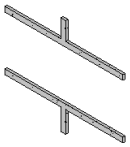
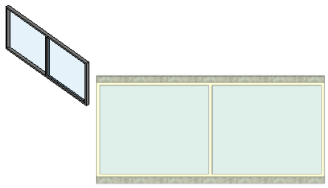
6) <u>น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 06</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด06 มีทั้งหมด 12 ชิ้น น้ำหนักรวม 37,777.50 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด05



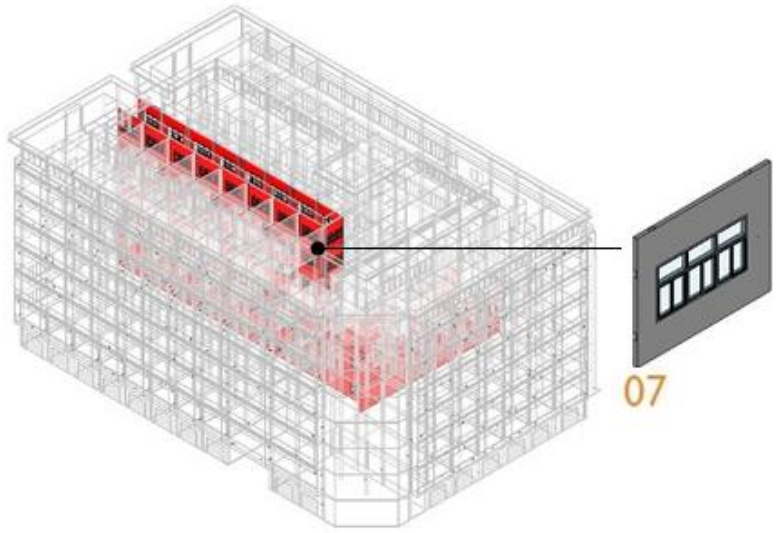
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
 6 ชิ้น	 อิฐ	8.48	2,000	16,960.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	0.88	2,400	2,112.00

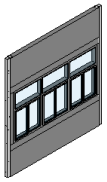
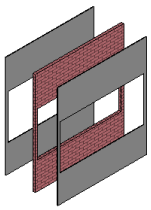
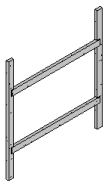
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
	 อิฐ	3.24	2,000	6,480.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	0.54	2,400	1,296.00
	บานกรอบ	2	490	759.50
	ลูกฟักกระจก	3	3,000	10,170.00
น้ำหนักรวมผนังภายนอกและช่องเปิด06: 12 ชิ้น				37,777.50

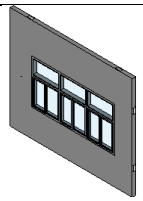
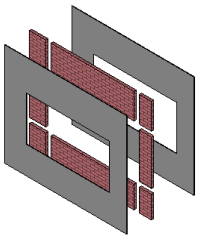
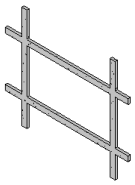
7) <u>น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 07.1และ 7.2</u>

ผนังภายนอกและช่องเปิด07 มีทั้งหมด 12 ชิ้น น้ำหนักรวม 213,812.50 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 07



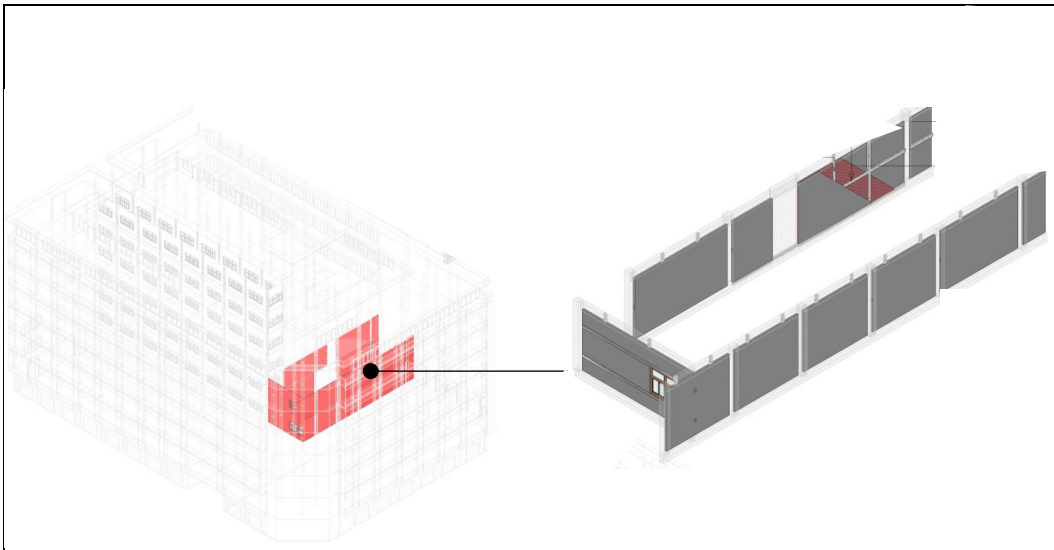
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
	 อิฐ	1.84	2,000	3,680.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	0.44	2,400	1,056.00

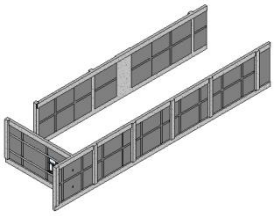
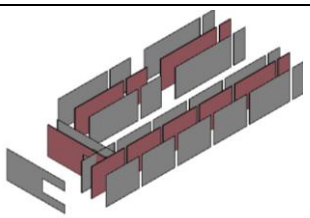
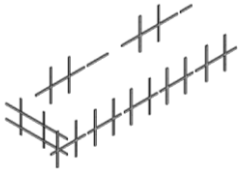
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
	 อิฐ	80.56	2,000	161,120.00
		13.78	2,400	33,072.00
	วงกบไม้	6.00	490	2,940.00
	ลูกฟักกระจก	3.81	3,000	11,430.00
	บานกรอบไม้	1.05	490	515.50
น้ำหนักรวมผนังภายนอกและช่องเปิด07.1และ 07.2 : 12 ชิ้น				213,812.50

8) น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 07.3

ผนังภายนอกและช่องเปิด07.3 มีทั้งหมด 12 ชิ้น น้ำหนักรวม 41,632.00 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 น้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด 07.3

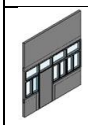
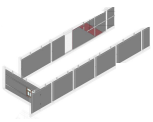


องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
 6 ชิ้น	 อิฐ	18.20	2,000	36,400.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	2.18	2,400	5,232.00
น้ำหนักรวมผนังภายนอกและช่องเปิด07: 6 ชิ้น				41,632.00

ผลรวมน้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด

มีน้ำหนักรวมทั้งหมด 775,511.13 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 17.33 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด และ 7.58 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักอาคาร ดังที่แสดงในตารางที่ 20

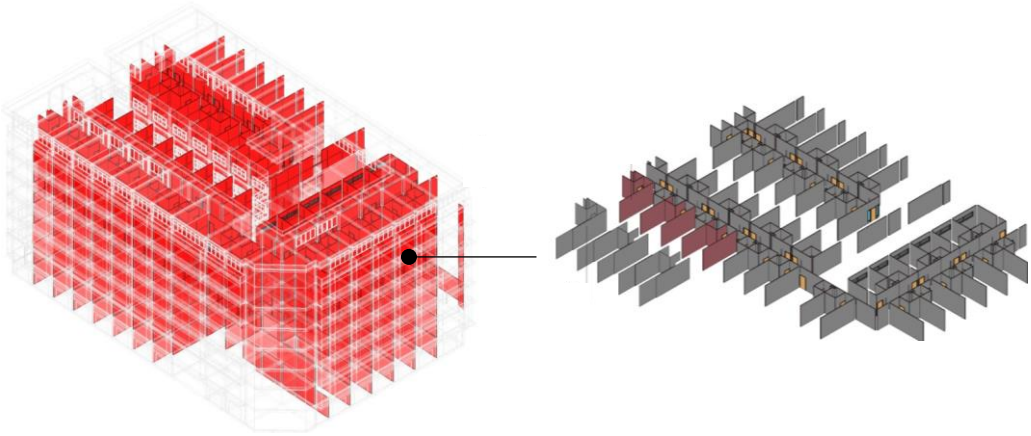
ตารางที่ 20 ผลรวมน้ำหนักผนังภายนอกและช่องเปิด

