การพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร

โดย

นางสาวณัชชา เอกร่าเริงแสน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25595816030166JZE

การพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร

โดย

นางสาวณัชชา เอกร่าเริงแสน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25595816030166JZE

ANALYZING FIRE EVACUATION PATHS WITH BUILDING INFORMATION MODELING TECHNOLOGY

BY

MISS NADCHA AKE-RARERNGSAEN

ATHESISSUBMITTED 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: 25595816030166JZE

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวณัชชา เอกร่าเริงแสน

เรื่อง

การพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร
เพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อวันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2560

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพย์สุดา จันทร์แจ่มหล้า)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ _____
(อาจารย์ ดร.ชาวี บุษยรัตน์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(รองศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์)

Ref. code: 25595816030166JZE

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร
ชื่อผู้เขียน	นางสาวณัชชา เอกร่าเริงแสน
ชื่อปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร.ชาวี บุษยรัตน์
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

ทางหนีไฟถือเป็นส่วนสำคัญที่สถาปนิกต้องคำนึงถึงตั้งแต่เริ่มงานออกแบบอาคาร เนื่องจากเป็นเส้นทางที่ใช้ในการลำเอียงอพยพคนออกจากอาคาร ดังนั้นทางหนีไฟจึงต้องถูกออกแบบและผ่านการตรวจสอบตามมาตรฐานการออกแบบทางหนีไฟ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาจัดทำโปรแกรมเสริมที่ใช้ประเมินทางหนีไฟ ให้กับโปรแกรมที่ใช้แนวคิด Building Information Modeling (BIM) หรือ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งเป็นลักษณะของแบบจำลองอาคารที่มีข้อมูลทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ ทำให้แบบจำลองสารสนเทศอาคารมีความสามารถเหนือกว่าแบบจำลองอาคารทั่วไป

ผู้วิจัยได้ศึกษามาตรฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการหนีไฟ และเลือกศึกษาการหาเส้นทางหนีไฟในอาคารประกอบกับการวิเคราะห์การใช้งานในแต่ละฟังก์ชันที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับจำนวนผู้ใช้งานในอาคาร นำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการเขียนโปรแกรมเสริมต้นแบบ จากนั้นศึกษาแนวคิดของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยเลือกใช้โปรแกรม Autodesk Revit เป็นโปรแกรมตั้งต้นในการพัฒนาโปรแกรมเสริมต้นแบบที่จะใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร

ผลของการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคารนี้ นำไปสู่นำการใช้ข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อให้สถาปนิกใช้เป็นแนวทางในการออกแบบอาคารสถาปัตยกรรมที่มีมาตรฐานของความปลอดภัยในเส้นทางหนีไฟ ซึ่งจะส่งผลให้สามารถลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปรับแก้แบบสถาปัตยกรรมให้ตรงกับมาตรฐานทางหนีไฟ ที่สำคัญคือจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยในชีวิตของผู้ใช้งานในอาคารได้ ซึ่งผลการประเมินจากผู้ใช้งาน ได้ผลว่า โปรแกรมเสริมมีประสิทธิภาพทั้งด้านการวิเคราะห์และด้านการใช้งาน

คำสำคัญ: ทางหนีไฟ, โปรแกรมเสริม, แบบจำลองสารสนเทศอาคาร

Ref. code: 25595816030166JZE

Thesis Title	ANALYZING FIRE EVACUATION PATHS WITH BUILDING INFORMATION MODELING TECHNOLOGY
Author	Miss Nadcha Ake-rarerngsaen
Degree	Master of Architecture
Major Field/Faculty/University	Architecture Architecture and Planning Thammasat University
Thesis Advisor	Chawee Busayarat, Ph.D.
Academic Years	2016

ABSTRACT

As fire escapes are essential emergency exits, an add-on program was developed for fire evacuation path analysis, using building information modeling (BIM). 2D information and 3D elements give BIM more useful data productivity.

Standards of building evacuation were studied, and principles for analyzing fire escapes were summarized. Fire escape routes in buildings were noted with usage analysis for functions, including the number of building users, which were used for developing software prototype. Autodesk Revit software for BIM was selected to develop a prototype to operate with the add-on program, assessed according to efficiency of evacuation route analysis and usage.

Results were that BIM may be useful for architects as guidelines for architectural design of fire escape route standards. These findings should help reduce time and money spent on architectural modifications to meet the fire standards, ultimately saving lives. The user evaluation results are that the add-on program is effective in both analysis and usage.

Keywords: Evacuation path, Add-on, BIM

Ref. code: 25595816030166JZE

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดีจาก อาจารย์ ดร.ชาวี บุษยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำแนะนำแนวทางการศึกษา และคอยให้คำปรึกษาในทุกด้านตลอดการทำวิทยานิพนธ์นี้ รองศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์ ที่คอยให้ความรู้และแนะนำหลักในการพัฒนาโปรแกรมเสริม ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทิพย์สุดา จันทร์แจ่มหล้า ที่แนะนำแนวทางในการประเมินระบบ

ขอขอบคุณ อาจารย์กิตติศักดิ์ อาภรณ์วิชานพ และ นายวโรภาส ชุนณะวงค์ ที่ช่วยให้คำแนะนำเรื่องการเขียนโปรแกรม และขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัย จากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2560 ภายใต้ประเภททุนวิจัยทั่วไป

นางสาวณัชชา เอกร่าเริงแสน

Ref. code: 25595816030166JZE

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 คำจำกัดความในงานวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ	5
1.7 กรอบแนวความคิดในการดำเนินงานวิจัย	6
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 มาตรฐานที่เกี่ยวกับการหนีไฟ	8
2.1.1 การตรวจสอบเส้นทางหนีไฟ	8
2.1.2 ขั้นตอนในการตรวจสอบอาคาร เพื่อความปลอดภัยในการใช้อาคาร	9

Ref. code: 25595816030166JZE

2.1.3 กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องเส้นทางหนีไฟ 10
2.1.4 ขีดความสามารถของทางหนีไฟ 10
2.1.5 จำนวนและตำแหน่งทางหนีไฟ 15
2.1.6 ระยะสัญจรของทางหนีไฟ 15
2.1.7 รายละเอียดอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับทางหนีไฟ 16
2.2 แนวคิดของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร หรือ BIM 17
2.2.1 ที่มาของแนวความคิดแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร 17
2.2.2 หลักการทำงานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร 18
2.2.3 โปรแกรมที่ใช้งานกับแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร 20
2.2.3.1 Autodesk Revit โดยบริษัท Autodesk 20
2.2.3.2 ArchiCAD โดยบริษัท Graphisoft 21
2.2.3.3 Vectorworks และ Allplan Architecture โดยบริษัทNemetschek 21
2.2.3.4 AECOsim Building Designer โดยบริษัท Bentley System, Inc. 22
2.2.4 โปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร 24
2.2.4.1 การเขียนโปรแกรมแบบการเข้ารหัส (Coding) 24
2.2.4.2 การเขียนโปรแกรมภาษาภาพ (Visual Programming Languages) 24
(1) Dynamo 25
(2) Grasshopper 26
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26
2.3.1 การเขียนโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อการวิเคราะห์อาคาร 26
2.3.2 การเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ทางหนีไฟ 28
2.3.3 การใช้แบบจำลองสามมิติ ในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ 30
2.3.4 การเขียนโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ 31

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 36

3.1 ประเภทของงานวิจัย 36

Ref. code: 25595816030166JZE

3.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง 36
3.2.1 กลุ่มตัวอย่าง ผู้เชี่ยวชาญทางด้านทางหนีไฟในอาคาร 36
3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง สถาปนิก 36
3.3 ขั้นตอนในการวิจัย 36
3.3.1 ขั้นตอนการออกแบบและจัดทำโปรแกรม 36
(1) ศึกษามาตรฐานทางหนีไฟ 36
(2) ศึกษาความหมายและการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร และวิเคราะห์โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร 37
(3) ศึกษาภาษาและวิธีการใช้โปรแกรมเสริมใน แบบจำลองสารสนเทศอาคาร 37
(4) ออกแบบและจัดทำโปรแกรมเสริม 37
3.3.2 ขั้นตอนการประเมินโปรแกรมเสริม 38
(1) ประเมินประสิทธิภาพในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ 38
(2) ประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน 39
3.4 ระดับความละเอียดของ BIM Model ที่นำมาใช้วิเคราะห์ 39
3.5 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณเส้นทางหนีไฟ 40
3.5.1 ระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟ 40
3.5.2 ระยะความกว้างของทางหนีไฟ 40
3.5.3 ค่า Density หรือจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละ Node 41
3.6 การพัฒนารูปแบบโปรแกรมเสริม 42
3.7 ลำดับการใช้งานโปรแกรมเสริม 43
3.8 การทำงานของโปรแกรมเสริม 44
3.9 สรุปข้อมูลที่เรียกใช้ เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางหนีไฟ 46
3.9.1 ค่าที่ได้จาก BIM Model 47
(1) ตำแหน่งประตูห้อง, ตำแหน่งประตูทางออก, หมายเลขประตู 47
(2) ค่าต่างๆของห้อง (room) 48
(3) ค่าความยาวของเส้นทางหนีไฟ 49

Ref. code: 25595816030166JZE

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 50

4.1 เริ่มแรกเปิดไฟล์ .rvt 50
4.2 การกำหนดค่าเพิ่มเติมใน BIM Model 51
4.2.1 แบบกำหนดค่าเพิ่มเติมเอง 51
(1) กำหนดค่าของประตูห้องและประตูหนีไฟ 52
(2) การสร้าง Parameter สำหรับค่าจำนวนคนและค่าความกว้าง 52
(3) การสร้าง Line Styles เพื่อกำหนดที่อยู่ของเส้นทางหนีไฟ 53
(4) การกำหนดค่าทางหนีไฟ 54
4.2.2 แบบใช้ไฟล์ที่ตั้งค่าไว้แล้ว 57
(1) สร้าง Parameters และ Line Styles จากไฟล์ตั้งต้น 58
(2) สร้าง Line Styles จากไฟล์ LineStyles.rvt 58
(3) การกำหนดค่าทางหนีไฟ 59
4.3 ใช้งาน dynamo I 59
(1) ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประตูห้อง (Room Exit) 60
(2) ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประตูหนีไฟ (Emergency Exit) 60
4.4 ใช้งาน dynamo II 61
4.5 การแสดงผล 61
4.6 การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริม 65
4.6.1 การประเมินประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ 65
4.6.2 การประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน 66

