การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กรณีศึกษา: อาคารที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ในเขตกรุงเทพมหานคร

โดย

นายวรพงศ์ โรจน์อนุสรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25595816030331VSQ

การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กรณีศึกษา: อาคารที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ในเขตกรุงเทพมหานคร

โดย

นายวรพงศ์ โรจน์อนุสรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25595816030331VSQ

A BIM PLUG-IN FOR BUILDING REGULATION INSPECTION
CASE STUDY: LARGE RESIDENTIAL BUILDING IN BANGKOK

BY

MR. WORAPONG ROJANUSORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF ARCHITECTURE

ARCHITECTURE

FACULTY OF ARCHITECTURE AND PLANNING

THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2016

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

Ref. code: 25595816030331VSQ

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

วิทยานิพนธ์

ของ

นายวรพงศ์ โรจน์อนุสรณ์

เรื่อง

การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร
กรณีศึกษา: อาคารที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ ในเขตกรุงเทพมหานคร

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2560

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทิพย์สุดา จันทร์แจ่มหล้า)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ _____
(อาจารย์ ดร.ชาวี บุษยรัตน์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(รองศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์)

Ref. code: 25595816030331VSQ

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กรณีศึกษา: อาคารที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ ในเขตกรุงเทพมหานคร
ชื่อผู้เขียน	นายวรพงศ์ โรจน์อนุสรณ์
ชื่อปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร.ชาวี บุษยรัตน์
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

กฎหมายอาคารในประเทศไทย มีความสำคัญในการก่อสร้างอาคารเนื่องจากการก่อสร้างอาคารจำเป็นต้องผ่านการขออนุญาตการก่อสร้าง ซึ่งแบบอาคาร (Drawing) จำเป็นจะต้องถูกตรวจสอบว่าได้สร้างถูกต้องตามกฎหมาย ซึ่งในกระบวนการเหล่านี้ใช้ต้องเวลาในการตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่ และในกรณีที่แบบอาคารไม่ผ่านการอนุมัติ จะถูกส่งแบบกลับไปแก้และนำมาตรวจสอบใหม่ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรเป็นจำนวนมาก และเครื่องมือในการออกแบบที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบันคือแบบจำลองสารสนเทศ เป็นการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ พร้อมทั้งแทรกข้อมูลรายละเอียดของแต่ละชิ้นส่วนเข้าไปในแบบจำลองด้วย งานวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะพัฒนาโปรแกรมช่วยในการตรวจสอบแบบจำลองอาคารโดยเป็นโปรแกรมเสริมในโปรแกรม Autodesk Revit ซึ่งจะสามารถช่วยเพิ่มศักยภาพในการตรวจสอบกฎหมายให้กับโปรแกรมและแจ้งจุดบกพร่องทางกฎหมายได้ทันที โดยจะตรวจสอบกับแบบจำลองที่อยู่ในกระบวนการพัฒนาแบบเป็นต้นไป

ผลของการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารนี้นำไปสู่ การนำเสนอแนวทางการใช้ข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อใช้ตรวจสอบกับกฎหมาย และเพื่อใช้เป็นเครื่องสำหรับสถาปนิกใช้ประกอบการออกแบบสถาปัตยกรรมซึ่งส่งผลให้สามารถลดปัญหาในการขออนุญาตการก่อสร้าง ทำให้ช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายจากการปรับแก้แบบสถาปัตยกรรม

คำสำคัญ: กฎหมายอาคาร, การขออนุญาตการก่อสร้าง, แบบจำลองสารสนเทศ, โปรแกรมเสริม , การตรวจสอบกฎหมาย, กระบวนการพัฒนาแบบ

Ref. code: 25595816030331VSQ

Thesis Title	A BIM PLUG-IN FOR BUILDING REGULATION INSPECTION CASE STUDY: LARGE RESIDENTIAL BUILDING IN BANGKOK
Author	Mr. Worapong Rojanusorn
Degree	Master of Architecture
Major Field/Faculty/University	Architecture Architecture and Planning Thammasat University
Thesis Advisor	Chawee Busayarat, Ph.D.
Academic Years	2016

ABSTRACT

Building regulation in Thailand is important to build a building because building construction is required to get a construction permit. The building drawing needs to be verified that it has legitimately built. In these processes, it takes a long time to check by the authorities. And if the architecture drawing is not approved it will be sent back to be solved and re-examined. These processes require a lot of resources. The most popular tool nowadays is the Building Information Modeling (BIM) that can create 3D models and insert detailed information on each part into the model. This research aims to develop building regulation inspection software as an add-on to the Autodesk Revit, which will greatly increase the potential for legal inspection of the program and immediate legal defect. It will examine the model that is in the ongoing design development process.

The results of the development of a BIM plug-in for building regulation inspection have led to present data usage guidelines in the BIM model for inspecting with the building regulation. This information can support architects on the architectural design in order to align with building regulation. This tool can reduce problems during construction permission process as well as time and cost of architectural drawing revision.

Keywords: Building Regulation, Construction Permit, Building Information Modeling, Add-on, Legal Inspection, Design Development

Ref. code: 25595816030331VSQ

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร. ชาวี บุษยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำแนะนำแนวทางการศึกษา และให้คำปรึกษาในทุก ๆ ด้านตลอดการทำวิทยานิพนธ์นี้ รองศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์ ที่ช่วยแนะนำให้ความรู้และให้คำปรึกษาในด้านแบบจำลองสารสนเทศ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพย์สุดา จันทร์แจ่มหล้า ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการเก็บข้อมูลวิจัยและประเมินงานวิจัย

ขอขอบคุณ อาจารย์ กิตติศักดิ์ อาภรณ์วิชานพ ที่ช่วยให้คำแนะนำและช่วยติดต่อประสานงานในการเก็บข้อมูลและช่วยประเมินระบบ ขอขอบคุณบริษัท JAI Group ที่เอื้อเฟื้อในการให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับโปรแกรมเสริม ขอขอบคุณบริษัท makeAscene ที่เอื้อเฟื้อแบบจำลองให้นำมาศึกษาและทดลองใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2560 ภายใต้ “ทุนวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์”

นายวรพงศ์ โรจน์อนุสรณ์

Ref. code: 25595816030331VSQ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(7)
สารบัญภาพ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 คำจำกัดความในงานวิจัย	5
1.7 กรอบความคิดในการดำเนินการวิจัย	6
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.1.1 กฎหมายอาคารที่เกี่ยวข้อง	7

Ref. code: 25595816030331VSQ

2.1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร 15
2.1.3 แนวโน้มและประโยชน์ของการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร 17
2.1.4 มาตรฐานการเขียนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร 20
2.2 ข้อมูลเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแบบโปรแกรม 21
2.2.1 โปรแกรมออกแบบแบบจำลองสารสนเทศ 21
2.2.2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมในโปรแกรมออกแบบแบบจำลองสารสนเทศ 22
2.3 วิเคราะห์โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง 23
2.3.1 โปรแกรมเสริมใน BIM 23
2.3.2 โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายอาคาร 24

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 27

3.1 ประเภทของงานวิจัย 27
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 27
3.3 การศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคาร 28
3.4 การเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนา 30
3.5 การศึกษามาตรฐานในแบบจำลองสารสนเทศ 32
3.6 การศึกษาวิธีใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศ 33
3.7 การพัฒนารูปแบบโปรแกรมตรวจสอบ 34
3.7.1 องค์ประกอบหลักของโปรแกรม 35
3.8 การประเมินโปรแกรมเสริมเพื่อตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศ 41
3.9 สรุปผลการวิจัยและจัดทำระเรียบการใช้งานโปรแกรมเสริม 42

บทที่ 4 ผลการวิจัย 43

Ref. code: 25595816030331VSQ

4.1 สรุปกฎหมายที่นำมาใช้ในโปรแกรมเสริม 43
4.2 สรุปแบบจำลองที่นำมาใช้ในโปรแกรมเสริม 44
4.3 การทำงานของโปรแกรมเสริม 47
4.3.1 การเตรียมแบบจำลอง 47
4.3.2 การใช้งานโปรแกรมเสริม 51
4.4 การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริม 58
4.4.1 ผลการประเมินโปรแกรมเสริมโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองสารสนเทศ 58
4.4.2 ปรับปรุงโปรแกรมหลังจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองสารสนเทศ 59
4.4.3 ผลการประเมินโดยผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศ 60

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 62

5.1 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมเสริม 62
5.2 ข้อแนะนำการใช้งาน 63
5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ 64

รายการอ้างอิง 66

ภากผนวก 68
ภาคผนวก ก 69
ภาคผนวก ข 72

ประวัติผู้เขียน 79

Ref. code: 25595816030331VSQ

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ตารางแสดงตัวแปรทางกฎหมายที่สามารถนำมาใช้ในโปรแกรมเสริมเพื่อตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศ	30
3.2	ตารางแสดงการเปรียบเทียบ LOD แต่ละประเทศ	33
4.1	ตารางแสดงตัวแปรทางกฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้อัตโนมัติ	43
4.2	ตารางแสดงตัวแปรทางกฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้กึ่งอัตโนมัติ	44
4.3	ตารางการตั้งค่า BRI Type Parameter	50
4.4	ตารางแสดงรายละเอียดของ Sheet ใน Database.xlsx	53
4.5	ชื่อสคริปต์และหน้าที่ที่ใช้ในระบบทั้งหมด	58
4.6	ผลการประเมินด้านการใช้งาน	60
4.7	ผลการประเมินแนวโน้มของโปรแกรมเสริมในอนาคต	61

Ref. code: 25595816030331VSQ

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แผนภาพแสดงขอบเขตการวิจัย	4
2.1	แสดงภาพรวมของกระบวนทั้งหมดของแบบจำลองสารสนเทศ	16
2.2	กระบวนการการทำงานของระบบ Building Information Modeling	16
2.3	ภาพแสดงแนวโน้มการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในต่างประเทศ	18
2.4	อธิบาย Level of Development (LOD) สำหรับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร	19
2.5	ภาพแสดงรายละเอียดโปรแกรมที่เกี่ยวข้อกับแบบจำลองสารสนเทศ	21
2.6	แสดงรูปแบบที่แตกต่างระหว่า Integrated Development Environment และ Visual Programming Language	23
2.7	แสดงระบบความปลอดภัยในพื้นที่ก่อสร้าง	23
2.8	แสดงโปรแกรมเสริมใน ArchiCAD เพื่อคำนวณฮวงจุ้ย	24
2.9	แสดงรูปแบบการแสดงผลรูปแบบอาคารพร้อมกับข้อมูลพื้นที่ใช้สอยอาคาร	25
2.10	โปรแกรมช่วยคำนวณความเป็นไปได้ทางสถาปัตยกรรมโดยใช้กฎหมายอาคารจาก	25
2.11	โปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศเพื่อเตรียมการออกแบบ	26
2.12	โปรแกรมตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศ Solibri	26
3.1	แผนภาพแสดงขั้นตอนการวิจัย	28
3.2	แสดงการเปรียบเทียบช่องทางการพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศ	31
3.3	แสดงหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Autodesk Revit	31
3.4	โปรแกรม Dynamo และลักษณะการเขียน Visual Programing Language	32
3.5	แผนภาพแสดงหลักการทำงานของโปรแกรม	34
3.6	แผนภาพแสดงองค์ประกอบของโปรแกรม	35
3.7	แผนภาพอธิบายสคริปต์การเตรียมแบบจำลอง (Prepare)	36
3.8	แผนภาพอธิบายสคริปต์การหาพื้นที่อาคาร	36
3.9	แผนภาพอธิบายสคริปต์การเตรียม Parameter เสริม	37
3.10	แผนภาพอธิบายสคริปต์การคำนวณอัตโนมัติ	38
3.11	แผนภาพอธิบายสคริปต์การตรวจสอบเพื่อหาวัตถุ	39
3.12	แผนภาพอธิบายสคริปต์การตรวจสอบข้อมูล ภายในห้อง	39

Ref. code: 25595816030331VSQ

3.13 แผนภาพอธิบายสคริปต์การตรวจสอบจำนวนที่จอดรถภายในโมเดลด้วยกฎหมายอาคาร 40
3.14 แผนภาพอธิบายสคริปต์การคำนวณกึ่งอัตโนมัติ 40
3.15 แผนภาพอธิบายการประเมินโปรแกรม 42
4.1 ภาพการเปรียบเทียบ LOD แต่ละช่วง 45
4.2 ภาพการใส่ขอบเขตห้องในแบบจำลอง 45
4.3 ภาพการใช้คำสั่ง Area and Volume Computations 46
4.4 ภาพการใช้คำสั่ง Stair by Component 46
4.5 ภาพการ Transfer Project Standards 47
4.6 ภาพการตั้งค่า BRI Type ในบันได้ 48
4.7 ภาพหลังคา Flat Slap ที่ใช้ Floor ในการสร้าง 49
4.8 ภาพการใช้ Schedule ในการตั้งค่า BRI Type 50
4.9 ภาพการเรียกใช้โปรแกรม Dynamo จากโปรแกรม Revit 51
4.10 ภาพโปรแกรม Dynamo 51
4.11 ภาพโปรแกรม Dynamo Player 52
4.12 ภาพการติดตั้ง package เสริม bakery 53
4.13 ภาพการ Report จากโปรแกรมเสริม 55
4.14 ภาพการ Report จากโปรแกรมเสริมในโปรแกรม Autodesk Naviswork 55
4.15 ภาพคำแนะนำการลากเส้นส่วนของความกว้างความยาวทางเดิน และ ความกว้างห้องนอน 56
4.16 ภาพคำแนะนำการลากเส้นส่วนของบันได 57
4.17 ภาพการทดลองใช้โปรแกรมและประเมินโปรแกรมเสริม 60

Ref. code: 25595816030331VSQ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การทำงานด้านการออกแบบถึงแม้ว่าถูกพัฒนามาใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการออกแบบแทบทั้งหมดแล้ว แต่ในกระบวนการเขียนแบบส่วนใหญ่ได้ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเพียงเครื่องมือช่วยเขียนแบบแทนปากกาเท่านั้น ซึ่งต่างจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) ที่เป็นการสร้างงานออกแบบในลักษณะของ 3 มิติพร้อมทั้งแทรกข้อมูลรายละเอียดของแต่ละชิ้นส่วนเข้าไปในแบบจำลองด้วย ทำให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารมีความสามารถเหนือกว่าแบบ 2 หรือ 3 มิติทั่วไปเพราะนอกจากระบบถูกออกแบบมาให้เก็บข้อมูลแล้ว ถ้าหากมีความชำนาญในการใช้งานจะสามารถช่วยลดระยะเวลาส่วนของการเขียนแบบไปได้มาก พร้อมทั้งสามารถทำงานได้จากหลาย ๆ ฝ่ายพร้อมกัน วิศวกรสามารถ คำนวณแบบโครงสร้างได้อย่างรวดเร็วโดยที่สถาปนิกไม่ต้องทำแบบเสร็จทั้งหมด และสามารถร่วมกันทำงานกับองค์กรได้อย่างมีระบบ แบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้นมีข้อมูลอยู่มากมายและสามารถเข้าถึงทุก ๆ ข้อมูลได้ด้วยไฟล์เดียวซึ่งในโมเดลประกอบไปด้วยงานระบบอาคารทั้งหมด ทั้งงานระบบโครงสร้าง งานระบบอาคาร เป็นต้น ในปัจจุบันระบบแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในกระบวนการออกแบบก่อสร้างมากกว่า 60 ประเทศทั่วโลก และเริ่มเข้ามามีบทบาทในประเทศไทยในไม่กี่ปีที่ผ่านมา ทำให้การใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารกำลังเป็นที่สนใจและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น ในปี ค.ศ. 2009 สหรัฐอเมริกามีการใช้ แบบจำลองสารสนเทศอาคารเพิ่มขึ้นถึง 75% จากปี 2007 (Wong และ Nadeem, 2010)

นอกจากการออกแบบแล้วอีกหนึ่งกระบวนการที่สำคัญก่อนการสร้างอาคารคือการตรวจแบบก่อสร้างว่าถูกต้องตามกฎหมายหรือไม่ สำหรับประเทศไทยมีกฎหมายอาคารซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากมีระบบและกระบวนการหลายขั้นตอนตั้งแต่ขอแบบอนุญาตก่อสร้าง ไปถึงการยื่นรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ซึ่งการตรวจสอบแบบก่อสร้างของประเทศไทยในปัจจุบันนั้นยังคงตรวจด้วยการส่งแบบเป็นกระดาษหรือไฟล์แบบก่อสร้าง 2 มิติอยู่ซึ่งผู้ตรวจสอบจำเป็นต้องตรวจในหลาย ๆ ส่วนทั้งผัง รูปด้าน รูปตัด ซึ่งเป็นในลักษณะของ 2 มิติ และเป็นการตรวจสอบด้วยบุคลากรทีละส่วน ทำให้ต้องใช้ทั้งทรัพยากรมากมาย ใช้เวลามาก มีโอกาสผิดพลาดทั้งในส่วนของเจ้าหน้าที่และสถาปนิก แต่แบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบของ 3 มิติ และข้อมูลต่าง ๆ ถูกจัดเก็บในรูปแบบของดิจิตอล สามารถสั่งให้คอมพิวเตอร์เข้าถึงข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างง่ายดายขึ้น

Ref. code: 25595816030331VSQ

การเขียนแบบหรือการใส่ข้อมูลด้วยระบบแบบจำลองสารสนเทศ ข้อมูลทั้งหมดจะเป็นไปตามความคิดของผู้ออกแบบซึ่งมีโอกาสที่จะสร้างแบบจำลองไม่ถูกต้องตามกฎหมายได้ ไม่ว่าจะเกิดจากความผิดพลาดจากการหลงลืมหรือจงใจฝ่าฝืนข้อกฎหมาย รวมถึงในปัจจุบันการเปิดตลาด AEC ในประเทศไทยทำให้มีบุคลากรต่างชาติเข้ามาทำงานในประเทศมากขึ้น การรับมือกับกฎหมายภายในประเทศเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่จะต้องปรับตัว การสร้างเครื่องมืออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ที่ไม่รู้จักกฎหมายอาคารของไทยจึงเป็นเรื่องสำคัญ แต่ยังไม่มีระบบในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองอาคาร ซึ่งตัวระบบแบบจำลองสารสนเทศนั้นมีข้อมูลมากมายถูกจัดเก็บอยู่แต่ยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ในส่วนของการตรวจสอบข้อมูล

ด้วยข้อมูลที่มีอยู่มากมายในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตรวจสอบแบบก่อสร้างจากข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจากการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ที่สำคัญทางด้านกฎหมายจะช่วยลดระยะเวลา และลดการใช้บุคลากรในการตรวจสอบแบบได้ ทั้งนี้ยังช่วยให้ผู้ออกแบบเขียนแบบได้อย่างละเอียดถี่ถ้วนมากขึ้น สามารถตรวจสอบแบบก่อสร้างก่อนที่จะยื่นขออนุญาตก่อสร้างทำให้ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้

ในปัจจุบันมีงานวิจัยเกี่ยวกับกฎหมายอาคารมากมาย ส่วนใหญ่เป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางสถาปัตยกรรมในการออกแบบเพื่อให้ได้ความคุ้มค่าของโครงการ หรือ คำนวณหาพื้นที่ก่อสร้างที่เป็นไปได้ภายใต้กฎหมายควบคุมอาคาร ด้วยซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบของโปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ โปรแกรมเขียนแบบ 2 มิติ หรือ โปรแกรมจำลอง 3มิติ แต่ในส่วนของการตรวจสอบอาคารด้วยกฎหมายอาคารนั้นยังไม่ถูกพัฒนา

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายที่จะพัฒนาโปรแกรมช่วยในการตรวจสอบอาคาร ซึ่งอยู่ในกระบวนการพัฒนาแบบ (Design Development) ไปจนถึง การเขียนแบบก่อสร้าง (Construction Drawing) กล่าวคือเป็นแบบจำลอง BIM ที่เริ่มมีรายละเอียดพอสังเขปแล้ว โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคารและคัดกรองข้อกฎหมายที่สามารถเป็นไปได้ที่จะตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งในแบบ 2 มิติและ 3 มิติ เช่น กฎหมายด้านขนาด หรือพื้นที่ภายในอาคาร ความสูงของห้องภายในอาคาร หรือกฎหมายที่เกี่ยวกับบันได เป็นต้น แล้วจึงแปลงกฎหมายที่ถูกคัดกรองมาเป็นตัวแปรที่สำคัญทางกฎหมายโดยใช้เกณฑ์ในการคัดกรองโดยแบ่งเป็นตัวแปรที่สามารถคำนวณอัตโนมัติ และตัวแปรที่คำนวณแบบกึ่งอัตโนมัติ ในกรณีที่ตัวแปรไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เช่นกฎหมายระยะร่นหรือกฎหมายที่ดินเนื่องจากเป็นส่วนที่จำเป็นต้องกำหนดลักษณะอาคารตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นออกแบบแล้ว และบางข้อกฎหมายที่จำเป็นต้องผ่านการตีความด้วยมนุษย์ที่คอมพิวเตอร์

Ref. code: 25595816030331VSQ

ไม่สามารถตีความแทนได้จะถูกคัดออก จากนั้นจึงศึกษาในส่วนของแบบจำลองสารสนเทศอาคารหาส่วนที่สอดคล้องกันกับกฎหมาย และหาวิธีการเพื่อถอดข้อมูลออกมาเพื่อนำมาตรวจสอบกับกฎหมายอาคารจากนั้นสร้างรูปแบบการแสดงผล และการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรทางกฎหมายเนื่องจากกฎหมายมีความเป็นไปได้ที่จะเปลี่ยนแปลงในอนาคต นอกเหนือจากนี้ในกรณีที่เจ้าของอาคารมีความต้องการกำหนดส่วนเพิ่มเติมจากกฎหมายเดิมสามารถกำหนดเพิ่มเติมได้ เช่นต้องการกำหนดให้มีที่จอดรถเพิ่ม และในท้ายที่สุดโปรแกรมจะต้องผ่านการประเมินด้านรูปแบบใช้งานและประเมินความถูกต้องของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความเหมาะสมในการใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 ศึกษาแนวความคิดและแนวทางการพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM)

1.2.2 ศึกษาและรวบรวมกฎหมายอาคารขนาดใหญ่ ในเขตพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นในกรุงเทพมหานครและหาข้อกฎหมายที่เป็นไปได้ในการตรวจสอบแบบจำลองอาคารสารสนเทศด้วยระบบคอมพิวเตอร์

1.2.3 พัฒนาโปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับกฎหมายอาคารเพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับสถาปนิกและผู้ตรวจสอบอาคาร และสามารถการแก้ไขตัวแปรที่สำคัญทางกฎหมาย เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางกฎหมายในอนาคต รวมถึงเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของเจ้าของโครงการ ในกรณีที่มีความต้องการสร้างมาตรฐานสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด

1.2.4 ประเมินการใช้งานและประโยชน์ของโปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ได้พัฒนาขึ้น

Ref. code: 25595816030331VSQ

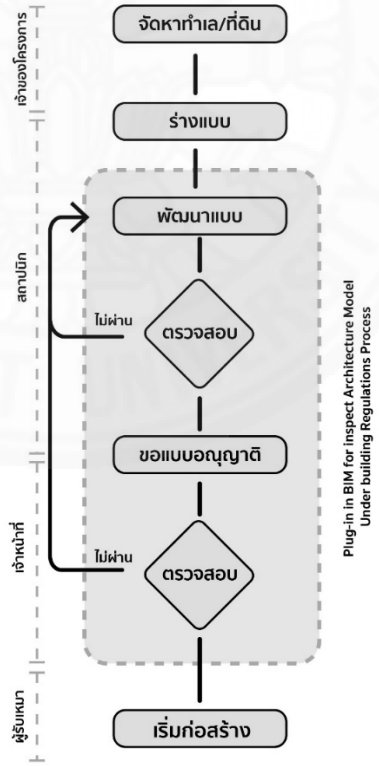
1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 โปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อตรวจสอบแบบจำลองจากกฎหมายอาคารสามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้กับสถาปนิกได้

1.3.2 ผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถใช้โปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อตรวจสอบแบบจำลองจากกฎหมายอาคารได้ และมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมเสริมมีประโยชน์ต่อวิชาชีพ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 โปรแกรมนี้เป็นการช่วยตรวจสอบความถูกต้องตามแบบจำลองสารสนเทศอาคารภายใต้กฎหมายอาคาร ช่วยให้สถาปนิกตรวจสอบแบบก่อสร้างก่อนที่จะส่งให้ผู้ว่าจ้างออกแบบหรือก่อนการขออนุญาตก่อนสร้างเพื่อลดข้อผิดพลาดในแบบก่อสร้าง และ เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการอนุมัติการก่อสร้าง



ภาพที่ 1.1 แผนภาพแสดงขอบเขตการวิจัย

1.4.2 โปรแกรมเสริมนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศอาคารจากข้อกำหนดต่าง ๆ ภายใต้กฎหมายความคุมอาคารโดยได้ทำการคัดกรองกฎหมายอาคารตาม

Ref. code: 25595816030331VSQ

เกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ โดยเลือกเฉพาะกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอาคารขนาดใหญ่ และเลือกเฉพาะข้อที่สามารถใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่สถาปนิกในการตรวจทานแบบก่อสร้างก่อนขออนุญาตก่อสร้าง และสุดท้ายต้องขึ้นอยู่กับดุลยพินิจในการตรวจสอบของเจ้าหน้าที่

1.4.3 โปรแกรมเสริมนี้ถูกพัฒนาในโปรแกรม Dynamo (Version 1.3.0) ซึ่งเป็นส่วนเสริมของโปรแกรมสร้างแบบจำลองสารสนเทศอาคาร Autodesk Revit (Version 2017.2) โดยจะมีการกำหนดตัวแปรที่สำคัญทางกฎหมายเข้าไปเพื่อตรวจสอบกับข้อมูลที่อยู่ภายในแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและช่วยเตือนในส่วนที่ไม่เป็นไปตามกฎหมาย

1.4.4 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย ตั้งแต่เดือน มีนาคม 2559 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2560 ใช้ระยะเวลาประมาณ 1 ปี

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นแนวทางสำหรับผู้ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาตรวจสอบความถูกต้องตามกฎหมายด้วยระบบคอมพิวเตอร์

1.5.2 ใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยตรวจสอบความถูกต้องตามกฎหมายของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับ สถาปนิก

1.6 คำจำกัดความในงานวิจัย

“กฎหมายอาคารที่เกี่ยวข้อง” กฎหมายที่เกี่ยวข้องงานวิจัย ที่ผ่านการคัดกรองตามกระบวนการตามขอบเขตความสามารถในการวิเคราะห์ ความถูกต้องของแบบจำลองสารสนเทศภายใต้กฎหมายอาคาร โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือตรวจสอบ

“แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM)” หมายถึง กระบวนการการนำข้อมูลอาคารมาใช้ร่วมกับแบบจำลอง 3 มิติเพื่อช่วยในการจัดการข้อมูลอาคาร โดยทุก ๆ ชิ้นส่วยของแบบจำลองจะถูกแทรกข้อมูลที่จะใช้จริงในการก่อสร้างเข้าไปด้วย

Ref. code: 25595816030331VSQ

“โปรแกรมเสริม (Plug-in/Add-on)” หมายถึง โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทางานกับโปรแกรมหลักให้ใช้งานได้สะดวกขึ้นหรือเพิ่มคุณสมบัติพิเศษบางอย่างกับโปรแกรมหลักให้สามารถใช้ในงานที่เฉพาะเจาะจงได้

“ระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development)” หรือนิยมเรียกกันว่า LOD เป็นการกำหนดรายละเอียดของแบบจำลองสารสนเทศโดยแบ่งเป็นลำดับขั้น ตั้งแต่ช่วงของการเริ่มต้นออกแบบ ช่วงการทำแบบก่อสร้าง ช่วงระหว่างก่อสร้างอาคาร ไปจนถึง การใช้งานอาคาร

1.7 กรอบความคิดในการดำเนินการวิจัย

1.7.1 ศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้อกับการออกแบบ และทำการคัดเลือก หัวข้อที่สำคัญและมีความเกี่ยวข้องภายใต้ข้อจำกัดของการตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์ และถอดออกมาเป็นตัวแปรที่สำคัญ

1.7.2 ศึกษาระบบการทำงานของโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร พร้อมทั้งศึกษาวิธีการนำข้อมูลต่าง ๆ ของแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบ

1.7.3 พัฒนารูปแบบการตรวจสอบจากการหาตัวแปรที่เกี่ยวข้องกันระหว่างแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับกฎหมายอาคารเพื่อนำมาหาความถูกต้องของแบบก่อสร้างอาคาร

Ref. code: 25595816030331VSQ

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2 นี้เป็นการศึกษา ค้นคว้างานวิจัยต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนและเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมในแบบจาลองสารสนเทศอาคาร โดยสามารถแบ่งเป็นข้อมูลได้ดังนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 กฎหมายอาคารที่เกี่ยวข้อง

2.1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวของกับแบบจาลองสารสนเทศอาคาร

2.1.3 แนวโน้มและประโยชน์ของการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร

2.1.4 มาตรฐานการเขียนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

2.2 ข้อมูลเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแบบโปรแกรม

2.3 วิเคราะห์โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 โปรแกรมเสริมใน BIM

2.3.2 โปรแกรมที่เกี่ยวข้อกับกฎหมายอาคาร

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 กฎหมายอาคารที่เกี่ยวข้อง

ส่วนนี้เป็นการกล่าวถึง กฎหมายที่เกี่ยวข้อกับอาคารขนาดใหญ่ ในประเทศไทย โดยได้คัดกรองข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ตามขอบเขตความสามารถในการวิเคราะห์ ความถูกต้องของแบบจำลองสารสนเทศ ภายใต้กฎหมายอาคารที่เกี่ยวข้อกับการออกแบบจากสถาปนิก โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือตรวจสอบ ซึ่งตัวแบบจำลองนั้นต้องมีความละเอียดอยู่ในช่วงกำลังพัฒนาแบบไปจนถึง สามารถขออนุญาตก่อสร้างได้ มีความละเอียดของข้อมูลวัสดุมีขนาดที่ชัดเจน ทำให้บางข้อกฎหมาย อาทิเช่นแนวระยะร่น อาจไม่ถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบเนื่องจาก แนวระยะควรถูกกำหนดตั้งแต่ช่วงทำแบบร่างหรือก่อนออกแบบอาคารอยู่แล้ว รวมไปถึงข้อกฎหมายข้ออื่นที่อยู่นอกเหนือจากขอบเขตการวิจัยด้วยด้วย ซึ่งข้อกฎหมายที่ได้นำมาพิจารณามีดังนี้

1. กฎกระทรวงฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2517) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมการก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2479

"ที่จอดรถยนต์" หมายความว่า สถานที่ที่จัดไว้ใช้เป็นที่จอดรถยนต์โดยเฉพาะสำหรับอาคาร

Ref. code: 25595816030331VSQ

"อาคารชุด" หมายความว่า อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่พักอาศัยหลายครอบครัว โดยแต่ละครอบครัวมีห้องนอน ครัวไฟ ห้องส้วมและห้องน้ำเป็นอิสระและมีทางเดินและบันไดขึ้นชั้นบนหรือลิฟต์ใช้ร่วมกัน

ข้อ 2 ให้กำหนดประเภทของอาคารซึ่งต้องมีที่จอดรถยนต์ ที่กลับรถยนต์ และทางเข้าออกของรถยนต์ไว้ ดังต่อไปนี้

(3) อาคารชุดที่มีพื้นที่แต่ละครอบครัวตั้งแต่ 60 ตารางเมตรขึ้นไป

(7) อาคารขนาดใหญ่

ข้อ 3 จำนวนที่จอดรถยนต์ ต้องจัดให้มีตามกำหนดดังต่อไปนี้

(1) ในเขตท้องที่กรุงเทพมหานคร เฉพาะในเขตเทศบาลนครหลวง ตามประกาศของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 25 ลงวันที่ 21 ธันวาคม พ.ศ. 2514

(ค) อาคารชุด ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อ 1 ครอบครัว

(ซ) อาคารขนาดใหญ่ ให้มีที่จอดรถยนต์ตามจำนวนที่กำหนดของแต่ละประเภทของอาคารที่ใช้เป็นที่ประกอบกิจการในอาคารขนาดใหญ่นั้นรวมกัน หรือให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่อาคาร 120 ตารางเมตร เศษของ 120 ตารางเมตร ให้คิดเป็น 120 ตารางเมตร ทั้งนี้ให้ถือที่จอดรถยนต์จำนวนที่มากกว่าเป็นเกณฑ์

อาคารขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นตึกแถวสูงไม่เกินสี่ชั้น ต้องมีที่จอดรถยนต์อยู่ภายนอกอาคาร หรืออยู่ในห้องใต้ดินของอาคารไม่น้อยกว่า 1 คันต่อ 1 ห้อง

2. กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ข้อ 1 ในกฎกระทรวงนี้

`อาคารสูง' หมายความว่า อาคารที่บุคคลอาจเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้โดยมีความสูงตั้งแต่ 23.00 เมตรขึ้นไป การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

`อาคารขนาดใหญ่พิเศษ' หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารเป็นที่อยู่อาศัยหรือประกอบกิจการประเภทเดียวหรือหลายประเภทโดยมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป

Ref. code: 25595816030331VSQ

`พื้น' หมายความว่า พื้นที่ของอาคารที่บุคคลเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ภายในขอบเขตของคานหรือตงที่รับพื้น หรือภายในพื้นนั้น หรือภายในขอบเขตของผนังอาคาร รวมทั้งเฉลียงหรือระเบียงด้วย

`พื้นที่อาคาร' หมายความว่า พื้นที่สำหรับนำไปคำนวณหาอัตราส่วนพื้นที่อาคารต่อพื้นที่ดิน ซึ่งไม่รวมถึงพื้นดาดฟ้า บันไดนอกหลังคา พื้นที่ติดตั้งเครื่องจักรกลต่าง ๆ เท่าที่จำเป็น

`ที่ว่าง' หมายความว่า พื้นที่อันปราศจากหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุมเช่น บ่อน้ำ สระว่ายน้ำ หรือที่จอดรถ และให้หมายความรวมถึงพื้นที่ของสิ่งก่อสร้างหรืออาคารที่สูงจากระดับพื้นดินไม่เกิน 1.20 เมตร และไม่มีหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุมเหนือระดับนั้น

`ถนนสาธารณะ' หมายความว่า ถนนที่เปิดหรือยินยอมให้ประชาชนเข้าไปหรือใช้เป็นทางสัญจรได้ ทั้งนี้ ไม่ว่าจะมีการเรียกเก็บค่าตอบแทนหรือไม่

`วัสดุทนไฟ' หมายความว่า วัสดุก่อสร้างที่ไม่เป็นเชื้อเพลิง

`ผนังกันไฟ' หมายความว่า ผนังทึบที่ก่อสร้างด้วยอิฐธรรมดาหนาไม่น้อยกว่า18 เซนติเมตร และไม่มีช่องที่ให้ไฟหรือควันผ่านได้ หรือจะเป็นผนังทึบที่ทำด้วยวัสดุทนไฟอย่างอื่นที่มีคุณสมบัติในการป้องกันไฟได้ดีไม่น้อยกว่าผนังที่ก่อด้วยอิฐธรรมดาหนา 18 เซนติเมตร ถ้าเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก ต้องหนาไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร

หมวด 2

ระบบระบายอากาศ ระบบไฟฟ้าและระบบป้องกันเพลิงไหม้

ข้อ 22 อาคารสูงต้องมีบันไดหนีไฟจากชั้นสูงหรือดาดฟ้าสู่พื้นดินอย่างน้อย2 บันได ตั้งอยู่ในที่ที่บุคคลไม่ว่าจะอยู่ ณ จุดใดของอาคารสามารถมาถึงบันไดหนีไฟได้สะดวก แต่ละบันไดหนีไฟต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 60.00 เมตร เมื่อวัดตามแนวทางเดิน

ข้อ 27 ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ เป็นบานเปิดชนิดผลักออกสู่ภายนอกพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร และต้องสามารถเปิดออกได้โดยสะดวกตลอดเวลา ประตูหรือทางออกสู่บันไดหนีไฟต้องไม่มีชั้นหรือธรณีประตูหรือขอบกั้น

Ref. code: 25595816030331VSQ

ข้อ 28 อาคารสูงต้องจัดให้มีช่องทางเฉพาะสำหรับบุคคลภายนอกเข้าไปบรรเทาสาธารณภัยที่เกิดในอาคารได้ทุกชั้น ช่องทางเฉพาะนี้จะเป็นลิฟต์ดับเพลิงหรือช่องบันไดหนีไฟก็ได้ และทุกชั้นต้องจัดให้มีห้องว่างที่มีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 6.00 ตารางเมตร ติดต่อกับช่องทางนี้ และเป็นบริเวณที่ปลอดจากเปลวไฟและควันเช่นเดียวกับช่องบันไดหนีไฟ และเป็นที่ตั้งของตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิงประจำชั้นของอาคาร

3. กฎกระทรงฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

หมวด 2

แบบและจำนวนของห้องน้ำและห้องส้วม

ข้อ 8 อาคารที่บุคคลอาจเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ ต้องมีห้องน้ำและห้องส้วม

ไม่น้อยกว่าจำนวนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 ท้ายกฎกระทรวงนี้

จำนวนห้องน้ำและห้องส้วมที่กำหนดไว้ในตารางตามวรรคหนึ่ง เป็นจำนวนขั้นต่ำที่ต้องจัดให้มีแม้ว่าอาคารนั้นจะมีพื้นที่อาคารหรือจำนวนคนน้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางตามวรรคหนึ่งก็ตาม

ถ้าอาคารที่มีพื้นที่ของอาคารหรือจำนวนคนมากเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางตามวรรคหนึ่งจะต้องจัดให้มีห้องน้ำและห้องส้วมเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนพื้นที่อาคารหรือจำนวนคนที่มากเกินนั้น ถ้ามีเศษให้คิดตามเต็มอัตรา

ชนิดหรือประเภทของอาคารที่มิได้กำหนดไว้ในตารางตามวรรคหนึ่ง ให้พิจารณาเทียบเคียงลักษณะการใช้สอยของอาคารนั้น โดยถือจำนวนห้องน้ำและห้องส้วมที่กำหนดไว้ในตาราดังกล่าวเป็นหลัก

ข้อ 9 ห้องน้ำและห้องส้วมจะแยกจากกันหรือรวมอยู่ในห้องเดียวกันก็ได้ แต่ต้องมีลักษณะที่จะรักษาความสะอาดได้ง่าย และต้องมีช่องระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละสิบของพื้นที่ห้อง หรือมีพัดลมระบายอากาศได้เพียงพอ ระยะดิ่งระหว่างพื้นห้องถึงเพดานยอดฝาหรือผนังตอนต่ำสุดต้องไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร

ในกรณีที่ห้องน้ำและห้องส้วมแยกกัน ต้องมีขนาดพื้นที่ของห้องแต่ละห้องไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร และต้องมีความกว้างภายในไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร แต่ถ้าห้องน้ำและห้องส้วมรวมอยู่ในห้องเดียวกัน ต้องมีพื้นที่ภายในไม่น้อยกว่า 1.50 ตารางเมตร

Ref. code: 25595816030331VSQ

ตารางที่ 2 จำนวนห้องน้ำและห้องส้วม

ประเภทของอาคาร	ห้องส้วม		ห้องน้ำ	อ่างล้างมือ
	ที่ถ่ายอุจาระ	ที่ถ่ายปัสสาวะ		
(5) อาคารชุด ต่อ 1 ชุด	1	-	1	1

4.กฎกระทรวงฉบับที่ 41 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ข้อ 2 ที่จอดรถ 1 คัน ต้องเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้า และต้องมีลักษณะและขนาด ดังนี้

(1) ในกรณีที่จอดรถขนานกับแนวทางเดินรถหรือทำมุมกับแนวทางเดินรถน้อยกว่าสามสิบองศา ให้มีความกว้างไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร

(2) ในกรณีที่จอดรถตั้งฉากกับแนวทางเดินรถ ให้มีความกว้างไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 5.00 เมตร แต่ทั้งนี้ จะต้องไม่จัดให้มีทางเข้าออกของรถเป็นทางเดินรถทางเดียว

(3) ในกรณีที่จอดรถทำมุมกับแนวทางเดินรถมากกว่าสามสิบองศา ให้มีความกว้างไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และความยาวไม่น้อยกว่า 5.50 เมตร

ข้อ 4 ระยะความสูงสุทธิระหว่างพื้นที่ที่ใช้จอดรถ ทางเดินรถ และทางลาดขึ้นลงของรถ กับส่วนที่ต่ำสุดของชั้นที่ถัดไปของอาคาร ต้องไม่น้อยกว่า 2.10 เมตร ส่วนของพื้นที่ที่ใช้จอดรถต่างระดับกันจะเหลื่อมกันได้ไม่เกิน 1.00 เมตร และเฉพาะส่วนที่เหลื่อมกันจะมีความสูงน้อยกว่า 2.10 เมตร ก็ได้

5. กฎกระทรงฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

“อาคารอยู่อาศัยรวม” หมายความว่า อาคารหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารที่ใช้เป็นที่อยู่อาศัยสำหรับหลายครอบครัว โดยแบ่งออกเป็นหน่วยแยกจากกันสำหรับแต่ละครอบครัว

“อาคารขนาดใหญ่” หมายความว่า อาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน 2,000 ตารางเมตร หรืออาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15.00 เมตรขึ้นไป และมีพื้นที่รวมกัน

Ref. code: 25595816030331VSQ

ทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 2,000 ตารางเมตร การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำ หรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

หมวด 2

ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ส่วนที่ 2

พื้นที่ภายในอาคาร

ข้อ 19 อาคารอยู่อาศัยรวมต้องมีพื้นที่ภายในแต่ละหน่วยที่ใช้เพื่อการอยู่อาศัยไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตร

ข้อ 20 ห้องนอนในอาคารให้มีความกว้างด้านแคบที่สุดไม่น้อยกว่า 2.50 เมตรและมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร

ข้อ 21 ช่องทางเดินในอาคาร ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

ประเภทอาคาร	ความกว้าง
2. อาคารอยู่อาศัยรวม หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก สำนักงาน อาคารสาธารณะ อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารพิเศษ	1.50 เมตร

ข้อ 22 ห้องหรือส่วนของอาคารที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ต้องมีระยะดิ่งไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

Ref. code: 25595816030331VSQ

ประเภทการใช้อาคาร	ระยะดิ่ง
1. ห้องที่ใช้เป็นที่พักอาศัย บ้าน แถว ห้องพัก โรงแรม ห้องเรียนนักอนุบาล ครัวสำหรับอาคารอยู่อาศัย ห้องพักคนไข้พิเศษ ช่องทางเดินในอาคาร	2.60 เมตร
5. ระเบียง	2.20 เมตร

ระยะดิ่งตามวรรคหนึ่งให้วัดจากพื้นถึงพื้น ในกรณีของชั้นใต้หลังคา ให้วัดจากพื้นถึงยอดฝาหรือยอดผนังอาคาร และในกรณีของห้องหรือส่วนของอาคารที่อยู่ภายในโครงสร้างของหลังคา ให้วัดจากพื้นถึงยอดฝาหรือยอดผนังของห้องหรือส่วนของอาคารดังกล่าวที่ไม่ใช่โครงสร้างของหลังคา

ห้องในอาคารซึ่งมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงพื้นอีกชั้นหนึ่งตั้งแต่ 5 เมตรขึ้นไป จะทำพื้นชั้นลอยในห้องนั้นก็ได้ โดยพื้นชั้นลอยดังกล่าวนั้นต้องมีเนื้อที่ไม่เกินร้อยละสี่สิบของเนื้อที่ห้อง ระยะดิ่งระหว่างพื้นชั้นลอยถึงพื้นอีกชั้นหนึ่งต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร และระยะดิ่งระหว่างพื้นห้องถึงพื้นชั้นลอยต้องไม่น้อยกว่า 2.40 เมตร ด้วย

ห้องน้ำ ห้องส้วม ต้องมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดานไม่น้อยกว่า 2 เมตร

ส่วนที่ 3

บันไดของอาคาร

ข้อ 23 บันไดของอาคารอยู่อาศัยถ้ามีต้องมีอย่างน้อยหนึ่งบันไดที่มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร ช่วงหนึ่งสูงไม่เกิน 3 เมตร ลูกตั้งสูงไม่เกิน 20 เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขึ้นบันไดเหลื่อมกันออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร และต้องมีพื้นหน้าบันไดมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได

บันไดที่สูงเกิน 3 เมตร ต้องมีชานพักบันไดทุกช่วง 3 เมตร หรือน้อยกว่านั้น และชานพักบันไดต้องมีความกว้างและยาวไม่น้อยกว่าความกว้างของบันได ระยะดิ่งจากขั้นบันไดหรือชานพักบันไดถึงส่วนต่ำสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร

ข้อ 24 บันไดของอาคารอยู่อาศัยรวม หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก สำนักงาน อาคารสาธารณะ อาคารพาณิชย์ โรงงาน และอาคารพิเศษ สำหรับที่ใช้กับชั้นที่มีพื้นที่อาคารชั้นเหนือขึ้นไป

Ref. code: 25595816030331VSQ

รวมกันไม่เกิน 300 ตารางเมตร ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20เมตร แต่สำ หรับบันไดของอาคารดังกล่าวที่ใช้กับชั้นที่มีพื้นที่อาคารชั้นเหนือขึ้นไปรวมกันเกิน 300 ตารางเมตร ต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร ถ้าความกว้างสุทธิของบันไดน้อยกว่า 1.50 เมตร ต้องมีบันไดอย่างน้อยสองบันไดและแต่ละบันไดต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร

บันไดของอาคารที่ใช้เป็นที่ชุมนุมของคนจำนวนมาก เช่น บันไดห้องประชุมหรือห้องบรรยายที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 500 ตารางเมตรขึ้นไป หรือบันไดห้องรับประทานอาหารหรือสถานบริการที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 1,000 ตารางเมตรขึ้นไป หรือบันไดของแต่ละชั้นของอาคารนั้นที่มีพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร อย่างน้อยสองบันได ถ้ามีบันไดเดียวต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 3 เมตร

บันไดที่สูงเกิน 4 เมตร ต้องมีชานพักบันไดทุกช่วง 4 เมตร หรือน้อยกว่านั้น และระยะดิ่งจากขั้นบันไดหรือชานพักบันไดถึงส่วนต่ำสุดของอาคารที่อยู่เหนือขึ้นไปต้องสูงไม่น้อยกว่า 2.10 เมตร

ชานพักบันไดและพื้นหน้าบันไดต้องมีความกว้างและความยาวไม่น้อยกว่าความกว้างสุทธิของบันได เว้นแต่บันไดที่มีความกว้างสุทธิเกิน 2 เมตร ชานพักบันไดและพื้นหน้าบันไดจะมีความยาวไม่เกิน 2 เมตรก็ได้

บันไดตามวรรคหนึ่งและวรรคสองต้องมีลูกตั้งสูงไม่เกิน 18 เซนติเมตร ลูกนอนเมื่อหักส่วนที่ขึ้นบันไดเหลื่อมกันออกแล้วเหลือความกว้างไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร และต้องมีราวบันไดกันตก บันไดที่มีความกว้างสุทธิเกิน 6 เมตร และช่วงบันไดสูงเกิน 1 เมตร ต้องมีราวบันไดทั้งสองข้าง บริเวณจมูกบันไดต้องมีวัสดุกันลื่น

ข้อ 25 บันไดตามข้อ 24 จะต้องมีระยะห่างไม่เกิน 40 เมตร จากจุดที่ไกลสุดบนพื้นชั้นนั้น

ข้อ 26 บันไดตามข้อ 23 และข้อ 24 ที่เป็นแนวโค้งเกิน 90 องศา จะไม่มีชานพักบันไดก็ได้ แต่ต้องมีความกว้างเฉลี่ยของลูกนอนไม่น้อยกว่า 22 เซนติเมตร สำหรับบันไดตามข้อ 23 และไม่น้อยกว่า 25 เซนติเมตร สำ หรับบันไดตามข้อ 24

ส่วนที่ 4

บันไดหนีไฟ

ข้อ 27 อาคารที่สูงตั้งแต่สี่ชั้นขึ้นไปและสูงไม่เกิน 23 เมตร หรืออาคารที่สูงสามชั้นและมีดาดฟ้าเหนือชั้นที่สามที่มีพื้นที่เกิน 16 ตารางเมตร นอกจากมีบันไดของอาคารตามปกติแล้ว ต้องมีบันไดหนีไฟที่ทำด้วยวัสดุทนไฟอย่างน้อยหนึ่งแห่ง และต้องมีทางเดินไปยังบันไดหนีไฟนั้นได้โดยไม่มีสิ่งกีดขวาง

Ref. code: 25595816030331VSQ

ข้อ 28 บันไดหนีไฟต้องมีความลาดชันน้อยกว่า 60 องศา เว้นแต่ตึกแถวและบ้านแถวที่สูงไม่เกินสี่ชั้น ให้มีบันไดหนีไฟที่มีความลาดชันเกิน 60 องศาได้ และต้องมีชานพักบันไดทุกชั้น

ข้อ 29 บันไดหนีไฟภายนอกอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตรและต้องมีผนังส่วนที่บันไดหนีไฟพาดผ่านเป็นผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟ

บันไดหนีไฟตามวรรคหนึ่ง ถ้าทอดไม่ถึงพื้นชั้นล่างของอาคารต้องมีบันไดโลหะที่สามารถเลื่อนหรือยืดหรือหย่อนลงมาจนถึงพื้นชั้นล่างได้

ข้อ 30 บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร มีผนังทึบก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรที่เป็นวัสดุทนไฟกั้นโดยรอบ เว้นแต่ส่วนที่เป็นช่องระบายอากาศและช่องประตูหนีไฟ และต้องมีอากาศถ่ายเทจากภายนอกอาคารได้โดยแต่ละชั้นต้องมีช่องระบายอากาศที่เปิดสู่ภายนอกอาคารได้มีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า 1.4 ตารางเมตร กับต้องมีแสงสว่างให้เพียงพอทั้งกลางวันและกลางคืน

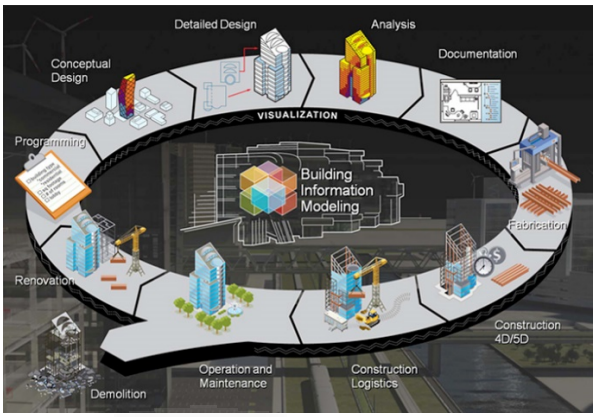
ข้อ 31 ประตูหนีไฟต้องทำด้วยวัสดุทนไฟ มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร สูงไม่น้อยกว่า 1.90 เมตร และต้องทำเป็นบานเปิดชนิดผลักออกสู่ภายนอกเท่านั้น กับต้องติดอุปกรณ์ชนิดที่บังคับให้บานประตูปิดได้เอง และต้องสามารถเปิดออกได้โดยสะดวกตลอดเวลา ประตูหรือทางออกสู่บันไดหนีไฟต้องไม่ธรณีหรือขอบกั้น

ข้อ 32 พื้นหน้าบันไดหนีไฟต้องกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันไดและอีกด้านหนึ่งกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

2.1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

แบบจำลองสารสนเทศอาคารหรือ BIM (Building Information Modeling) เป็นแนวคิดเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบก่อสร้างอาคาร โดยเป็นการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) พร้อมกับแทรกข้อมูลสารสนเทศ (Information) ไปในส่วนประกอบของแบบจำลอง แนวคิดของ BIM นั้นถูกนำเสนอโดย Chales M.Eastman ถูกตีพิมพ์ในวารสารเอไอเอ (AIA Journal,1975) โดยใช้ชื่อว่า “Building Description System” จน Robert Aish นำแนวคิดนี้มาใช้และใช้ชื่อว่า “Building Information Modeling” อีกครั้งในปี ค.ศ. 1986 จนกลายเป็น BIM ในทุกวันนี้ ซึ่งในปัจจุบัน BIM เริ่มเข้ามามีบทบาทกับงานสถาปัตยกรรมมากขึ้นเนื่องเป็นจากการทำงานออกแบบที่ผนวกรูปแบบ 2 มิติ กับ 3 มิติเข้าด้วยกันอีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองอาคารและข้อมูลต่าง ๆ ในแบบจำลองอาคารไปใช้ทำงานในสาขาวิชาชีพด้านอื่นที่เกี่ยวข้อ เช่น งานด้านวิศวกรรม งานก่อสร้าง และงานโครงการก่อสร้าง เป็นต้น

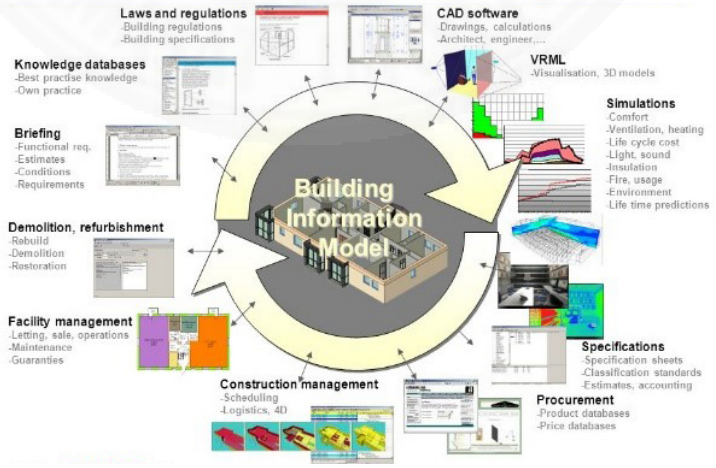
Ref. code: 25595816030331VSQ



ภาพที่ 2.1 แสดงภาพรวมของกระบวนทั้งหมดของแบบจำลองสารสนเทศ , จาก BIM – A Collaborative Approach to Working, โดย Aliya Jennifer, 2555

โดยหลักการทำงานข้อง BIM เป็นการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) ขึ้นด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ โดยเริ่มสร้างจากองค์ประกอบพื้นฐานของอาคารเช่น เสา ผนัง พื้น หลังคา ประตู หน้าต่าง ซึ่งในแต่ละองค์ประกอบเหล่านี้จะมีข้อมูลต่าง ๆ มากมาย ทั้งขนาด รายละเอียด ที่จะปรากฏในโมเดล 3 มิติเช่น ความกว้างความสูง สี หรือ วัสดุที่ใช้เป็นต้น หรือในส่วนของข้อมูล เช่น ผู้ผลิต รุ่น ราคา และข้อมูลเฉพาะต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดนี้จะถูกทำการจัดเก็บลงไปในแบบจำลอง

นอกจากนี้ระบบ BIM ยังเป็นระบบการจัดการความสัมพันธ์ด้านตัวแปร (Parameter) ระหว่างองค์กอบในแบบจำลองอาคาร ทำให้การปรับเปลี่ยนขนาดหรือระยะต่าง ๆ ของส่วนใดส่วนหนึ่งสามารถส่งผลต่อองค์ประกอบอื่น ๆ ได้ ช่วยอำนวยความสะดวกกับงานออกแบบ ทำให้ออกแบบได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ใช้ทรัพยากรน้อยลง



ภาพที่ 2.2 กระบวนการการทำงานของระบบ Building Information Modeling จาก International User Group Information Delivery Manuals: Building Information Modelling Courtesy โดย Jan Karlshøj, 2554

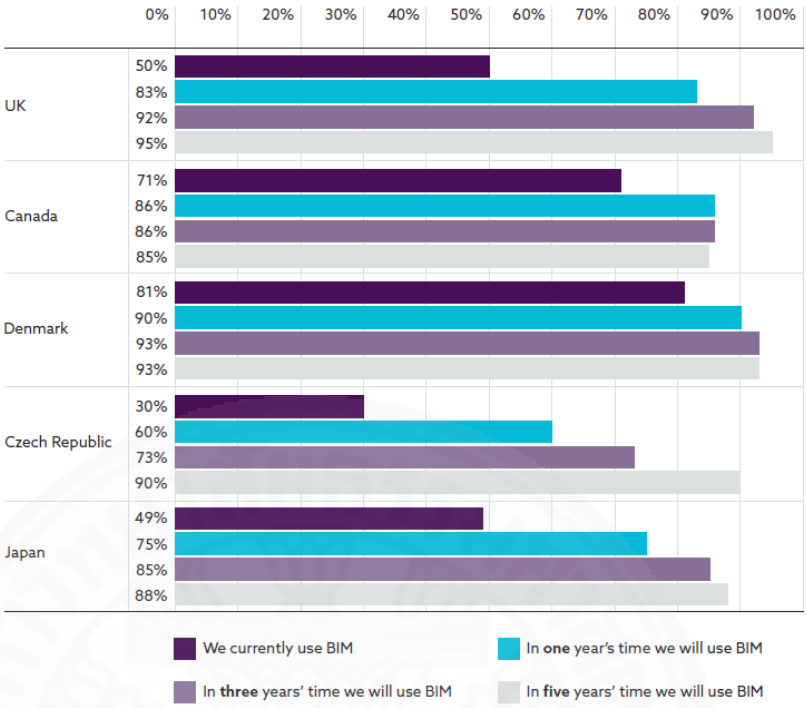
Ref. code: 25595816030331VSQ

จากการที่ BIM ประกอบไปด้วยข้อมูลมากมายจึงสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปพัฒนาในหลาย ๆ ส่วนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น การบริหารการก่อสร้าง (Construction Management; CM) ซึ่งสิ่งหนึ่งที่ BIM เหนือกว่าการออกแบบ 3 มิติรูปแบบอื่น ๆ คือ BIM เป็น “4 มิติ”นั่นคือ BIM มีการใส่ข้อมูลด้าน “เวลา” ลงไปในองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคารได้เช่น ชิ้นส่วนให้ถูกกำหนดให้สร้างหรือติดตั้งในอาคาร จะถูกช่วงใด วันที่เริ่มงานหรือวันที่แล้วเสร็จ นอกจากนี้การที่รู้ขนาดรู้วัสดุรู้ราคาของวัสดุ ทำให้ BIM สามารถคำนวณทั้งปริมาณวัสดุที่ใช้ราคาทั้งหมดของวัสดุทำให้การบริหารจัดการงานก่อสร้างสะดวกมาขึ้น ลดวัสดุที่เหลือใช้ สามารถวางแผนงานก่อสร้างได้ง่ายขึ้น นอกจาก BIM ยังสามารถนำข้อมูลในส่วนประกอบอาคารต่าง ๆ ไปวิเคราะห์เพื่อประเมิน “สมรรถนะ” ของอาคารในด้านต่าง ๆ เช่นการใช้พลังงานในอาคาร หรือความแข็งแรงของอาคารเพื่อต้านทานแรงแผ่นดินไหว หรือแรงลม เป็นต้น

2.1.3 แนวโน้มและประโยชน์ของการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ในปัจจุบันบริษัทออกแบบชั้นนำในหลายประเทศได้ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารอย่างแพร่หลายเนื่องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถช่วยอำนวยความสะดวกกับการออกแบบมากมาย และไม่ใช่แค่เพียงในวงการสถาปัตยกรรมเท่านั้น ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อกับการก่อสร้างอาคารอื่นเช่น วิศวกร ก็ได้นำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ ทำให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารมีความสำคัญต่อการทำงาน ซึ่งในประเทศไทยเริ่มเห็นถึงประโยชน์จากการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร บริษัทชั้นนำเริ่มหันมาใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในการทำงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยเช่นถ้า ผู้บริหารการก่อสร้าง (Construction Management; CM) สามารถใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ก็จะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลือกใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อช่วยในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