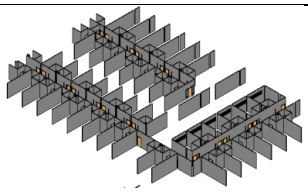
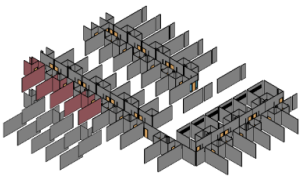
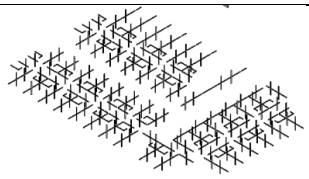
องค์ประกอบ	น้ำหนักรวม
ผนังภายนอกและช่องเปิด01: 6 ชิ้น	8,211.50 kg.
 ผนังภายนอกและช่องเปิด02: 103 ชิ้น	310,872.82 kg.
ผนังภายนอกและช่องเปิด03: 5 ชิ้น	11,948.70 kg.
ผนังภายนอกและช่องเปิด04: 6 ชิ้น	13,631.00 kg.
ผนังภายนอกและช่องเปิด05: 6 ชิ้น	137,625.10
ผนังภายนอกและช่องเปิด06: 12 ชิ้น	37,777.50
ผนังภายนอกและช่องเปิด07.1- 07.2: 12 ชิ้น	213,812.50
 ผนังภายนอกและช่องเปิด07.3: 6 ชิ้น	41,632.00
ผลรวมน้ำหนักผนังภายนอกทึบ	775,511.13 kg.
สัดส่วนต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด	17.33 %
สัดส่วนต่อน้ำหนักอาคาร	7.58 %

4.2.2 น้ำหนักผนังภายใน

ผนังภายในแบ่งเป็นชั้นมีทั้งหมด 7 ชุด น้ำหนักรวม 3,142,840.00 กิโลกรัม คิดเป็น 70.27 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด และ 30.73 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักอาคาร ดังที่แสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 น้ำหนักผนังภายใน

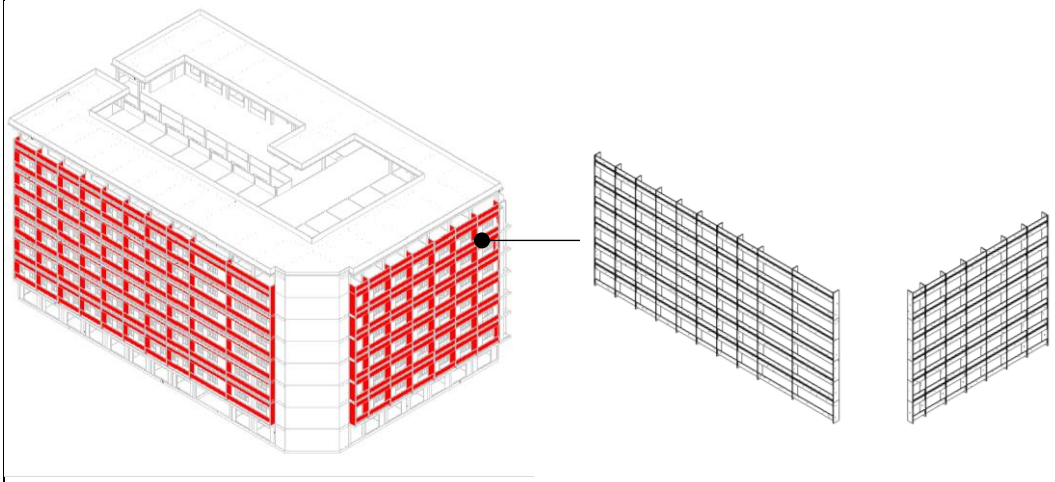


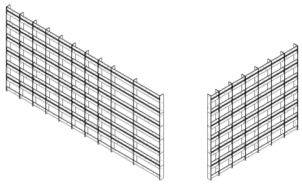
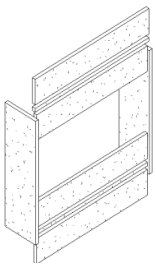
องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
 7 ชุด	 อิฐ	1,485	2,000	2,970,800.00
	 เสาเอ็นทับหลังเอ็น	72.10	2,400	173,040.00
น้ำหนักรวมผนังภายนอกใน: 7 ชิ้น				3,143,840.00
สัดส่วนต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด				70.27%
สัดส่วนต่อน้ำหนักอาคาร				30.73%

4.2.3 น้ำหนักแผงกกันแดด

แผงกันแดด คสล. น้ำหนักรวม 265,105.26 กิโลกรัม คิดเป็น 5.93 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด และ 2.59 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักอาคาร ดังที่แสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 น้ำหนักแผงกกันแดด



องค์ประกอบ	ส่วนประกอบองค์ประกอบ	มวล (m^3)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	น้ำหนักรวม (kg.)
		101	2,400	265,105.26
น้ำหนักรวมผนังแผงกันแดด				265,105.26
สัดส่วนต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด				5.93%
สัดส่วนต่อน้ำหนักอาคาร				2.59%

4.3. วัสดุทางเลือกองค์ประกอบสถาปัตยกรรมผนัง

4.3.1 วัสดุทางเลือกผนังภายนอก

4.3.1.1 วัสดุทางเลือกผนังภายนอกทึบ

วัสดุเดิมผนังภายนอกทึบคือก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตรมีน้ำหนักรวม 214,912 กิโลกรัม เมื่อเปลี่ยนเป็นวัสดุทางเลือก อิฐมวลเบา ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม และผนังโครงเบาเมเทิลชีทจะมีน้ำหนักเหลือ 105,960 กิโลกรัม 55,629 กิโลกรัม และ 31,788 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเทียบอัตราส่วนน้ำหนักวัสดุทางเลือกต่อวัสดุเดิม อิฐมวลเบาหนักเป็น 49.30 เปอร์เซ็นต์ ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม 25.88 เปอร์เซ็นต์ และผนังโครงเบาเมเทิลชีท 14.79 เปอร์เซ็นต์ ของผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตร ดังที่แสดงในตารางที่23

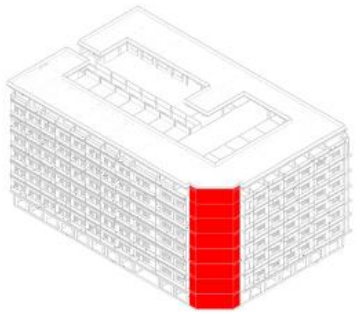
ตารางที่ 23 วัสดุทางเลือกผนังภายนอกทึบ

			<u>วัสดุเดิม: ก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 cm.</u> น้ำหนักรวม (A) **214,912.00 kg.** สัดส่วนต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด **4.80 %** สัดส่วนต่อน้ำหนักอาคาร **2.15 %**			
วัสดุทางเลือก	ความหนาวัสดุ (cm.)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	มวลรวม (m^3)	(B) น้ำหนักรวม (kg)	(C) น้ำหนักที่ลดลง (kg)	(B/A x 100) วัสดุทางเลือก(%) *[(C/A x 100) วัสดุทางเลือก(%)]* ต่อวัสดุเดิม
อิฐมวลเบา	10.00	1,000	105.96	105,960	108,952.00	49.30% *[50.70%]*
ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม	7.50	700.00	79.47	55,629	159,283.00	25.88 *[74.12%]*
ผนังโครงเบาเมเทิลชีท	8.00	400.00	84.77	31,788	183,124.00	14.79 *[85.21%]*