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 69

5.1 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมเสริม 69
5.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ 71
5.2.1 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะด้านการใช้งาน 71
5.2.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะด้านการเขียนโปรแกรม 72

Ref. code: 25595816030166JZE

รายการอ้างอิง 73

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 79
ภาคผนวก ข 85

ประวัติผู้เขียน 87

Ref. code: 25595816030166JZE

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1.4 (ก)	แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้ทั่วไป กับขนาดพื้นที่ต่อคนเพื่อคำนวณความจุคน (ตารางเมตรต่อคน)	11
2.1.4 (ข)	แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้แบบเฉพาะ กับขนาดพื้นที่ต่อคนเพื่อคำนวณความจุคน (ตารางเมตรต่อคน)	11
2.1.4 (ค)	ความกว้างต่อคน เพื่อคำนวณความกว้างของเส้นทางหนีไฟ (มิลลิเมตรต่อคน)	14
2.1.6	ระยะสัญจรและระยะปลายตันสูงสุด	15
2.3	เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการใช้งาน	35
3.9	สรุปข้อมูลที่นำใช้ในการวิเคราะห์	47
4.6.2 (ก)	แสดงความพึงพอใจประสิทธิภาพด้านการใช้งานในขั้นตอนการใช้งาน	67
4.6.2 (ข)	แสดงความพึงพอใจประสิทธิภาพด้านการใช้งานในการแสดงผล	67
4.6.2 (ค)	แสดงความพึงพอใจประสิทธิภาพด้านการใช้งานในประโยชน์ที่มีผลต่อวิชาชีพสถาปนิก	68

Ref. code: 25595816030166JZE

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แสดงกรอบแนวความคิดในการดำเนินงานวิจัย	6
2.1	แสดงการวัดระยะทางในการหนีไฟ	16
2.2	แสดงการทำงานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร	17
2.3	แสดงแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารที่เพิ่มขึ้น	18
2.4	แสดงหลักการทำงานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร และหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องตั้งแต่เริ่ม จนวาระสุดท้ายของอาคาร	19
2.5	แสดงแนวคิดของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร	20
2.6	แสดงหน้าจอการใช้งานของโปรแกรม Autodesk Revit	21
2.7	แสดงหน้าจอการใช้งานของโปรแกรม ArchiCAD	21
2.8	แสดงหน้าจอการใช้งานของโปรแกรม Vectorworks	21
2.9	แสดงหน้าจอการใช้งานของโปรแกรม AECOsim Building Designer	22
2.10	แสดงสัดส่วนผู้ใช้งานโปรแกรมซอฟต์แวร์ต่างๆที่ใช้ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร	22
2.11	แสดงการเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ใช้งานระหว่างโปรแกรม Autodesk Revit และโปรแกรม ArchiCAD	23
2.12	แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมแบบการเข้ารหัส (Coding)	24
2.13	แสดงการส่งต่อข้อมูลของ Dynamo	25
2.14	แสดงหลักการทำงานของ Dynamo	25
2.15	แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Rhinoceros 3D และ Grasshopper	26
2.16	แสดงก่อน-หลังการปรับค่าตัวแปรเสริม ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร	27
2.17	แสดงการปรับค่าตัวแปรเสริมเพื่อออกแบบช่องเปิด	27
2.18	แสดงส่วนสร้างแบบจำลองและส่วนจำลองสถานการณ์	28
2.19	แสดงหน้าจอส่วนการรายงานผลการจำลองสถานการณ์แบบทันทีภายในโปรแกรม	29
2.20	แสดงผลข้อมูลเป็นแบบแฟ้มข้อความ	29
2.21	แสดงผลข้อมูลแบบแสดงผลทันทีในโปรแกรม	30
2.22	แสดงผลข้อมูลเป็นแบบแฟ้มข้อความ	30
2.23	แสดงหน้าจอแสดงผล	31
2.24	แสดงหน้าจอการใช้งาน	31

Ref. code: 25595816030166JZE

2.25	แสดงหน้าจอแสดงผลของ InsightBIM–Evacuation	32
2.26	แสดงการทำงานของ InsightBIM–Evacuation interface	32
2.27	แสดงทฤษฎีการหาเส้นทาง	33
2.28	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง BIM, VR, Routing และ Graph network	33
2.29	แสดงการเขียนโปรแกรมเสริมโดยวิธี Coding	34
2.30	แสดงหน้าจอแสดงผลของโปรแกรมตรวจสอบ	34
3.1	แสดงค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ต่างๆที่ใช้ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ผ่าน google	37
3.2	แสดงกลุ่มตัวอย่างและขั้นตอนการประเมิน	38
3.3	แสดงการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟจากตัวแปรที่เกี่ยวข้องในแต่ละ Node	40
3.4	แสดงการให้ค่าคะแนนของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ	41
3.5	แสดงการเข้าถึงการใช้งานโปรแกรมเสริมต้นแบบผ่านโปรแกรมที่เกี่ยวข้องส่วนแรก	42
3.6	แสดงการเข้าถึงการใช้งานโปรแกรมเสริมต้นแบบผ่านโปรแกรมที่เกี่ยวข้องส่วนสอง	42
3.7	แสดงลำดับการใช้งานโปรแกรมเสริม	43
3.8	แสดงการทำงานของชุดคำสั่ง Dynamo I	45
3.9	แสดงการทำงานของชุดคำสั่ง Dynamo II	46
3.10	แสดงการใช้งานฟังก์ชัน Room.Doors	48
3.11	แสดงการใช้งานฟังก์ชัน Door.Rooms	48
3.12	แสดงการใช้งานฟังก์ชัน Curves.ShortestWalk	49
4.1	แสดงการขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเสริม	50
4.2	แสดงค่าตัวแปรที่ผู้ใช้งานต้องใส่ตามในแบบกำหนดค่าเพิ่มเติมเอง	51
4.3	แสดงการสร้าง Parameter "Exit Type"	52
4.4	แสดงการสร้าง Parameter "Density Node"	53
4.5	แสดงการใส่ค่าความหนาแน่นใน Parameter "Density Node"	53
4.6	แสดงฟังก์ชัน Line Styles	54
4.7	แสดงการสร้าง Line Styles	54
4.8	แสดงการสร้าง View และการกำหนด Visibility/Graphics Overrides	55
4.9	แสดงการโครงร่างกำกับห้องเมื่อเปิดใช้งานให้แสดงผล	56
4.10	แสดงการกำหนดค่าทางหนีไฟ	56
4.11	แสดงค่าตัวแปรที่ผู้ใช้งานต้องใส่ตามในแบบใช้ไฟล์ที่ตั้งค่าไว้แล้ว	57

Ref. code: 25595816030166JZE

4.12 แสดงไฟล์ที่ต้องใช้งาน 57
4.13 แสดงการเปิดไฟล์ ProjectStandard.rvt 58
4.14 แสดงเรียกใช้ Project Parameters และ Line Styles จาก ProjectStandard.rvt 58
4.15 แสดงการใส่ค่าใน Parameter "Exit Type""Density Node" และ"Emergency Width" 59
4.16 แสดงแถบ Add-Ins และ Dynamo 59
4.17 แสดงหน้าแสดงคำสั่ง Dynamo I 59
4.18 แสดงฐานข้อมูลของแต่ละ Node ประตูห้อง 60
4.19 แสดงฐานข้อมูลของ Nodeประตูทางออก 61
4.20 แสดงหน้าแสดงคำสั่ง Dynamo II 61
4.21 แสดงหน้าจอแสดงผลบน Autodesk Revit 62
4.22 แสดงหน้าจอแสดงผลบน Autodesk Revit แบบขยาย 63
4.23 แสดงผลการวิเคราะห์ในแบบผังอื่น ๆ 64
4.24 แสดงผลการวิเคราะห์ในแบบผังอื่น ๆ 64
5.1 แสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเสริม 71
5.2 แสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเสริม หลังปรับแก้ไข 71

Ref. code: 25595816030166JZE

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

อดีตที่ผ่านมา เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้และมีผู้เสียชีวิต โดยส่วนมากมักจะมีสาเหตุจากการหนีออกจากอาคารไม่ได้ เนื่องจากทางหนีไฟไม่เพียงพอ และเกิดความสับสนในเส้นทางการอพยพ ทำให้หนีไฟไม่ทัน จนเป็นเหตุให้สูญเสียชีวิตและทรัพย์สินตามมา (คู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคาร เพื่อความปลอดภัย, 2551) ดังนั้นทางหนีไฟจึงถือเป็นส่วนสำคัญของอาคารที่ผู้ออกแบบจำเป็นต้องออกแบบให้เพียงพอและเหมาะสมต่อการใช้งาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สินดังเช่นที่ผ่านมา

ในปัจจุบันได้มีวิธีการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย ตามกฎหมาย โดยลักษณะการตรวจสอบกำหนดให้ผู้ตรวจสอบทำการตรวจสอบสภาพอาคาร และระบบประกอบอาคาร ด้วยสายตา หรือตรวจสอบด้วยเครื่องมือพื้นฐานทั่วไป ที่ไม่ใช่เครื่องมือพิเศษเฉพาะ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน แล้วจัดทำรายงานการตรวจสอบพร้อมทั้งบันทึกภาพ ข้อมูล รายละเอียดต่าง ๆ ที่ตรวจสอบ พร้อมทำการประเมินผลและสรุปผลการตรวจสอบรวมทั้งข้อเสนอแนะ และข้อควรปรับปรุง ในเรื่องของความปลอดภัยอาคาร เพื่อปรับปรุงสภาพความปลอดภัยอาคาร (คู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคาร เพื่อความปลอดภัย, 2551)