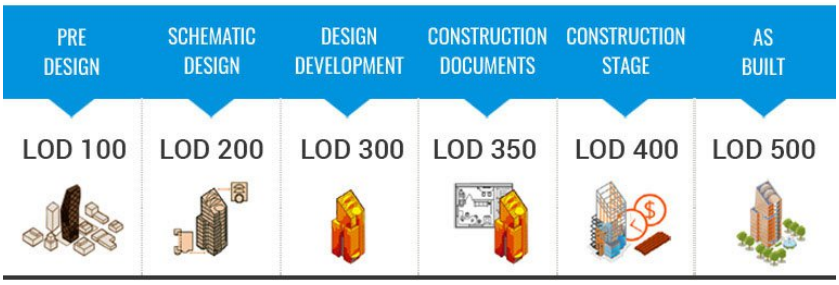
Ref. code: 25595816030331VSQ



ภาพที่ 2.3 ภาพแสดงแนวโน้มการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในต่างประเทศ จาก NBS international BIM Report, โดย NBS, 2016

ซึ่งในทุกประเทศจะเห็นได้ว่ามีองค์กรหลาย ๆ ส่วนทั้งจากภาครัฐและเอกชนเข้ามาช่วยจัดการและสร้างมาตรฐานสำหรับการออกแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อสร้างข้อตกลงหรือสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน ซึ่งสิ่งสำคัญของแบบจำลองสารสนเทศอาคารก็คือข้อมูล การกำหนดระดับของรายละเอียดข้อมูล (LEVEL OF DEVELOPMENT; LOD) ที่ทุกประเทศทำเป็นจะต้องจะสร้างมาตรฐานเพื่อการทำงานอย่างมีระบบ โดยเป็นการแบ่งระดับออกเป็นหลายระดับเช่นผนังหากมีระละเอียดข้อมูลแค่เบื้องต้น อย่างเช่นขนาด ก็จะอยู่ในระดับล่าง หากต้องการเพิ่มระดับ LOD จำเป็นที่จะต้องใส่ข้อมูลเพิ่มเช่นรายละเอียดวัสดุเป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าหลังจากที่มีการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารกันอย่างแพร่หลายแล้ว ก็จำเป็นจะต้องมีองค์กรหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาช่วยเป็นสื่อกลางในการจัดการเพื่อสร้างเป็นมาตรฐานของแต่ละประเทศ อย่างในสหรัฐอเมริกาก็มีหน่วยงานอย่างเช่น GSA (U.S. General Services Administration) และ National Institute for Standards and Technology (NIST)ที่ช่วยกำหนดแนวทางการออกแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เป็นต้นซึ่งในประเทศไทยก็มีหน่วยงานที่สำคัญอย่างสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งได้กำหนดแนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทยขึ้นมาเพื่อช่วยสนับสนุนการออกแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารด้วยเช่นกัน

Ref. code: 25595816030331VSQ



ภาพที่ 2.4 อธิบาย Level of Development (LOD) สำหรับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดย Hi-tech Engineering Service สืบค้นจาก http://www.hitechcaddservices.com/bim/support/level-of-development-lod/

ด้วยความสามารถหลากหลายทั้งจากผู้พัฒนาโปรแกรมและผู้ใช้งานที่จะนำไปประยุกต์ใช้ช่วยทำให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารมีประโยชน์มากมายในการออกแบบและกระบวนการก่อสร้าง โดยจุดประสงค์หลักของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร นั้นต้องการที่จะสร้างกระบวนการทั้งหมดของการก่อสร้างตั้งแต่เริ่มออกแบบ จนถึงการซ่อมบำรุงอาคารหรือการทุบทำลายอาคาร จะเห็นได้ว่าประโยชน์ของเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้นมีมากมายโดยมีงานวิจัยที่ศึกษาการเลือกใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย (ธณัชชา สุขขี,2554) ซึ่งได้วิเคราะห์เกี่ยวกับประโยชน์จากการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร มาใช้ในองค์กรจากกลุ่มตัวอย่าง 9 กลุ่มพบว่าประโยชน์จากการนำแบบจำลองข้อมูลอาคาร 3 อันดับแรกมีดังนี้

1. ประมาณราคาก่อสร้าง ถอดปริมาณวัสดุก่อสร้าง และ การเขียนแบบก่อสร้าง (Shop Drawing, As-Building, Detail Drawing) คิดเป็น 87.50 เปอร์เซ็นต์

2. การสร้างแบบจำลองอาคาร 3 มิติ (Model) สำหรับการนำเสนองาน (Presentation) คิดเป็น 75.00 เปอร์เซ็นต์

3. การออกแบบ (Concept Design, Preliminary Design) คิดเป็น 62.50 เปอร์เซ็นต์

ปัจจุบันประเทศไทยเริ่มมีการใช้ BIM ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการก่อสร้างใหม่ ในสถาบันหรือบริษัทชั้นนำของประเทศจำนวนน้อยส่วนหนึ่งเท่านั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากแบบ ก่อสร้างสองมิติ ให้มีประสิทธิภาพและประโยชน์มากขึ้น โดยเฉพาะการ กำจัดข้อผิดพลาดและการขัดแย้งกันที่เกิดขึ้นจากแบบก่อสร้างสองมิติ รวมถึงสามารถลดระยะเวลาในการก่อสร้างและสามารถประหยัด งบประมาณได้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม พบว่าในปัจจุบันผู้ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้างส่วนมาก ยังไม่รู้จักและไม่สามารถใช้ BIM ได้ เนื่องจากการเข้าไม่ถึง BIM เพราะซอฟต์แวร์ที่มีราคาสูงซึ่งอาจไม่คุ้มทุน และขาดการเผยแพร่ความรู้ในวงกว้างในอุตสาหกรรมก่อสร้าง (สุพฤทธิ์ ตั้งพฤทธิ์กุล และ ณัฐวุฒิ สวัสดิ์สุข, 2558)

Ref. code: 25595816030331VSQ

2.1.4 มาตรฐานการเขียนแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

การทำงานในโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศนั้นตัวโปรแกรมไม่ได้กำหนดตายตัวว่าผู้ใช้งานต้องสร้างแบบจำลองจากวิธีใด และเนื่องจากโปรแกรมให้อิสระกับผู้ใช้งานในการสร้างแบบจำลองทำให้รูปแบบของแบบจำลองนั้นมีโอกาสเป็นไปได้หลายรูปแบบ การกำหนดมาตรฐานในการสร้างแบบจำลองจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ เนื่องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้นถูกออกแบบให้มีการทำงานร่วมกัน เพื่อให้การทำงานมีระเบียบ จึงจำเป็นที่จะต้องกำหนดแนวทางในการทำงานด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารให้เป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่นำไปใช้ในทุก ๆ กระบวนการก่อสร้างอาคาร หรือที่เรียกกันว่า มาตรฐาน (Standard)

ในต่างประเทศแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้น จะมีการกำหนดมาตรฐานอยู่หลากหลายรูปแบบโดยมีจุดมุ่งหมายเดียวกันคือ ต้องการให้แบบจำลองสารสนเทศมีคุณภาพเพียงพอที่จะนำไปทำงานร่วมกัน บางประเทศก็กำหนด มาตรฐานเป็นของตนเอง อย่างเช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ออกมาตรฐานออกมาหลายเล่ม ทั้งนี้เนื่องจาก การพัฒนามาตรฐานตามขีดความสามารถโปรแกรมที่ถูกพัฒนาอยู่ตลอด หรือ เป็นการแบ่งแยกตามการนำแบบจำลองไปใช้งาน

ส่วนในประเทศไทยนั้นเนื่องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้ถูกนำเข้ามาใช้งานได้ไม่นาน จึงได้เริ่มต้น โดยการเขียนแนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทยขึ้นในปี 2558 โดยสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งไม่ได้ระบุรายละเอียดไว้ไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะกำหนดให้เป็น มาตรฐาน BIM สำหรับประเทศไทย แต่ทางสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ก็ได้จัดทำการศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศ ซึ่งอยู่ในภาคผนวกของ แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย เป็นการนำมาตรฐาน BIM ที่นิยมใช้กันในแต่ละประเทศทั่วโลก มาเปรียบเทียบให้เห็นถึงส่วนสำคัญที่แต่ละมาตรฐานมุ่งเน้น ถึงส่วนใหญ่มีแนวทางสอดคล้องกัน อาจจะแตกต่างในเรื่องของรายละเอียดแต่ละส่วน ซึ่งในภาคผนวก ได้มีการสรุปไว้ว่า มาตรฐาน BIM ทั้งสามประเทศพบว่ามีประเด็นสำคัญ 3 เรื่องหลักที่ต้องมีคือการการวางแผนการปฏิบัติงานด้วยBIM (BIM Execution Plan) การทำงานร่วม กันด้วย BIM (Collaboration) และ ระเบียบวิธีในการสร้างแบบจำลอง (Modelling Methodology) ซึ่งระเบียบวิธีใน การสร้างแบบจำลอง จะแยกเป็นหัวข้อย่อยลงไป คือ ระดับขั้นในการพัฒนาแบบจำลอง (Level of Development) การจัดหมวดหมู่ขององค์ประกอบของแบบจำลอง (BIM Elements) และการผลิต เอกสาร (Documentation) เป็นต้น

Ref. code: 25595816030331VSQ

2.2 ข้อมูลเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแบบโปรแกรม

2.2.1 โปรแกรมออกแบบแบบจำลองสารสนเทศ

โปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ใช้กันในปัจจุบันมีหลากหลายที่ถูกสร้างขึ้นมาตามลักษณะการใช้งานของวิชาชีพซึ่งแต่ละวิชาชีพก็จะมีรูปแบบการใช้งานที่แต่ต่างกันไปซึ่งโปรแกรมที่ได้ความนิยมมีสองโปรแกรมคือ Revit จากบริษัท Autodesk กับ ArchiCAD จากบริษัท Graphicsoft ทั้งสองโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคาที่ถูกออกแบบมาเพื่อการทำออกแบบโดยสถาปนิกตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นออกแบบไปจนถึงเขียนแบบก่อสร้าง

BIM Software - BIM Authoring Tools				
Product Name	**Manufacturer**	**BIM Use**	**Manufacturer's Description**	**Primary Focus**
Revit Architecture	Autodesk	Creating and reviewing, 3D models	Autodesk Revit technology is Autodesk's platform for building information modeling. Autodesk Revit Architecture is a complete, descipline-specific building and documentation system supporting all phases of design, from conceptual studies through the mose detailed construction drawing, documentation and schedules.	Architectural Modeling and parametric design
ArchiCAD	Graphisoft	Conceptual 3D, Architectual Model	ArchiCAD was the first object oriented BIM Architectural application available In the commercial market, and only BIM architectural application running on the MAC platform, as well as Windows	Architectural Model Creation

ภาพที่ 2.5 ภาพแสดงรายละเอียดโปรแกรมที่เกี่ยวข้อกับแบบจำลองสารสนเทศ โดย Tamer Elgohari (2559) สืบค้นจาก *https://www.linkedin.com/pulse/general-list-bim-software-applications-tamer-elgohari*

ซึ่งทั้งสองโปรแกรมเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยใช้กระบวนการแบบจำลองสารสนเทศเป็นหลัก ซึ่งภายในโปรแกรมมีฟีเจอร์ (feature) การทำงานในลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่จะมีลักษณะหรือรูปแบบการสั่งการที่แตกต่างกัน ซึ่งได้มีการสำรวจความเห็นของผู้ใช้งานโดยเว็ปไซต์ G2 Crowd ได้สรุปผลว่า ArchiCAD จะมุ่งเน้นไปที่รูปแบบการทำงานที่ง่าย สามารถจัดการ หรือปรับเปลี่ยนได้รวดเร็วและเข้าใจและเรียนรู้ง่ายกว่า เหมาะสมสำหรับการออกแบบในช่วงพัฒนาแบบหรือการออกแบบร่างคร่าว ๆ ซึ่งในส่วนของ Revit นั้นจะมีระบบที่ซับซ้อนกว่าแต่สามารถจัดระเบียบข้อมูลได้ดีกว่า เหมาะสำหรับช่วงการทำแบบก่อสร้าง เนื่องจาก

Ref. code: 25595816030331VSQ

ระบบถูกออกแบบมาให้ทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่น หรือสายงานอื่น ๆ และด้วยตัวบริษัท Autodesk นั้นผลิตโปรแกรมที่หลากหลายด้วนเกี่ยวกับงานก่อสร้าง ทำให้ Revit สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมอื่น ๆ ได้ง่ายและมีฐานผู้ใช้งานที่เยอะกว่า ArchiCAD และมีทางเลือกในการใช้งานที่มากกว่าโดย Revit มีรูปแบบการเขียนภาษาแบบ .NET เป็นรูปแบบสคริปต์ (Script) พื้นฐานของ Microsoft ที่ใช้กันทั่วไป แต่ทาง ArchiCAD ใช้การเขียนสคริปต์แบบ GDL ซึ่งเป็นภาษาเฉพาะของทาง Graphisoft จำเป็นที่จะต้องมีความรู้เฉพาะทาง

2.2.2 การพัฒนาโปรแกรมเสริมในโปรแกรมออกแบบแบบจำลองสารสนเทศ

นอกจากนี้ทั้งสองโปรแกรมยังมีช่องทางการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถได้โดยการเขียนโปรแกรมเสริม (Plug-in) ขึ้น จากการใช้คำสั่งพื้นฐานที่มีอยู่ในโปรแกรม (Library) หลาย ๆ คำสั่งมาประยุกต์ให้กลายเป็นชุดคำสั่งใหม่ความต้องการของผู้พัฒนาโปรแกรมเสริมซึ่ง ลักษณะของการเขียนโปรแกรมเสริมก็มีหลายรูปแบบเช่น

2.2.2.1 Integrated Development Environment (IDE)

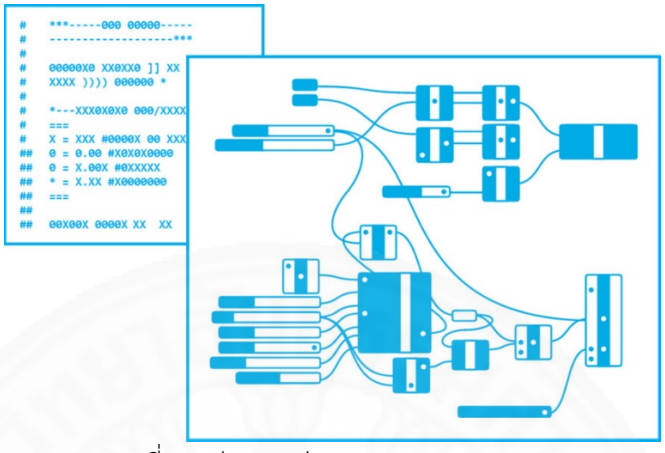
การเขียนโปรแกรมเสริมนั้นจำเป็นต้องเครื่องมืออย่างเช่น Microsoft Visual Studio หรือ Python ที่สามารถวิเคราะห์คำสั่ง (Compile) หรือช่วยตรวจสอบจุดผิด (Debug) จากชุดคำสั่งที่เขียนลงไปได้เพื่อช่วยจำลองโปรแกรมก่อนที่เราจะนำไปใช้จริงซึ่งจากโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารอย่าง Revit หรือ BIM นั้นจำเป็นต้องใช้ส่วนนี้ในการเขียนโปรแกรมเสริมซึ่งแต่ละโปรแกรมจะมีภาษาของโปรแกรมที่ต่างกัน โดย Autodesk Revit จะใช้ภาษา C# เป็นหลัก ส่วน ArchiCAD ใช้ภาษา C++ ซึ่งทั้งสองภาษาล้วนมีรากฐานมาจากภาษา C แต่ถูกพัฒนาไปในคนละแบบมีชื่อเรียกคำสั่งที่แตกต่างกันออกไป

2.2.2.2 Visual Programming Language (VPL)

ในลักษณะเดียวกันกับ IDE การเขียนโปรแกรมแบบ Visual Programming นั้นมีพื้นฐานมาจากภาษา C โดยปรับเปลี่ยนลักษณะการใช้งานหรือรูปแบบการเขียนให้สามารถเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ของชุดคำสั่งเป็นหลัก ซึ่งผู้ใช้งานจะเห็นภาพรวมเป็นลักษณะแผนภาพ(Diagram) ของคำสั่งทั้งหมดแทนที่จะเห็นเป็นคำสั่งหลายบรรทัด ซึ่งในทางสถาปัตยกรรม การออกแบบเชิงปฏิสัมพันธ์ (Parametric Design) เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือที่สถาปนิกเริ่มหันมาสนใจในปัจจุบันทั้งช่วยในการคำนวณ หรือสร้างรูปแบบทางสถาปัตยกรรมจากตัวแปรต่างอาทิเช่น Grasshopper ซึ่งเป็นโปรแกรมเสริมของโปรแกรม Rhinoceros ที่มีความสามารถหลายด้านเพื่อช่วยในการออกแบบสถาปัตยกรรม ซึ่งในส่วนของโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศ จะมี Dynamo ซึ่งเป็นโปรแกรมเสริมใน Autodesk Revit ที่เป็น Visual Programming สามารถเรียกชุดคำสั่งพื้นฐานมาจัดการกับข้อมูลในแบบจำลอง หรือผู้ใช้สามารถเขียนคำสั่งขึ้นเองได้ผ่านการเขียน Python ซึ่งเป็นภาษา C++ ได้อีกด้วยนอกจากนี้

Ref. code: 25595816030331VSQ

ผู้ใช้สามารถค้นหาคำสั่งเสริม (Package) ซึ่งมีผู้อื่นสร้างไว้ได้ ทำให้มีทางเลือกในการพัฒนาที่หลากหลาย



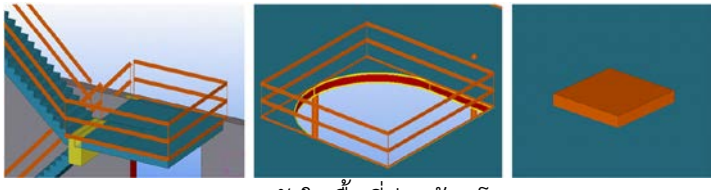
ภาพที่ 2.6 แสดงรูปแบบที่แตกต่างระหว่า Integrated Development Environment (ซ้าย) และ Visual Programming Language (ขวา) จาก The 21st-Century Skill Set for Architects โดย Alice Liao (2558)

2.3 วิเคราะห์โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 โปรแกรมเสริมใน BIM

ในปัจจุบันโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ยังไม่มีงานวิจัยใดที่ทำโปรแกรมเสริมในการตรวจสอบข้อกฎหมาย งานวิจัยนี้จึงศึกษาโปรแกรมเสริมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัย

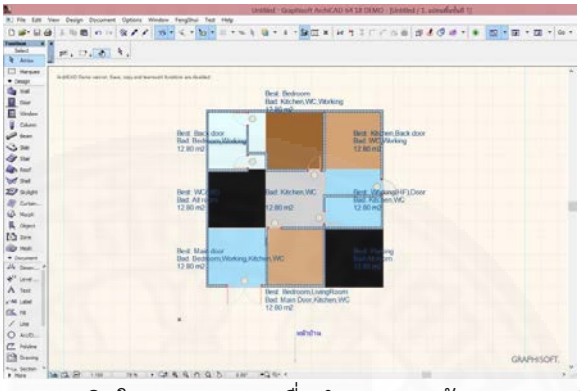
Sijie Zhang, Jochen Teizer, Jin-Kook Lee, Charles M. Eastman และ Manu Venugopal (2013) ได้เขียนโปรแกรมช่วยตรวจสอบอาคารจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยเป็นระบบค้นหาส่วนที่อันตรายของอาคารเช่น ช่องว่างที่พื้น บันได หรือช่องเปิด ต่าง ๆ ในอาคารที่อยู่ในช่วงก่อสร้าง ที่ยังไม่ได้ถูกติดตั้งระบบป้องกัน เช่น แผ่นปิด ราวกันตก หรือ แผงกั้น โดยสามารถคำนวณจำนวนของอุปกรณ์ป้องกันตาม กำหนดการก่อสร้าง (Schedule) ซึ่งทั้งหมดโปรแกรมจะเป็นตัวคำนวณให้อัตโนมัติโดยจากแบบจำลองสารสนเทศ



ภาพที่ 2.7 แสดงระบบความปลอดภัยในพื้นที่ก่อสร้าง โดย Sijie Zhang, Jochen Teizer, Jin-Kook Lee, Charles M. Eastman และ Manu Venugopal จาก BIM and Safety Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules, 2556

Ref. code: 25595816030331VSQ

ธนภัทร เอกติชัยวรกุล (2558) ได้เขียนโปรแกรมเสริมของโปรแกรม ArchiCAD เพื่อคำนวนฮวงจุ้ยในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ด้วยการออกแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งโปรแกรมจะช่วยคำนวณอาคารตามหลักฮวงจุ้ย ตั้งแต่ช่วงเริ่มออกแบบหรือพัฒนาแบบ โดยสถาปนิกที่ไม่มีความรู้เรื่องวงจุ้ยสามารถออกแบบสถาปัตยกรรมให้สอดคล้องกับหลักฮวงจุ้ยได้

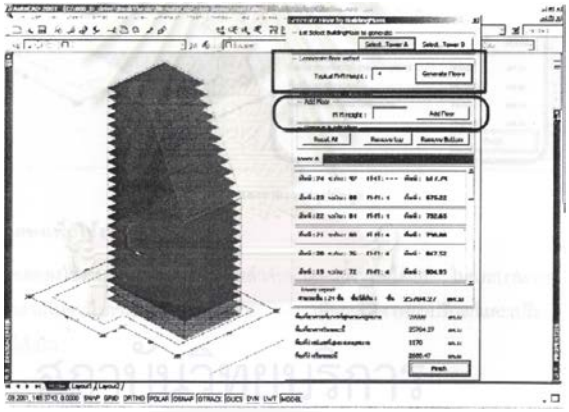


ภาพที่ 2.8 แสดงโปรแกรมเสริมใน ArchiCAD เพื่อคำนวณฮวงจุ้ย จาก การพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยออกแบบสถาปัตยกรรมตามหลักฮวงจุ้ย โดย ธนภัทร เอกติชัยวรกุล, 2558

2.3.2 โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับกฎหมายอาคาร

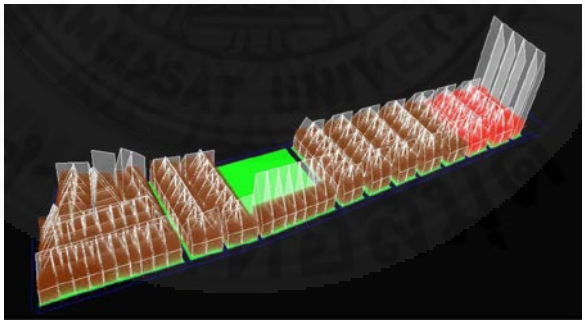
วสันต์ เอี่ยมสุภาษิต (2549) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยออกแบบรูปทรง 3 มิติของอาคารสูง ภายใต้ระยะถอยร่น โดยเป็นโปรแกรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรมการเขียนแบบอย่าง AutoCAD เพื่อที่จะหารูปแบบที่เป็นไปได้ทางสถาปัตยกรรม ภายใต้กฎหมายที่เกี่ยวกับระยะถอยร่น และแสดงรูปแบบอาคาร พร้อมกับแสดงข้อมูลพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารเพื่อประกอบการตัดสินใจ

Ref. code: 25595816030331VSQ



ภาพที่ 2.9 แสดงรูปแบบการแสดงผลรูปแบบอาคารพร้อมกับข้อมูลพื้นที่ใช้สอยอาคาร จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยออกแบบรูปทรง 3 มิติของอาคารสูง ภายใต้ระยะถอยร่น โดย วสันต์ เอี่ยมสุภาษิต, 2549

กิตติศักดิ์ อาภรณ์วิชานพ (2550) ได้พัฒนาโปรแกรมช่วยคำนวณความเป็นไปได้ทางสถาปัตยกรรม เพื่อช่วยในโครงการอสังหาริมทรัพย์ การวางผังเมือง โดยเชื่อมโยงข้อมูลทางกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และแสดงเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้ในการออกแบบสถาปัตยกรรม รวมถึงรูปแบบของอาคารที่จะเกิดขึ้น และใช้ประโยชน์จากที่ดินให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งได้ออกแบบโปรแกรมให้รองรับการเพิ่มข้อกฎหมายอื่น ๆ ได้ในอนาคต และสามารถเปลี่ยนแปลงตัวแปลงตัวแปรทางกฎหมายเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในทางกฎหมาย

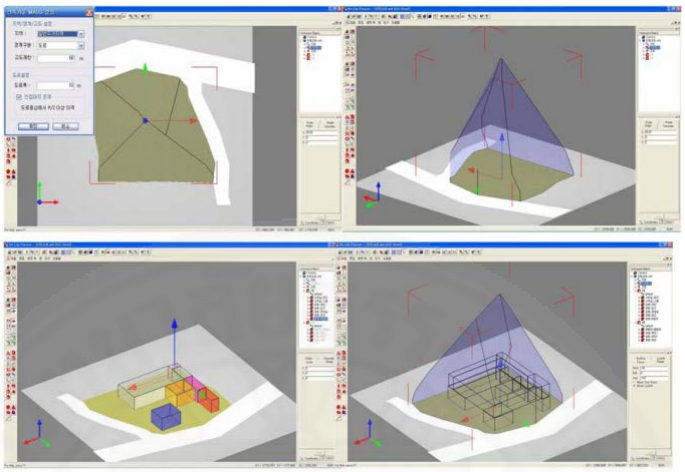


ภาพที่ 2.10 โปรแกรมช่วยคำนวณความเป็นไปได้ทางสถาปัตยกรรมโดยใช้กฎหมายอาคารจาก ซอฟต์แวร์ช่วยวิเคราะห์ความเป็นไปทางสถาปัตยกรรมโครงการโดยใช้กฎหมายอาคารและสารสนเทศเชิงทอพอโลยี โดย กิตติศักดิ์ อาภรณ์วิชานพ, 2550

Nam-Hyuk Ham, Kyung-Min Min, Ju-Hyung Kim, Yoon-Sun Lee, Jae-Jun Kim. (2008) ได้พัฒนาโปรแกรมที่ช่วยวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ที่กำลังจะทำการก่อสร้าง เพื่อหาความเป็นไปได้ในการออกแบบสถาปัตยกรรม และ ในทางธุรกิจ โดยโปรแกรมจะนำข้อมูลที่เกี่ยวกับข้อกำหนดต่างในการสร้างอาคารมาเป็นตัวคำนวณเพื่อหาความเป็นไปได้โดยโปรแกรมสามารถ

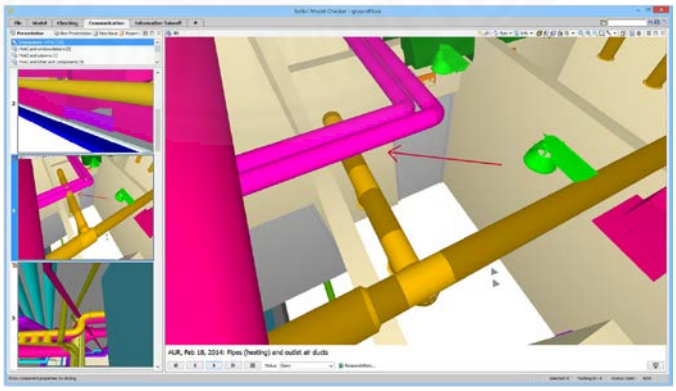
Ref. code: 25595816030331VSQ

นำเข้า/ส่งออกข้อมูล(Import/Export) เป็นไฟล์ IFC ซึ่งเป็นไฟล์พื้นฐานของระบบแบบจำลองสารสนเทศ



ภาพที่ 2.11 โปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศเพื่อเตรียมการออกแบบ (Pre-Design) ในกระบวนการก่อสร้าง โดย Nam-Hyuk Ham, Kyung-Min Min, Ju-Hyung Kim, Yoon-Sun Lee, Jae-Jun Kim, 2008

Solibri Model Checker เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศโดยสามารถตรวจสอบจากไฟล์กลางหรือ IFC โดยโปรแกรมสามารถทำการตรวจสอบแบบจำลอง โดยการค้นหาส่วนที่ขาดหายไปในโมเดล หรือการหาสิ่งผิดพลาดในโมเดล (Clash Detection) ที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดข้อกำหนดเองได้



ภาพที่ 2.12 โปรแกรมตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศ Solibri สืบค้นจาก https://www.solibri.com/

Ref. code: 25595816030331VSQ

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 ประเภทของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทศึกษางานวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศอาคารกับกฎหมายอาคารบางส่วนที่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ได้ เพื่ออำนวยความสะดวกสำหนับสถาปนิกและผู้ตรวจสอบอาคาร และสามารถการแก้ไขตัวแปรที่สำคัญทางกฎหมายเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงทางกฎหมายในอนาคต รวมถึงเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของเจ้าของโครงการ ในกรณีที่มีความต้องการสร้างมาตรฐานสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด

3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยถูกแบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลักดังนี้

(1) การศึกษาตัวแปรทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

(2) การศึกษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศ

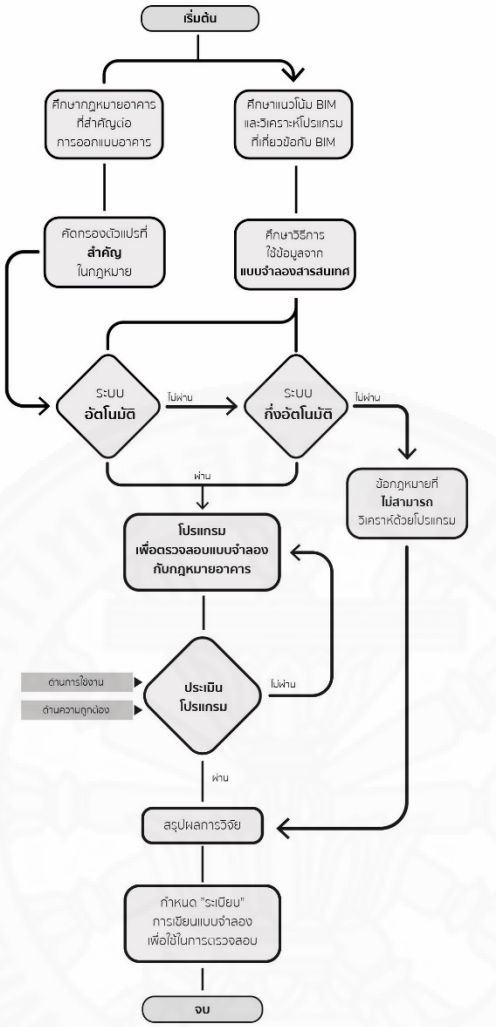
(3) การศึกษาวิธีใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศ

(4) การพัฒนารูปแบบโปรแกรมในการตรวจสอบด้วยกฎหมายอาคาร

(5) ประเมินโปรแกรมด้านการใช้งานโดยสถาปนิกและความถูกต้องของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ

(6) สรุปผลการวิจัยและจัดทำระเรียบการใช้งานโปรแกรมเสริม

Ref. code: 25595816030331VSQ



ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการวิจัย

3.3 การศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคาร

ศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคาร โดยเป็นอาคารประเภทอยู่อาศัย และเป็นอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งอยู่ในกระบวนเตรียมแบบก่อสร้างพร้อมที่จะขออนุญาตก่อสร้าง การตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น กฎหมายด้านขนาด พื้นที่ ความสูงเป็นต้น ทั้งนี้ไม่รวมถึงกฎหมายบางส่วนเช่น กฎหมายระยะร่น หรือ กฎหมายที่ดิน เนื่องจากเป็นส่วนที่จำเป็นต้องกำหนดลักษณะอาคารตั้งช่วงเริ่มต้นออกแบบแล้ว หรือ บางข้อกฎหมายที่จำเป็นต้องผ่านการตีความด้วยมนุษย์ที่คอมพิวเตอร์ไม่

Ref. code: 25595816030331VSQ

สามารถตีความแทนได้ โดยกฎหมายที่จะพิจารณาอยู่ในกลุ่มของกฎหมายควบคุมอาคารซึ่งเป็นกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบที่สำคัญ

จากการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องจึงสรุปได้ว่ากฎหมายที่จะพิจารณามีดังนี้

(1) กฎกระทรวงฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2517) - ประเภทของอาคารที่ต้องมีที่จอดรถ
(2) กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ. 2535) - อาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษ
(3) กฎกระทรงฉบับที่ 41 (พ.ศ. 2537) - ที่จอดรถ, อาคารจอดรถ
(4) กฎกระทรงฉบับที่ 41 (พ.ศ. 2537) - ลักษณะอาคาร ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ที่ว่างภายนอก แนวอาคารและระยะต่าง ๆ ของอาคาร

ซึ่งข้อกฎหมายตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์คำนวณให้โดยอัตโนมัติทั้งหมดเนื่องจากระบบคอมพิวเตอร์ไม่สามารถเข้าใจรูปแบบของแบบจำลองในทุกรูปแบบการแบ่งข้อกฎหมายจึงถูกแบ่งออกมาเป็นสามรูปแบบคือ แบบอัตโนมัติ แบบกึ่งอัตโนมัติ และข้อกฎหมายที่ยังไม่สามารถตรวจสอบได้ในปัจจุบันโดยในส่วนนี้จะมีการทดลองศึกษาโดยการหาวิธีการเข้าถึงข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลองสารสนเทศและนำมาเปรียบเทียบตามข้อกฎหมายถ้าคอมพิวเตอร์สามารถตรวจสอบได้จะเป็นกลุ่มข้อกฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้อัตโนมัติ แต่ในกรณีที่คอมพิวเตอร์ไม่สามารถคำนวณได้หรือไม่สามารถเข้าถึงในแบบจำลองได้ จึงจำเป็นที่จะต้องให้ผู้ใช้งานเป็นคนป้อนข้อมูลบางส่วนเพื่อสนับสนุนให้โปรแกรมสามารถตรวจสอบได้ในส่วนนี้เป็นกลุ่มข้อกฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้กึ่งอัตโนมัติ ส่วนข้อกฎหมายที่โปรแกรมไม่สามารถวิเคราะห์ได้โดยอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์ ในกรณีที่เป็นข้อกฎหมายที่จำเป็นต้องใช้การตีความจากผู้เชี่ยวชาญหรือข้อกฎหมายที่คอมพิวเตอร์พิจารณาได้ยากมีโอกาสผิดพลาดสูงในส่วนนี้จะเป็นกลุ่มข้อกฎหมายที่ไม่สามารถตรวจสอบได้โดยจะสรุปในขั้นตอนของการสรุปผลการวิจัย

Ref. code: 25595816030331VSQ

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวแปรทางกฎหมายที่สามารถนำมาใช้ในโปรแกรมเสริมเพื่อตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศ

ข้อกฎหมาย	ค่ามาตรฐาน	หน่วย
จำนวนที่จอดรถสำหรับอาคาร	ตามขนาดอาคาร	คัน
อาคารสูงต้องมีบันไดหนีไฟจากชั้นสูงหรือดาดฟ้าสู่พื้นดินอย่างน้อย	2.00	บันได
บันไดหนีไฟต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 60.00 เมตร เมื่อวัดตามแนวทางเดิน	60.00	เมตร
บันได จะต้องมีระยะห่าง จากจุดที่ไกลสุดบนพื้นชั้นนั้นไม่เกิน	40	เมตร
บันไดหนีไฟระยะห่างระหว่างประตูห้องสุดท้ายด้านทางเดินที่เป็นปลายตันไม่เกิน	10	เมตร
ช่องทางดับเพลิงทุกชั้นต้องจัดให้มีห้องว่างที่มีพื้นที่ไม่น้อยกว่า	6.00	ตารางเมตร
แต่ละหน่วยพักอาศัยต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า	20.00	ตารางเมตร
ห้องนอนมีความกว้างด้านแคบที่สุดไม่น้อยกว่า	2.50	เมตร
ห้องนอนมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร	8.00	ตารางเมตร
ช่องทางเดินในอาคารอาศัยรวม ต้องมีความกว้าง	1.50	เมตร
ห้องที่ใช้เป็นที่พักอาศัยต้องระยะดิ่งไม่น้อยกว่า	2.60	เมตร
ระเบียงระยะดิ่งไม่น้อยกว่า	2.20	เมตร
ห้องน้ำ ต้องมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดานไม่น้อยกว่า	2.00	เมตร
บันไดต้องมีอย่างน้อยหนึ่งบันไดที่มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า	80.00	เซนติเมตร
บันไดต้องมีลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า	22.00	เซนติเมตร
บันไดต้องมีลูกตั้งสูงไม่น้อยกว่า	20.00	เซนติเมตร
บันไดหนีไฟต้องมีความลาดชันน้อยกว่า	60.00	องศา
บันไดหนีไฟภายนอกอาคารต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า	60.00	เซนติเมตร
บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า	80.00	เซนติเมตร
ประตูหนีไฟต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า	80.00	เซนติเมตร
ประตูหนีไฟต้องสูงไม่น้อยกว่า	1.90	เมตร
พื้นหน้าบันไดหนีไฟต้องกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันไดและอีกด้านหนึ่งกว้างไม่น้อยกว่า	1.50	เมตร

3.4 การเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนา

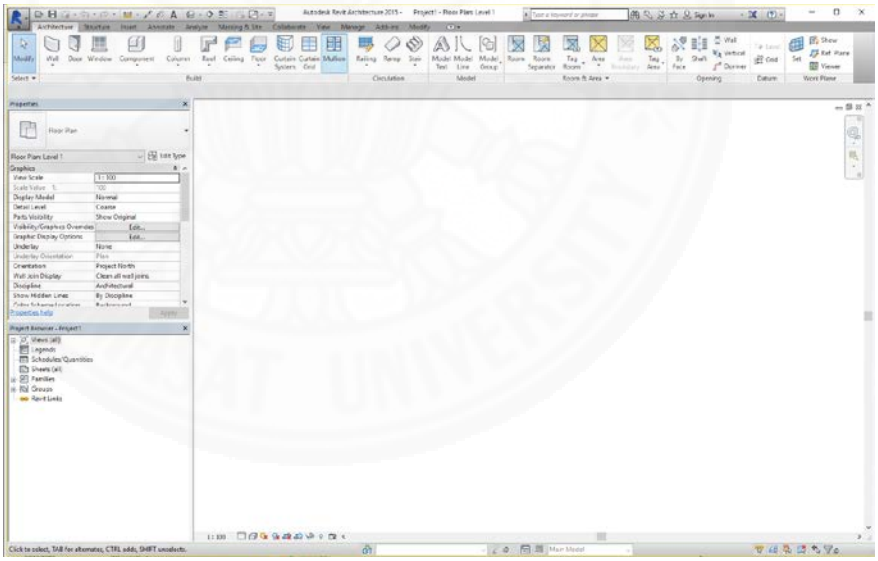
โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศในปัจจุบัน มีโปรแกรมที่ได้รับความนิยมมากที่สุดสองโปรแกรมคือ Autodesk Revit และ ArchiCAD ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มี ฟีเจอร์การทำงานหลักคล้ายคลึงกันแต่ในส่วนของการพัฒนาโปรแกรมเสริมนั้นทั้งสองโปรแกรมนั้นมีรูปแบบที่แตกต่างกันโดยจะพิจารณาจากความเหมาะสมในการพัฒนาโปรแกรมเสริม

Ref. code: 25595816030331VSQ

BIM Tools	Manufacturer	Integrated Development Environment (IDE)	Visual Programming Language (VPL)	Scripting
REVIT	Autodesk	VISUAL BASIC C# / PYTHON C++ (DYNAMO)	DYNAMO	.NET
ArchiCAD	Graphisoft	VISUAL BASIC C#	—	GDL

ภาพที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบช่องทางการพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศ

จะเห็นได้ว่าในการพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศนั้นโปรแกรม Autodesk Revit มีช่องทางในการพัฒนาที่มากกว่าและด้วยความที่ Autodesk มีฐานผู้ใช้งานที่มาก ทำให้สามารถผู้ที่คอยสนับสนุนและการแก้ไขปัญหาที่มากกว่าจึงเลือกที่จะพัฒนาบนแพลตฟอร์ม (Platform) ของ Revit

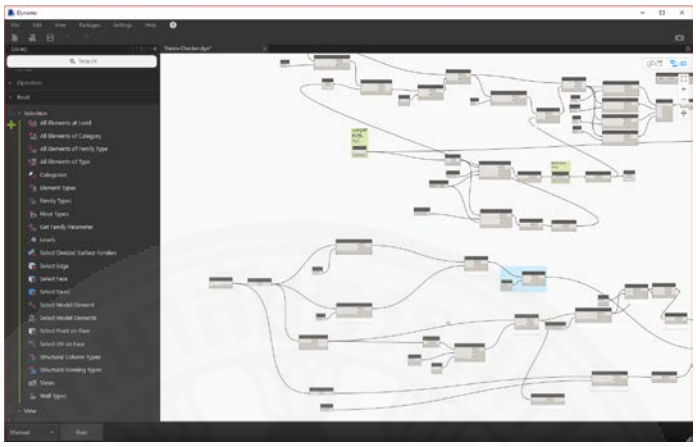


ภาพที่ 3.3 แสดงหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Autodesk Revit

อีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญคือโปรแกรมเสริม Dynamo ที่เป็นลักษณะโอเพนซอร์ซ (Open-Source) ซึ่งเป็นโปรแกรมเสริมใน Revit ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานนำความสามารถหรือคำสั่งต่างที่อยู่ในโปรแกรม ดึงมาใช้งานเพื่อสร้างเป็นฟีเจอร์ (Feature) ใหม่ ๆ ให้กับโปรแกรมและตัว Dynamo มีรูปแบบการเขียนโปรแกรมในลักษณะ Visual Programing Language ซึ่งมีลักษณะที่เข้าใจง่าย มองเห็นภาพได้ง่าย ใช้งานจากการโยงเส้นจากคำสั่งหนึ่งไปอีกคำสั่งหนึ่ง นอกจากนี้

Ref. code: 25595816030331VSQ

Dynamo ยังสามารถเขียนคำสั่งเสริมนอกเหนือจากเครื่องมือทั่วไปโดยใช้ Python Script ซึ่งเป็นภาษา C++ โดยมีการเขียนในรูปแบบ IDE หรือการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดแทรกเข้าไปยังตัวโปรแกรมเสริมทำให้เกิดช่องท่องการพัฒนาที่หลากหลาย



ภาพที่ 3.4 โปรแกรม Dynamo และลักษณะการเขียน Visual Programing Language (VPL)

3.5 การศึกษามาตรฐานในแบบจำลองสารสนเทศ

การใช้งานแบบจำลองสารสนเทศให้มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องมีระเบียบในการทำงาน ซึ่งระเบียบการสร้างแบบจำลองสารสนเทศนั้นจะถูกกำหนดโดย มาตรฐานในแบบจำลองสารสนเทศ (BIM Standard) ซึ่งถูกกำหนดไว้หลายหลายตามการใช้งานของแต่ละประเทศ ซึ่งในแต่ละมาตรฐานจะกำหนดมารฐานในการใช้แบบจำลองสารสนเทศอย่างคลอบคลุมตั้งแต่ ขอบเขตของมาตรฐาน การวางแผนการปฏิบัติงานด้วยแบบจำลองสารสนเทศ บทบาทของบุคลากร ระดับขั้นในการพัฒนา การกำหนดหน่อยของแบบจำลอง การแบ่งองค์ประกอบของแบบจำลอง เป็นต้น

โดยทาง สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐานแบบจำลองสารสนเทศของแต่ละประเทศ โดยในปัจจุบันมาตรฐานแบบจำลองสารสนเทศที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือมาตรฐานของ ประเทศสหราชอาณาจักร ประเทศสหรัฐอเมริกา และ ประเทศสิงคโปร์ และได้ทำการเปรียบเทียบรายละเอียดของแต่ละประเทศพร้อมกับ เปรียบเทียบจุดเด่นจุดด้อย

ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารนั้นจำเป็นที่จะต้องนำมาตรฐานเหล่านี้มาใช้เป็นตัวกำหนดเพื่อให้ผู้ใช้งาน สามารถนำแบบจำลองมาตรวจสอบได้อย่างสะดวก ซึ่งส่วนที่สำคัญในการกำหนดแบบจำลองที่จะนำมา

Ref. code: 25595816030331VSQ

ตรวจสอบคือ ส่วนของ ระดับขั้นในการพัฒนา(Level of Development) หรือนิยมเรียกกันว่า LOD เป็นการกำหนดรายละเอียดของแบบจำลอง ในแต่ละช่วงของการพัฒนาตั้งแต่ การออกแบบ การก่อสร้าง ไปจนถึงการใช้งานอาคาร เพื่อช่วยในการสร้างมาตรฐานให้กับการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศ ซึ่งแต่ละประเทศก็มีการแบ่งลำดับขั้นของ LOD จากการที่ได้ศึกษา มาตรฐานที่ใช้กันในปัจจุบันของไทยยังไม่ชัดเจนแต่ส่วนใหญ่จะแบ่งลำดับตามช่วงของกระบวนการก่อสร้าง ซึ่งคล้ายกับประเทศสิงคโปร์ ที่นิยมเรียกกับตามช่วงกระบวนการดำเนินการ เช่น Conceptual Design หรือ Design Development เป็นต้น

ตารางที่ 3.2

แสดงการเปรียบเทียบ LOD แต่ละประเทศ โดย เว็ปไซต์ bdonline สืบค้นจาก *http://www.bdonline.co.uk/cpd-23-2016-bim-levels-of-detail/5085469.article*

UK LOD	US LOD	SINGAPORE LOD	Description	Content
1	-	-	Brief	Block model with performance requirements, site constraints
2	LOD 100	Conceptual	Concept	Concept or massing model including basic areas and volumes, orientation and cost. In the RIBA Plan of Work, this is equivalent to stage 2
3	LOD 200	Preliminary Design	Developed design	Generalised systems with approximate quantities, size, shape, location and orientation. Equivalent to RIBA stage 3
4	LOD 300	Detailed Design	Production	Technical design model, equivalent to RIBA stage 4. Accurate and coordinated modelled elements that can be used to estimate costs and check regulatory compliance.
5	LOD 400	Construction	Installation	Model suitable for fabrication and assembly, with accurate requirements and specific components
6	LOD 500	As-Built	As constructed	Details of how the project has been constructed, for use in operations and maintenance
7	-	-	In use	Asset information model for operations, maintenance and ongoing monitoring

3.6 การศึกษาวิธีใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศ

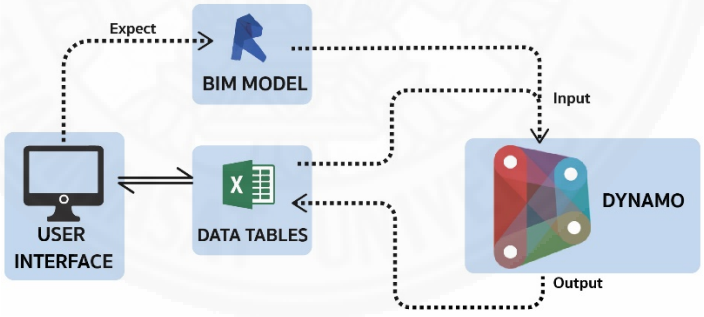
เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานโปรแกรมเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงจำเป็นจะต้องศึกษาวิธีการใช้งานของโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร การที่จะให้โปรแกรมเสริมสามารถนำข้อมูลที่อยู่ในแบบจำลองมาใช้งานได้ ส่วนที่สำคัญคือการกำหนดมาตรฐานสำหรับการใช้งานด้วย

Ref. code: 25595816030331VSQ

โปรแกรมเสริม ซึ่งมาตรฐานในปัจจุบันมีอยู่มากมาย แต่สำหรับประเทศไทย ยังไม่มีมาตฐานออกมาชัดเจน ในปัจจุบันยังถูกกำหนดให้เป็นแนวทางการใช้งานอยู่ ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษา มารฐานที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อที่จะนำมาตรฐานเหล่านี้ไปตัวอ้างอิงในการเขียนโปรแกรม และเป็นการกำหนดให้ผู้ใช้งานโปรแกรมเสริมเลือกใช้มาตรฐานได้อย่างถูกต้อง โดยโปรแกรมเสริมต้องการตรวจสอบแบบจำลองที่อยู่ในช่วงตั้งแต่การพัฒนาแบบ กล่าวคือแบบจำลองมีการกำหนดรายละเอียดภายนอกอาคารที่ชัดเจนแล้ว มีองค์ประกอบสำคัญภายในอาคารเช่น การแบ่งชั้นของอาคาร การแบ่งส่วนของผนังภายใน วางตำแหน่งของบันได รวมทั้ง การกำหนดห้อง กำหนดพื้นที่ ซึ่งเป็นขั้นตอนมาตรฐานในการเขียนแบบจำลองในโปรแกรม Autodesk Revit

ทั้งนี้จากการศึกษามาตรฐานแบบจำลองสารสนเทศ รายละเอียดของแบบจำลองที่ต้องการนั้นจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ LOD 200 ขึ้นไป ตามมาตรฐานแบบจำลองสารสนเทศของ AIA โดยตัวแบบจำลองจะมีการใส่องค์ประกอบของแบบจำลอง (Model Element) โดยเป็น Generic System กล่าวคือ วัตถุหรือการประกอบจะมีปริมาณ ขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และทิศทางแบบประมาณ ส่วนข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิกอาจถูกผูกติดไว้กับ Model Element

3.7 การพัฒนารูปแบบโปรแกรมตรวจสอบ

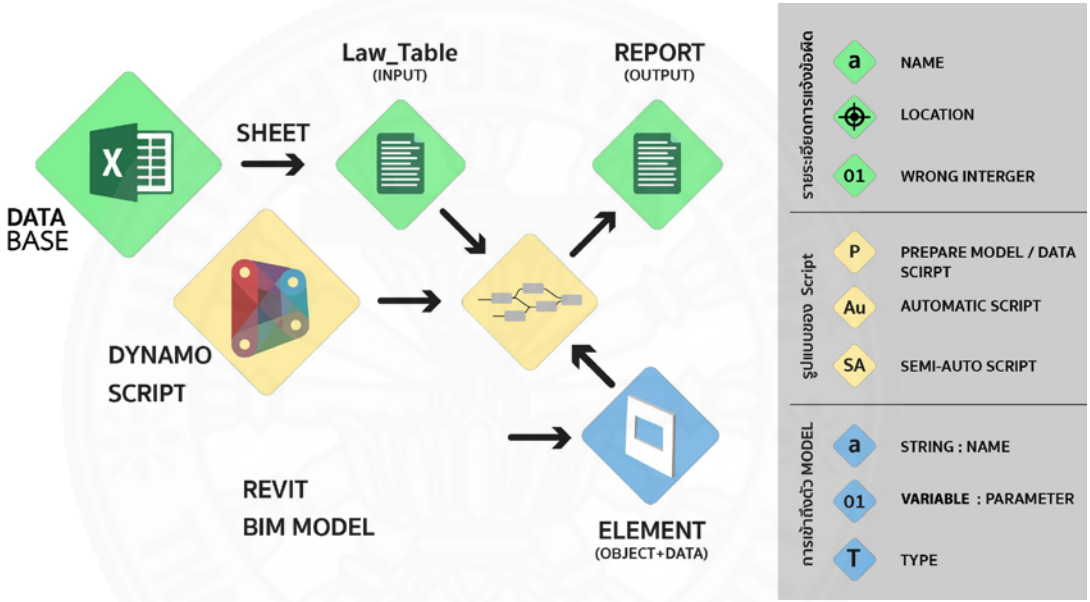


ภาพที่ 3.5 แผนภาพแสดงหลักการทำงานของโปรแกรม

ตัวโปรแกรมหนึ่งจะเป็นชุดคำสั่งหรือสคริปต์ (Script) ใน Dynamo ซึ่งเป็นโปรแกรมเสริมของ Revit โดยจะมีกำนำเข้าข้อมูล (Input) สองส่วนคือ ตัวแบบจำลองสารสนเทศ (BIM Model) และอีกส่วนหนึ่งคือข้อมูลตัวแปรที่สำคัญทางกฎหมายและรายละเอียดเฉพาะของแบบจำลอง ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จำถูกจัดเก็บเป็นข้อมูลตาราง (Data Tables) โดยมีรูปแบบ (Format) ที่ถูกกำหนดไว้แล้ว ซึ่งในส่วนของผู้ใช้งานจะมีหน้าต่างการใช้งาน (User Interface; UI) ให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นตัวแปรที่อยู่ภายตารางพร้อมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรทางกฎหมายได้ในกรณีเจ้าของโครงการที่มีความต้องการมากกว่าที่กฎหมายกำหนดพร้อมทั้งมีส่วนของการแสดงผลการ

Ref. code: 25595816030331VSQ

ตรวจสอบโดยวัตถุ (Object) ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ตามกฎหมายหรือตัวแปรที่ตั้งไว้จะถูกแสดงผลในหน้าต่างการใช้งาน (UI) นี้เช่นกันโดยจะแสดงเป็นรายละเอียดของวัตถุนั้น เช่น Object ID ตำแหน่งที่ตั้ง หรือค่าของตัวแปรที่ผิดกฎหมาย เป็นต้น ซึ่งจะออกแบบให้ผู้ใช้ ใช้งานผ่านตารางที่รวมข้อมูลที่ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนค่าตัวแปลได้ และ แสดงผลการตรวจสอบในชุดตารางเดียวกัน เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ผู้ใช้งานส่วนใหญ่สามารถเข้าใจได้ง่าย



ภาพที่ 3.6 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของโปรแกรม

3.7.1 องค์ประกอบหลักของโปรแกรม

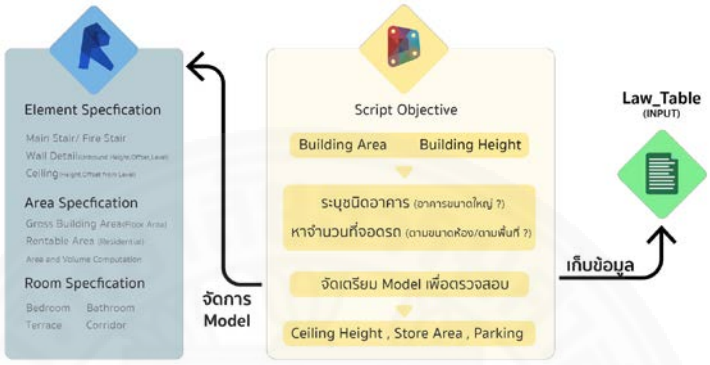
การจำแนกองค์ประกอบหลักของโปรแกรม สามารถจำแนกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

3.7.1.1 ส่วนของโปรแกรม Microsoft Excel มี กฎหมายเป็นตัว Input และส่วนของการรางงานผลหรือ Report เป็น Output โดย Output จะบอกรายละเอียดที่ได้จากการคำนวณจากโปรแกรม พร้อมแสดงตำแหน่งหรือค่าของตัวแปรที่ไม่ผ่านข้อกฎหมาย

3.7.1.2 BIM Model จากโปรแกรม Autodesk Revit ซึ่งภายใน Model ประกอบไปด้วยหลาย ๆ element ซึ่งบรรจุ ชื่อ ขนาด parameter หรือ Family type ของแต่ละElement ต่าง ๆ เอาไว้

Ref. code: 25595816030331VSQ

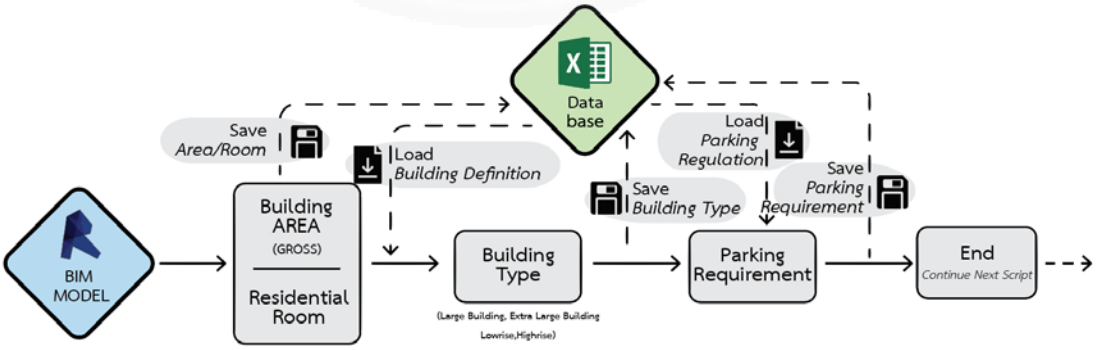
3.7.1.3 สคริปต์คำสั่งของโปรแกรม ซึ่งสคริปต์ที่เขียนในโปรแกรม Dynamo มี 3 ส่วนดังนี้



ภาพที่ 3.7 แผนภาพอธิบายสคริปต์การเตรียมแบบจำลอง (Prepare)

(1) สคริปต์การเตรียมแบบจำลอง (Prepare) การเตรียม ไฟล์ Data Table และ BIM Model เช่นการสร้าง parameter ที่ไม่มีในตัวโปรแกรม Revit เช่น ceiling height ซึ่งจำเป็นต่อสคริปต์เพิ่มเพื่อให้สคริปต์ถัดไปสามารถตรวจสอบกฎหมายได้เช่น ระบุชนิดอาคารตัว BIM ต้องมีการระบุ element area หรือ room ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเขียนแบบด้วยโปรแกรม Autodesk Revit ซึ่งรูปแบบสคริปต์ที่ใช้ในการเตรียมแบบจำลองมีดังนี้

(1.1) การหาขนาดอาคาร จากการหาพื้นที่ในอาคาร เพื่อคำนวณที่จอดรถ

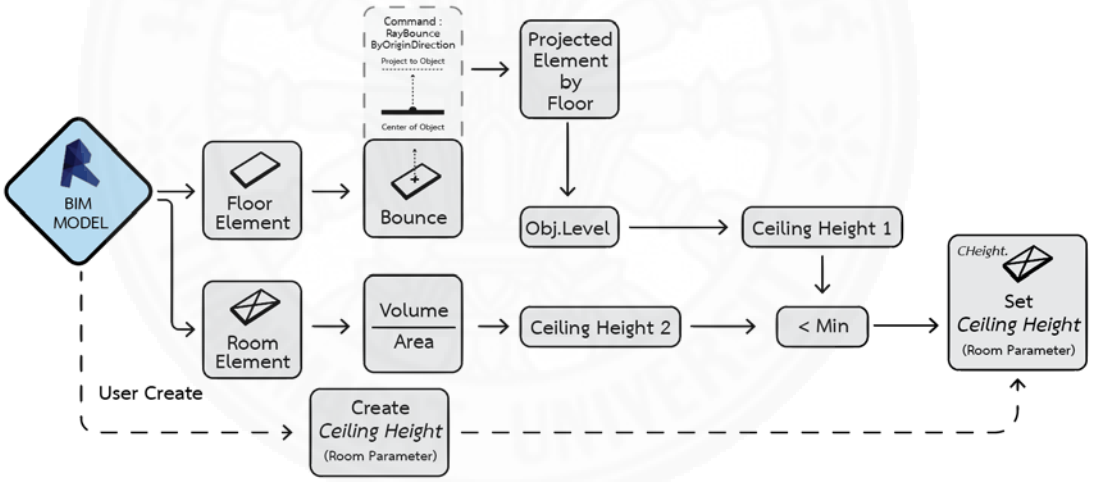


ภาพที่ 3.8 แผนภาพอธิบายสคริปต์การหาพื้นที่อาคาร

Ref. code: 25595816030331VSQ

จากภาพที่ 3.8 เป็นการดึงข้อมูลจากโมเดล โดยเริ่มจาก การนำข้อมูลพื้นที่ของพื้นโดยรอบทั้งหมดในอาคาร (gross area) และ จำนวนห้องขายจากการแบ่ง (rentable area) พร้อมบันทึกไปยัง Excel จากนั้น ทำการโหลดข้อมูลการระบุชนิดของอาคารจากขนาดพื้นที่ เพื่อหาว่าเป็นอาคารชนิดใด เช่น อาคารขนาดใหญ่ อาคารขนาดใหญ่พิเศษ และหาความสูงของอาคาร เพื่อระบุว่าเป็นอาคารที่อยู่อาศัยแนวราบหรืออาคารสูง หลังจากที่จะบุชนิดอาคาร จะทำการเก็บข้อมูลกลับไปที่ Excel และทำการโหลดจำนวนที่จอดรถตามที่กฎหมายกำหนด (ทั้งจากขนาดอาคาร และ จำนวนห้อง) เพื่อหาจำนวนที่จอดรถที่จำเป็นต้องมีในอาคารและทำการดำเนินการคำสั่งถัดไป