4.3.1.2 วัสดุทางเลือกผนังทรายล้าง

วัสดุเดิมผนังทรายล้างคือผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตรมีน้ำหนักรวม 74,780 กิโลกรัม เมื่อเปลี่ยนเป็นวัสดุทางเลือก อิฐมวลเบา ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม และผนังโครงเบาเมเทิลชีทจะมีน้ำหนักเหลือ 27,910.00 กิโลกรัม 14,652.75 กิโลกรัม8,931.20 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเทียบอัตราส่วนน้ำหนักวัสดุทางเลือกต่อวัสดุเดิม อิฐมวลเบาหนักเป็น 37.32 เปอร์เซ็นต์ ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม 19.59 เปอร์เซ็นต์ และผนังโครงเบาเมเทิลชีท 11.94 เปอร์เซ็นต์ ของผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตร ดังที่แสดงในตารางที่24

ตารางที่ 24 วัสดุทางเลือกผนังภายนอกทึบ



<u>วัสดุเดิม: ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 cm.</u>

<u>วัสดุทรายล้าง</u>

น้ำหนักรวม (A) **74,780.00 kg.**

สัดส่วนต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด **0.17 %**

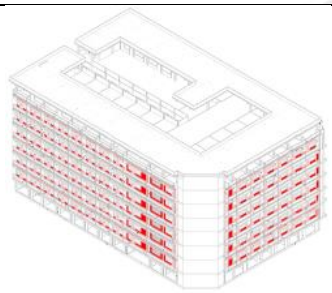
สัดส่วนต่อน้ำหนักอาคาร **0.75 %**

วัสดุทางเลือก	ความหนาวัสดุ (cm.)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	มวลรวม (m^3)	(B) น้ำหนักรวม (kg)	(C) น้ำหนักที่ลดลง (kg)	(B/A x 100) วัสดุทางเลือก(%) *[(C/A x 100) วัสดุทางเลือก(%)]* ต่อวัสดุเดิม
อิฐมวลเบา	10.00	1,000	27.91	27,910.00	46,870.00	37.32% *[62.68%]*
ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม	7.50	700.00	20.93	14,652.75	60,127.25	19.59% *[80.41%]*
ผนังโครงเบาเมเทิลชีท	8.00	400.00	22.33	8,931.20	65,848.80	11.94% *[88.06%]*

4.3.1.3 วัสดุทางเลือกผนังภายนอกและช่องเปิด

วัสดุเดิมผนังทรายล้างภายนอกและช่องเปิด คือผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตรมีน้ำหนักรวม 775,511.13 กิโลกรัม เมื่อเปลี่ยนเป็นวัสดุทางเลือก อิฐมวลเบา ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม ผนังโครงเบาเมเทิลชีท และกระจกจะมีน้ำหนักเหลือ 190,700.00 กิโลกรัม 100,117.50 กิโลกรัม 8,931.20 กิโลกรัม และ 8,931.20 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเทียบอัตราส่วนน้ำหนักวัสดุทางเลือกต่อวัสดุเดิม อิฐมวลเบาหนักเป็น 37.32 เปอร์เซ็นต์ ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม 19.59 เปอร์เซ็นต์ และผนังโครงเบาเมเทิลชีท 11.94 เปอร์เซ็นต์ ของผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตร ดังที่แสดงในตารางที่25

ตารางที่ 25 วัสดุทางเลือกผนังภายนอกทึบ



<u>วัสดุเดิม: ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 cm.</u>

น้ำหนักรวม (A) **775,511.13 kg.**

สัดส่วนต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด **17.33 %**

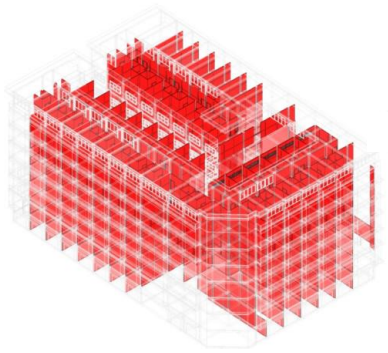
สัดส่วนต่อน้ำหนักอาคาร **7.58 %**

วัสดุทางเลือก	ความหนาวัสดุ (cm.)	น้ำหนักวัสดุ (kg/m^3)	มวลรวม (m^3)	(B) น้ำหนักรวม (kg)	(C) น้ำหนักที่ลดลง (kg)	(B/A x 100) วัสดุทางเลือก(%) *[(C/A x 100) วัสดุทางเลือก(%)]* ต่อวัสดุเดิม
อิฐมวลเบา	10.00	1,000	190.70	190,700.00	584,811.13	24.59% *[75.41%]*
ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม	7.50	700	143.03	100,117.50	675,393.63	12.91% *[87.09%]*
ผนังโครงเบาเมเทิลชีท	0.80	400	22.33	61,027.00	714,487.13	7.87% *[92.13%]*
กระจก	0.40	2900	7.63	22,121.20	753,389.93	2.85% *[97.15%]*

4.3.1.4 วัสดุทางเลือกผนังภายใน

วัสดุเดิมผนังภายใน คือผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตรมีน้ำหนักรวม 3,143,840 กิโลกรัม เมื่อเปลี่ยนเป็นวัสดุทางเลือก อิฐมวลเบา ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม ผนังโครงเบา และกระจกจะมีน้ำหนักเหลือ 1,272,950.00 กิโลกรัม 668,298.75 กิโลกรัม และ 381,885.00 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเทียบอัตราส่วนน้ำหนักวัสดุทางเลือกต่อวัสดุเดิม อิฐมวลเบาหนักเป็น 40.49 เปอร์เซ็นต์ ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม 21.26 เปอร์เซ็นต์ และผนังโครงเบา 12.15 เปอร์เซ็นต์ของผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตร ดังที่แสดงในตารางที่ 26

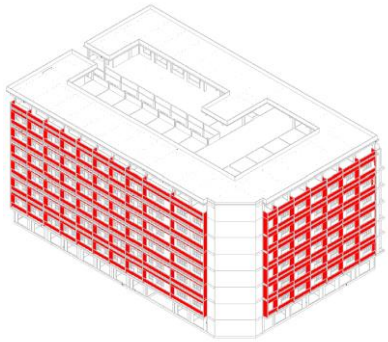
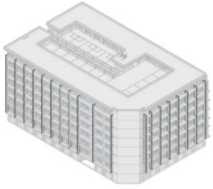
ตารางที่ 26 วัสดุทางเลือกผนังภายใน

<table>
<tr><td colspan="3">  </td><td colspan="4"><u>วัสดุเดิม: ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 cm.</u>
น้ำหนักรวม (A) 3,143,840.00 kg.
สัดส่วนต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด 70.27 %
สัดส่วนต่อน้ำหนักอาคาร 30.73 %</td></tr>
<tr><td>วัสดุทางเลือก</td><td>ความหนาวัสดุ (cm.)</td><td>น้ำหนักวัสดุ (kg/ m^3)</td><td>มวลรวม (m^3)</td><td>(B)
น้ำหนักรวม (kg)</td><td>(C)
น้ำหนักที่ลดลง (kg)</td><td>(B/A x 100)
วัสดุทางเลือก(%)
[(C/A x 100) วัสดุทางเลือก (%)]
ต่อวัสดุเดิม</td></tr>
<tr><td>อิฐมวลเบา</td><td>10.00</td><td>1,000</td><td>1,272.95</td><td>1,272,950.00</td><td>1,870,890.00</td><td>40.49%
[59.51%]</td></tr>
<tr><td>ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม</td><td>7.50</td><td>700.00</td><td>954.71</td><td>668,298.75</td><td>2,475,541.25</td><td>21.26%
[78.74%]</td></tr>
<tr><td>ผนังโครงเบา</td><td>400.00</td><td>400.00</td><td>1,018.36</td><td>381,885.00</td><td>2,761,955.00</td><td>12.15%
[87.85%]</td></tr>
</table>

4.3.1.5 วัสดุทางเลือกแผงกันแดด

วัสดุเดิมแผงกันแดดคือคอนกรีตเสริมเหล็ก มีน้ำหนักรวม 265,105.26 กิโลกรัม เมื่อเปลี่ยนเป็นวัสดุทางเลือกเป็น ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม จะมีน้ำหนักเหลือ 35,241.60 กิโลกรัม คิดเป็น 13.29 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักวัสดุเดิม ถ้าทุบแผงกันแดดแนวนอนออกแล้วเหลือแค่แนวตั้ง จะเหลือน้ำหนัก 102,432.00 กิโลกรัม คิดเป็น 61.36 เปอร์เซ็นต์ของผนังเดิม หรือถ้าทุบแผงกันแดดออกทั้งหมดจะลดน้ำหนักได้ถึง 265,105.26 กิโลกรัม ดังที่แสดงในตารางที่27