ทุกวันนี้เทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในงานสถาปัตยกรรมมากขึ้น หนึ่งในนั้นคือเทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร หรือ BIM (Building Information Modeling) เป็นกระบวนการที่ช่วยให้การออกแบบงานสถาปัตยกรรมสะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ และตรงตามความต้องการของผู้ออกแบบ โดยหลักการทำงานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ผู้ออกแบบจะสามารถกำหนดค่า และรายละเอียดต่าง ๆ ลงไปในแบบจำลองสามมิติ โดยผ่านกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้สามารถนำค่าที่กำหนดไว้ไปทำใช้ประโยชน์ต่อ เพื่อบริหารโครงการได้สะดวกและรวดเร็ว โดยเป็นการทำงานร่วมกัน ระหว่างสถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมาก่อสร้าง และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนลูกค้า หรือเจ้าของโครงการ เพื่อให้สามารถสื่อสารกันเข้าใจกันสะดวกมากขึ้น ทำให้เทคโนโลยีแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้รับความนิยมและเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญในงานสถาปัตยกรรม มากกว่า 60 ประเทศทั่วโลก ไม่เว้นแม้กระทั่งสถาปนิกในไทยที่เริ่มหันมาใช้เทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารมากขึ้น โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่จะได้รับ อาทิเช่น

Ref. code: 25595816030166JZE

สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของแบบก่อสร้าง ลดระยะเวลาและค่าก่อสร้าง เป็นต้น (สุพฤทธิ์ ตั้งพฤทธิ์กุลและ ณัฐวุฒิ สวัสดิ์สุข, 2558)

การทำงานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เป็นการสร้างแบบจำลองอาคารขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยแบบจำลองข้อมูลอาคารนี้ประกอบขึ้นจากองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคาร ที่จะเป็นข้อมูลกราฟฟิคทั้ง 2 มิติ เช่น สีของวัสดุประตูและ 3 มิติ เช่น ขนาดของประตู และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟฟิค เช่น ราคาหรือรุ่นของประตู ทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้งานต่อได้สะดวก เช่น การคำนวณพื้นที่ ราคา จำนวน ระยะเวลาในการก่อสร้างหรือแม้กระทั่งการประยุกต์มาใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางการหนีไฟในอาคารได้ ทำได้โดยการกำหนดค่า ประตูหนีไฟ ให้แตกต่างจากประตูทั่วไป ซึ่งหลักความเป็นจริงประตูหนีไฟมีคุณลักษณะที่แตกต่างจากประตูธรรมดาอยู่แล้ว ทำให้มีชุดข้อมูลดังกล่าวของประตูหนีไฟระบุในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร จากนั้นจึงกำหนดตำแหน่งใด ๆ ที่ต้องการวิเคราะห์ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารที่ห่างจากประตูหนีไฟ เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเส้นทางหนีไฟในอาคาร

งานวิจัยอื่น ๆ ที่ผ่านมาได้มีการนำเทคโนโลยีมาช่วยตรวจสอบความปลอดภัยเกี่ยวกับเรื่องการหนีออกจากอาคารกับโปรแกรมประเภท Computer Aided Design หรือ CAD ที่เป็นโปรแกรมที่ช่วยในการเขียนแบบ ซึ่งมีทั้งแบบโปรแกรมเฉพาะตัว (Stand-alone Program) และแบบโปรแกรมเสริม (Plug-in Program) และมีโปรแกรมเสริมที่ใช้กับแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารช่วยตรวจสอบในเรื่องอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางหนีไฟเพื่อให้ได้ตามมาตรฐานของระบบวิศวกรรมศาสตร์ แต่ยังไม่มีการนำข้อมูลทางสถาปัตยกรรมจากการออกแบบของสถาปนิกโดยใช้โปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ซึ่งจะช่วยให้สถาปนิกผู้ออกแบบทำงานสะดวกรวดเร็ว และทำให้งานออกแบบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบโปรแกรมเสริมช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟโดยการใช้แบบจำลองสามมิติในเทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อวัดประสิทธิภาพของความปลอดภัยในอาคารด้านการหนีออกจากอาคาร สำหรับการออกแบบแก้ไขอาคารก่อนการสร้างจริงเพื่อลดราคาค่าก่อสร้างหรือช่วยประเมินผลด้านความปลอดภัยของอาคารที่มีอยู่และทำการแก้ไข เพื่อให้ลดการเกิดความสูญเสียของชีวิตเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินที่ต้องหนีออกจากอาคาร

Ref. code: 25595816030166JZE

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาวิธีการและแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยเป็นแนวทางในการจัดทำโปรแกรมเสริมวิเคราะห์ความปลอดภัยของทางหนีไฟอาคาร ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

1.2.2 เพื่อศึกษามาตรฐานที่เกี่ยวกับทางหนีไฟ ทั้งเรื่องกฎหมายที่เกี่ยวข้อง หลักในการออกแบบอาคาร และขั้นตอนการตรวจสอบความปลอดภัยในอาคาร เพื่อช่วยเป็นแนวทางในการจัดทำโปรแกรมเสริมวิเคราะห์ความปลอดภัยของทางหนีไฟอาคาร ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

1.2.3 เพื่อจัดทำโปรแกรมเสริมต้นแบบที่ใช้กับแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ให้สามารถวิเคราะห์ทางหนีไฟในอาคาร

1.2.4 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริมด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ และด้านการใช้งาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟในอาคารและสถาปนิก

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 โปรแกรมเสริมที่จะพัฒนาขึ้น จะช่วยวิเคราะห์เส้นทางการหนีออกจากอาคาร เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินประสิทธิภาพความปลอดภัยด้านการหนีออกจากอาคาร

1.3.2 สถาปนิก และผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟในอาคาร ทดลองใช้โปรแกรมเสริมประเมินประสิทธิภาพความปลอดภัยด้านการหนีออกจากอาคาร มีความเห็นว่า โปรมแกรมเสริมมีประสิทธิภาพการแสดงผลที่ดี และเป็นประโยชน์ต่อวิชาชีพสถาปนิก

Ref. code: 25595816030166JZE

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 โปรแกรมเสริมที่จะพัฒนาขึ้น จะช่วยวิเคราะห์ความปลอดภัยในการหนีออกจากอาคารได้ โดยวิเคราะห์ระยะความยาว ความกว้างของเส้นทางหนีไฟ และความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การใช้งานต่อจำนวนผู้ใช้งานในพื้นที่นั้น ๆ ผ่านโปรแกรมเสริม Dynamo ควบคู่กับโปรแกรม Autodesk Revit

1.4.2 โปรแกรมเสริมวิเคราะห์เส้นทางการหนีออกจากอาคาร พัฒนาขึ้นสำหรับสถาปนิกที่มีความสามารถในการใช้โปรแกรม Autodesk Revit และต้องการตรวจสอบความปลอดภัยด้านการหนีออกจากอาคาร

1.4.3 โปรแกรมเสริมที่จะพัฒนาขึ้น จะสามารถนำไปวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ เพื่อทำการแก้ไขแบบก่อนการสร้างจริง โดยมีหลักในการประเมินตามค่าความปลอดภัยที่วัดได้ ที่คำนึงคำนึงถึงเรื่องระยะทาง และจำนวนคนในการหนีออกจากอาคาร จากผู้ตรวจสอบอาคาร

1.4.4 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย เริ่มตั้งแต่ เดือน กันยายน 2559

1.5 คำจำกัดความในงานวิจัย

"แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร" หรือ **"BIM (Building Information Modeling)"** หมายถึง กระบวนการทำงานที่ช่วยให้การออกแบบงานสถาปัตยกรรมสะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ และตรงตามความต้องการของผู้ออกแบบ โดยในที่นี้มีแบบจำลองอาคารสามมิติ ที่มีชุดข้อมูลทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟฟิค เป็นสื่อกลางในการสื่อสาร

"โปรแกรมเสริม" หรือ **"Plug-in Program"** หมายถึง โปรแกรมที่เสริมฟังก์ชันการทำงานใช้ต่อยอดจากโปรแกรมตั้งต้น ให้สามารถใช้งานได้หลากหลายหรือมีประสิทธิภาพมากขึ้น

"เส้นทางหนีไฟ" หมายถึง เส้นทางสัญจรเพื่อใช้ในการหนีไฟในอาคาร นับจากตำแหน่งประตูห้องใด ๆ ในอาคารไปยังทางไปสู่ประตูทางออกจากอาคาร

"การวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ" หมายถึง การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเส้นทางหนีไฟ ซึ่งในงานวิจัยนี้มี 3 ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ ระยะเส้นทางหนีไฟ ความกว้างของทางหนีไฟ และจำนวนผู้ใช้งาน

Ref. code: 25595816030166JZE

"ประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ" หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ทางหนีไฟของโปรแกรมเสริม ใน 3 ด้าน คือ รูปแบบการแสดงผล ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณและประโยชน์ต่องานสถาปัตยกรรม ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างระยะความยาว ความกว้างของเส้นทางหนีไฟและจำนวนผู้ใช้งาน

"ประสิทธิภาพด้านการใช้งาน" หมายถึง ความพึงพอใจความสามารถในการใช้งานของโปรแกรมเสริม ใน 3 ด้าน คือ ขั้นตอนการใช้งาน การแสดงผล และประโยชน์ที่มีต่อวิชาชีพ

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 โปรแกรมเสริมที่จะพัฒนาขึ้น จะช่วยวิเคราะห์ทางหนีไฟในอาคาร ให้สถาปนิกทำงานง่ายขึ้น