(1.2) การสร้าง parameter ที่ไม่มีปรากฏในโปรแกรม Autodesk Revit จากข้อกฎหมายหลายข้อที่ปรากฏจำเป็นต้องใช้ข้อมูลอย่างความสูงของฝ้าหลังคา ซึ่งในโปรแกรมไม่ได้สร้าง Parameter ไว้เพื่อรอรับ จึงจำเป็นต้องสร้างมาเพิ่มเติม

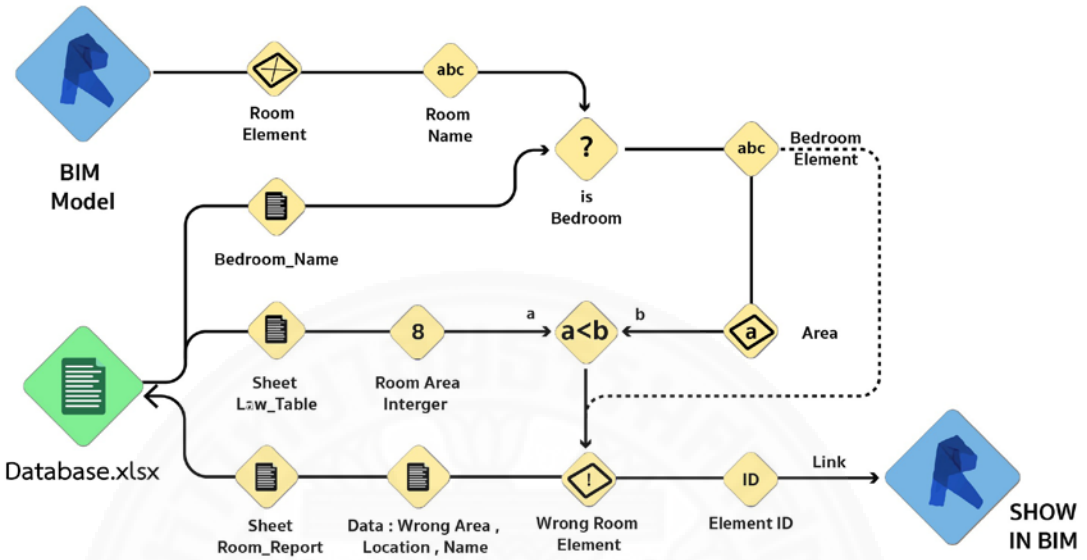


ภาพที่ 3.9 แผนภาพอธิบายสคริปต์การเตรียม Parameter เสริม (ceiling height)

โดยสคริปต์ในส่วนนี้เป็นการนำข้อมูลจากโมเดล เริ่มจากการ พื้นโดยใช้คำสั่ง RayBounce.ByOriginDirection ซึ่งเป็นการดึงข้อมูลจุดศูนย์กลางของพื้นผิวของพื้นและหาจุดที่อยู่ตรงกันข้ามตามแกนที่กำหนด โดยกำหนดให้หาวัตถุที่อยู่บนพื้น ซึ่งถ้าพบวัตถุที่เป็นฝ้าเพดาน จะทำการดึงข้อมูลความสูงฝ้าเพดาน (ceiling height) แต่ในกรณีที่เป็นพื้นจะคำนวณจากการนำข้อมูลที่อยู่ในห้อง (room element) โดยการนำปริมาตร (volume) มาหารกับ ขนาดพื้นที่ (area) เพื่อนำมาใช้เป็นความสูงของฝ้าเพดานซึ่งในกรณีที่มีฝ้าเพดานค่าทั้งสองจะเท่ากัน หากไม่เท่ากันจะนำค่าที่

Ref. code: 25595816030331VSQ

น้อยกว่า จากนั้นนำไปตั้งค่าใน parameter ceiling height ที่ผู้ใช้งานต้องสร้างเพิ่มใน room element เพิ่มเติมเพื่อทำการเก็บค่าไปคำนวณในสคริปต์ถัดไป

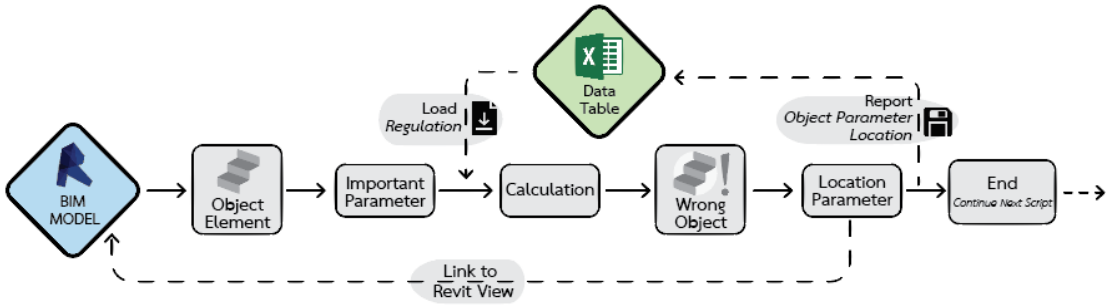


ภาพที่ 3.10 แผนภาพอธิบายสคริปต์การคำนวณอัตโนมัติ (Automatic Script)

(2) สคริปต์การคำนวณอัตโนมัติ (Automatic Script) Dynamo มีหน้าที่เพื่อต้องการช่วยลดระยะเวลาผู้ใช้งานในการตรวจสอบแบบจำลองโดยโปรแกรมสามารถตรวจสอบแบบจำลองและแสงดผลได้ทันที โดยจะดึง element หรือ ส่วนของอาคารที่ต้องการตรวจสอบเข้ามา และถอดข้อมูลที่ต้องการตรวจสอบออกมา โดยการดึงข้อมูลทั้งหมดตามหมวดหมู่ที่จะตรวจสอบโดยจากตัวอย่าง (ภาพที่ 3.8) มีการระบุห้องใน Database ซึ่งอยู่ในโปรแกรม Excel สคริปต์จะทำการดึกรายชื่อ (list) ของห้องที่ผู้ใช้ได้ระบุไว้เข้ามาเพื่อให้โปรแกรมทราบลักษณะการตั้งชื่อที่มีความแตกต่างกันตามผู้ใช้งาน เมื่อทราบวัตถุ (element) ที่ต้องการตรวจสอบโปรแกรมจะทำการถอดข้อมูลภายในที่ต้องการมาตรวจสอบกับ Database ที่มีการระบุข้อมูลกฎหมายไว้ และทำการเปรียบเทียบเพื่อตรวจสอบว่าตรงตามที่กฎหมายระบุไว้หรือไม่หากตรวจพบว่าไม่ผ่านข้อกฎหมายโปรแกรมจะทำการดึงข้อมูลอื่น ๆ มาประกอบเช่น ตำแหน่ง ขนาด เพื่อให้สามารถระบุวัตถุ (element) นั้น ๆ ได้ และทำการส่งข้อมูลกลับไปยังโปรแกรม Excel (database) เพื่อรวบรวมข้อมูลและทำรายงาน (report) โดยสคริปต์ที่ใช้ในการคำนวณอัตโนมัติมีดังนี้

Ref. code: 25595816030331VSQ

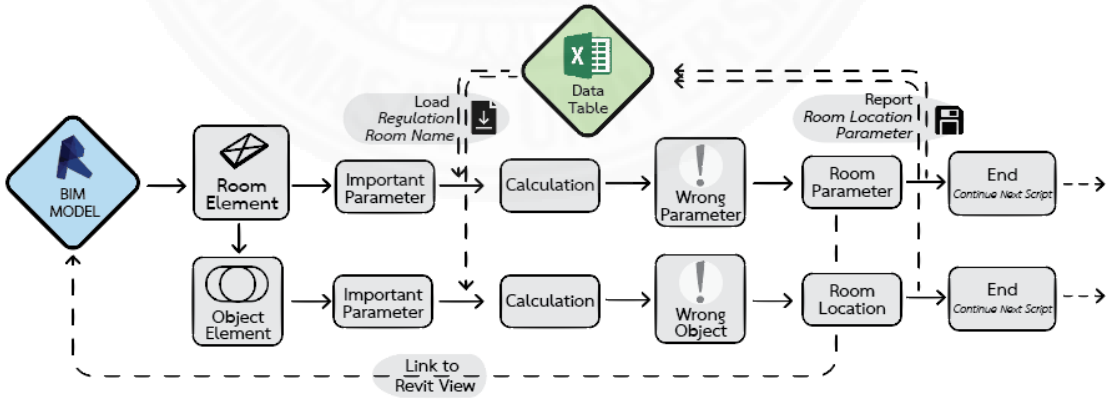
(2.1) สคริปต์การตรวจสอบเพื่อหาวัตถุ (Object) ภายในโมเดลด้วยกฎหมายอาคาร



ภาพที่ 3.11 แผนภาพอธิบายสคริปต์การตรวจสอบเพื่อหาวัตถุ (Object)

จากภาพด้านบนเป็นการดึงข้อมูลวัตถุ (object) ที่อยู่ในโมเดลตามที่ต้องการตรวจสอบจากนั้นทำการถอดข้อมูลในวัตถุ (parameter) และทำการนำข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องมาตรวจสอบ เพื่อหาวัตถุที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ พร้อมทั้งแสดงตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุนั้น ๆ และข้อมูลที่ไม่ผ่านข้อกฎหมายไปยัง Excel นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลกลับไปยังหน้าต่างทำงานของ Revit โดยการ Link View (การแสดงผลกลับไปยังโปรแกรม Revit โดยการหา view ให้อัตโนมัติ)

(2.2) สคริปต์การตรวจสอบข้อมูล (Parameter) ภายในห้อง (Room Element) ภายในโมเดลด้วยกฎหมายอาคาร



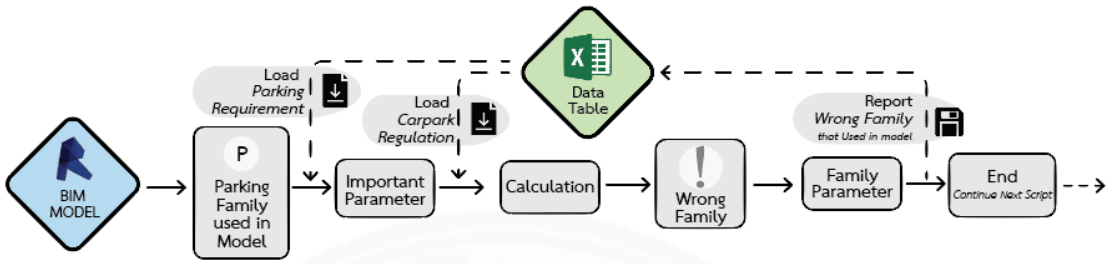
ภาพที่ 3.12 แผนภาพอธิบายสคริปต์การตรวจสอบข้อมูล (parameter) ภายในห้อง (room element) ภายในโมเดลด้วยกฎหมายอาคาร

การตรวจสอบข้อมูลภายในห้องจะคล้ายกับการตรวจสอบวัตถุแต่ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลชื่อห้องที่ใช้ในโมเดล หรือ นอกเหนือจากนี้ เพื่อให้สามารถระบุชื่อห้องได้

Ref. code: 25595816030331VSQ

อย่างชัดเจนเช่น ห้องนอน ห้องน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบวัตถุที่อยู่ในห้องนั้น ๆ ได้เช่นกันและแสดงผลการตรวจสอบไปยัง Excel และ Link View

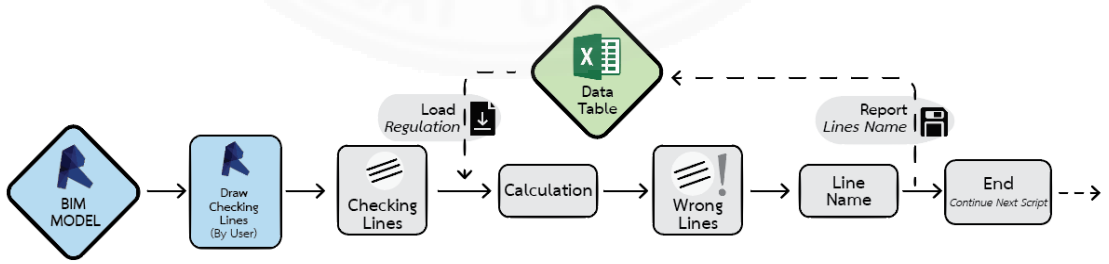
2.3) สคริปต์การตรวจสอบจำนวนที่จอดรถภายในโมเดลด้วยกฎหมายอาคาร



ภาพที่ 3.13 แผนภาพอธิบายสคริปต์การตรวจสอบจำนวนที่จอดรถภายในโมเดลด้วยกฎหมายอาคาร

การคำนวณที่จอดรถจะเป็นการตรวจสอบ family ที่ถูกเรียกใช้ในโมเดลเพื่อตรวจสอบโดยทำการนำข้อมูลใน family มาตรวจสอบหาขนาดที่จอดรถตามกฎหมายอาคารพร้อมทั้งตรวจสอบจำนวนที่จอดรถที่ต้องการในอาคารและแสดงผลการตรวจสอบกลับไปยัง Excel

(3) สคริปต์การคำนวณกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Script) ระบบกึ่งอัตโนมัติ หน้าที่สำคัญคือ ตรวจสอบแบบจำลองต่อจากระบบอัตโนมัติโดยผู้ใช้งานจำเป็นต้องทำการเพิ่มข้อมูลโดยผู้ใช้งานเอง เพื่อให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ และตรวจสอบอาคารจากกฎหมายอาคารต่อได้



ภาพที่ 3.14 แผนภาพอธิบายสคริปต์การคำนวณกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Script)

เมื่อผู้ใช้งานทำการวาดเส้นตรวจสอบ (checking line) ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะทำการวัดขนาดของเส้นเหล่านั้นตามข้อกฎหมายที่กำหนดและแสดงผลกลับไปยัง Excel

Ref. code: 25595816030331VSQ

3.8 การประเมินโปรแกรมเสริมเพื่อตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศ

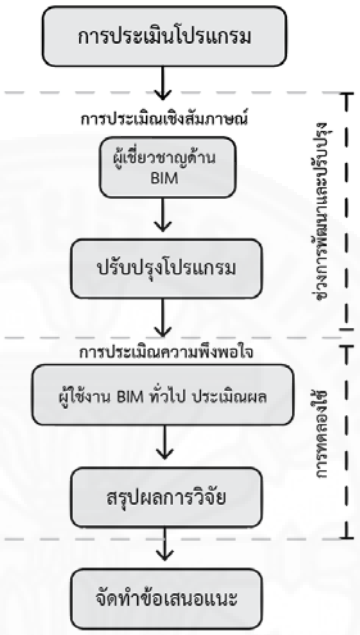
ประเมินการใช้งานโปรแกรมเสริมโดยจะทดสอบกับกลุ่มสถาปนิกทั้งผู้ที่สามารถใช้งานโปรแกรมออกแบบแบบจำลองสารสนเทศ รวมทั้งสิ้น 10 คน โดยแบ่งเป็น 2 ช่วง ในช่วงแรก จะเป็นการประเมินกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองสารสนเทศ 5 คนโดยทำการแสดงการใช้งานโปรแกรมโดยผู้พัฒนาและให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินในด้านของ รูปแบบการสัมภาษณ์ โดยจะประเมินด้านของ รูปแบบการใช้งานโปรแกรม การแสดงผลของข้อมูลที่ผิดกฎหมาย และประโยชน์ของโปรแกรมเสริมที่มีต่อวิชาชีพ ในส่วนของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมายจะเป็นการแสดงวิธีการนำกฎหมายมาใช้งานในโปรแกรมโดยผู้พัฒนาและจะให้ผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมายประเมินความถูกต้องของกฎหมายที่นำมาใช้งานในโปรแกรม(ภาคผนวก ข) หลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินทั้งสองด้านแล้วจะนำโปรแกรมเสริมมาปรับแก้ตามผลการประเมินและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

ในส่วนที่สองจะเป็นการประเมินโดยผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศทั่วไปจำนวน 5 คน หลังจากที่ได้มีการปรับแก้โปรแกรมเสริมหลังจากที่ได้ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญโดยจะให้ผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศชมวีดีโอสาธิตการใช้งานโปรแกรมและเนื่องจากการเตรียมอุปกรณ์ด้านซอฟแวร์ในการทดลองมีข้อจำกัดจึงให้ผู้ประเมินได้ทดลองใช้โปรแกรมแค่เพียงบางส่วนโดยทำการคัดเฉพาะบางสคริปต์คำสั่งในแต่ละระบบซึ่งประกอบไปด้วยระบบการเตรียมแบบจำลอง ระบบอัตโนมัติ และ ระบบกึ่งอัตโนมัติ อย่างละหนึ่งระบบ หลังจากที่ได้ทดลองใช้โปรแกรมและเห็นผลการตรวจสอบของโปรแกรมเสริมในทุกรูปแบบจึงได้ให้ผู้ทดลองทำการประเมินโดยการทำแบบสอบถามตามหัวข้อ (ภาคผนวก ข) รูปแบบการใช้งานโปรแกรม การแสดงผลของข้อมูล และ ประโยชน์ของโปรแกรมเสริมที่มีต่อวิชาชีพ โดยข้อมูลที่เก็บจะแบ่งเป็น 5 ระดับคือ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย และปรับปรุง ซึ่งแต่ระดับจะมีค่า 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย โดยจะมีเกณฑ์การแปลผลคือ

1.00 – 2.99 หมายถึง ผู้ใช้มีความคิดเห็นว่าโปรแกรมเสริมมีประสิทธิภาพในระดับน้อย
3.00 – 3.99 หมายถึง ผู้ใช้มีความคิดเห็นว่าโปรแกรมเสริมมีประสิทธิภาพในระดับที่ดี
4.00 – 4.49 หมายถึง ผู้ใช้มีความคิดเห็นว่าโปรแกรมเสริมมีประสิทธิภาพในระดับที่ดีมาก
4.50 – 5.00 หมายถึง ผู้ใช้มีความคิดเห็นว่าโปรแกรมเสริมมีประสิทธิภาพในระดับดีที่สุด

Ref. code: 25595816030331VSQ

นอกจากนี้จะให้ผู้ประเมินแสดงความคิดเห็น หลังจากที่ได้ข้อมูลจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อประเมินโปรแกรมเสริมว่ามีประสิทธิภาพที่ดีจึงจะสรุปผลได้ว่าโปรแกรมเสริมผ่านการประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน



ภาพที่ 3.15 แผนภาพอธิบายการประเมินโปรแกรม

3.9 สรุปผลการวิจัยและจัดทำระเรียบการใช้งานโปรแกรมเสริม

จัดทำรายการสรุปผลกฎหมายที่ใช้วิเคราะห์ในโปรแกรมเสริม โดยแบ่งเป็นกลุ่มข้อกฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้อัตโนมัติ กลุ่มข้อกฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้กึ่งอัตโนมัติ เพื่อที่จะให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจโปรแกรมตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศจากกฎหมายอาคารและใช้งานได้อย่างถูกต้องพร้อมทั้ง แสดงวิธีการใช้งานโปรแกรมเสริม และข้อมูลที่จำเป็นต้องมีแบบจำลองสารสนเทศเพื่อให้โปรแกรมเสริมสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Ref. code: 25595816030331VSQ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลทางกฎหมายเพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรม เมื่อได้สรุปข้อมูลทางกฎหมายต่าง ๆ มาเป็นข้อกำหนดในการเขียนโปรแกรมแล้ว ผู้วิจัยจึงได้สร้างโปรแกรมเสริมที่ใช้ช่วยในการตรวจสอบกฎหมายในแบบจำลองสารสนเทศอาคารขึ้น และทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของโปรแกรมเสริม

4.1 สรุปกฎหมายที่นำมาใช้ในโปรแกรมเสริม

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคารที่อยู่อาศัยรวม หรืออาคารชุดโดยได้ทำการคัดกรองกฎหมายที่เกี่ยวข้องและมีส่วนสำคัญในช่วงกระบวนการพัฒนาแบบ และแบ่งกลุ่มตามความเป็นไปได้ในการตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กฎหมายที่สามารถตรวจสอบด้วยระบบอัตโนมัติ กฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้กึ่งอัตโนมัติ และ กฎหมายที่ไม่สามารถตรวจสอบได้

4.1.1 กฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้อัตโนมัติ เป็นกฎหมายที่สามารถใช้โปรแกรมเสริมตรวจสอบ พร้อมทั้งแสดงผลการตรวจสอบให้ผู้ใช้งานได้ทันที โดยผู้พัฒนาจะมุ่งเน้นในการพัฒนาโปรแกรมเสริมตรงส่วนนี้เป็นหลักซึ่งกฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้อัตโนมัติมีดังนี้

ตารางที่ 4.1
แสดงตัวแปรทางกฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้อัตโนมัติ

ข้อกฎหมาย	ค่ามาตรฐาน	หน่วย
จำนวนที่จอดรถสำหรับอาคาร	ตามขนาดอาคาร	คัน
แต่ละหน่วยพักอาศัยต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า	20.00	ตารางเมตร
ห้องนอนมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 8 ตารางเมตร	8.00	ตารางเมตร
ห้องที่ใช้เป็นที่พักอาศัยต้องระยะดิ่งไม่น้อยกว่า	2.60	เมตร
ระเบียงระยะดิ่งไม่น้อยกว่า	2.20	เมตร
ห้องน้ำ ต้องมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดานไม่น้อยกว่า	2.00	เมตร
บันไดต้องมีลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า	22.00	เซนติเมตร
บันไดต้องมีลูกตั้งสูงไม่น้อยกว่า	20.00	เซนติเมตร
ประตูหนีไฟต้องมีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า	80.00	เซนติเมตร
ประตูหนีไฟต้องสูงไม่น้อยกว่า	1.90	เมตร
บันไดหนีไฟต้องมีความลาดชันน้อยกว่า	60.00	องศา
บันไดต้องมีอย่างน้อยหนึ่งบันไดที่มีความกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า	80.00	เซนติเมตร

Ref. code: 25595816030331VSQ

4.1.2 กฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้กึ่งอัตโนมัติ ในกลุ่มนี้เป็นกฎหมายที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ทันทีจำเป็นต้องให้ผู้ใช้งานทำการใส่ข้อมูลที่โปรแกรมเสริมต้องการตามแต่ละข้อกฎหมายเพื่อทำให้โปรแกรมเสริมสามารถทำการตรวจสอบได้ ซึ่งในส่วนนี้มุ่งเน้นเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งานยังสามารถตรวจสอบกฎหมายได้ และช่วยเตือนเพื่อให้ตรวจสอบในข้อกฎหมายที่โปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบได้อัตโนมัติ

ตารางที่ 4.2

แสดงตัวแปรทางกฎหมายที่สามารถตรวจสอบได้กึ่งอัตโนมัติ

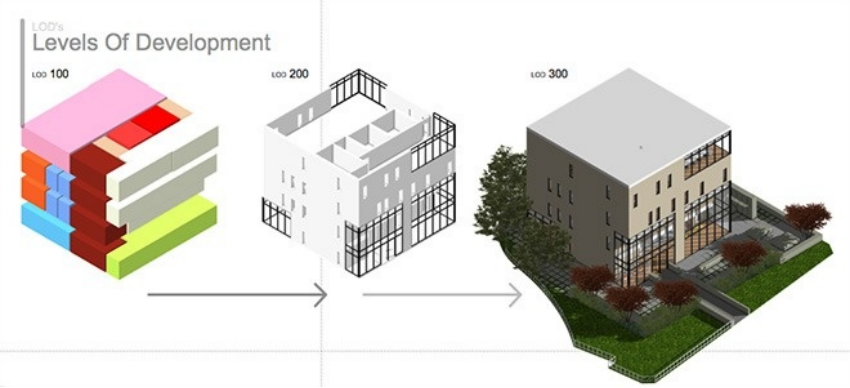
ข้อกฎหมาย	ค่ามาตรฐาน	หน่วย
อาคารสูงต้องมีบันไดหนีไฟจากชั้นสูงหรือดาดฟ้าสู่พื้นดินอย่างน้อย	2.00	บันได
บันไดหนีไฟต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 60.00 เมตร เมื่อวัดตามแนวทางเดิน	60.00	เมตร
ห้องนอนมีความกว้างด้านแคบที่สุดไม่น้อยกว่า	2.50	เมตร
ช่องทางเดินในอาคารอาศัยรวม ต้องมีความกว้าง	1.50	เมตร
บันไดหนีไฟภายในอาคารต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า	80.00	เซนติเมตร
พื้นหน้าบันไดหนีไฟต้องกว้างไม่น้อยกว่าความกว้างของบันไดและอีกด้านหนึ่งกว้างไม่น้อยกว่า	1.50	เมตร
บันไดหนีไฟระยะห่างระหว่างประตูห้องสุดท้ายด้านทางเดินที่เป็นปลายตันไม่เกิน	10	เมตร
บันได จะต้องมีระยะห่าง จากจุดที่ไกลสุดบนพื้นชั้นนั้นไม่เกิน	40	เมตร

4.1.3 กฎหมายที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ เป็นข้อกฎหมายที่ไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยคอมพิวเตอร์เนื่องจาก บางข้อกฎหมายต้องใช้การตีความโดยผู้เชี่ยวชาญ หรือ เป็นข้อกฎหมายที่ไม่อยู่ในขอบเขตการวิจัย

4.2 สรุปแบบจำลองที่นำมาใช้ในโปรแกรมเสริม

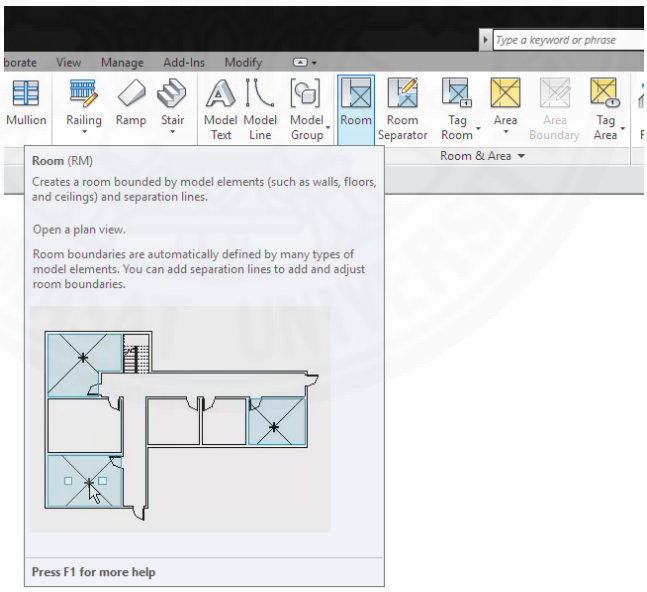
4.2.1 Model Element ตามมาตรฐานแบบจำลองสารสนเทศที่ได้กำหนดไว้ ด้วยแบบจำลองที่ละเอียดในช่วง การพัฒนาแบบ (Development Design) หรือ LOD 200 ซึ่งมีการทำรายละเอียดของโครงสร้างหลักเช่น พื้น ผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน เป็นต้น โดยมีขนาด รูปร่าง ตำแหน่งที่ชัดเจน เพื่อให้โปรแกรมเสริมสามารถนำข้อมูลต่าง ๆ มาทำการตรวจสอบได้

Ref. code: 25595816030331VSQ



ภาพที่ 4.1 ภาพการเปรียบเทียบ LOD แต่ละช่วง สืบค้นจาก *http://www.bdonline .co.uk/cpd-23-2016-bim-levels-of-detail/5085469.article*

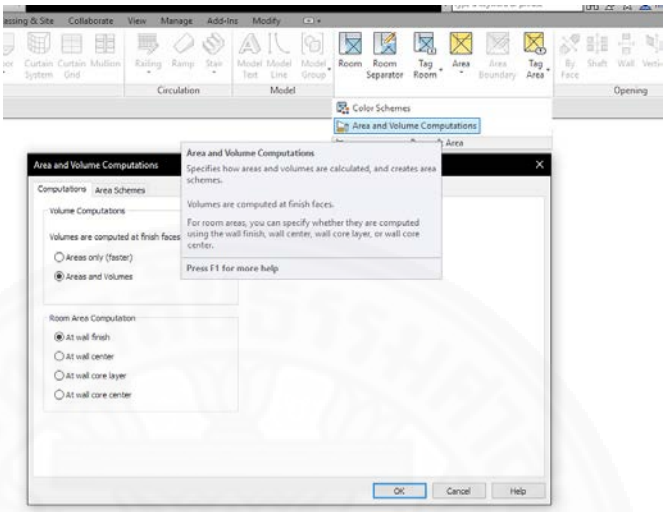
4.2.2 Room เป็นการใส่ขอบเขตห้อง (room bounded) ในแบบจำลองตามขอบเขตของผนังหรือพื้น โดยให้ใส่ชื่อห้อง (room name) ตามการใช้งานของห้องเป็นภาษาอังกฤษ และควรใช้ชื่อที่นิยมใช้ในการออกแบบเช่น ห้องน้ำ ใช้ชื่อว่า WC หรือ toilet เป็นต้น เพื่อให้โปรแกรมเสริมสามารถเข้าถึงข้อมูลห้องได้ง่าย นอกจากนี้ให้ผู้ใช้งานระบุการใช้งานของห้องไว้ใน parameter department เพื่อให้โปรแกรมสามารถทราบถึงรูปแบบการใช้งานของห้อง