ตารางที่ 27 วัสดุทางเลือกแผงกันแดด

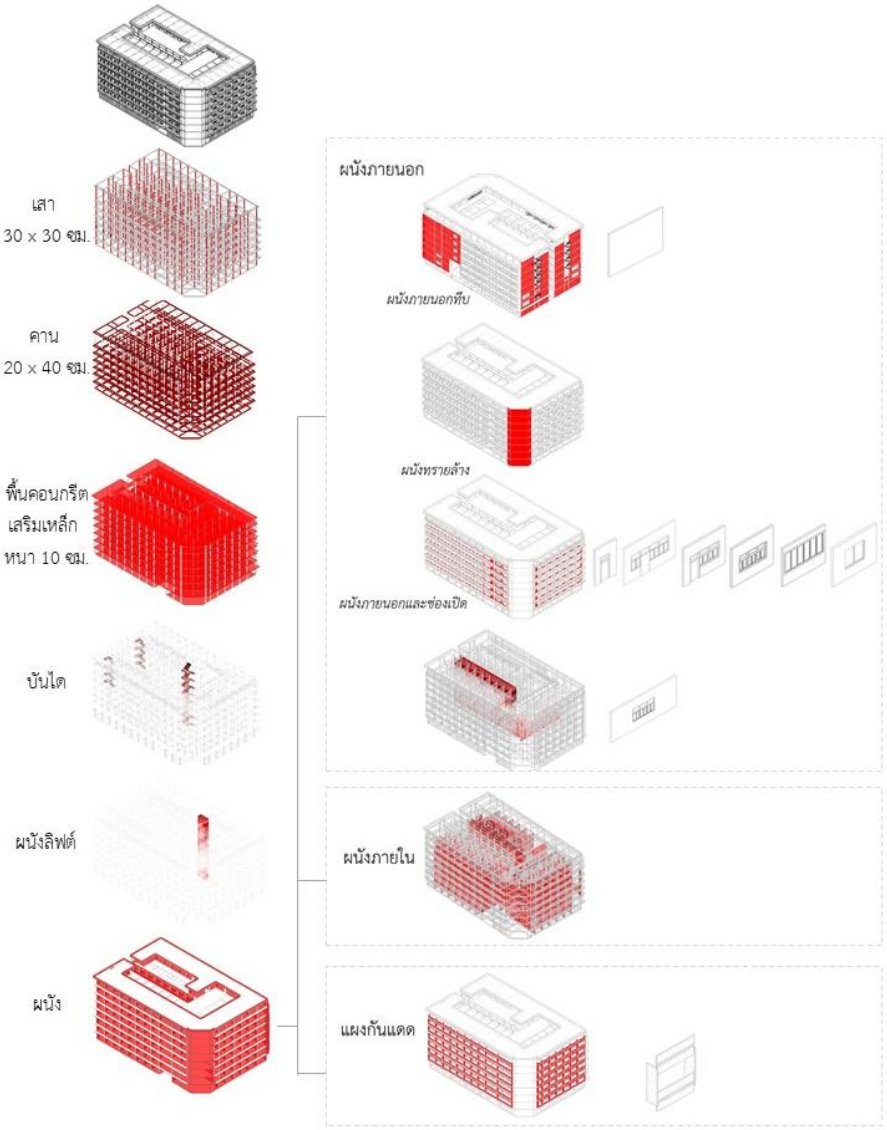
<table>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="4"><u>วัสดุเดิม: ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 cm.</u>
น้ำหนักรวม (A) 265,105.26 kg
สัดส่วนต่อน้ำหนักผนังทั้งหมด 5.93 %
สัดส่วนต่อน้ำหนักอาคาร 2.59 %</td></tr>
<tr><td>วัสดุทางเลือก</td><td>น้ำหนักวัสดุ
(kg/ m³)</td><td>มวลรวม
(m³)</td><td>(B)
น้ำหนักรวม
(kg)</td><td>(C)
น้ำหนักที่ลดลง
(kg)</td><td>(B/A x 100)
วัสดุทางเลือก(%)
[(C/A x 100) วัสดุทางเลือก (%)]
ต่อวัสดุเดิม</td></tr>
<tr><td>ผนังประกอบสำเร็จรูปซีเมนต์โฟม</td><td>400.00</td><td>88.10</td><td>35,241.60</td><td>229,863.66</td><td>13.29%
[86.71%]</td></tr>
<tr><td>คอนกรีตเดิมเหลือแนวตั้ง
  </td><td>2,400.00</td><td>42.68</td><td>102,432.00</td><td>162,673.26</td><td>61.36%
[38.64%]</td></tr>
<tr><td>รื้อถอนกันแดด **</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>265,105.26</td><td>0%
[100%]</td></tr>
</table>

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

5.1.1 สรุปการจำแนกองค์ประกอบสถาปัตยกรรมของโรงแรมบูรพาสามยอด

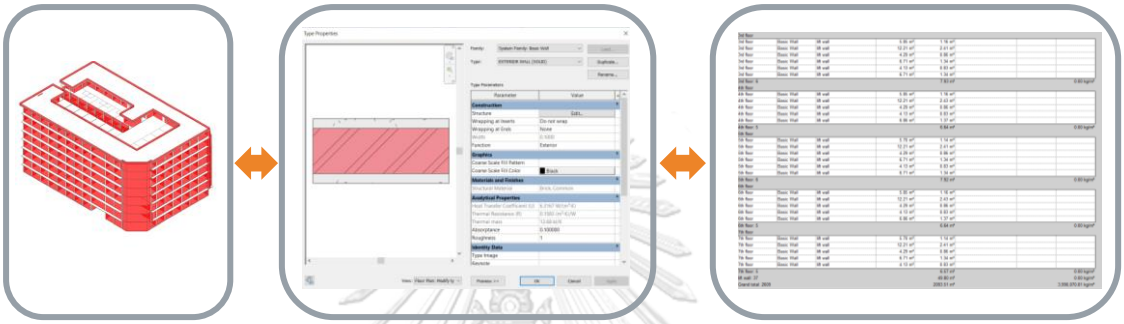
ในการคำนวณสัดส่วนน้ำหนักบรรทุกคงที่ องค์ประกอบสถาปัตยกรรมจำแนกได้ 6 ประเภท ประกอบด้วยเสา คาน พื้น บันได ผนังลิฟต์ และผนัง โดยผนังสามารถแบ่งตามตำแหน่งการใช้งานเป็นทั้งหมด 3 ประเภท ประกอบด้วย 1)ผนังภายนอก ซึ่งจำแนกทางลักษณะทางกายภาพเป็น ผนังภายนอกทึบ ผนังทรายล้าง และผนังภายนอกและช่องเปิด 2) ผนังภายใน และ3)แผงกันแดด



รูปที่ 77 จำแนกองค์ประกอบสถาปัตยกรรมของโรงแรมบูรพาสามยอด

5.1.2 สรุปลักษณะการรวบรวมข้อมูลเพื่อการคำนวณน้ำหนักองค์ประกอบสถาปัตยกรรมโดยโปรแกรม Autodesk Revit

การทำงานของแบบจำลองสารสนเทศ(BIM) ในโปรแกรม Autodesk Revit ทั้งสามสวน ได้แก่ Revit Modeling, Revit Family และ Revit Schedules จะเชื่อมต่อและประสานงานกัน ทำให้ในการปรับแก้ข้อมูลสามารถดำเนินการได้ในเพียงครั้งเดียว ซึ่งถือเป็นการลดความซ้ำซ้อนในการทำงานอย่างหนึ่ง