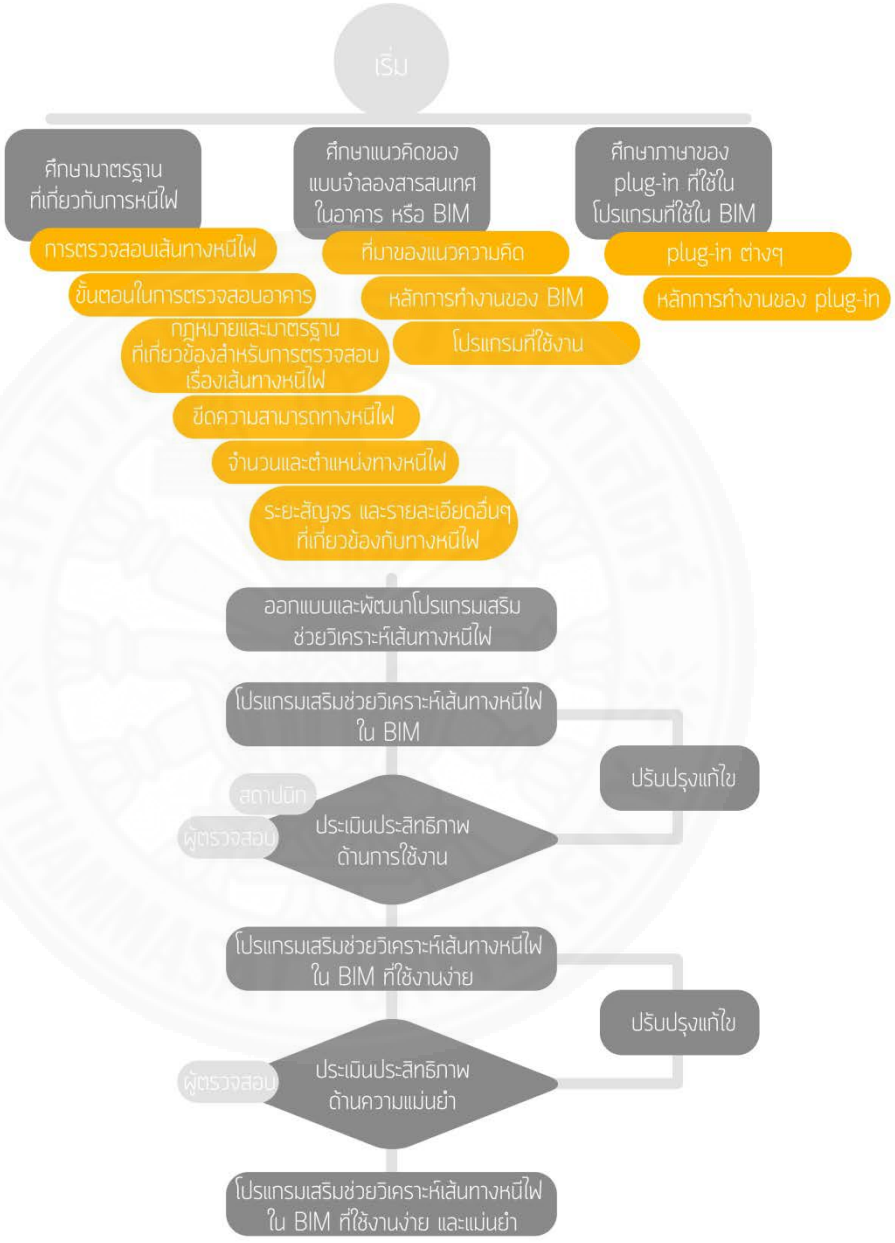
1.6.2 โปรแกรมเสริมที่จะพัฒนาขึ้น จะช่วยวิเคราะห์ทางหนีไฟในอาคาร สามารถช่วยลดราคาค่าแก้ไขอาคาร ก่อนการสร้างจริงได้ ทำให้เจ้าของโครงการประหยัดค่าใช้จ่าย

1.6.3 โปรแกรมเสริมที่จะพัฒนาขึ้น จะช่วยวิเคราะห์ทางหนีไฟในอาคาร สามารถช่วยให้เจ้าหน้าที่ผู้ตรวจสอบอาคารทำงานได้สะดวก ถูกต้องแม่นยำ มากขึ้น

1.6.4 โปรแกรมเสริมที่จะพัฒนาขึ้น จะช่วยวิเคราะห์ทางหนีไฟในอาคาร สามารถช่วยให้ผู้ใช้งานในอาคารเกิดความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน

Ref. code: 25595816030166JZE

1.7 กรอบแนวความคิดในการดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 1.1 แสดงกรอบแนวความคิดในการดำเนินงานวิจัย

Ref. code: 25595816030166JZE

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 2 นี้เป็นการศึกษา ค้นคว้างานวิจัยต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนและเป็นแนวทาง ในการจัดทำโปรแกรมเสริมเพื่อวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคารในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร โดยสามารถแบ่งข้อมูลได้ ดังนี้

2.1 มาตรฐานที่เกี่ยวกับการหนีไฟ

2.1.1 การตรวจสอบเส้นทางหนีไฟ

2.1.2 ขั้นตอนในการตรวจสอบอาคาร เพื่อความปลอดภัยในการใช้อาคาร

2.1.3 กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องเส้นทางหนีไฟ

2.1.4 ขีดความสามารถของทางหนีไฟ

2.1.5 จำนวนและตำแหน่งทางหนีไฟ

2.1.6 ระยะสัญจรของทางหนีไฟ

2.1.7 รายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางหนีไฟ

2.2 แนวคิดของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร หรือ BIM

2.2.1 ที่มาของแนวความคิดแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

2.2.2 หลักการทำงานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

2.2.3 โปรแกรมที่ใช้งานกับแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

2.2.4 โปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 การเขียนโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อการวิเคราะห์อาคาร

2.3.2 การเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ทางหนีไฟ

2.3.3 การใช้แบบจำลองสามมิติ ในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ

2.3.4 การเขียนโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ

Ref. code: 25595816030166JZE

2.1 มาตรฐานที่เกี่ยวกับการหนีไฟ

2.1.1 การตรวจสอบเส้นทางหนีไฟ

เส้นทางหนีไฟจะต้องเป็นเส้นทางที่ต่อเนื่องกันและไม่มีอุปสรรคมากีดขวางระหว่างตำแหน่งใด ๆ ในอาคารไปยังภายนอกอาคาร สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ทางไปสู่ทางหนีไฟ ที่ผู้ใช้อาคารใช้เป็นทางไปสู่เส้นทางหนีไฟ ประกอบด้วย ห้อง พื้นที่ของอาคาร ประตู ทางเดิน บันไดหรือทางลาดที่ไม่ปิดล้อม เป็นต้น ทางหนีไฟ เป็นทางที่ถูกกั้นแยกออกจากส่วนอื่น ๆ ของอาคารด้วยโครงสร้างทนไฟจนถึงทางปล่อยออก ประกอบด้วย ประตูทนไฟ ช่องบันไดหนีไฟปลอดควัน บันไดหรือทางลาดที่ปิดล้อม เป็นต้น และทางปล่อยออก เป็นทางที่เชื่อมระหว่างทางหนีไฟและทางสาธารณะ

การตรวจสอบอาคารตามกฎกระทรวงกำหนดคุณสมบัติเฉพาะของผู้ตรวจสอบอาคาร เพื่อความปลอดภัยต่อชีวิต และทรัพย์สิน ผู้ตรวจสอบจะตรวจสอบตามมาตรฐานที่ยอมรับทั้งใน และต่างประเทศ และตามกฎหมายตรวจควบคุมอาคาร

ในการตรวจสอบเส้นทางหนีไฟให้ปลอดภัย จะอาศัยการตรวจสอบด้วยสายตาและเครื่องมือพื้นฐาน เช่น ตลับเมตร เป็นต้น จะมีรายละเอียดที่ต้องทำการตรวจสอบโดยผู้ตรวจสอบจะต้องคำนึงถึงรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

(1) เส้นทางหนีไฟต้องไม่มีอุปสรรคกีดขวางจากพื้นที่ใด ๆ ภายในอาคารไปถึงบันไดหนีไฟไปจุดปล่อยนอกอาคารตลอดไปจนถึงจุดรวมพล

(2) ตรวจสอบความกว้างความสูงเส้นทางหนีไฟทางหนีไฟต้องไม่ลดทั้งจำนวนและขนาดลงตลอดเส้นทางจนถึงจุดปลอดภัยนอกอาคาร

(3) ตรวจสอบระยะทางหนีไฟที่ปลอดภัยเช่นทางตันและทางสัญจร

(4) ตรวจสอบการเปิด-ปิดประตูตลอดเส้นทาง

(5) ตรวจสอบสมรรถนะของบันไดหนีไฟความลาดชันลูกตั้งลูกนอนและชานพัก

(6) ตรวจสอบความเสี่ยงในการพลัดตกเช่นราวจับราวกันตก

(7) ตรวจสอบแสงสว่างในเส้นทางหนีไฟ

(8) ตรวจสอบป้ายเครื่องหมาย สัญลักษณ์ ที่บ่งบอกทางหนีไฟ

Ref. code: 25595816030166JZE

(9) ตรวจสอบอุปกรณ์ระบบความปลอดภัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในบันไดหนีไฟเช่น ระบบอัดอากาศช่องระบายอากาศในบันได