ภาพที่ 4.2 ภาพการใส่ขอบเขตห้องในแบบจำลอง

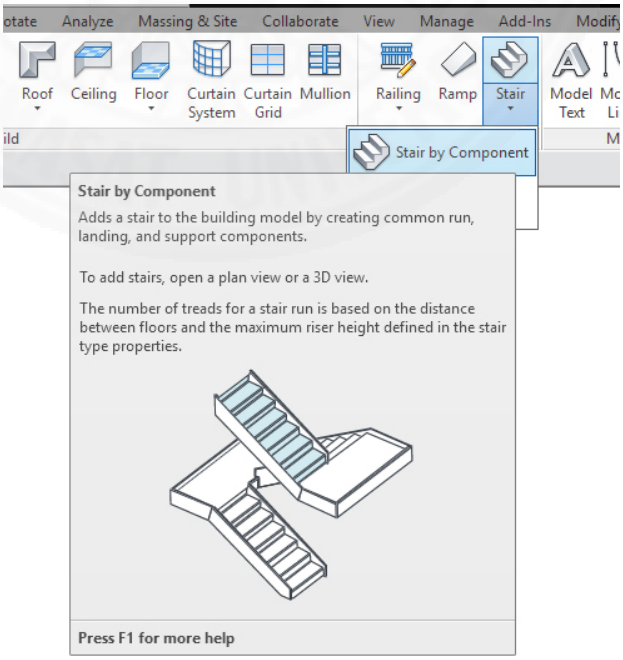
Ref. code: 25595816030331VSQ

4.2.3 Volume ใช้คำสั่ง Area and Volume Computations เพื่อให้โปรแกรม Revit ทำการคำนวณพื้นที่และปริมาตรของห้องให้อัตโนมัติ เพื่อให้โปรแกรมสร้าง volume parameter และทำการเก็บข้อมูลไว้ใน room element



ภาพที่ 4.3 ภาพการใช้คำสั่ง Area and Volume Computations

4.2.4 Stair การใส่บันไดในแบบจำลอง โดยบันไดจำเป็นต้องสร้างจากคำสั่ง Stair by Component เพื่อให้ Parameters ต่าง ๆ ภายในบันไดมีข้อมูลครบถ้วนและสามารถตรวจสอบด้วยโปรแกรมเสริมได้



ภาพที่ 4.4 ภาพการใช้คำสั่ง Stair by Component

Ref. code: 25595816030331VSQ

4.2.5 Component หรือส่วนเสริมในแบบจำลอง โปรแกรมเสริมจำเป็นต้องมีการใส่ Component 2 ชนิดคือ สุขภัณฑ์ (อ่างล้างมือ ส้วม) และ ที่จอดรถ เพื่อให้โปรแกรมเสริมสามารถคำนวณหาสุขภัณฑ์ที่อยู่ภายในห้องและหาจำนวนที่จอดรถ และนำไปตรวจสอบกับกฎหมายได้

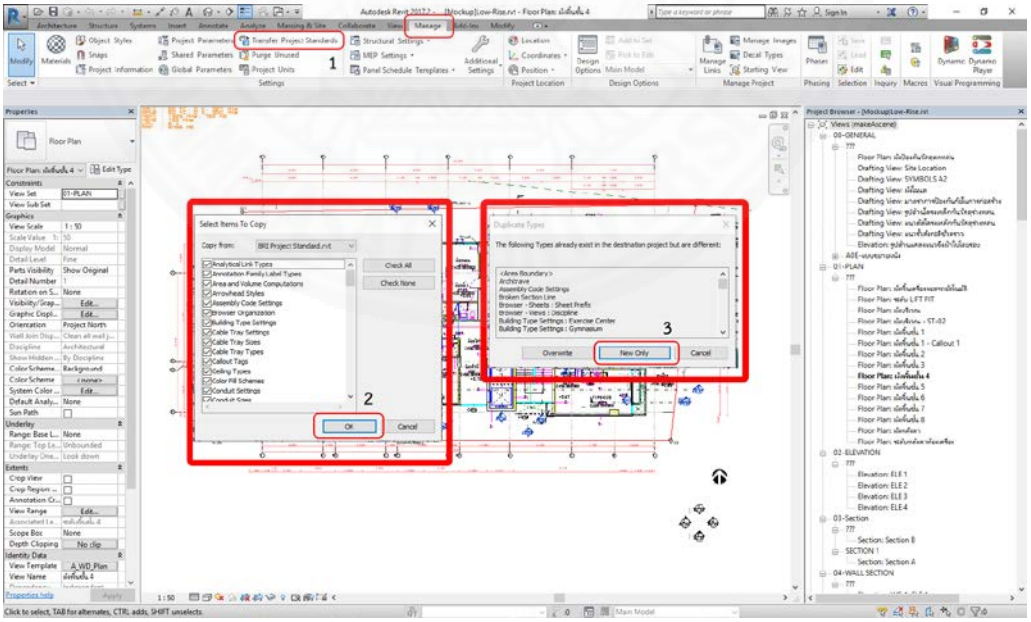
4.3 การทำงานของโปรแกรมเสริม

4.3.1 การเตรียมแบบจำลอง

ก่อนการใช้งานโปรแกรมเสริมจำเป็นที่จะต้องทำการตั้งค่าภายในแบบจำลองตามรูปแบบที่กำหนดไว้เพื่อให้โปรแกรมเสริมสามารถตรวจสอบกับกฎหมายได้โดยวิธีการเตรียมการมีดังต่อไปนี้

(1) Transfer Project Standards

การแทรก Standard จากไฟล์อื่น โดยให้ทำการเปิดไฟล์ BRI Project Standard.rvt เพิ่มขึ้นมาจากนั้นกลับไปหน้า Project ที่ต้องการตรวจสอบ ให้ไปยังแถบ Manage และกดไปที่ Transfer Project Standards เพื่อทำการ import ค่าต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการตรวจสอบซึ่งประกอบไปด้วย parameter และ linestyles เพื่ออำนวยความสะดวกโดยผู้ใช้งานไม่ต้องทำการสร้างด้วยตนเอง และลดโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดจากการสร้าง parameter หรือ linestyle



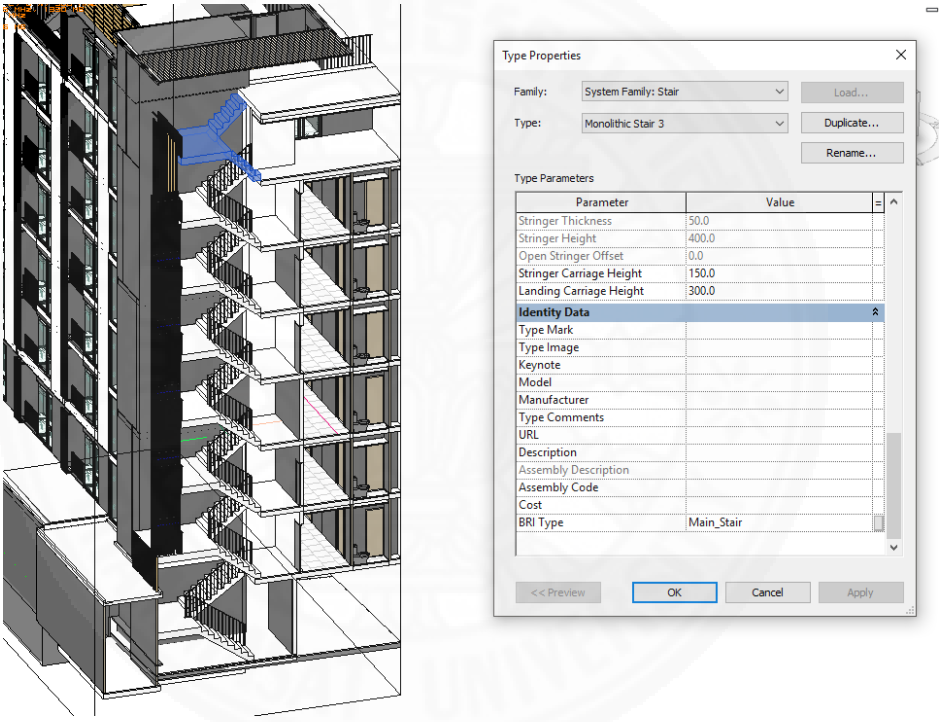
ภาพที่ 4.5 การ Transfer Project Standards

(2) การตั้งค่า บันไดหลักและบันได้หนีไฟ

การกำหนดบันไดในงานจำเป็นที่จะต้องกำหนดเพื่อให้โปรแกรมแยกระหว่างบันได

Ref. code: 25595816030331VSQ

แต่ละชนิดโดยจะประกอบไปด้วย บันไดหลัก บันไดหนีไฟภายในอาคาร และ บันไดหนีไฟภายนอกอาคารซึ่งหลักจากการ Transfer Project Standards ใน Family Type ของแต่ละบันไดจะมี parameter ชื่อว่า BRI Type โดยให้ผู้ใช้กำหนดแยกตาม yype ของบันได ในกรณีที่บันไดหลักและบันไดหนีไฟมีการใช้ family และ type เดียวกันให้ทำการ Duplicate(การทำซ้ำ) เพื่อให้สามารถตั้งค่า parameter BRI Type แยกกันได้ โดยให้ผู้ใช้ตั้งค่า parameter BRI Type ตามที่กำหนดไว้ดังนี้ บันไดหลักใช้ชื่อว่า Main_Stair บันไดหนีไฟภายในอาคารใช้ชื่อว่า Fire_Stair_In และ บันไดหนีไฟภายนอกอาคารใช้ชื่อว่า Fire_Stair_Out



ภาพที่ 4.6 ภาพการตั้งค่า BRI Type ในบันได้

(3) ประตูหนีไฟ

เช่นเดียวกับบันไดเนื่องจากในโปรเจคประกอบไปด้วยประตูต่าง ๆ มากมายผู้ใช้งานจำเป็นที่จะต้องทำการตั้งค่า Family Type ของประตูหนีไฟ โดยตั้งค่า parameter BRI Type ให้เป็น Fire_Door โดยทำการตั้งค่าตาม type ที่มีการใช้งานในโปรเจค เนื่องจากเป็น parameter ที่อยู่ใน family การตั้งค่าจำทำแค่ครั้งเดียวต่อ type เพื่อให้สะดวกในการตั้งค่า ไม่จำเป็นต้องตั้งทุก element

Ref. code: 25595816030331VSQ

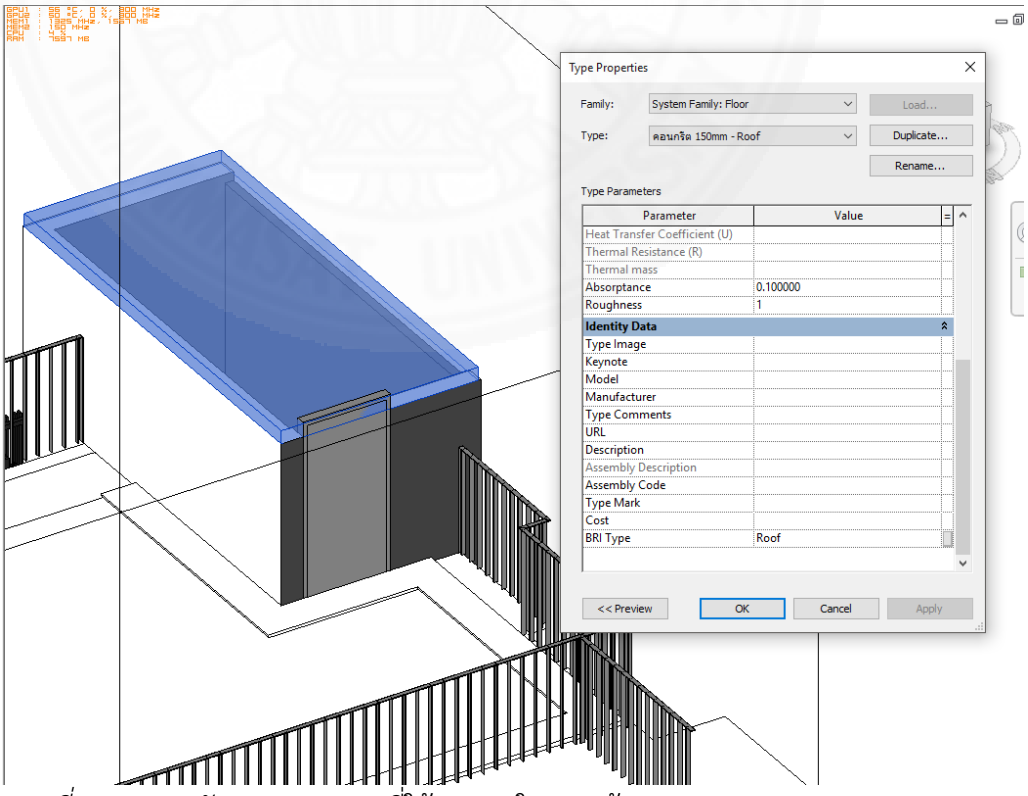
(4) สุขภัณฑ์

เช่นเดียวกับประตูให้ผู้ใช้งาน โดยตั้งค่า parameter BRI Type โดย โถส้วมให้ตั้งค่าเป็น Lavatory และ อ่างล้างมือให้ตั้งค่าเป็น Washing (จำเป็นต้องพิมพ์ตัวอักษรตามที่กำหนด) โดยทำการตั้งค่าตาม type ที่มีการใช้งานในโปรเจค

สำหรับในบางกรณีแบบจำลองที่ถูกเขียนมีการใช้การสร้าง element ไม่ตรงกับ หน้าที่ของ element เพื่อลดการสร้าง family หรือ type ใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ที่เป็นคนเขียนแบบจำลองในกรณีที่ปรากฏในแบบจำลองตัวอย่างเช่น การใช้พื้น มาสร้างแทนหลังคง ในกรณีนี้โปรแกรมจำเป็นต้องแยกหลังคากับพื้นให้ชัดเจนเพื่อระบุความสูงของอาคารดังนั้นผู้ใช้งานจึงจำเป็นต้องระบุเพิ่มเติมดังนี้

(5) หลังคา

ในกรณีที่แบบจำลองมีการสร้างหลังคา โดยใช้พื้น เช่นพื้น flat slap ทำให้โปรแกรมไม่สามารถแยกได้ว่าส่วนนั้น ๆ เป็นพื้นหรือหลังผู้ใช้งานจึงจำเป็นที่จะต้องตั้งค่า BRI Type ของพื้นส่วนนั้นให้เป็น roof



ภาพที่ 4.7 ภาพหลังคา Flat Slap ที่ใช้ Floor ในการสร้าง

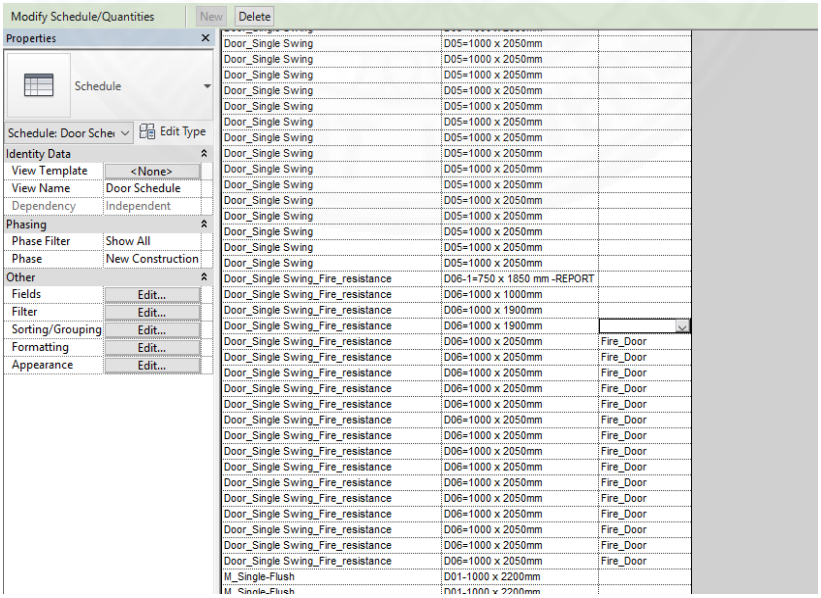
Ref. code: 25595816030331VSQ

ตารางที่ 4.3

ตารางการตั้งค่า BRI Type Parameter

Category	**รูปแบบการใช้งาน**	**BRI Type**
Stair	บันไดหลัก	Main_Stair
	บันไดหนีไฟภายในอาคาร	Fire_Stair_In
	บันไดหนีไฟภายนอกอาคาร	Fire_Stair_Out
Door	ประตูหนีไฟ	Fire_Door
Plumbing Fixtures / Furniture	โถส้วม	Lavatory
	อ่างล้างมือ	Washing
Floor	หลังคา	Roof

เพื่อความสะดวกผู้ใช้งานสามารถใช้ schedule เพื่อช่วยในการตั้งค่าได้ เพื่อสามารถตรวจสอบ type ต่าง ๆ ไม่ได้มีการตกหล่นในการตั้งค่า และสามารถใช้ได้กับทุกส่วนไม่ว่าจะเป็นบันได หรือ ห้องต่าง ๆ ที่อยู่ในอาคาร



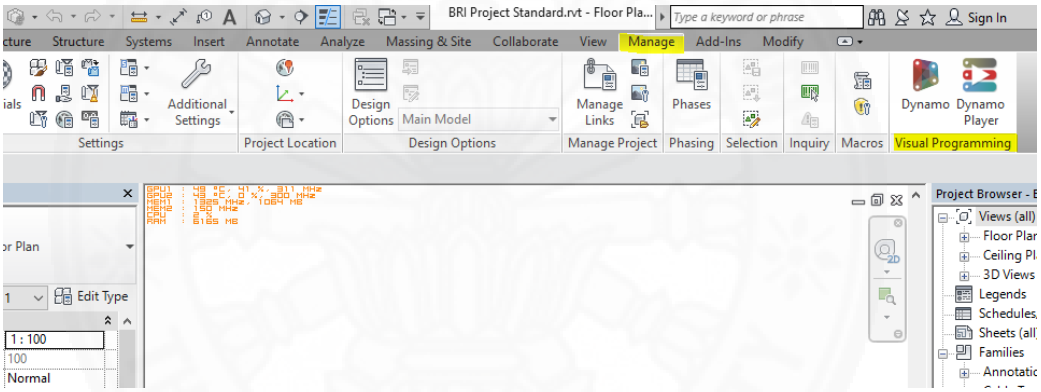
ภาพที่ 4.8 ภาพการใช้ Schedule ในการตั้งค่า BRI Type

Ref. code: 25595816030331VSQ

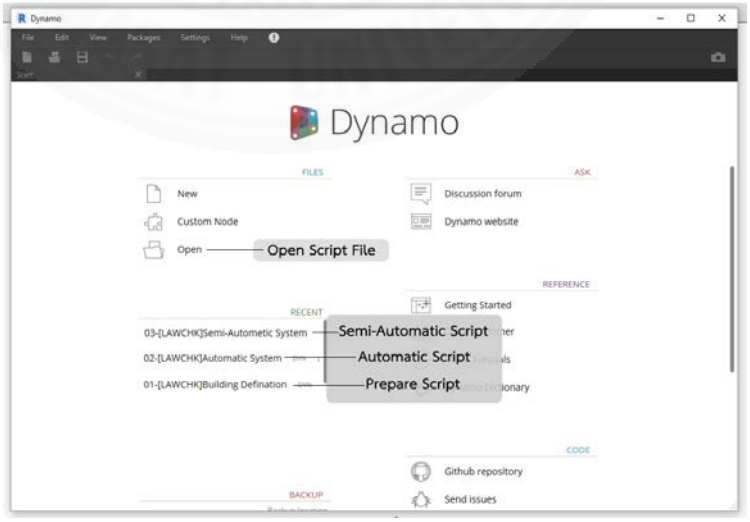
4.3.2 การใช้งานโปรแกรมเสริม

ในการทำงานของโปรแกรมเสริมจะเริ่มต้นจากคำสั่งการเรียกใช้โปรแกรม Dynamo ซึ่งในโปรแกรมเสริมถูกพัฒนาใน Dynamo Version 1.3.0 ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้ได้ทั้ง Dynamo และ Dynamo Player โดย Dynamo จะเป็นหน้าต่างที่แสดงสคริปต์ที่อยู่ภายในและทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ การกดที่ Element ID เพื่อแสดงวัตถุกลับไปหน้า Revit ได้ และในส่วนของ Database ในโปรแกรม Excel ด้วย แต่ส่วนของ Dynamo Player นั้นจะสามารถใช้งานได้สำหรับ Autodesk Revit 2017.2 โดยผู้ใช้งานจะสามารถเลือกเฉพาะสคริปต์ที่ต้องการและกดปุ่ม Play ที่อยู่หน้าสคริปต์เพื่อเริ่มต้น และระบบจะทำการแสดงผลออกมาผ่าน Database ในโปรแกรม Excel เท่านั้น

โดยสคริปต์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ระบบตามขอบเขตที่โปรแกรมเสริมสามารถตรวจสอบกฎหมายได้โดยรายละเอียดของแต่ละระบบมีดังนี้

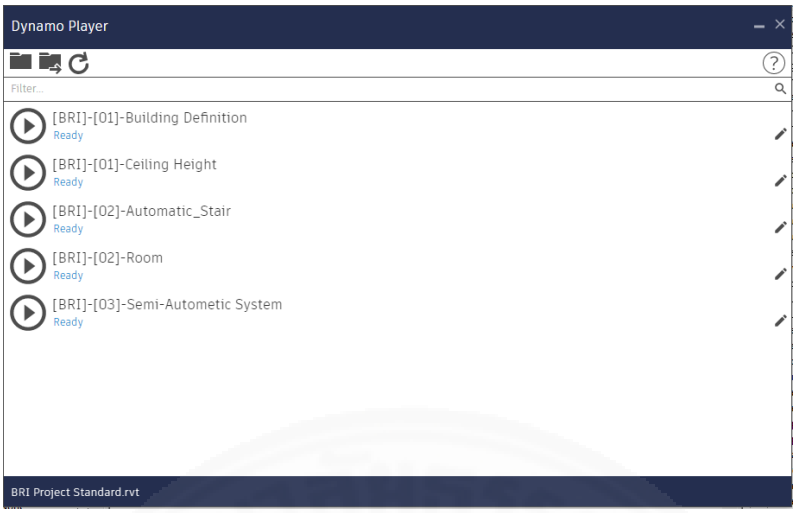


ภาพที่ 4.9 ภาพการเรียกใช้โปรแกรม Dynamo จากโปรแกรม Revit



ภาพที่ 4.10 ภาพโปรแกรม Dynamo

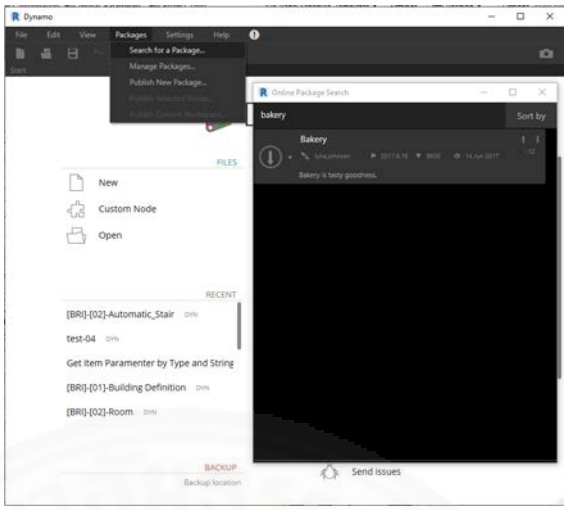
Ref. code: 25595816030331VSQ



ภาพที่ 4.11 ภาพโปรแกรม Dynamo Player

นอกจากนี้ Dynamo ยังประกอบไปได้ส่วนเสริมหรือ Package ซึ่งเป็นชุดคำสั่งเพิ่มเติมจากแหล่งอื่น ซึ่งในโปรแกรมเสริมมีการใช้งานส่วนเสริมนี้เช่นกันโดยผู้ใช้จำงานเป็นที่จะต้องติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อให้โปรแกรมเสริมทำงานได้อย่างครบถ้วน เพื่อความสะดวกในโปรแกรมเสริมได้ถูกพัฒนาขึ้นโดนใช้ Package เสริมจากแหล่งเดียวเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ตามได้อย่างง่าย โดยผู้ได้งานสามารถค้นหาได้จากแถว Packages และกด Search for a Package... จากนั้นใส่ชื่อ Bakery ซึ่งเป็น Package ที่มีการรวบรวม Package ที่นิยมใช้ไว้มากมายในแหล่งเดียว รวบรวมโดยผู้ใช้ชื่อว่า luke.johnson โดยภายใน Package Bakery (Version 2017.6.16) ประกอบไปด้วย package ต่าง ๆ ดังนี้ archi-lab.net (Version 2016.12.7) โดย Konrad K Sobon, Clockwork for Dynamo 1.x (Version 1.0.2) โดย andydandy, Rhythm (Version 2017.1.8) โดย j0hnp, spring nodes (Version 110.0.2) โดย dimitar.ven, SteamNodes (Version 1.2.3) โดย julien_benoit, LunchBox for Dynamo (Version 2016.11.11) โดย archinate และ Slingshot! for Dynamo (Version 2016.11.30) โดย archinate หรือ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้จาก https://dynamopackages.com/download/555e8bfea8367b98610000b8/2017.6.16 เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2560

Ref. code: 25595816030331VSQ



ภาพที่ 4.12 ภาพการติดตั้ง package เสริม bakery

4.3.2.1 ฐานข้อมูล (Database) เป็นส่วนหลักที่ใช้การรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานของโปรแกรมเสริมได้อย่างสะดวกโดยไม่ต้องเข้าไปใช้สคริปต์ ทั้งนี้ยังเป็นส่วนที่ใช้แสดงผลการตรวจสอบและจัดเก็บผลการตรวจสอบได้อีกด้วย โดยในฐานข้อมูลจะถูกแบ่งย่อยออกเป็น sheet ต่าง ๆ เพื่อแยกประเภทการใช้งาน

ตารางที่ 4.4

ตารางแสดงรายละเอียดของ Sheet ใน Database.xlsx (เฉพาะที่ถูกใช้งาน)

Sheet name	**การใช้งาน**
Law_Table	รวบรวมกฎหมายที่ใช้ในอาคาร และให้ผู้ใช้งานสามารถปรับแก้ได้
Firstrun_RAWdata	แสดงข้อมูล ขนาด ความสูง และ ชนิดของอาคาร
Bedroom_Name	ชื่อห้องที่ใช้เป็นห้องนอนในโปรเจค
Bathroom_Name	ชื่อห้องที่ใช้เป็นห้องน้ำในโปรเจค
Terrace_Name	ชื่อห้องที่ใช้เป็นระเบียงในโปรเจค
Room_Report	การแสดงผลการตรวจสอบ ห้อง
Main_Stair_Report	การแสดงผลการตรวจสอบ บันได้หลัก
Fire_Stair_Report	การแสดงผลการตรวจสอบ บันได้หนีไฟ
Carpark_Report	การแสดงผลการตรวจสอบที่จอดรถ
Floor_Report	การแสดงผลการตรวจสอบ โถงทางเดิน/บันได ในระบบกึ่งอัตโนมัติ

Ref. code: 25595816030331VSQ

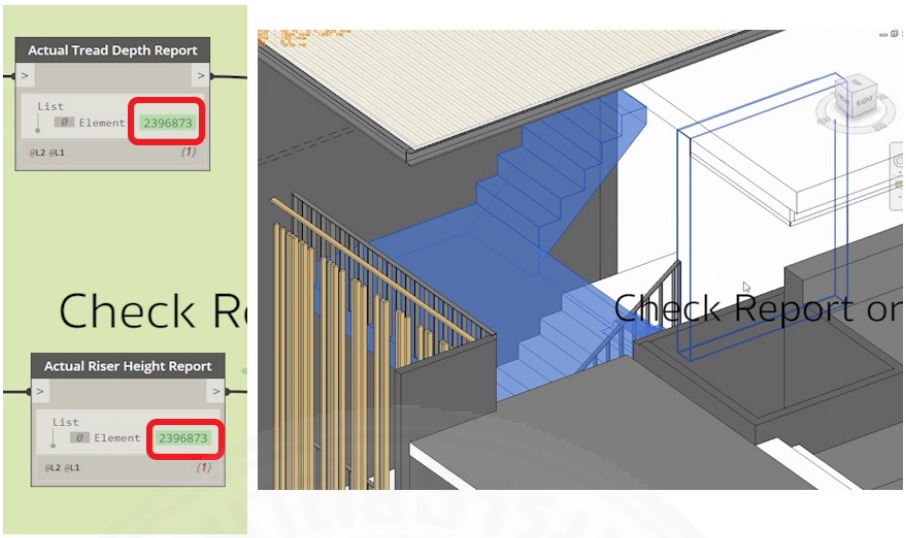
4.3.2.2 ระบบอัตโนมัติ เป็นการเรียกใช้โปรแกรมเสริมที่ประกอบได้ได้ชุดคำสั่ง (Script) แบบ Visual Programming ด้วยโปรแกรม Dynamo หรือ Dynamo Player โดยจำเป็นต้องเรียกใช้ตามขั้นตอนดังนี้

(1) ชุดคำสั่งการเตรียมแบบจำลอง เป็นการสร้างข้อมูลเพิ่มเติมจากข้อมูลเดิมที่อยู่ในแบบจำลองและสร้าง parameter เสริมเข้าไปเก็บใน element ต่าง ๆ ในแบบจำลอง เพื่อให้โปรแกรมเสริมสามารถทำการตรวจสอบในขั้นต่อไปได้ ในกรณีที่ผู้ใช้งานกำหนดชื่อของห้องน้ำ และ ห้องนอนนอกเหนือจากที่โปรแกรมเสริมได้ตั้งไว้ นี้ผู้ใช้งานจำเป็นต้องเพิ่มชื่อห้องน้ำและห้องนอนที่อยู่ในแบบจำลองในไฟล์ตารางหลัก (Database.xlsx) ใน Sheet ชื่อ Bedroom_Name Bathroom_Name และ Terrace_Name เพื่อให้โปรแกรมเสริมสามารถตีความห้องต่าง ๆ ในแบบจำลองได้