REVIT MODELING
บันทึกแบบ 2D/3D

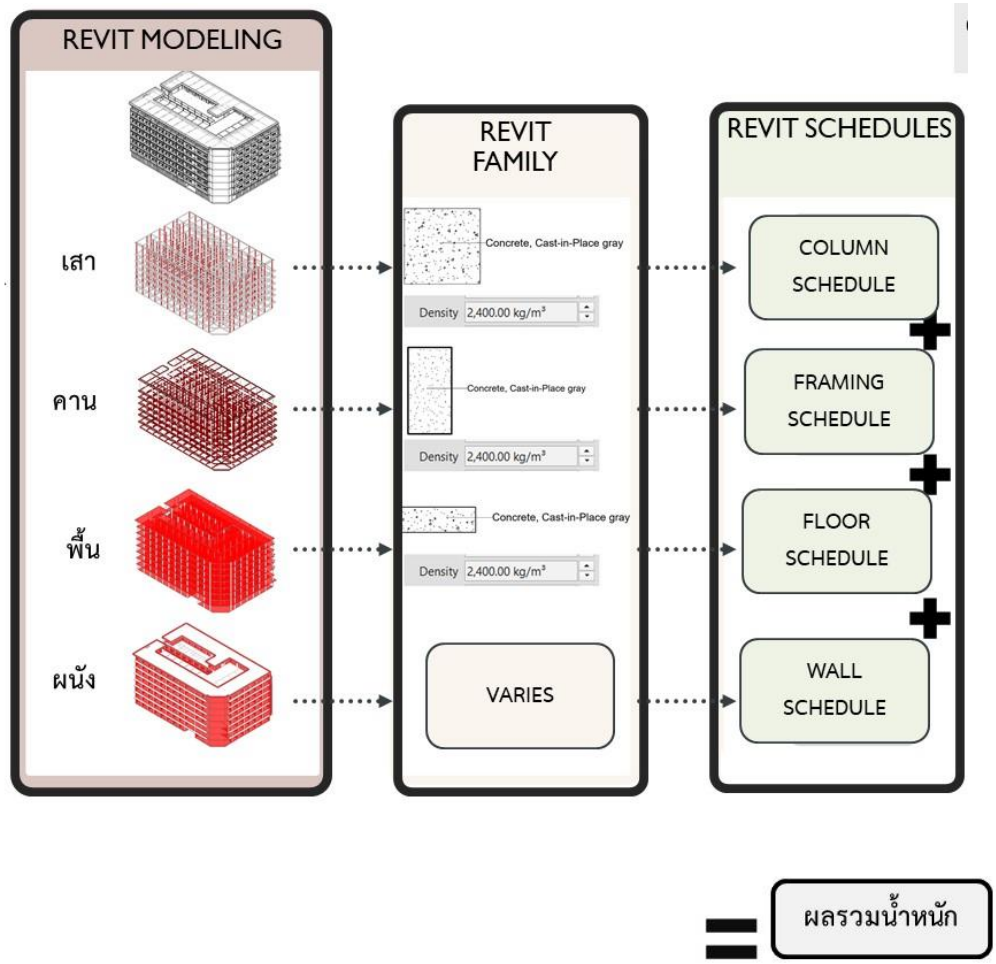
REVIT FAMILY
บันทึกวัสดุ รายละเอียด ขนาด องค์ประกอบอาคาร

REVIT SCHEDULES
รวมองค์ประกอบ และคำนวณน้ำหนัก

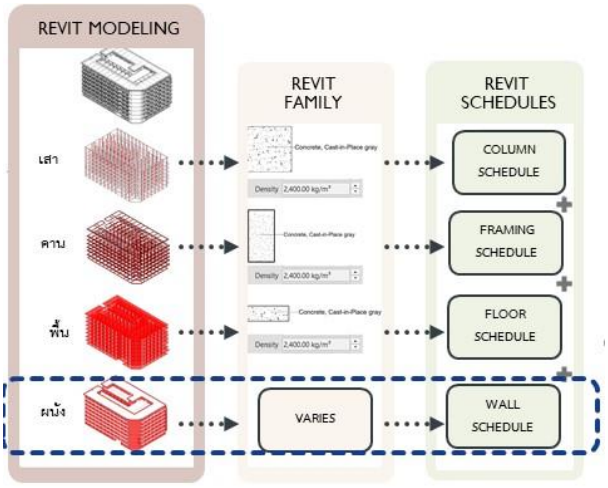
รูปที่ 78 ขั้นตอนการคำนวณน้ำหนักโดยโปรแกรม Autodesk Revit

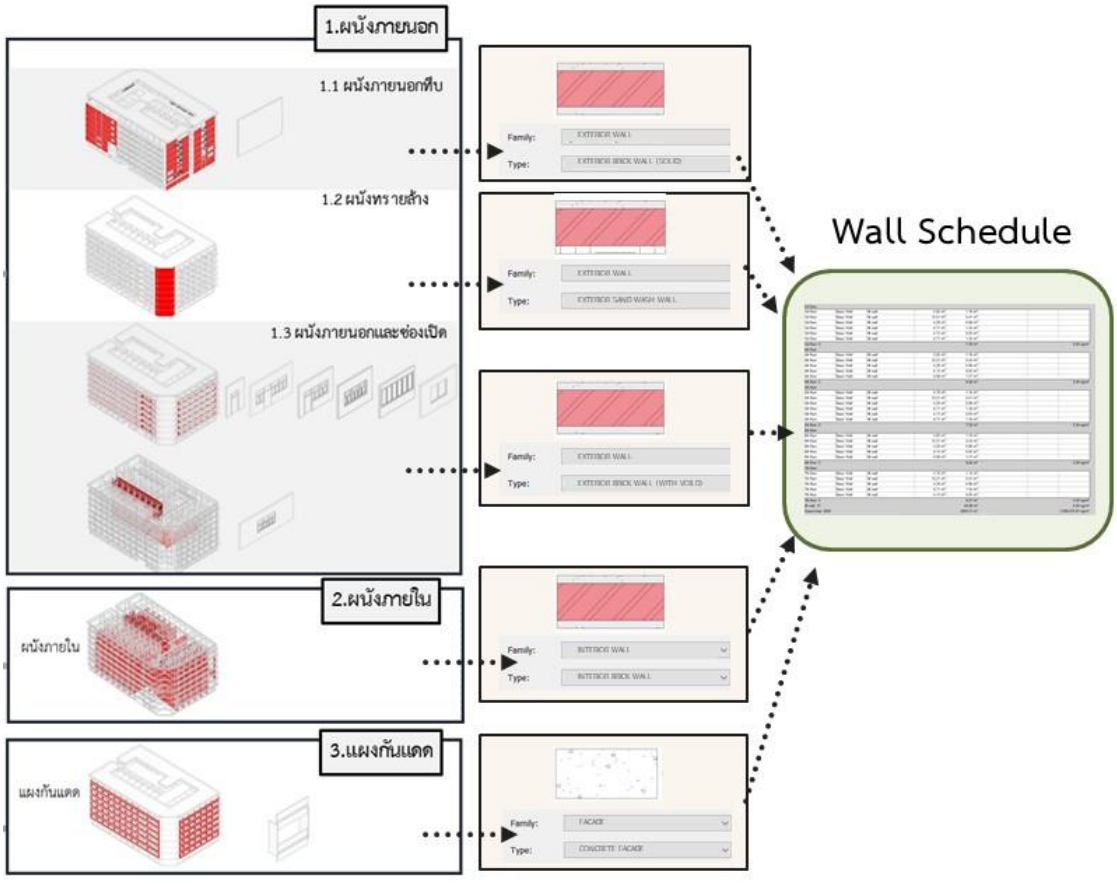
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การคำนวณน้ำหนักจำแนกได้เป็น 4 ประเภท ตามองค์ประกอบ ได้แก่ เสา คาน พื้น และผนัง โดยผลจากการคำนวณน้ำหนักนั้นจะจำแนกเป็น revit schedules 4 ส่วน ได้แก่ Colum Schedule Framing Schedule Floor Schedule และ wall Schedule และสามารถจำแนกตามองค์ประกอบย่อยของแต่ละองค์ประกอบได้ เช่น ผนังที่สามารถคำนวณน้ำหนักได้ 6 ประเภท ตามประเภทของผนังภายในอาคาร ซึ่งผลการคำนวณน้ำหนักของอาคารนั้นจะรวบรวมอยู่ใน wall schedule ดังรูปที่แสดง