ในอาคารหรือสิ่งก่อสร้างทุกประเภทที่มีผู้อาศัยต้องจัดเตรียมเส้นทางหนีไฟให้เพียงพอเหมาะสมต่อลักษณะอาคารกิจกรรมการใช้อาคารและพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารตามข้อกำหนดหรือหลักการพื้นฐานในการจัดเตรียมเส้นทางหนีไฟ ให้ได้มาตรฐาน มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการใช้งาน โดยต้องจัดเตรียมเส้นทางหนีไฟให้มีไม่น้อยกว่า 2 ทาง เพื่อให้มีทางเลือกในการหนีได้ มากกว่า 1 เส้นทาง โดยจัดวางตำแหน่งทางหนีไฟให้ห่างกันมากที่สุด หลีกเลี่ยงโอกาสการถูกปิดกั้นด้วยควันไฟในทั้งสองเส้นทางพร้อม ๆ กัน เส้นทางหนีไฟต้องต่อเนื่องจากพื้นที่ใด ๆ ของอาคารไปยังจุดปลอดภัยขนาดเส้นทางหนีไฟ ต้องไม่ลดขนาดลง ไม่ซับซ้อน ไม่นำไปสู่ทางตัน เส้นทางหนีไฟต้องได้รับการดูแลให้อยู่ในสภาพที่สามารถหนีไฟได้โดยง่ายไม่มีสิ่งกีดขวางจากทุกส่วนของอาคารตลอดเวลา และต้องมีแสงสว่างตลอดเวลาทั้งในสภาวะปกติและสภาวะฉุกเฉิน กรณีไฟดับ

ทางหนีไฟต้องตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สังเกตุเห็นได้โดยง่ายต้องจัดเตรียมทางเข้าทางหนีไฟให้ง่ายตลอดเวลาสามารถมองเห็นได้ชัดเจนและมีป้ายบอกมีการจัดเตรียมพื้นที่หนีภัยจากควันเช่นจัดทำพื้นที่ว่างหน้าบันได

ประตูหนีไฟต้องผลักไปในทิศทางการหนี และสามารถเปิดย้อนกลับ เข้าในอาคารได้ เพื่อการบรรเทาสาธารณะภัยต้องมีการป้องกันไฟล์ามตามช่องเปิดในแนวดิ่งปิดล้อมบันไดหนีไฟในแนวดิ่งเพื่อการควบคุมการแพร่กระจายควันไฟ และเมื่อมีเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้สอยอาคาร ต้องมีการจัดเตรียมขนาด ทางหนีไฟให้เหมาะสมและเพียงพอ

2.1.2 ขั้นตอนในการตรวจสอบอาคาร เพื่อความปลอดภัยในการใช้อาคาร

สำหรับการตรวจสอบจะแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

(1) ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลและเตรียมตัวก่อนการตรวจสอบเส้นทางหนีไฟ

- สอบถามข้อมูล

- การตรวจสอบเอกสาร เช่น แบบผังอาคารและรายละเอียดของอาคาร การบำรุงรักษา เอกสารที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการ

(2) การตรวจสอบสภาพหน้างานจริง

(3) การจัดทำรายงานและสรุปผลการตรวจสอบ

Ref. code: 25595816030166JZE

2.1.3 กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางหนีไฟ

หลักเกณฑ์ในการตรวจสอบสภาพของอาคาร จะทำการตรวจสอบอาคารตามหลักเกณฑ์กฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อจัดทำหรือปรับปรุง แบบฟอร์มการตรวจสอบ ให้ถูกต้องเหมาะสมกับลักษณะอาคารที่ทำการตรวจสอบ

สำหรับกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางหนีไฟ มีดังนี้

(1) กฎหมาย

- พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร
- พระราชบัญญัติโรงงานอุตสาหกรรม
- พระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน
- ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร

(2) มาตรฐาน

- มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชินูปถัมภ์ (วสท.)

2.1.4 ขีดความสามารถของทางหนีไฟ

เส้นทางหนีไฟที่มีประสิทธิภาพจะต้องมีการคำนวณหาความจุคน เพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งาน การคำนวณหาความจุคนเพื่อการหนีไฟของแต่ละพื้นที่หรือห้องใด ๆ ต้องคำนวณโดยนำขนาดของพื้นที่ที่ต้องการคำนวณหารด้วยพื้นที่ต่อคนตามที่กำหนดในตารางที่ 2.1.4 (ก) และ 2.1.4 (ข) หากมีพื้นที่อื่นมาร่วมใช้ทางหนีไฟ ต้องนำจำนวนคนในพื้นที่ดังกล่าว มารวมเป็นความจุคนด้วย กรณีพื้นที่หรือห้องใด ๆ ที่ใช้งานต่างกิจกรรมกันในเวลาที่ต่างกัน ต้องคำนวณความจุคนจากกิจกรรมที่มีความจุคนสูงที่สุด และกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการใช้ในอาคารที่ก่อสร้างเสร็จและใช้งานแล้ว กิจกรรมที่เปลี่ยนแปลงนั้น ต้องมีความจุคนไม่เกินค่าความจุคนเดิมของอาคารหลังนั้น เว้นแต่มีการปรับปรุงอาคารให้มีขีดความสามารถของทางหนีไฟที่รองรับความจุคนของกิจกรรมใหม่ได้

ขนาดพื้นที่ต่อคนให้ใช้ตามที่กำหนดในตารางที่ 2.1.4 (ก) ยกเว้นกำหนดเป็นอย่างอื่นในตารางที่ 2.1.4 (ข)

Ref. code: 25595816030166JZE

ตารางที่ 2.1.4 (ก)

แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้ทั่วไป กับขนาดพื้นที่ต่อคนเพื่อคำนวณความจุคน (ตารางเมตรต่อคน)

ลักษณะกิจกรรมการใช้งานทั่วไป	ขนาดพื้นที่ต่อคน	หมายเหตุ
สำนักงาน	10.0	
ห้องอาหาร โรงอาหาร	1.5	
ภัตตาคาร ห้องจัดเลี้ยง	1.5	
ศูนย์อาหาร	1.0	แบบบริการตนเอง
ร้านค้า	5.0	
พื้นที่ หรือห้องเก็บของ	30.0	
ครัว	10.0	
พื้นที่ซักล้างอบรีด	10.0	
พื้นที่รับรองหรือต้อนรับ	3.0	ไม่ใช่พื้นที่พักคอย
ห้องเอนกประสงค์	1.0	
ห้องประชุมห้องสัมนา	1.5	
ห้องพักของโรงแรมอพาร์ตเมนต์	20.0	คำนวณแต่ละห้อง
ห้องพักของหอพักนักเรียน	5.0	คำนวณแต่ละห้อง
ห้องสมุด	10.0	ดูกิจกรรมเฉพาะด้วย
ห้องเครื่องจักรกล	30.0	
โถงทางเดิน	-	มีการกั้นแยกแบบถาวร
ห้องน้ำ	-	
กิจกรรมอื่น ๆ	10.0	

หมายเหตุ. จาก มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย, ว.ส.ท.

ตารางที่ 2.1.4 (ข)

แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้แบบเฉพาะ กับขนาดพื้นที่ต่อคนเพื่อคำนวณความจุคน (ตารางเมตรต่อคน)

ลักษณะกิจกรรมการใช้งานแบบเฉพาะ	ขนาดพื้นที่ต่อคน	หมายเหตุ
สถานพยาบาล		

Ref. code: 25595816030166JZE

ตารางที่ 2.1.4 (ข) (ต่อ)

แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้แบบเฉพาะ กับขนาดพื้นที่ต่อคนเพื่อคำนวณความจุคน (ตารางเมตรต่อคน)

ลักษณะกิจกรรมการใช้งานแบบเฉพาะ	ขนาดพื้นที่ต่อคน	หมายเหตุ
พื้นที่พักคอยสำหรับผู้ป่วยนอก	1.5	
ส่วนพยาบาล	10.0	
ห้องผู้ป่วยหนัก	20.0	
ห้องตรวจ	5.0	
ห้องผู้ป่วยรวม	20.0	
ห้องปฏิบัติการ	20.0	
ห้องเก็บยา		
สถานศึกษา		
ห้องเรียน	1.5	
ห้องเรียนคอมพิวเตอร์	3.0	
ห้องสมุด	5.0	
ห้องเตรียมการเรียน(โรงเรียนประจำ)	1.5	
ห้องทดลอง	5.0	
โรงฝึกงาน	5.0	
ห้องเรียนกวดวิชา	1.0	
โรงอาหาร	1.0	
สำนักงาน		
โถงบริการธนาคาร	3.0	
ห้องเก็บเอกสาร	10.0	
ศูนย์บริการธุรกิจ	10.0	
ห้องมั่นคง	30.0	
ห้องเขียนแบบและออกแบบ	5.0	
สถานที่ค้าขาย		
พื้นที่แสดงสินค้า	1.5	

Ref. code: 25595816030166JZE

ตารางที่ 2.1.4 (ข) (ต่อ)

แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้แบบเฉพาะ กับขนาดพื้นที่ต่อคนเพื่อคำนวณความจุคน (ตารางเมตรต่อคน)

ลักษณะกิจกรรมการใช้งานแบบเฉพาะ	ขนาดพื้นที่ต่อคน	หมายเหตุ
พื้นที่จำหน่ายสินค้าราคาพิเศษ	1.5	
ซุปเปอร์มาเก็ต ซุปเปอร์สโตร์	5.0	
พื้นที่จำหน่ายสินค้าปกติ	5.0	
สถานอุตสาหกรรม		
พื้นที่การผลิตที่ใช้แรงงานคนเป็นหลัก	2.0	
พื้นที่การผลิตที่ใช้แรงงานคนและเครื่องจักรอัตโนมัติ	6.0	
พื้นที่การผลิตที่ใช้เครื่องจักรอัตโนมัติเป็นหลัก	10.0	
ห้องซ่อมเครื่องจักรกล	10.0	
ห้องสมุด	5.0	
ห้องทดลอง	5.0	
โรงอาหาร	1.0	
สถานที่ชุมนุม		
โรงยิมเนเซียม	3.5	
พื้นที่ฝึกซ้อมกีฬา	3.0	
ลานสระว่ายน้ำ	5.0	
โบว์ลิ่ง	1.0	
สวนสนุก	1.0	ไม่รวมพื้นที่เล่น
ห้องบิลเลียด	5.0	ไม่รวมพื้นที่เครื่องเล่น
ลานสเกต	3.0	
ดิสโกเทค	1.0	
ไนต์คลับ	2.0	
สโมสร / คลับ / ศูนย์ออกกำลังกาย	5.0	
ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า / ห้องน้ำ	-	
Concourse สถานีขนส่ง	3.0	