(2) ชุดคำสั่งการตรวจสอบ เป็นการนำข้อมูล (Parameter) ที่อยู่ภายในแบบจำลอง (Model Element) มาตรวจสอบกับไฟล์ตารางหลัก (Database.xlsx) ใน Sheet ชื่อ Law_Table ซึ่งประกอบไปด้วยกฎหมายอาคารที่เกี่ยวข้องโดยผู้ใช้งานสามารถปรับแก้ค่าได้ในกรณีที่กฎหมายเกิดการเปลี่ยนแปลง

(3) การแสดงผลการตรวจสอบ โปรแกรมเสริมจะแสดงผลการตรวจสอบทันทีหลักจากทำการเริ่มระบบ โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้จาก report ซึ่งปลายสุดของชุดคำสั่ง โดยโปรแกรมจะแสดง element ที่ตรวจสอบแล้วไม่ผ่านกฎหมายเป็น ID ของ element นั้น ๆ และผู้ใช้งานสามารถกดตรงส่วนของ ID element (ตัวเลขสีเขียว) ตามภาพที่ 4.14 และโปรแกรม Dynamo จะแสดง element นั้นในหน้าของโปรแกรม Revit ซึ่งส่วนนี้สามารถใช้ได้เฉพาะผู้ที่ใช้โปรแกรม Dynamo หลักเท่านั้น Dynamo Player จะได้สามารถกด ID element ได้นอกจากนี้จะมีการแสดงส่วนที่ไม่ผ่านกฎหมายเป็นรูปแบบข้อมูลตารางในไฟล์ตารางหลัก (Database.xlsx) ใน sheet ที่ลงท้ายชื่อว่า report เช่น Room_Report ตาม *ตารางที่ 4.4* โดยจะแสดงข้อมูลพร้อมตำแหน่งที่ตั้งของ element ที่ไม่ผ่านกฎหมายซึ่งสามารถแสดงผลได้ใน Dynamo ทั้งสองแบบ นอกจากการแสดงข้อมูลแบบตาราง โปรแกรมเสริมจะทำการ export ไฟล์สกุล xml ชื่อว่า Stair_Report_SearchSet.xml และ Room_Report_SearchSet.xml เพื่อให้ผู้ใช้งานนำไปตรวจสอบกับโปรแกรม Autodesk Naviswork ได้โดยใช้ Searchset

Ref. code: 25595816030331VSQ

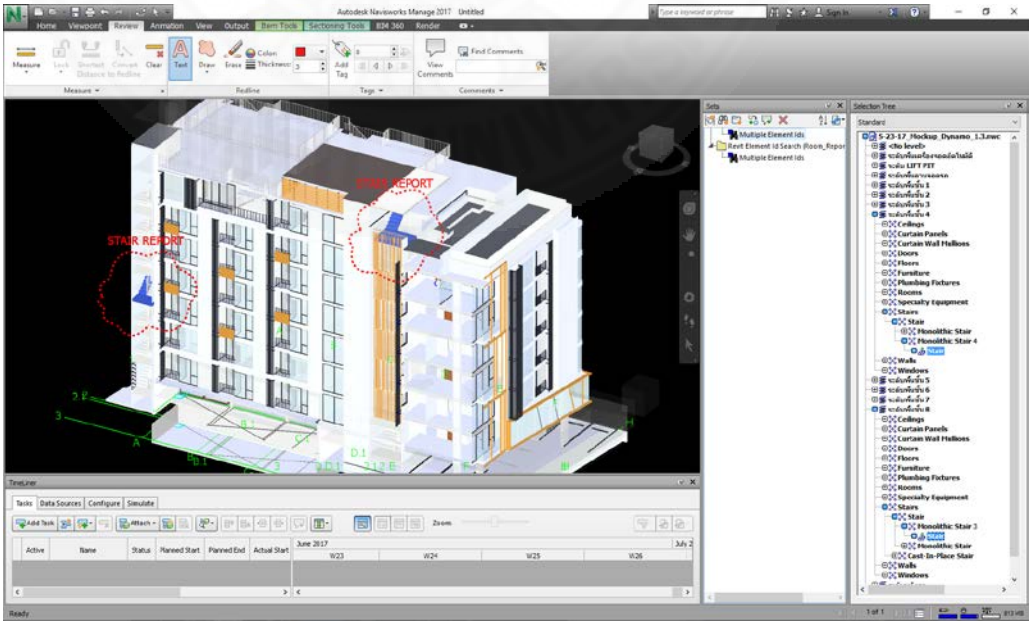


DataTable.xlsx

	A	B	C	D	E
1	Category	Type Id	Actual Tread Depth	Mark	Base Level
2	Stairs	StairsType	0.21	Main Stair	Level(Name=Level 4, Elevation=9.00)
3					
4	Category	Type Id	Actual Riser Height	Mark	Base Level
5	Stairs	StairsType	0.23	Main Stair	Level(Name=Level 4, Elevation=9.00)
6					

... | Bathroom_Name | Corridor Report | Room_Report | Carpark_Report | Main_Stair_Report

ภาพที่ 4.13 ภาพการ Report จากโปรแกรมเสริม



ภาพที่ 4.14 ภาพการ Report จากโปรแกรมเสริมในโปรแกรม Autodesk Naviswork

Ref. code: 25595816030331VSQ

4.3.2 ระบบกึ่งอัตโนมัติ จะทำการตรวจสอบแบบจำลองร่วมกับผู้ใช้งาน โดยผู้จำเป็นต้องทำการเพิ่มข้อมูลตามที่กำหนดไว้ เพื่อให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ และตรวจสอบอาคารจากกฎหมายอาคารต่อได้ ซึ่งจะเป็นการวาดเส้นตรวจสอบ (Checking Line) ที่ได้ import เข้ามาจากการ Transfer Project Standards และวาดตามตำแหน่งที่กำหนดโดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

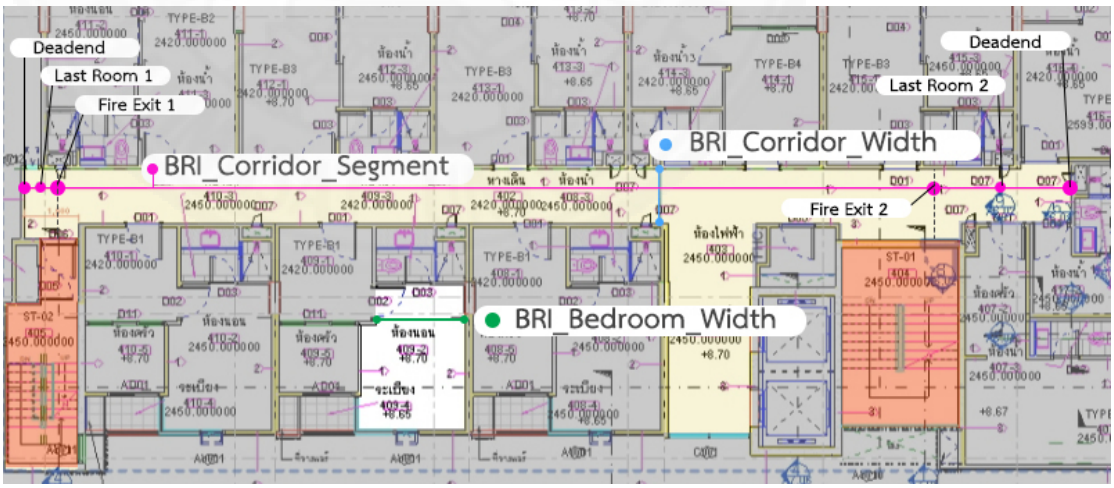
(1) การตรวจสอบความกว้างความยาวทางเดิน และ ความกว้างห้องนอน

ส่วนของการตรวจสอบทางเดินและห้องนอนจะเป็นการลากเส้นทั้งสามเส้นซึ่งแต่ละเส้นจะมีวิธีที่ต่างกันดังนี้

BRI_Corridor_Segment เป็นการลากเส้นยาวแต่มีจุดสำคัญ 6 จุด โดยจุดแรกและจุดสุดท้ายจากจุดที่ไกลที่สุดของทางเดินก่อนจุดที่ 2 และจุดที่ 5 เป็นจุดที่อยู่หน้าห้องสุดท้ายใกล้ปลายทางเดินตรงทางออกหนีไฟ จุดที่ 3 และ 4 เป็นจุดที่อยู่ตรงทางออกหนีไฟหรือบันไดหลัก ในกรณีที่ไม่มีจุดใด ๆ ให้กดจุดซ้ำระหว่างจุดก่อนหน้าและจุดถัดไป

BRI_Corridor_Width เป็นการลากเส้นแนวขวางด้านของห้องนอนที่แคบที่สุด

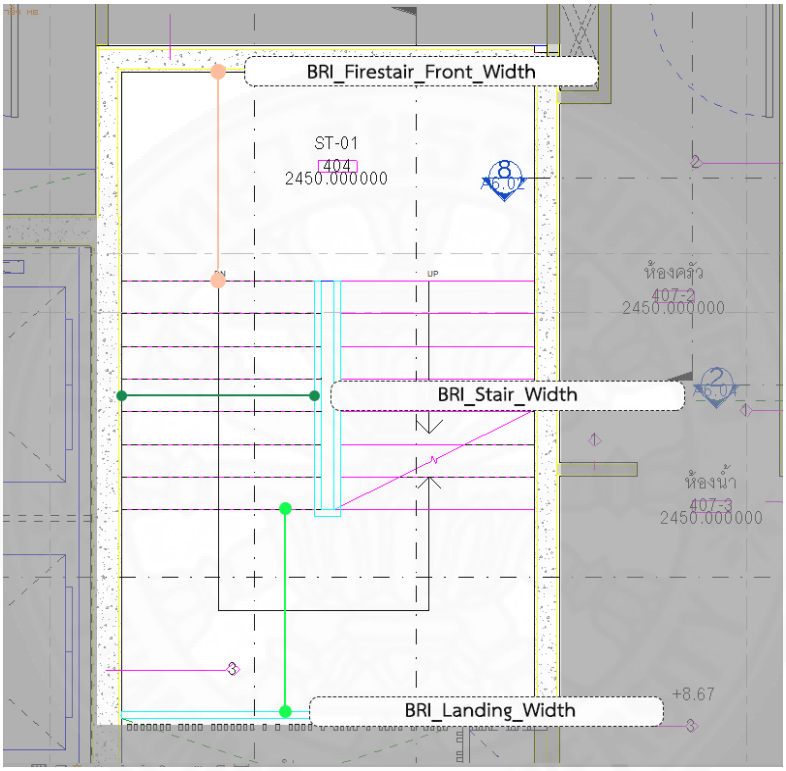
BRI_Bedroom_Width เป็นลากเส้นแนวขวางด้านของห้องนอนที่แคบที่สุด



ภาพที่ 4.15 ภาพคำแนะนำการลากเส้นส่วนของความกว้างความยาวทางเดิน และ ความกว้างห้องนอน

Ref. code: 25595816030331VSQ

(2) การตรวจสอบบันได การตรวจสอบบันไดเป็นการลากเส้นเช่นเดียวกันซึ่งมีรูปแบบการลากเส้น และต้องลากตามตำแหน่งที่กำหนดไว้



ภาพที่ 4.16 ภาพคำแนะนำการลากเส้นส่วนของบันได

BRI_Stair_Width ให้ลากเส้นความกว้างของบันไดนับจากขอบผนังด้านหนึ่งถึงราวกันตกด้านในของบันไดหลัก

BRI_Landing_Width ให้ลากเส้นจากขอบของชานพักด้านที่ติดกับบันได้จนถึงผนังหรือราวกันตกด้านใน

BRI_Firestair_Width ให้ลากเส้นความกว้างของบันไดนับจากขอบผนังด้านหนึ่งถึงราวกันตกด้านในของบันไดหนีไฟ

BRI_Firestair_Front_Width ให้ลากเส้นความกว้างของพื้นที่หน้าบันไดหนีไฟนับจากบันไดถึงผนังหน้าบันไดที่ใกล้ที่สุด

Ref. code: 25595816030331VSQ

ตารางที่ 4.5

ชื่อสคริปต์และหน้าที่ที่ใช้ในระบบทั้งหมด

ชื่อสคริปต์	**ระบบ**	**หน้าที่**
[BRI]-[01]-Building Definition.dyn	เตรียมแบบจำลอง	ระบุ ขนาด ความสูง และ ชนิดของอาคาร
[BRI]-[01]-Ceiling Height.dyn	เตรียมแบบจำลอง	หาความสูงของเพดานในห้อง
[BRI]-[02]-Automatic_Stair.dyn	อัตโนมัติ	ตรวจสอบกฎหมายเกี่ยวกับบันได
[BRI]-[02]-Room.dyn	อัตโนมัติ	ตรวจสอบกฎหมายเกี่ยวกับห้อง
[BRI]-[03]-Semi-Autometic Stair.dyn	กึ่งอัตโนมัติ	ตรวจสอบกฎหมายระบบกึ่งอัตโนมัติของบันได
[BRI]-[03]-Semi-Autometic Corridor.dyn	กึ่งอัตโนมัติ	ตรวจสอบกฎหมายระบบกึ่งอัตโนมัติของทางเดิน

4.4 การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริม

4.4.1 ผลการประเมินโปรแกรมเสริมโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองสารสนเทศ

ประเมินโปรแกรมเสริมโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองสารสนเทศ 5 คนโดยทำการแสดงการใช้งานโปรแกรมโดยผู้พัฒนาโปรแกรมและให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินในด้านของ รูปแบบการสัมภาษณ์โดยจะประเมินด้านของ รูปแบบการใช้งานโปรแกรม การแสดงผลของข้อมูล และประโยชน์ของโปรแกรมเสริมที่มีต่อวิชาชีพ ในส่วนของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมายจะเป็นการแสดงวิธีการนำกฎหมายมาใช้งานในโปรแกรมโดยผู้พัฒนาและจะให้ผู้เชี่ยวชาญด้านกฎหมายประเมินความถูกต้องของกฎหมายที่นำมาใช้งานในโปรแกรมหลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินทั้งสองด้านแล้วจะนำโปรแกรมเสริมมาปรับแก้ตามผลการประเมินและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

จากกลุ่มสถาปนิกผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองสารสนเทศที่ได้มาสัมภาษณ์ทั้ง 5 ท่าน มีช่วงอายุตั้งแต่ 25-35 ปีและใช้แบบจำลองสารสนเทศเป็นประจำและใช้ในการประกอบอาชีพ มีการใช้แบบจำลองสารสนเทศมาตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป หลังจากที่ได้ชมการนำเสนอผลงานโดยผู้พัฒนา ได้มีการสัมภาษณ์ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

Ref. code: 25595816030331VSQ

4.4.1.1 รูปแบบการใช้งาน ผู้ประเมินเห็นว่าว่าตัวโปรแกรมยังมีความซับซ้อน หากผู้ใช้งานใช้โปรแกรมยังไม่คุ้นชินกับโปรแกรม Autodesk Revit จะเป็นปัญหากับทั้งโปรแกรม ส่วนของการเตรียมแบบจำลองมีลำดับขั้นตอนที่ซับซ้อน และจำเป็นต้องมีความเข้าใจแบบจำลองที่จะนำมาตรวจสอบในระดับหนึ่ง ซึ่งเหมาะสมกับเฉพาะสถาปนิกผู้ออกแบบ ในส่วนของโปรแกรม Dynamo ทั้งระบบอัตโนมัติ และระบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถใช้งานได้จริง และเห็นด้วยกับระบบการใช้ Database ด้วยโปรแกรม Excel แต่การแสดงผลยังมีความซับซ้อนเพราะผู้ใช้งานต้องเข้าไปใช้ใน Dynamo ในกรณีที่ต้องการแสดงผลทันทีใน Revit

4.4.1.2 ความเป็นไปได้ในการนำโปรแกรมเสริมไปใช้ในอนาคต ทางผู้ประเมินให้สัมภาษณ์ในลักษณะเดียวกัน โดยเห็นโปรแกรมมีประโยชน์ต่อวิชาชีพในอนาคต และควรถูกนำไปพัฒนาต่อในทั้งด้านของระบบ และด้านของกฎหมาย ทั้งนี้ผู้ประเมินได้กล่าวถึงมาตรฐานของแบบจำลองสารสนเทศ (BIM Standard) ซึ่งยังไม่มีการกำหนดที่แน่ชัดสำหรับประเทศไทย หากมีการพัฒนาต่อในอนาคต มาตรฐานของแบบจำลองสารสนเทศจะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาโปรแกรมเสริมนี้ต่อไป และควรพัฒนากับอาคารในรูปแบบอื่น ๆ ต่อไป

4.4.1.3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับโปรแกรมเสริม ผู้ประเมินได้เสนอแนะหลากหลายแนวทางโดยการใช้งานการเตรียมแบบจำลองควรทำเป็นคู่มือการใช้งานโปรแกรม อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ให้เหมาะสมและเข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น โดยใช้สื่อต่าง ๆ ทั้งหนังสือ หรือ วีดีโอ เป็นต้น ทั้งการใช้ parameter ต่าง ๆ หรือการสร้าง linestyles ในโปรแกรมสามารถใช้การ Transfer Project Standard ได้เพื่อลดขั้นตอนที่ซับซ้อนโดยผู้ใช้งานไม่ต้องสร้างขึ้นมาเอง นอกจากนี้ยังได้แนะนำ Dynamo Player ที่ให้ผู้ใช้งานสามารถใช้สคริปต์ Dynamo ได้อย่างสะดวก ดูไม่ซับซ้อนเหมาะกับผู้ที่ไม่เคยใช้ Dynamo มาก่อน

4.4.2 ปรับปรุงโปรแกรมหลังจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองสารสนเทศ

หลังจากการสัมภาษณ์โดยผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองสารสนเทศได้มีการปรับปรุงโปรแกรมเสริมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในหลายส่วนดังนี้

4.4.2.1 นำ Transfer Project Standard มาใช้กับโปรแกรมเสริมเพื่อลดขั้นตอนการทำงานในการเตรียมแบบจำลอง และช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น

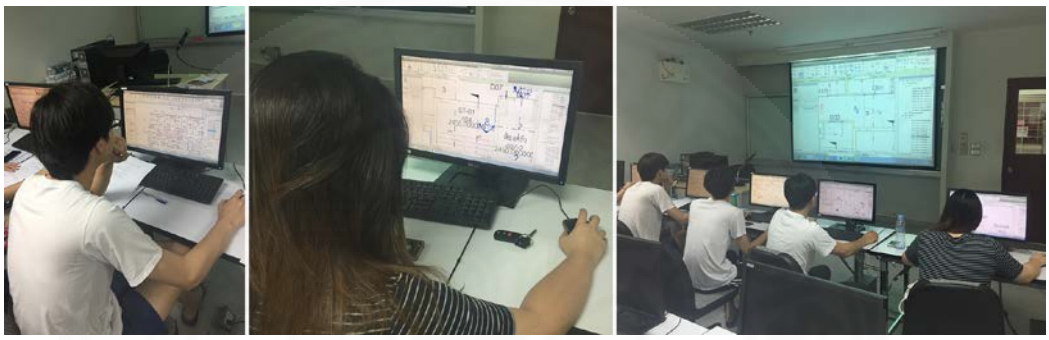
4.4.2.2 นำ Dynamo Player มาใช้กับโปรแกรมเสริม ทั้งนี้จำเป็นต้องปรับปรุงสคริปต์การทำงานในโปรแกรม และสามารถเข้ากับโปรแกรมเสริมได้

Ref. code: 25595816030331VSQ

4.4.2.3 จัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมเสริมทั้งระบบ ตั้งแต่การเตรียมแบบจำลองระบบอัตโนมัติ และ ระบบกึ่งอัตโนมัติ ในรูปแบบของหนังสือและวีดีโอ

4.4.3 ผลการประเมินโดยผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศ

ผลการประเมินจากสถาปนิกผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศที่ใช้แบบจำลองสารสนเทศ 5 คนโดยใช้แบบจำลองสารสนเทศมาเป็นเวลา ตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไปโดยแบ่งเกณฑ์การประเมินเป็น 2 ด้านหลักดังนี้คือ การประเมินด้านการใช้งาน และ แนวโน้มของโปรแกรมเสริมในอนาคต



ภาพที่ 4.17 ภาพการทดลองใช้โปรแกรมและประเมินโปรแกรมเสริม

ตารางที่ 4.6

ผลการประเมินด้านการใช้งาน

	Mean	SD	แปลผล
รูปแบบการใช้งานโปรแกรมโดยภาพรวม	3.60	0.54	ดี
การเตรียมแบบจำลอง	3.20	0.44	ดี
การใช้งานสคริปต์การตรวจสอบระบบอัตโนมัติ	4.00	0.70	ดีมาก
การใช้งานสคริปต์การตรวจสอบระบบกึ่งอัตโนมัติ	3.40	0.54	ดี
รูปแบบการแสดงผลการตรวจสอบโดยภาพรวม	3.80	0.44	ดี
การแสดงผลการตรวจสอบในโปรแกรม Excel	3.80	0.44	ดี
การแสดงผลการตรวจสอบในโปรแกรม Revit	3.60	0.54	ดี
ความง่ายในการใช้โปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร	3.80	0.44	ดี

Ref. code: 25595816030331VSQ

หมายเหตุ : เก็บคะแนนจากแบบประเมิน โดยมีเกณฑ์คะแนนคือ 5 4 3 2 และ1 ตามลำดับ

ผลการประเมินโปรแกรมเสริมด้านการใช้งานในตารางที่ 4.5 นั้นสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมเสริมมีรูปแบบการในภาพรวมที่ดีโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.2 ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นว่าการเตรียมแบบจำลองมีคะแนนที่ดีโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.6 ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นว่าการใช้งานสคริปต์การตรวจสอบระบบอัตโนมัติมีคะแนนที่ดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.0 ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นว่าการใช้งานสคริปต์การตรวจสอบระบบกึ่งอัตโนมัติมีคะแนนที่ดีโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.4 โดยสรุปได้ว่าโปรแกรมเสริมมีรูปแบบการใช้งานในเกณฑ์ที่ดี โดยมีคะแนนของระบบอัตโนมัติที่ดีมากเนื่องจากใช้งานง่ายและเห็นผลการตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว ส่วนในด้านของการเตรียมแบบจำลองมีคะแนนน้อยที่สุดเนื่องจากมีขั้นตอนที่ซับซ้อนและผู้ใช้งานเกิดคำถามระหว่างการทดลองใช้โปรแกรมอยู่บ่อยครั้ง

ในส่วนของด้านการแสดงผลสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมเสริมมีรูปแบบการแสดงผลการตรวจสอบโดยภาพรวมที่ดีโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.8 ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นว่าการแสดงผลการตรวจสอบในโปรแกรม Excel มีคะแนนที่ดีโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.8 ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นว่าการแสดงผลการตรวจสอบในโปรแกรม Revit มีคะแนนที่ดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.6 ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นว่าความง่ายในการใช้โปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคารมีคะแนนที่ดีโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.8 โดยสรุปได้ว่าโปรแกรมเสริมมีการแสดงผลในเกณฑ์ที่ดี

ตารางที่ 4.7

ผลการประเมินแนวโน้มของโปรแกรมเสริมในอนาคต

	Mean	SD	แปลผล
ประโยชน์ของโปรแกรมเสริมที่มีต่อวิชาชีพในอนาคต	4.40	0.54	ดีมาก
ความเป็นไปได้ในการนำโปรแกรมเสริมไปใช้	4.00	0.70	ดีมาก

หมายเหตุ : เก็บคะแนนจากแบบประเมิน โดยมีเกณฑ์คะแนนคือ 5 4 3 2 และ1 ตามลำดับ

ผลการประเมินแนวโน้มของโปรแกรมเสริมในอนาคตในตารางที่ 4.6 นั้นสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมเสริมมีประโยชน์ของโปรแกรมเสริมที่มีต่อวิชาชีพในอนาคตในเกณฑ์ที่ดีมากโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.4 ผู้ใช้งานมีความคิดเห็นว่าโปรแกรมเสริมมีความเป็นไปได้ในการนำโปรแกรมเสริมไปใช้ ที่ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.0 โดยสรุปได้ว่าโปรแกรมเสริมมีแนวโน้มของโปรแกรมเสริมในอนาคตในเกณฑ์ที่ดี ดังนั้นโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารมี

Ref. code: 25595816030331VSQ

ประสิทธิภาพการใช้งานผ่านเกณฑ์การประเมิน มีประโยชน์ต่อวิชาชีพและสามารถนำไปใช้งานได้ในอนาคต ตามจุดประสงค์ข้อที่ 1.2.4

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารและการประเมินประสิทธิภาพโปรแกรมเสริม สามารถสรุปผลแยกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมเสริม

5.2 ข้อแนะนำในการใช้งาน

5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมเสริม

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและสรุปกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคาร โดยเป็นอาคารประเภทอยู่อาศัย และเป็นอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งอยู่ในกระบวนเตรียมแบบก่อสร้างพร้อมที่จะขออนุญาตก่อสร้าง การตรวจสอบด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น กฎหมายด้านขนาด พื้นที่ ความสูงเป็นต้น โดยกฎหมายที่จะพิจารณาอยู่ในกลุ่มของกฎหมายควบคุมอาคารซึ่งเป็นกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบที่สำคัญ นอกจากนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานของแบบจำลองสารสนเทศ (BIM Standard) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมเสริม

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมเสริมโปรแกรมเพื่อช่วยในการตรวจสอบอาคาร ซึ่งได้ศึกษาในส่วนของแบบจำลองสารสนเทศอาคารหาส่วนที่สอดคล้องกันกับกฎหมาย และหาวิธีการเพื่อถอดข้อมูลออกมาเพื่อนำมาตรวจสอบกับกฎหมายอาคารจากนั้นสร้างรูปแบบการแสดงผล และการปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรทางกฎหมายเนื่องจากกฎหมายมีความเป็นไปได้ที่จะเปลี่ยนแปลงในอนาคต โดยโปรแกรมประกอบได้ด้วยสามส่วนหลักดังนี้

(1) ฐานข้อมูล (Database) เป็นส่วนหลักที่ใช้การรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานของโปรแกรมเสริมได้อย่างสะดวกโดยไม่ต้องเข้าไปใช้สคริปต์ ทั้งนี้ยังเป็นส่วนที่ใช้แสดงผลการตรวจสอบและจัดเก็บผลการตรวจสอบได้อีกด้วย

Ref. code: 25595816030331VSQ

(2) ระบบอัตโนมัติ เป็นการเรียกใช้โปรแกรมเสริมที่ประกอบได้ได้ชุดคำสั่ง (Script) แบบ Visual Programming ด้วยโปรแกรม Dynamo โดยโปรแกรมสามารถตรวจสอบแบบจำลองและแสงดผลได้ทันที

(3) สคริปต์การคำนวณกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Automatic Script) ระบบกึ่งอัตโนมัติ หน้าที่สำคัญคือ ตรวจสอบแบบจำลองต่อจากระบบอัตโนมัติโดยผู้ใช้งานจำเป็นต้องทำการเพิ่มข้อมูลโดยผู้ใช้งานเอง เพื่อให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ และตรวจสอบอาคารจากกฎหมายอาคารต่อได้

การแสดงผลการตรวจสอบมีทางเลือกที่หลากหลายทั้งในรูปแบบของการแสดงทันทีโดนเชื่อมต่อโปรแกรม Dynamo กับ Revit จะช่วยให้โปรแกรมเสริมสามารถแสดงผลได้ทันที นอกจากนี้มีส่วนของการแสดงการสรุปผลการตรวจสอบผ่านข้อมูลตารางทำให้สามารถเห็นภาพรวมของผลการตรวจสอบได้ง่าย และ โปรแกรมเสริมได้มีส่วนของไฟล์ xml ที่สามารถนำผลการตรวจสอบไปแสดงผลในโปรแกรม Naviswork ได้

การประเมินโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้ถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือการประเมินโปรแกรมเสริมด้านการใช้งาน ด้านการแสดงผล และ แนวโน้มของโปรแกรมเสริมในอนาคต โดยในด้านของการมีผลการประเมินในเกณฑ์ที่ดี ผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีความเข้าใจแบบจำลองพอสมควร จึงเหมาะสมกับสถาปนิกผู้ที่เป็นคนออกแบบ และใช้โปรแกรมเสริมควบคู่กับคู่มือการใช้งานจะช่วยทำให้ใช้โปรแกรมเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในส่วนของผลการประเมินแนวโน้มของโปรแกรมเสริมในอนาคตนั้นสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมเสริมมีประโยชน์ของโปรแกรมเสริมที่มีต่อวิชาชีพในอนาคตในเกณฑ์ที่ดี ผู้ประเมินเล็งเห็นว่าโปรแกรมเสริมมีประโยชน์ของโปรแกรมเสริมที่มีต่อวิชาชีพในอนาคต และ โปรแกรมเสริมมีความเป็นไปได้ในการนำโปรแกรมเสริมไปใช้

5.2 ข้อแนะนำการใช้งาน

5.2.1 ผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีทักษะด้านใช้งานโปรแกรม Autodesk Revit ในระดับที่ดี เนื่องจากโปรแกรมจำเป็นต้องใช้ความชำนาญในการเตรียมแบบจำลอง และผู้ใช้งานต้องเข้าใจแบบจำลองที่จะนำมาตรวจสอบเป็นอย่างดี จึงเหมาะสมกับสถาปนิกที่มีความเกี่ยวข้องกับแบบจำลองอาคารที่กำลังนำมาตรวจสอบ ทั้งนี้ ผู้ใช้งานควรใช้โปรแกรมเสริมควบคู่กับคู่มือการใช้งานจะช่วยทำให้ใช้โปรแกรมเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Ref. code: 25595816030331VSQ

5.2.2 โปรแกรมนี้ถูกพัฒนาในโปรแกรม Autodesk Revit เวอร์ชั่น 2017.2 และ Dynamo เวอร์ชั่น 1.3.0 และ Package เสริมของ Dynamo ชื่อว่า Bakery ดังนี้การใช้โปรแกรมเสริมจำเป็นที่จะต้องใช้ส่วนต่าง ๆ เหล่านี้อย่างครบถ้วนจึงจะสามารถใช้ฟังก์ชั่นของโปรแกรมเสริมได้อย่างครบถ้วน