รูปที่ 79 ลักษณะรวบรวมข้อมูลเพื่อการคำนวณน้ำหนักองค์ประกอบสถาปัตยกรรมโดยโปรแกรม Autodesk Revit

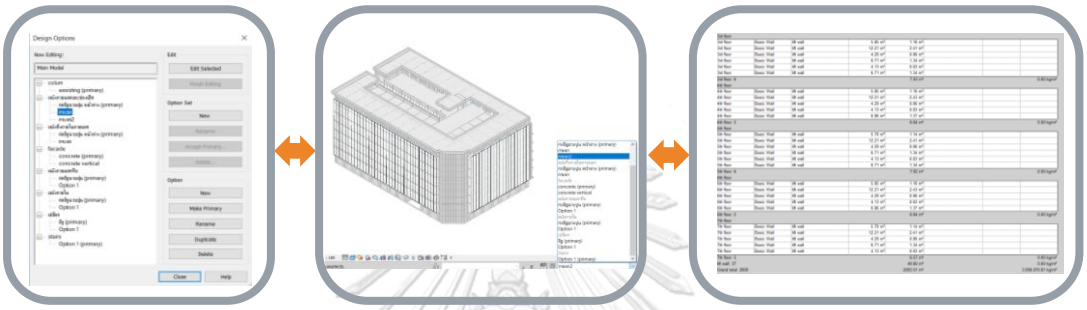




รูปที่ 80 ลักษณะรวบรวมข้อมูลเพื่อการคำนวณน้ำหนักองค์ประกอบผนัง
โดยโปรแกรม Autodesk Revit

5.1.3 สรุปลักษณะการสร้างทางเลือกวัสดุโดยโปรแกรม Autodesk Revit

การสร้างวัสดุทางเลือกด้วยโปรแกรม Autodesk Revit สามารถรวมข้อมูลทั้งหมดได้ในไฟล์เดียว โดยผ่าน Revit Deign Option โดยจะต้องสร้างตัวเลือกขึ้นมาและเขียนตัวเลือกลงใน Revit Modeling และ Revit Family ผลการคำนวณองค์ประกอบตัวเลือกจะปรากฏใน Revit Schedules ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง



REVIT DESIGN OPTION
สร้างตัวเลือกทั้งหมด

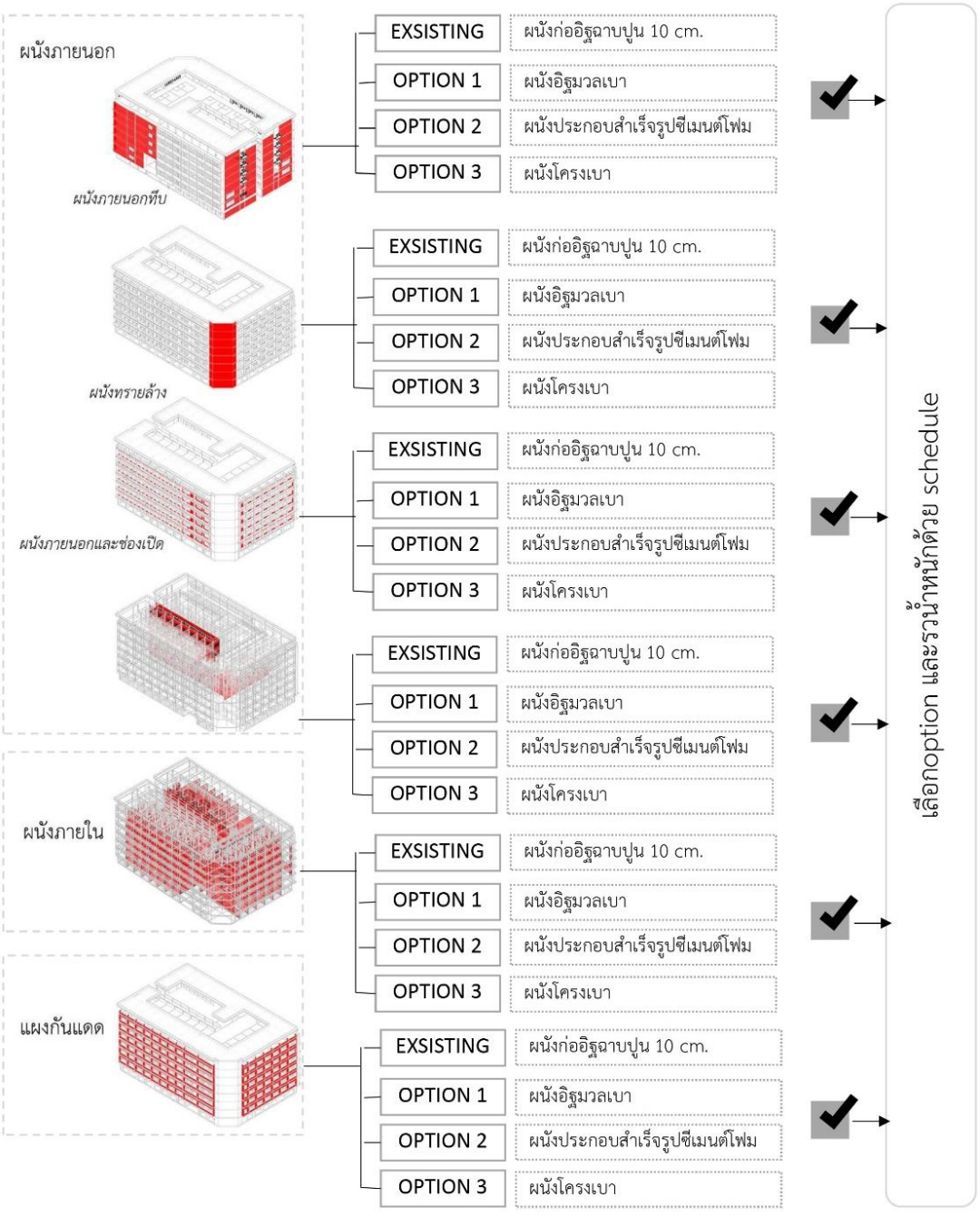
REVIT MODELING
เลือกตัวเลือกในแต่ละองค์ประกอบ

REVIT SCHEDULES
รวมองค์ประกอบ และคำนวณน้ำหนัก

รูปที่ 81 ขั้นตอนการสร้างวัสดุทางเลือกด้วยโปรแกรม Autodesk Revit

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หลังจากที่สร้างตัวเลือกองค์ประกอบผนังครบ สามารถเลือกตัวเลือกในแต่ละชนิดและคำนวณน้ำหนักใหม่ได้ ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง

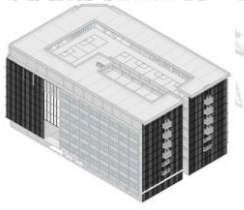
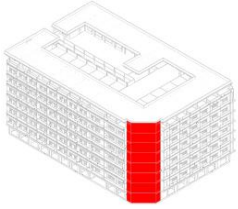
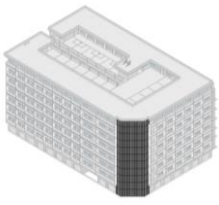
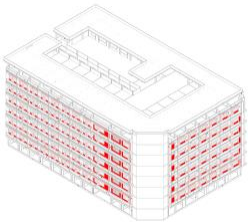
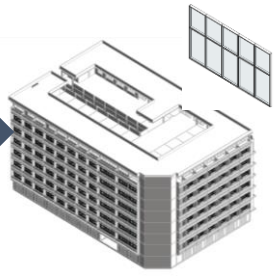


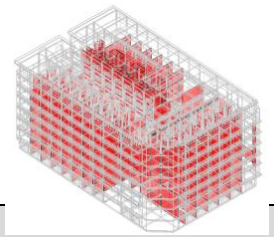
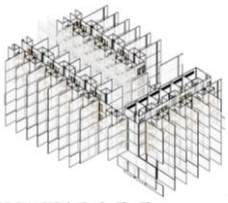
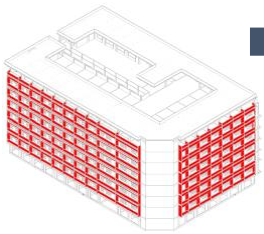
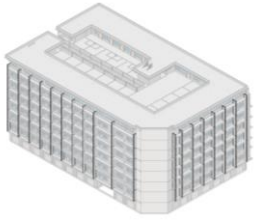
รูปที่ 82 ลักษณะการสร้างทางเลือกวัสดุโดยโปรแกรม Autodesk Revit