Ref. code: 25595816030166JZE

ตารางที่ 2.1.4 (ข) (ต่อ)

แสดงลักษณะกิจกรรมการใช้แบบเฉพาะ กับขนาดพื้นที่ต่อคนเพื่อคำนวณความจุคน (ตารางเมตรต่อคน)

ลักษณะกิจกรรมการใช้งานแบบเฉพาะ	ขนาดพื้นที่ต่อคน	หมายเหตุ
พื้นที่สถานีขนส่งด้านขาออก	3.0	
พื้นที่สถานีขนส่งด้านขาเข้า	1.5	
เวทีการแสดง	-	
หลังเวทีการแสดง	3.0	
ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าในโรงมหรสพ	3.0	
ห้องควบคุมระบบในโรงมหรสพ	5.0	
พื้นที่พักคอยหรือเข้าคิว	0.3	แบบยืน
พื้นที่เข้าชม หรือร่วมงาน อัศจรรย์	1.5	แบบนั่งชม
พื้นที่ หรือห้องอเนกประสงค์	0.3	แบบยืน
พื้นที่ หรือห้องจัดคอนเสิร์ต	0.3	แบบยืน

หมายเหตุ. จาก มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย, ว.ส.ท.

ขีดความสามารถของช่องทางเดิน ให้คำนวณจากความจุคนทั้งหมดที่ใช้ช่องทางเดินนั้น เป็นทางไปสู่ทางหนีไฟ หารด้วยจำนวณทางหนีไฟทั้งหมด ซึ่งต้องไม่น้อยกว่าขีดความสามารถของเส้นทางหนีไฟที่ช่องทางเดินนั้นเชื่อมอยู่ ความกว้างของเส้นทางหนีไฟต้องกว้างสุทธิไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร และความกว้างสุทธิต้องไม่น้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จากตารางที่ 2.1.4(ค) คูณกับความจุคนรวม สำหรับเส้นทางหนีไฟนั้น

ตารางที่ 2.1.4 (ค)

ความกว้างต่อคน เพื่อคำนวณความกว้างของเส้นทางหนีไฟ (มิลลิเมตรต่อคน)

กิจกรรมการใช้	บันได	ประตูและทางราบ
กิจการเสี่ยงอันตรายสูง	18	10
กิจการสวัสดิการสังคม	15	13
กิจกรรมอื่น ๆ	8	5

หมายเหตุ. จาก มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย, ว.ส.ท.

Ref. code: 25595816030166JZE

2.1.5 จำนวนและตำแหน่งทางหนีไฟ

จำนวนทางหนีต้องมีอย่างน้อย 2 เส้นทาง กรณีมีความจุคนในพื้นที่ใด หรือส่วนใดในอาคารเกิน 500 คน แต่ไม่เกิน 1,000 คน ต้องมีจำนวนทางหนีไฟที่กั้นแยกจากกันอย่างน้อย 3 เส้นทาง และหากความจุคนเกิน 1,000 คนขึ้นไป ต้องมีจำนวนทางหนีไฟที่กั้นแยกจากกันอย่างน้อย 4 เส้นทาง ให้ใช้ความจุคนของแต่ละชั้นเท่านั้น ในการคำนวณทางหนีไฟของชั้นนั้น ๆ และจำนวนทางหนีไฟต้องไม่ลดลงตลอดตามทิศทางการหนีไฟ และต้องจัดวางในตำแหน่งที่คนสามารถหนีไฟได้ตลอดเวลา

2.1.6 ระยะสัญจรของทางหนีไฟ

ระยะสัญจร หมายถึง ระยะทางจากพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งไปยังทางหนีไฟ อย่างน้อย 1 เส้นทางที่ใกล้ที่สุด ต้องไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 2.1.6 หรือกำหนดเป็นอย่างอื่นในข้อกำหนดมาตรฐานนี้ การวัดระยะทางสัญจร ให้วัดที่ระดับพื้นตรงกลางทาง โดยเริ่มจากตำแหน่งที่ไกลที่สุดที่อาจมีคนอยู่ไปจนถึงตรงกลางทางออก กรณีเป็นบันได การวัดระยะทางสัญจรให้วัดบนสันจมูกบันได

ตารางที่ 2.1.6

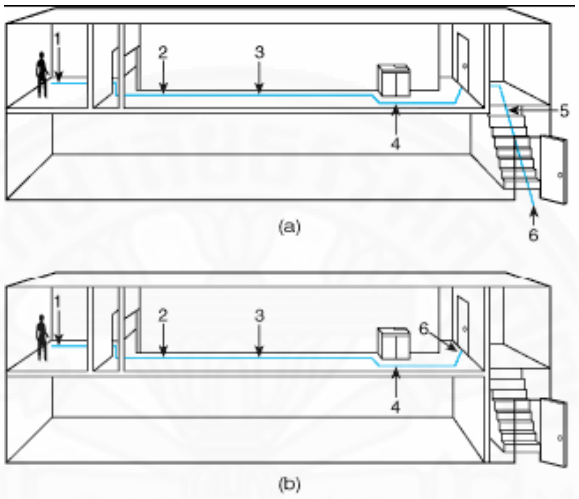
ระยะสัญจรและระยะปลายตันสูงสุด

ประเภทการใช้อาคาร	ระยะสัญจรสูงสุด(เมตร)		ระยะทางปลายตันสูงสุด (เมตร)
	ไม่ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ	ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ	
สถานพยาบาล	30	60	6
อาคารพักอาศัย	30	60	10
อาคารชุมนุม	45	60	6
อาคารศึกษา	45	60	6
สถานจำหน่ายสินค้าขนาดใหญ่	45	60	6
สำนักงาน	60	90	6

หมายเหตุ. จาก มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย, ว.ส.ท.

Ref. code: 25595816030166JZE

การวัดระยะสัญจรจะต้องมีระยะเส้นทางที่วัดตามแนวการเดิน โดยมีระยะห่างของวัตถุหรือสิ่งกีดขวางอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร จากตัวอย่างภาพที่ 2.1 แสดงการวัดระยะทางในการหนีไฟระยะสัญจรของแบบ (a) จะวัดระยะจากจุดที่ 1-2-3-4-5-6 รวมระยะจากบันไดหนีไฟถึงประตูหนีไฟไปนอกอาคารด้วย ซึ่งมีความยาวกว่าแบบ (b) เนื่องจากบันไดหนีไฟไม่มีการปิดล้อม โดยระยะทางการหนีไฟแบบ (b) จะวัดจากระยะจุดที่ 1-2-3-4-5 เท่านั้น



ภาพที่ 2.1 แสดงการวัดระยะทางในการหนีไฟ. จาก *NFPA 101 Life Safety Code 2003 Edition*, โดย National Fire Protection Association, 2003, Massachusetts.

2.1.7 รายละเอียดอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางหนีไฟ

ระยะต่าง ๆ ในเส้นทางหนีไฟ มีมาตรฐาน ดังนี้ อาคารใหม่ระยะความสูงของเส้นทางหนีไฟต้องไม่น้อยกว่า 2.2 เมตร (อาคารเดิม 2.1 เมตร) โดยวัดตามแนวดิ่งจากระดับผิวบนสุดของพื้น (Finished Floor) ในกรณีที่มีคานหรืออุปกรณ์ใดติดยื่นลงมาจากเพดานระยะความสูงต้องไม่น้อยกว่า 2.0 เมตร เส้นทางหนีไฟต้องมีความกว้างสุทธิ ไม่น้อยกว่า 0.9 เมตร โดยวัดจากจุดที่แคบที่สุด

ผิวทางเดินในเส้นทางหนีไฟ ต้องมีการป้องกันการลื่น และต้องราบเรียบตลอดเส้นทาง กรณีระดับผิวต่างกันเกิน 6 มิลลิเมตรแต่ไม่เกิน 13 มิลลิเมตรต้องปรับระดับด้วยความลาดเอียง 1 ต่อ 2 กรณีต่างระดับมากกว่า 13 มิลลิเมตรจะเรียกว่าการเปลี่ยนระดับ กรณีเปลี่ยนระดับเป็นบันได ลูกนอนต้องมีความลึกไม่น้อยกว่า 0.28 เมตร ถ้ามีการเปลี่ยนระดับในเส้นทางหนีไฟเกิน 0.75 เมตรด้านที่เปิดโล่งต้องทำราวกันตก

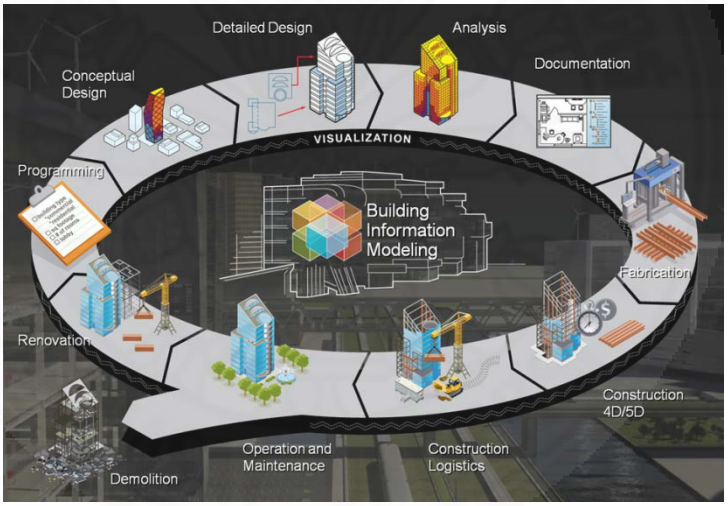
Ref. code: 25595816030166JZE

เส้นทางหนีไฟต้องไม่ทำการประดับตกแต่งหรือมีวัตถุอื่นใดจนทำให้เกิดการกีดขวางหรือทำให้บดบังการมองเห็นภายในเส้นทาง

2.2 แนวคิดของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร หรือ BIM

2.2.1 ที่มาของแนวความคิดแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling) หรือ BIM เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในกระบวนการออกแบบ และก่อสร้างโดยการสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Model) พร้อมข้อมูลหรือสารสนเทศ (Information) ในองค์ประกอบของแบบจำลองอาคารนั้น ๆ (สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชินูปถัมภ์, 2558) เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการนำไปใช้ในการบริหารโครงการตั้งแต่ต้น จวบจนวาระสุดท้ายของโครงการ



ภาพที่ 2.2 แสดงการทำงานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร. จาก The Daily Life of Building Information Modeling (BIM). โดย Dispenza, K., 2010.

ปัจจุบันแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ถูกนำมาใช้กับงานออกแบบสถาปัตยกรรมมากขึ้น เนื่องจากความสามารถในการรวบรวม ของข้อมูล ในรูปแบบทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ เข้าด้วยกัน อีกทั้งยังสามารถนำแบบจำลองอาคาร ไปใช้ในการทำงานขั้นต่อ ๆ ไป ทั้งในงานสาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง เช่น งานด้านวิศวกรรม งานบริการและก่อสร้างงานสถาปัตยกรรม งานบำรุงรักษาและบริหารจัดการอาคาร เป็นต้น

ทุกวันนี้หลายประเทศทั่วโลกเริ่มหันมาให้ความสนใจ และเริ่มใช้เทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารมากขึ้น กว่า 60 ประเทศทั่วโลก แนวโน้มการใช้แบบจำลองข้อมูล

Ref. code: 25595816030166JZE

สารสนเทศอาคารที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ต้นปี 2014 ถึงกลางปี 2015 มีจำนวนผู้ที่ให้ความสนใจเพิ่มขึ้น 93.1% และมีจำนวนผู้ใช้งานเพิ่มขึ้นถึง 93.25% (Antonio Torres, Robin Gomez, James Martin, Andrew Bell, 2015) ไม่เว้นแม้แต่ประเทศไทยที่เริ่มหันมาให้ความสนใจแบบจริงจังกับเทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร โดยสมาคมสถาปนิกสยามฯ ได้ออกคู่มือปฏิบัติวิชาชีพ เรื่องแนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย (Thailand BIM Guideline) ฉบับปี พ.ศ. 2558 เพื่อเป็นคู่มือสำหรับศึกษาและพัฒนารูปแบบวิธีการทำงานเทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปประยุกต์ต่อยอดการให้บริการวิชาชีพด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชินูปถัมภ์ โดยสถาบันสถาปนิกสยาม, 2558)

ภาพที่ 2.3 แสดงแนวโน้มการใช้เทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารที่เพิ่มขึ้น. จาก The challenges and the wins of Information Management on Cross rail at Farringdon Station โดย Torres, A., Gomez, R., Martin, J., & Bell, A., 2015.

2.2.2 หลักการทำงานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

การทำงานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เป็นการสร้างแบบจำลองอาคารขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยแบบจำลองอาคารนี้ประกอบขึ้นจากองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคาร เช่น เสา ผนัง ประตู เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ ของอาคาร จะเป็นข้อมูลกราฟฟิคทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ เช่น ขนาด สี เป็นต้น และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟฟิค เช่น ข้อมูลรุ่น ยี่ห้อ ราคา เป็นต้น ซึ่งแบบจำลองสารสนเทศอาคาร จะทำการเก็บแบบจำลองอาคารพร้อมข้อมูลสารสนเทศทั้งหมดรวมไว้ที่ฐานข้อมูลกลางของระบบ นอกจากนี้แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารยังมีการสร้างความสัมพันธ์ด้านตัวแปรเสริม (Parameter) ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในแบบจำลองสามมิติ ทำ

Ref. code: 25595816030166JZE

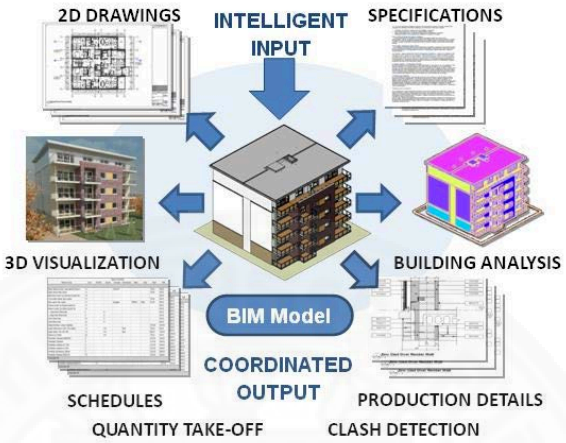
ให้สามารถปรับเปลี่ยน หรือนำไปใช้ต่อได้สะดวกและรวดเร็ว โดยสามารถใช้แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารได้ ตั้งแต่เริ่มจัดวางลักษณะฟังก์ชันการใช้งานของโครงการหรืออาคาร การออกแบบขั้นต้นและการออกแบบอย่างละเอียดโดยสถาปนิก, การวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เช่น การใช้พลังงานธรรมชาติ ค่าพลังงานความร้อนที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์เข้าไปในอาคาร เป็นต้น การออกแบบโครงสร้างของอาคารโดยวิศวกร การจัดทำแบบก่อสร้างเพื่อให้ผู้รับเหมาดำเนินการต่อ จนอาคารหรือโครงการนั้น ๆ สร้างเสร็จ และยังสามารถนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารไปใช้เพื่อบริหารทรัพยากรในอาคาร (Facility Management) และอาจมีการก่อสร้างปรับปรุงอาคารเพื่อให้อาคารดำเนินต่อไปต่อได้ จวบจนหมดวาระของอาคารนั้น

ภาพที่ 2.4 แสดงหลักการทำงานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร และหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องตั้งแต่เริ่ม จนวาระสุดท้ายของอาคาร. จาก Building information modeling (BIM). โดย Lloyd's Register

โดยแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร จะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมาก่อสร้าง หรือแม้กระทั่งลูกค้าหรือเจ้าของโครงการ จะสามารถใช้แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เป็นสื่อกลางในการติดต่อในการทำงานระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ให้เกิดข้อผิดพลาดในการสื่อสารน้อยที่สุด ทำให้ประหยัดเวลาในการทำงานของทุกหน่วยงาน และจะสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายให้กับเจ้าของโครงการได้ โดยสามารถนำข้อมูลต่าง ๆ ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร มาประเมินราคาค่าก่อสร้าง และคำนวณ

Ref. code: 25595816030166JZE

ระยะเวลาในการก่อสร้าง ให้เป็นไปตามแผนการก่อสร้างที่กำหนดไว้ เช่น ในระยะก่อสร้างถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารเกิดความล่าช้า ผู้รับเหมาจะต้องเร่งดำเนินการงานในส่วนนั้น และไม่ละทิ้งงานอื่น ๆ ให้ดำเนินไปตามแผนที่วางไว้ด้วย



ภาพที่ 2.5 แสดงแนวคิดของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร. จาก *คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย (Thailand BIM Guideline) ฉบับ ปี พ.ศ. 2558*. โดย สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยสถาบันสถาปนิกสยาม, 2558, กรุงเทพฯ: พลัสเพรส.

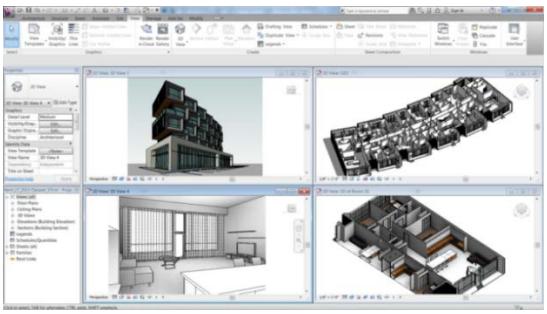
2.2.3 โปรแกรมที่ใช้งานในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

ปัจจุบันเทคโนโลยีแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศในงานสถาปัตยกรรมเริ่มเข้ามามีอิทธิพล กับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งสถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมา และหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อช่วยในการประสานงานต่าง ๆ ผ่านโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ได้ตกลงกันไว้ ซึ่งมีอยู่หลายผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น

2.2.3.1 Autodesk Revit โดยบริษัท Autodesk

เป็นโปรแกรมแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ที่สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมาก่อสร้าง และหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถนำข้อมูลรายละเอียดไปใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ลดการทำงานซ้ำซ้อน เนื่องจากโปรแกรม Autodesk Revit มีการทำงานที่ครบวงจร สามารถเขียนแบบอัตโนมัติ ทั้งแปลน รูปด้าน รูปตัด และแบบจำลองสามมิติ กล่าวคือ ทำงานด้านใดด้านหนึ่งจะมีผลในทุกด้าน โดยจะอัพเดทข้อมูลอัตโนมัติ

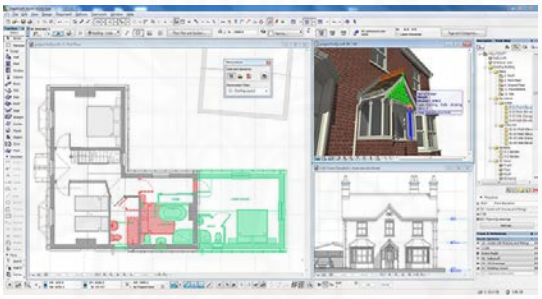
Ref. code: 25595816030166JZE



ภาพที่ 2.6 แสดงหน้าจอการใช้งานของโปรแกรม Autodesk Revit. สืบค้นเมื่อ 20 ต.ค. 59 จาก เว็ปไซต์บริษัท Autodesk.