5.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

โปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่ผู้วิจัยนี้ได้พัฒนาขึ้นมีข้อจำกัดในการใช้งานแนวคิดในการพัฒนาและประยุกต์เพิ่มเติมในด้านต่าง ๆ เป็นข้อเสนอแนะโดยแยกเป็นสองประเด็นดังนี้

5.3.1 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะจากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในประเทศไทยเทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารพึ่งกลายเป็นที่ในนิยมได้ไม่นาน ทำให้ภาครัฐ หรือ องค์กรต่าง ๆ เริ่มเล็งเห็นถึงประโยชน์และความสำคัญได้ไม่นาน ทำให้สำหรับประเทศไทย ยังไม่มีระเบียบ หรือ มาตรฐานที่ชัดเจนในการกำหนดรูปแบบของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคารนี้ มาจากการศึกษาและสรุปผลโดยผู้วิจัยเอง ซึ่งเชื่อว่าในอีกไม่นานภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะเริ่มเล็งเห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และจัดทำมาตรฐานที่ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารมีความชัดเจนและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะมาตรฐานของแบบจำลองสารสนเทศจะมาเป็นตัวกำหนดรูปแบบของแบบจำลองให้มีความเหมาะสมซึ่งจะทำให้การนำข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศง่ายยิ่งขึ้น และสามารถรองรับแบบจำลองได้หลายรูปแบบ ทำให้ผู้พัฒนาโปรแกรมที่เกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถพัฒนาโปรแกรมได้ง่ายขึ้น

5.3.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะจากการเขียนโปรแกรม

เนื่องจากในระหว่างการพัฒนาโปรแกรมเสริม โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนามีการอัพเดตอยู่ตลอดเวลาโดยโปรแกรม Revit และ Dynamo มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาแต่ยังไม่มีความสอดคล้องกัน ซึ่งโปรแกรมเสริม ได้มีการใช้โปรแกรม Revit 2016 ถึง Revit 2017 และโปรแกรม Dynamo 1.2.0 ถึง Dynamo 1.3.0 ทำให้ Code ต่าง ๆ พบปัญหาจากการอัพเดตของโปรแกรมทำให้บางฟังก์ชั่นมีปัญหาทำให้ไม่สามารถทำงานในเวอร์ชั่นใหม่ ๆ

จากปัญหาดังกล่าวเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมลักษณะเดียวกันอย่าง Rhinoceros ที่ทำงานร่วมกับโปรแกรม Visual Programming อย่าง Grasshopper ที่ถูกพัฒนามาอย่างยาวนาน มีระบบที่สมบูรณ์และรองรับกับการใช้งานที่ดีกว่าแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่โปรแกรม Revit จะต้องใช้เวลาในการพัฒนาทั้งตัวโปรแกรมหลักเองและโปรแกรมในการ Programming อย่าง Dynamo

Ref. code: 25595816030331VSQ

เพื่อรองรับแนวคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะช่วยยกระดับขีดความสามารถของโปรแกรมได้ดีขึ้นและเชื่ออย่างยิ่งว่าในอนาคตโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร รวมไปถึงโปรแกรมเสริมอื่นๆ ที่ถูกพัฒนาในรูปแบบ Visual Programming จะสามารถพัฒนาต่อไปได้อีกมากในอนาคต

5.3.3 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคาร

จากการศึกษาที่ผ่านมามีงานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคารมากมาย มีทั้งการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางสถาปัตยกรรมในการออกแบบเพื่อให้ได้ความคุ้มค่าของโครงการ หรือ คำนวณหาพื้นที่ก่อสร้างที่เป็นไปได้ภายใต้กฎหมายควบคุมอาคาร ด้วยซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ทั้งในรูปแบบของโปรแกรมคำนวณทางคณิตศาสตร์ โปรแกรมเขียนแบบ 2 มิติ หรือ โปรแกรมจำลอง 3มิติ แต่ในส่วนของการตรวจสอบแบบจำลองสารสนเทศอาคารด้วยกฎหมายอาคารนั้นยังไม่ถูกพัฒนาขึ้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งมั่นที่จะทำการพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบกฎหมายโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศให้ได้มากที่สุด ซึ่งจากการศึกษาทั้งหมดพบว่า แบบจำลองสารสนเทศจะมีข้อมูลเพียงพอต่อการตรวจสอบกฎหมายต่าง ๆ ในช่วงของการพัฒนาแบบสถาปัตยกรรม ซึ่งก่อนที่การออกแบบอาคารจะมาถึงช่วงการพัฒนาแบบ ต้องผ่านการตรวจสอบกฎหมายที่สำคัญอีกหลายส่วนอย่างเช่น กฎหมายที่เกี่ยวกับที่ดิน หรือ กฎหมายหมายระยะร่นของอาคาร โดยกฎหมายเหล่านี้มีความสำคัญต่อการออกแบบโดยสถาปนิกมักจะใช้เครื่องมือการออกแบบ 2 มิติในการตรวจสอบ และได้มีผู้พัฒนาโปรแกรมต่างๆ ที่สามารถช่วยตรวจสอบกฎหมายในส่วนนี้ แต่ยังไม่มีผู้ที่นำแบบจำลองสารสนเทศมาเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบกฎหมาย ในอนาคตการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศมีแนวโน้มที่สูงขึ้นมาก และแบบจำลองสารสนเทศจะเริ่มเข้ามามีบทบาทในทุก ๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับอาคาร หากสามารถนำกฎหมายเข้าไปตรวจสอบในกระบวนการเหล่านี้ได้จะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศเป็นอย่างมาก

Ref. code: 25595816030331VSQ

รายการอ้างอิง

วิทยานิพนธ์

กิตติศักดิ์ อาภรณ์วิชานพ. (2550). *ซอฟต์แวร์ช่วยวิเคราะห์ความเป็นไปทางสถาปัตยกรรมโครงการโดยใช้กฎหมายอาคารและสารสนเทศเชิงทอพอโลยี.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.

ธณัชชา สุขขี. (2554). *การศึกษาการเลือกใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร. สาขาบริหารโครงการก่อสร้าง.

ณัฐวุฒิ สวัสดิ์สุข สุพฤทธิ์ ตั้งพฤทธิ์กุล. (2558). *การใช้งานและแนวทางการผลักดัน Building Information Modeling (BIM) ในประเทศไทย.* ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธนนันท์ ปิติชูวงศ์. (2557). *การใช้แบบจำลองรายละเอียดข้อมูลอาคารในงานออกแบบสถาปัตยกรรม บทเรียนจากประเทศสิงคโปร์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. บัณฑิตวิทยาลัยการจัดการและนวัตกรรม, สาขาวิชาการจัดการ.

ธนภัทร เอกติชัยวรกุล. (2558). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยออกแบบสถาปัตยกรรมตามหลักฮวงจุ้ย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.

วสันต์ เอี่ยมสุภาษิต. (2549). *โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยออกแบบรูปทรง 3 มิติของอาคารสูงภายใต้ระยะถอยร่น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.

Andy K. D. Wong, Francis K. W. Wong, Abid Nadeem. (2010). *Attributes of Building Information Modelling Implementations in Various Countries.* Department of Building and Real Estate, The Hong Kong Polytechnic University.

Ref. code: 25595816030331VSQ

Nam-Hyuk Ham, Kyung-Min Min, Ju-Hyung Kim, Yoon-Sun Lee, Jae-Jun Kim (2008). *A Study on Application of BIM (Building Information Modeling) to Pre-design in Construction Project.* Convergence and Hybrid Information Technology

Sijie Zhang, Jochen Teizer, Jin-Kook Lee, Charles M Eastman, Manu Venugopal(2013). *Building information modeling (BIM) and safety: Automatic safety checking of construction models and schedules*. Automation in Construction.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. (2558). *แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย.* เข้าถึงได้จาก http://www.asa.or.th/en/node/132257

NBS International BIM Report 2016. (2016). *https://www.thenbs.com*. เข้าถึงได้จาก https://www.thenbs.com/-/media/uk/files/pdf/nbs-international-bim-report-2016.pdf?la=en

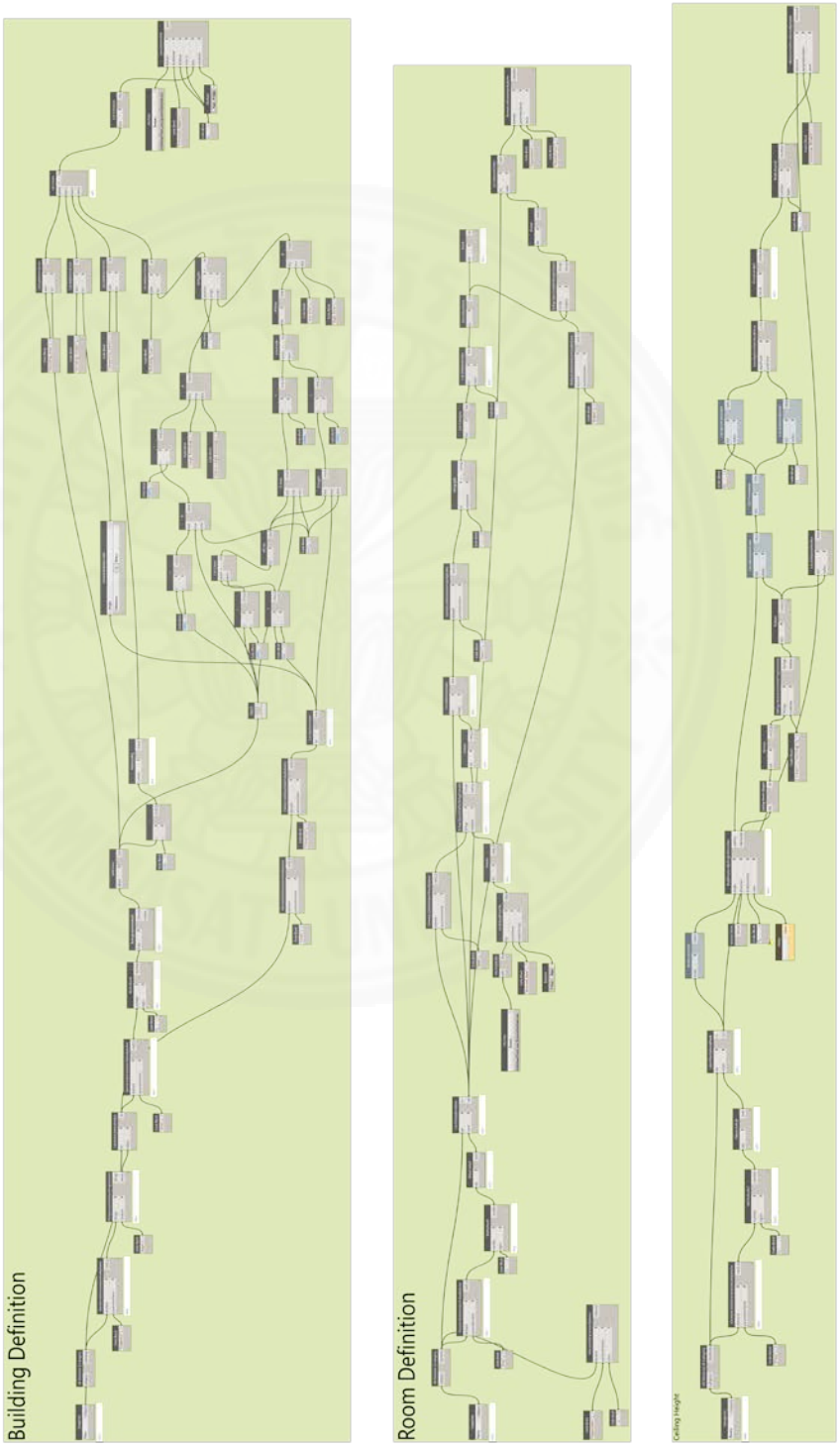
Ref. code: 25595816030331VSQ

ภาคผนวก

Ref. code: 25595816030331VSQ

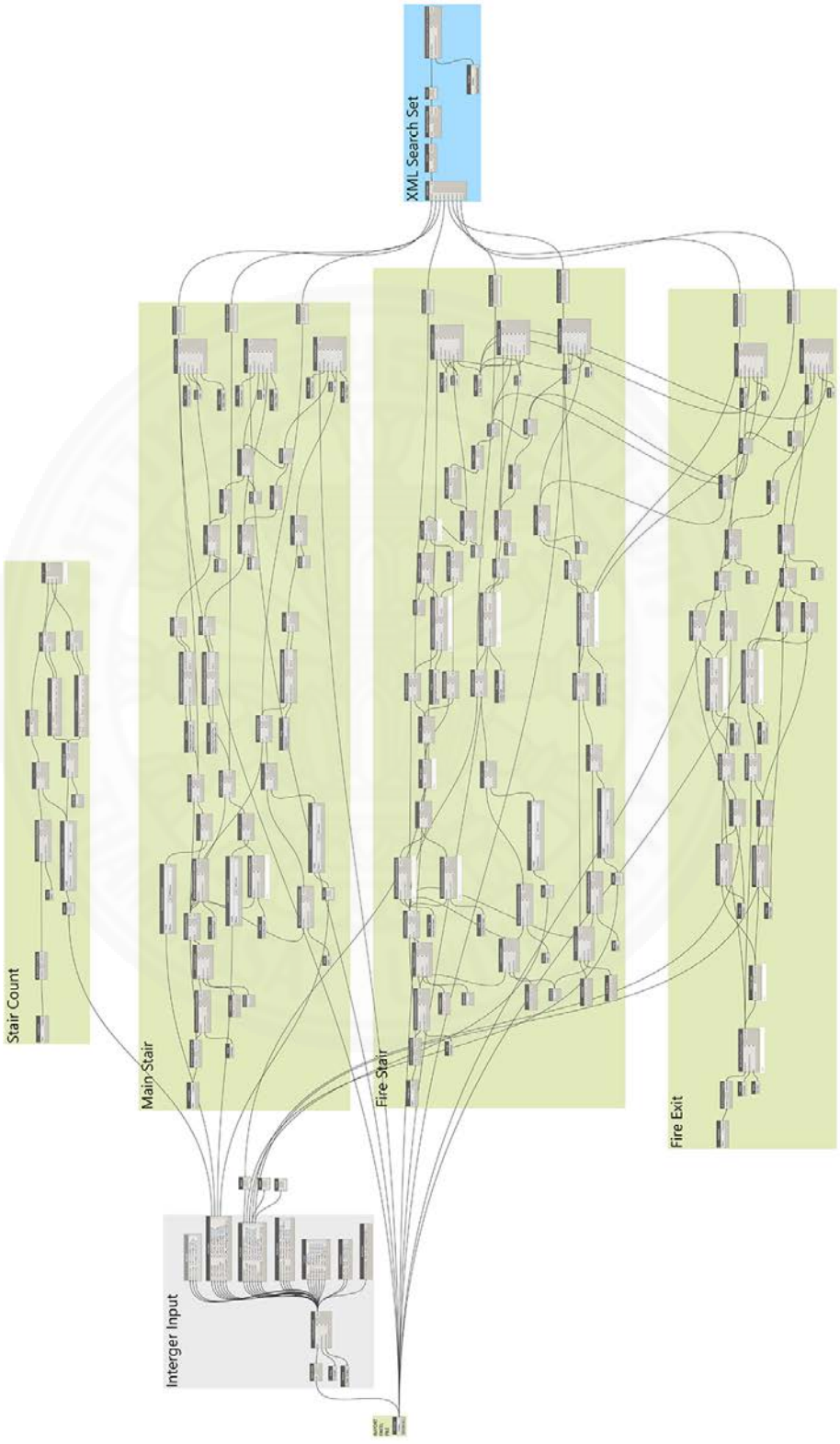
ภาคผนวก ก
สคริปต์ที่ใช้ในโปรแกรมเสริม

สคริปต์ [BRI]-[01]-Building Definition.dyn (ซ้าย) และ [BRI]-[01]-Ceiling Height.dyn (ขวา)



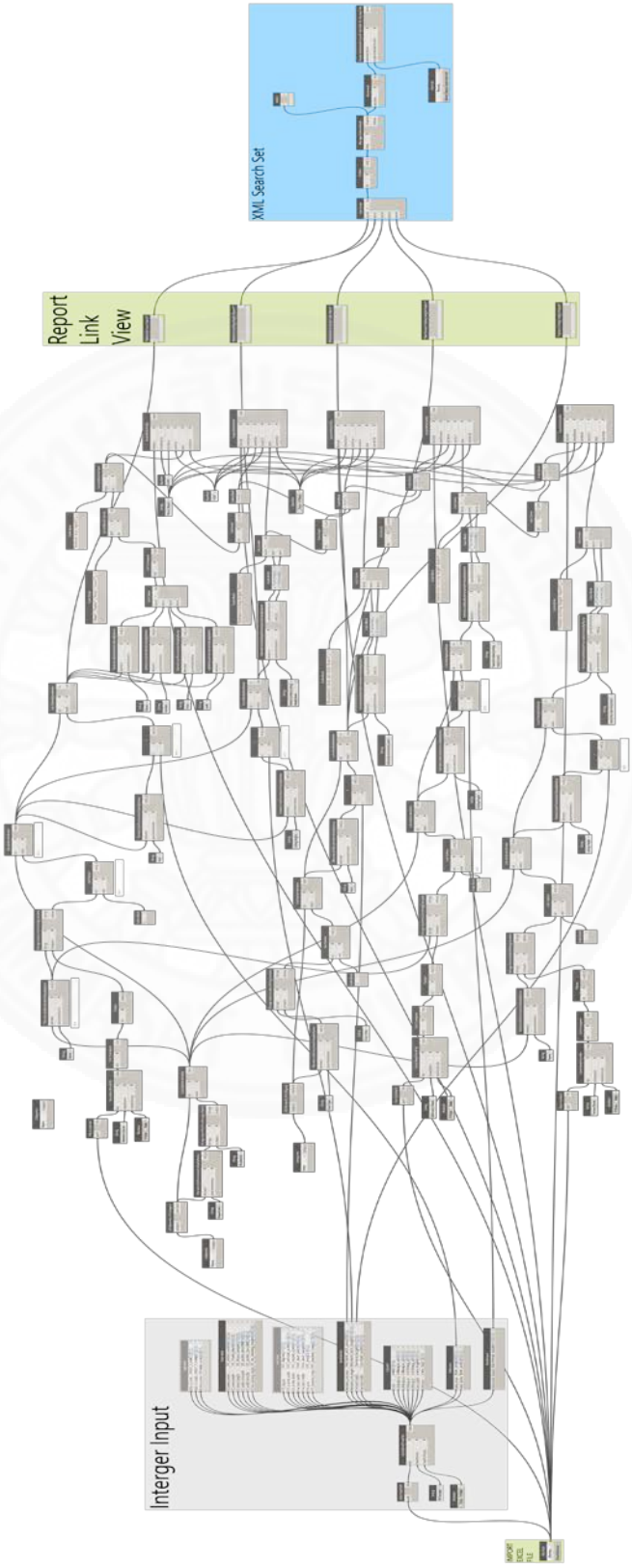
Ref. code: 25595816030331VSQ

สคริปต์ [BRI]-[02]-Automatic_Stair.dyn



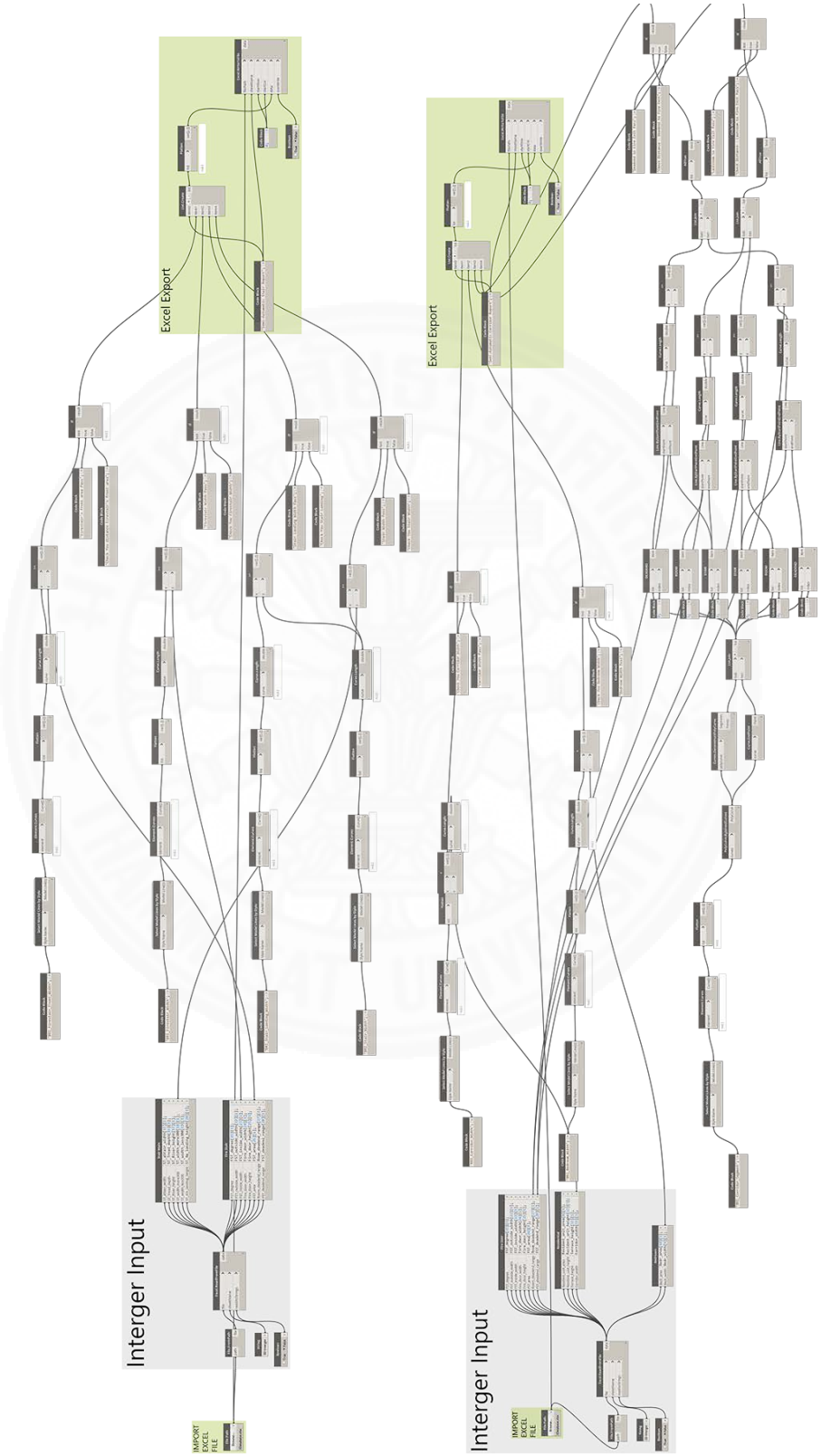
Ref. code: 25595816030331VSQ

สคริปต์ [BRI]-[02]-Room.dyn



Ref. code: 25595816030331VSQ

[BRI]-[03]-Semi-Autometic Stair (ซ้าย) [BRI]-[03]-Semi-Autometic Corridor (ขวา)



ภาคผนวก ข

แบบสอบถามในการประเมินโปรแกรมเสริม

แบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านแบบจำลองสารสนเทศ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University

อาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตรและการผังเมืองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

โทรศัพท์: +66 (0) 2986 9434, +66 (0) 2986 9605-6 โทรสาร: +66 (0) 2986 8067 เว็บไซต์: http://www.tds.tu.ac.th

---

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

โปรดกรอกข้อมูลในช่องว่าง หรือ ทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่อง ☐ ตามความเป็นจริง

1.1 อายุ.....ปี

1.2 ประสบการณ์ในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศ.....ปี

1.3 ความถี่ในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร(BIM)

☐ ใช้งานเป็นบางครั้ง ☐ ใช้งานเป็นประจำ

1.4 ประสบการณ์เกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร(BIM)

☐ ไม่รู้จักแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

☐รู้จักแบบจำลองสารสนเทศอาคารแต่ไม่เคยใช้งาน

☐รู้จักแบบจำลองสารสนเทศอาคารและเคยใช้งานบ้าง

☐รู้จักแบบจำลองสารสนเทศอาคารและใช้งานเป็นประจำ

Ref. code: 25595816030331VSQ

ส่วนที่ 2

ให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมเสริม หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำเสนอโปรแกรมเสริม

2.1 แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการใช้งาน (การเตรียมแบบจำลอง / การใช้งานสคริปต์)

.....

.....

.....

.....

2.2 แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการแสดงผล

.....

.....

.....

.....

2.3 แสดงความคิดเห็นถึงความเป็นไปได้และประโยชน์ของโปรแกรมเสริมในอนาคต

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 ข้อเสนอและเกี่ยวกับโปรแกรมเสริม

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25595816030331VSQ

แบบสอบถาม สำหรับผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศ (BIM)

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University

อาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตรและการผังเมืองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

โทรศัพท์: +66 (0) 2986 9434, +66 (0) 2986 9605-6 โทรสาร: +66 (0) 2986 8067 เว็บไซต์: http://www.tds.tu.ac.th

---

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

โปรดกรอกข้อมูลในช่องว่าง หรือ ทำเครื่องหมาย ☐ ลงในช่อง ☐ ตามความเป็นจริง

1.1 อายุ.....ปี

1.2 ประสบการณ์ในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศ.....ปี

1.3 ความถี่ในการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร(BIM)

☐ ใช้งานเป็นบางครั้ง ☐ ใช้งานเป็นประจำ

1.4 ประสบการณ์เกี่ยวกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร(BIM)

☐ ไม่รู้จักแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

☐รู้จักแบบจำลองสารสนเทศอาคารแต่ไม่เคยใช้งาน

☐รู้จักแบบจำลองสารสนเทศอาคารและเคยใช้งานบ้าง

☐รู้จักแบบจำลองสารสนเทศอาคารและใช้งานเป็นประจำ

Ref. code: 25595816030331VSQ

ส่วนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร หลังจากได้ทดลองใช้งานโปรแกรมเสริม ให้ทำเครื่องหมาย □ ลงในช่องว่างตามความเห็นของท่าน

2.1 ด้านการใช้งาน	**ดีมากที่สุด**	**ดีมาก**	**ดี**	**พอใช้**	**ควรปรับปรุง**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
2.1.1 รูปแบบการใช้งานโปรแกรม**โดยภาพรวม**					
2.1.2 การเตรียมแบบจำลอง					
2.1.3 การใช้งานสคริปต์การตรวจสอบระบบอัตโนมัติ					
2.1.4 การใช้งานสคริปต์การตรวจสอบระบบกึ่งอัตโนมัติ					
2.1.5 รูปแบบการแสดงผลการตรวจสอบ**โดยภาพรวม**					
2.1.6 การแสดงผลการตรวจสอบในโปรแกรม Excel					
2.1.7 การแสดงผลการตรวจสอบในโปรแกรม Revit					
2.1.8 ความง่ายในการใช้โปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร					

Ref. code: 25595816030331VSQ

2.2 ประโยชน์ของโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
2.2.1 ประโยชน์ของโปรแกรมเสริมที่มีต่อวิชาชีพ ในอนาคต					
2.2.2 ความเป็นไปได้ในการนำโปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคารไปใช้ในอนาคต					

ส่วนที่ 3 แสดงความเห็นเกี่ยวกับโปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศ หลังจากได้ทดลองใช้งานโปรแกรมเสริม

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับโปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25595816030331VSQ

ผลการประเมินด้านการใช้งานจากผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศ (BIM)

คนที่ / คะแนน	1	2	3	4	5
รูปแบบการใช้งานโปรแกรมโดยภาพรวม	3	4	4	3	4
การเตรียมแบบจำลอง	3	3	3	3	4
การใช้งานสคริปต์การตรวจสอบระบบอัตโนมัติ	4	4	5	3	4
การใช้งานสคริปต์การตรวจสอบระบบกึ่งอัตโนมัติ	3	3	4	3	4
รูปแบบการแสดงผลการตรวจสอบโดยภาพรวม	4	3	4	4	4
การแสดงผลการตรวจสอบในโปรแกรม Excel	4	3	4	4	4
การแสดงผลการตรวจสอบในโปรแกรม Revit	3	3	4	4	4
ความง่ายในการใช้โปรแกรมเสริมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร	4	4	3	4	4

หมายเหตุ : เก็บคะแนนจากแบบประเมิน โดยมีเกณฑ์คะแนนคือ 5 4 3 2 และ1 ตามลำดับ

ผลการประเมินแนวโน้มของโปรแกรมเสริมในอนาคตจากผู้ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศ

คนที่ / คะแนน	1	2	3	4	5
ประโยชน์ของโปรแกรมเสริมที่มีต่อวิชาชีพในอนาคต	5	4	4	4	5
ความเป็นไปได้ในการนำโปรแกรมเสริมไปใช้	3	4	4	4	5

หมายเหตุ : เก็บคะแนนจากแบบประเมิน โดยมีเกณฑ์คะแนนคือ 5 4 3 2 และ1 ตามลำดับ

Ref. code: 25595816030331VSQ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายวรพงศ์ โรจน์อนุสรณ์
วันเดือนปีเกิด	3 มีนาคม 2536
ตำแหน่ง	ปีการศึกษา 2557: วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ทุนการศึกษา	ปีงบประมาณ 2560: ทุนสนับสนุนงานวิจัย ประเภททุนวิจัยทั่วไป สาหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา กองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผลงานทางวิชาการ

วรพงศ์ โรจน์อนุสรณ์, และ ชาวี บุษยรัตน์. (กรกฎาคม 2560). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการตรวจสอบกฎหมายอาคารด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร กรณีศึกษา: อาคารที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ ในเขตกรุงเทพมหานคร*. งานการประชุมวิชาการ Built Environment Research Associates Conference ครั้งที่ 8 ประจาปี 2560 (BEREC 8, 2017), คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.

Ref. code: 25595816030331VSQ