5.1.4. สรุปวัสดุผนังทางเลือกที่ทำให้น้ำหนักลดลงมากที่สุดในแต่ละองค์ประกอบ

เมื่อเปลี่ยนผนังโดยเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดน้ำหนักรวมผนังจะเหลือจะ 458,962.08 กิโลกรัม จากเดิม4,474,148.63 กิโลกรัม ลดลงไป 4,015,186.55 กิโลกรัม คิดเป็น 88.63 เปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักเดิม

ตารางที่ 28 ตารางเทียบน้ำหนักรวมวัสดุเดิมและวัสดุทางเลือกที่มีน้ำหนักน้อยที่สุด

วัสดุเดิม	วัสดุทางเลือกที่ทำให้น้ำหนักลดลงมากที่สุด	น้ำหนักที่ลดลง (kg)	น้ำหนักรวมที่ลดลง(%)
1.ผนังภายนอก			
1.1.ผนังภายนอกทึบ			
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 214,912.00 kg. 	ผนังโครงเบาเมเทิลซีท 31,788.00 kg. 	180,124.00 kg.	85.21%
1.2. ผนังทรายล้าง			
ผนังก่ออิฐฉาบปูน 74,780.00 kg. 	ผนังโครงเบาเมเทิลซีท 8,931.20 kg 	65,848.80 kg	88.06%
1.3. ผนังภายนอกและช่องเปิด			
ผนังก่ออิฐฉาบปูนและช่องเปิด 775,511.63 kg 	กระจก 36,357.88 kg. 	739,153.75 kg.	95.31%

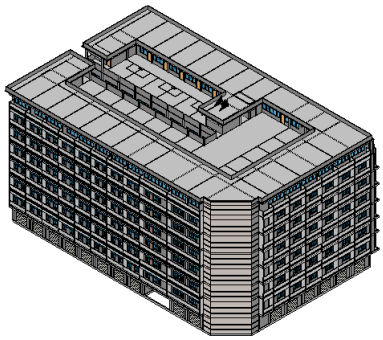
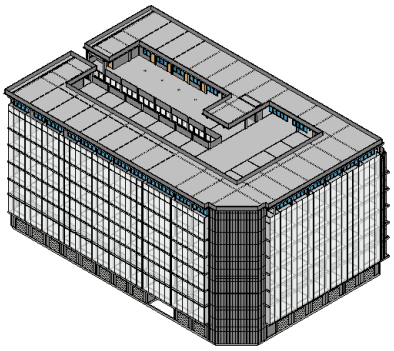
วัสดุเดิม	วัสดุทางเลือกที่มีน้ำหนักน้อย	น้ำหนักที่ลดลง (kg)	น้ำหนักรวมที่ลดลง(%)
2.ผนังภายนอก			
<u>ผนังก่ออิฐฉาบปูนและช่องเปิด</u> 3,143,840.00 kg 	<u>ผนังโครงเบา</u> 381,885.00 kg 	2,761,955.00 kg	87.85%
3. ผนังภายนอก			
แผงกันแดดคอนกรีต 265,105.26 kg. 	รื้อถอนแผงกันแดด** 0 kg. 	265,105.26 kg.	100%
ผลรมน้ำหนักวัสดุผนังเดิม 4,474,148.63 kg	ผลรมวัสดุทางเลือก 458,962.08 kg	4,015,186.55 kg	88.63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1.5. สรุปน้ำหนักบรรทุกอาคารที่ลดลง

เมื่อเปลี่ยนผนังโดยเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักน้อยที่สุดน้ำหนักบรรทุกรวมทั้งอาคารจะเหลือ 6,218,828.10 กิโลกรัม จากเดิม 10,230,569.23 กิโลกรัม ลดลงไป 4,015,186.31 กิโลกรัม คิดเป็น 39.25 เปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักเดิม ดังที่แสดงในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 สรุปสัดส่วนน้ำหนักบรรทุกที่ลดลง

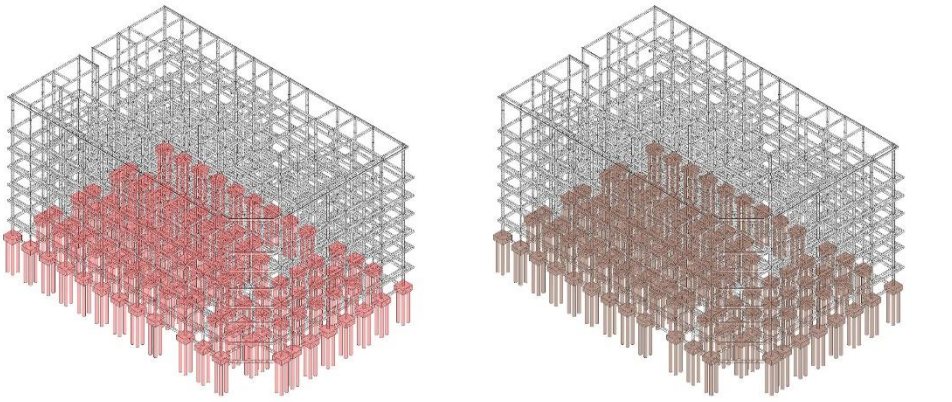
	
น้ำหนักรวมเดิม (kg)	น้ำหนักรวมใหม่ (kg)
10,230,569.23 kg (A)	6,218,828.10 kg (B)
น้ำหนักที่ลดลง	4,015,186.31 kg (C)
สัดส่วนน้ำหนักที่ลดลง (C / A x 100)	39.25%
สัดส่วนน้ำหนักใหม่ต่อน้ำหนักเก่า (B / A x 100)	60.75%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 ข้อสังเกต

5.2.1. โครงสร้างอาคารที่มีอายุมากกว่า 50 ปีอาจเสื่อมสภาพได้

ในความเป็นจริงแล้วโครงสร้างที่มีอายุ 50 ปี อาจไม่ได้รับการซ่อมบำรุงอย่างถูกวิธี อาจจะเกิดรอยแตกร้าวภายใน หรือการผุกร่อนของเหล็กที่ยังตรวจสอบไม่พบ ถ้าเป็นเช่นนี้ตามทฤษฎีการลดลงของกำลังรับน้ำหนักของโครงสร้าง เมื่อเหล็กเสริมผุกร่อนมากกว่า1.5 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้กำลังรับแรงประลัยเริ่มลดลง และเมื่อเหล็กเสริมเกิดการผุกร่อนถึง 4.5 เปอร์เซ็นต์ กำลังรับแรงประลัยจะลดลง 12 เปอร์เซ็นต์ (เอ็มมอน, ปีเตอร์ เอ็ช,2558) ดังนั้นโครงสร้างจะรับน้ำหนักได้เพียง 88 เปอร์เซ็นต์จากความสามารถเดิม ดังที่แสดงในรูปด้านล่าง ถ้าน้ำหนักบรรทุกอาคารลดลงอาจจะเป็นการช่วยลดภาระโครงสร้างอาคาร ทั้งนี้อาจจะไม่สามารถเปลี่ยนผนังทั้งหมดได้เนื่องจากการรื้อถอนผนังอาจจะทำให้โครงสร้างรับแรงอื่นเช่นแรงกระทำจากด้านข้าง(lateral load)



ณ เวลาก่อสร้างเสร็จ
(พ.ศ. 2500)
ความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างเป็น 100 %
(ในกรณีที่คุณภาพโครงสร้างอาคารสมบูรณ์แบบ)

ณ เวลาปัจจุบัน
(พ.ศ. 2562)
ความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างเป็น 88 -100 %
(ขึ้นอยู่กับสภาพโครงสร้างอาคาร อ้างอิงจากทฤษฎีการลดลงของกำลังรับน้ำหนักของโครงสร้าง)

รูปที่ 83 ความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง ณ เวลาก่อสร้างเสร็จ และ เวลาปัจจุบัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การทดลองลดน้ำหนักบรรทุกคงที่จากการเปลี่ยนผนัง เป็นเพียงการหาอัตราส่วนของน้ำหนักบรรทุกคงที่จากเปลี่ยนวัสดุผนังเพื่อความเข้าใจของสถาปนิก

การทดลองครั้งนี้เป็นเพียงการหาสัดส่วนของน้ำหนักผนังที่เปลี่ยนไป เมื่อมีการเปลี่ยนวัสดุผนังของอาคาร เพื่อประกอบความเข้าใจของสถาปนิกในการเลือกวัสดุสำหรับอาคารบูรณะ อาจจะไม่จำเป็นต้องใช้ตัวเลือกที่เบาที่สุด

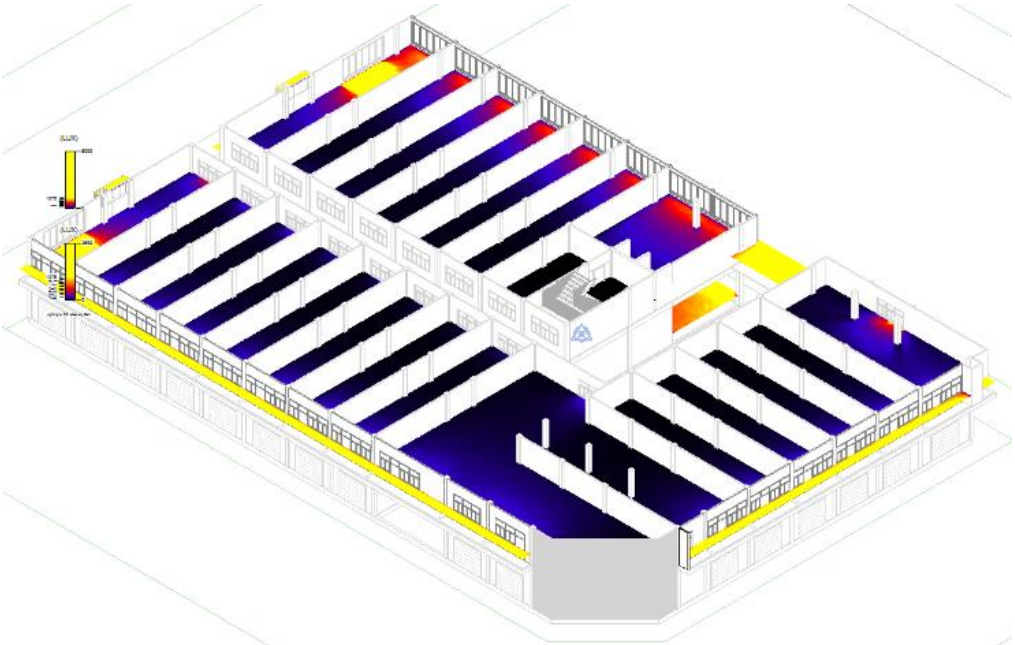
5.3.2 ในการรื้อถอนผนังอาคารอาจจะไม่สามารถรื้อได้ทั้งหมด

แม้น้ำหนักบรรทุกคงที่(Dead Load) ที่เป็นภาระของโครงสร้างจะลดลงจากการเปลี่ยนผนัง แต่การรื้อถอนผนังอาจจะมีผลกระทบต่อโครงสร้างในเชิงวิศวกรรม การรื้อถอนผนังทั้งหมดอาจจะไม่ได้ส่งผลดีกับโครงสร้าง ในการปฏิบัติจริงต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียดโดยวิศวกร ก่อนการตัดสินใจรื้อถอนผนัง

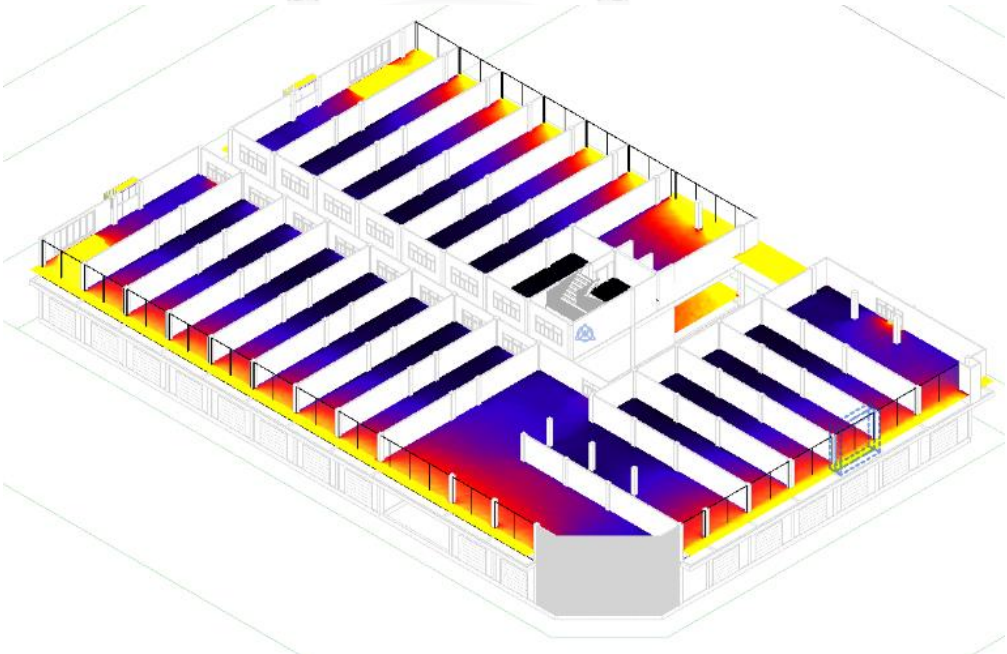
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3.3 Revit สามารถบันทึกข้อมูลอื่นๆนอกเหนือจากน้ำหนักวัสดุ

โปรแกรม Revit สามารถคำนวณแสงที่ย่อมให้ผ่านเข้ามาในอาคาร ความร้อน และความสามารถในการกันเสียง ดังภาพตัวอย่างที่แสดงการคำนวณแสงสว่างที่เข้ามาในอาคารของวัสดุผนังเดิม และวัสดุผนังใหม่ที่เป็นกระจก



รูปที่ 84 การคำนวณแสงสว่างที่เข้ามาในอาคารของวัสดุผนังเดิม



รูปที่ 85 การคำนวณแสงสว่างที่เข้ามาในอาคารของวัสดุผนังใหม่ที่เป็นกระจก

บรรณานุกรม

anonymous. Skeleton Reform. [online]. 2017. แหล่งที่มา: https://www.renovation-soup.com/renovation/renovationskeleton/

anonymous. งานตัดคอนกรีต. [online]. 2019. แหล่งที่มา: http://www.subvalin.com/งานตัดคอนกรีต/

Dafna, F.-G. Adaptive Reuse Architecture Documentation and Analysis. Journal of Architectural Engineering Technology 5(2016) : 1-8.

ธนพล วัฒนจินดาเลิศ. แนวทางการปรับปรุงอาคารริมถนนราชดำเนินกลาง ด้านกายภาพสถาปัตยกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2060

นัตชา ตันติพจน์. การออกแบบด้วยกระบวนการรื้อถอน กรณีศึกษา อาคารโรงซ่อมโรงงานรถไฟมักกะสัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2559

มหาดไทย ชัยเกษม. การรื้อถอนอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยใช้แรงงานคนเป็นหลักในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549

สิรินดา มธุรสสุคนธ์. การอนุรักษ์โถงโรงภาพยนตร์สกาล่า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560

เอ็มมอน ปีเตอร์ เอ็ช. Concrete repair and maintenance illustrated ฉบับภาษาไทย. กรุงเทพฯ: อินเตอร์ พับลิชชิ่ง เอ็นเตอร์ไพรส์, 2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ศุภิสรา นพเกตุ
วัน เดือน ปี เกิด	28 กรกฎาคม 2537
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถ.บ.) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	332 ซ.เทศบาลนิมิตใต้ 24 แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กทม. 10900

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University