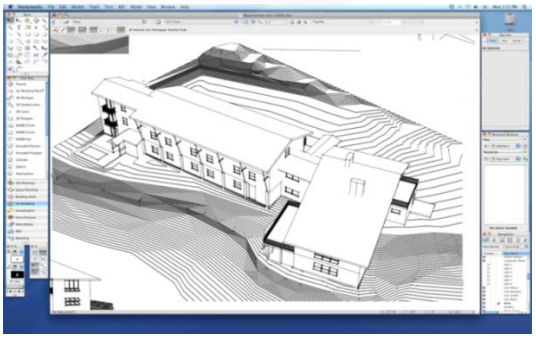
2.2.3.2 ArchiCAD โดยบริษัท Graphisoft

เป็นโปรแกรมที่สร้างบนพื้นฐานของแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร โดยสามารถสร้างแบบจำลองสามมิติ ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ง่าย สามารถเขียนแบบอัตโนมัติ ทั้งแปลน รูปด้าน รูปตัด และแบบจำลองสามมิติ โดยจะอัพเดทข้อมูลอัตโนมัติ



ภาพที่ 2.7 แสดงหน้าจอการใช้งานของโปรแกรม ArchiCAD. สืบค้นเมื่อ 20 ต.ค. 59 จาก http://aecmag.com/software-mainmenu-32/511-archicad-uk

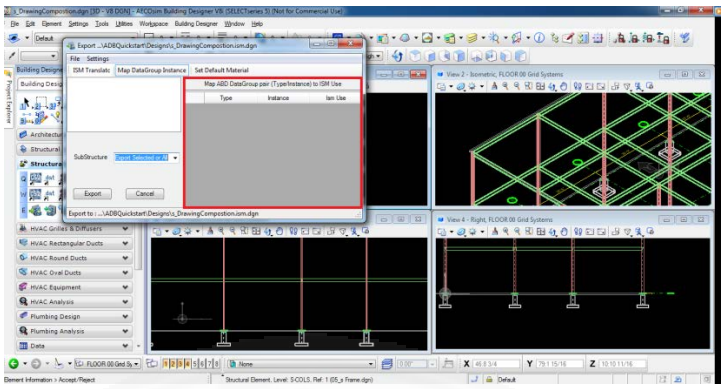
2.2.3.3 Vectorworks และ Allplan Architecture โดยบริษัท Nemetschek



ภาพที่ 2.8 แสดงหน้าจอการใช้งานของโปรแกรม Vectorworks. สืบค้นเมื่อ 20 ต.ค. 59 จาก http://www.hegra.org/ED S%20INDEPENDENT%20VOICE/EDS%20INDEPENDENT%20VOICE%209.html

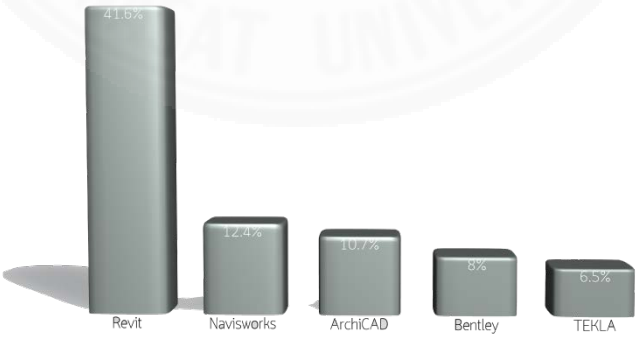
Ref. code: 25595816030166JZE

2.2.3.4 AECOsim Building Designer โดยบริษัท Bentley System, Inc.



ภาพที่ 2.9 แสดงหน้าจอการใช้งานของโปรแกรม AECOsim Building Designer. สืบค้นเมื่อ 20 ต.ค. 59 จาก http://communities.bentley.com/products/building/building_analysis___design/f/5917/t/104433

โปรแกรมซอฟต์แวร์แต่ละตัวต่างก็มีลักษณะการใช้งาน และการจัดเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน ไม่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้เกิดมาตรฐานในการทำงานร่วมกัน รวมถึงการแบ่งปันข้อมูลระหว่างกัน ประกอบด้วย มาตรฐานการตั้งชื่อ รายละเอียดข้อมูลสารสนเทศประกอบ และตัวแปรที่เกี่ยวข้อง หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจึงต้องมีการเจรจาตกลงกันก่อนตั้งแต่ระยะแรกเริ่มของโครงการ ถึงวิธีการต่าง ๆ ในการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดของโครงการว่าจะให้เป็นไปในทิศทางใด และจะเลือกใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ใด กับทั้งโครงการ เพื่อทำให้สามารถนำข้อมูลสารสนเทศดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในงานส่วนอื่น ๆ ต่อได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

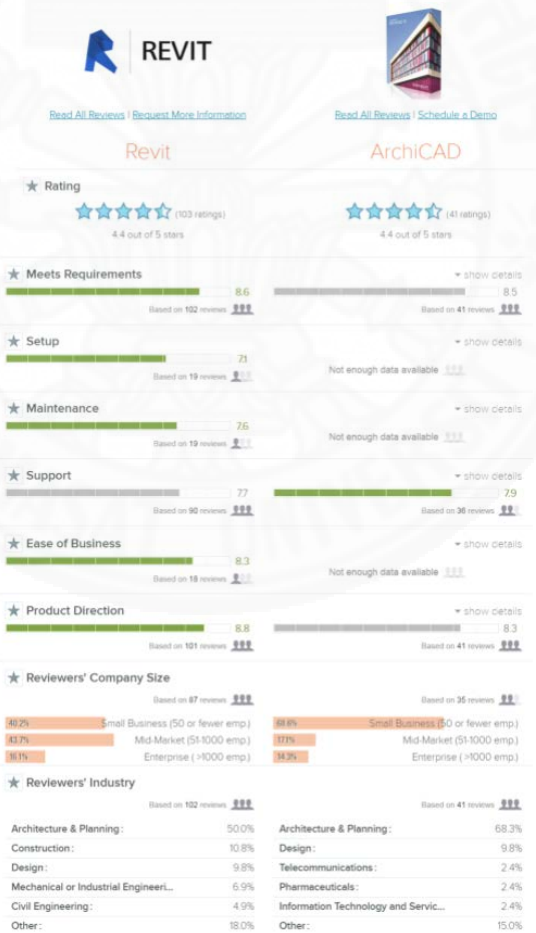


ภาพที่ 2.10 แสดงสัดส่วนผู้ใช้งานโปรแกรมซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร. จาก *The Perceived Value of Building Information Modeling in the U.S. Building Industry.* โดย Becerik-Gerber, B., & Samara, R., 2010. Journal of Information Technology in Construction, Vol.15, (February, 2010):185-201.

Ref. code: 25595816030166JZE

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนจำนวนผู้ใช้งานโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร สรุปได้ว่า โปรแกรม Autodesk Revit ที่พัฒนาโดยบริษัท Autodesk เป็นผู้ครองตลาดเนื่องจากมีจำนวนผู้ใช้สูงที่สุด รองลงมาคือ โปรแกรม ArchiCAD พัฒนาโดยบริษัท Graphisoft (Courtesy of Journal of Information Technology in Construction, 2010)

เว็ปไซต์ G2 Crowd Grid เป็นเว็ปไซต์ที่รวบรวมความเห็นของผู้ใช้งานโปรแกรมซอฟต์แวร์ต่าง ๆ บนสังคมออนไลน์ ได้ทำการรวบรวมความพึงพอใจของผู้ใช้งานเปรียบเทียบระหว่างโปรแกรม Autodesk Revit และ โปรแกรม ArchiCAD โดยสรุปว่าทั้งสองมีความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยรวม อยู่ในระดับ 4.4 จาก 5 ระดับ เท่ากัน แต่โปรแกรม Autodesk Revit มีจำนวนผู้งานมากกว่าโปรแกรม ArchiCAD



ภาพที่ 2.11 แสดงการเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้ใช้งานระหว่างโปรแกรม Autodesk Revit และ โปรแกรม ArchiCAD. จาก G2 Crowd Grid, 2016.

Ref. code: 25595816030166JZE

2.2.4 โปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

การเขียนโปรแกรมเสริม สามารถทำได้โดย 2 วิธี คือการเขียนแบบการเข้ารหัส (Coding) และแบบภาษาภาพ (Visual Programming Languages)

2.2.4.1 การเขียนโปรแกรมแบบการเข้ารหัส (Coding)

การเขียนโปรแกรม ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ มีวิธีการเขียนหลากหลายขึ้นอยู่กับการเลือกใช้ภาษา ซึ่งจะสามารถนำรหัสต้นแบบ (Source Code) ไปทดสอบและประมวลผล เพื่อตรวจสอบว่าโปรแกรมที่ได้จากการเข้ารหัส (Coding) นั้น ว่าเป็นไปตามเงื่อนไขที่ผู้เขียนต้องการหรือไม่ ก่อนจะนำโปรแกรมที่เรียบร้อยแล้วไปประยุกต์ใช้งานต่อไป ยกตัวอย่างภาษาที่นิยมเช่น

ภาษาซีชาร์ป (ภาษา C#) และ ภาษาซีพลัสพลัส (ภาษา C++) เป็นภาษาที่ถูกพัฒนามาจาก ภาษาซี (ภาษา C) มีโครงสร้างการเขียนที่คล้ายคลึงกัน ใช้ระบบชนิดข้อมูลแบบรัดกุม และใช้การเขียนเชิงคำสั่ง เชิงประกาศ เชิงฟังก์ชัน เชิงกระบวนการ เชิงวัตถุ และเชิงส่วนประกอบ โดย โปรแกรม Autodesk Revit ใช้ภาษา C# และโปรแกรม ArchiCAD ใช้ภาษา C++ ในการเขียนโปรแกรม

```
int main()
{
   int a = 5;
   int b = 6;

   if(a > b)
        cout<<"First number is greater.";
   else
        cout<<"Second number is greater.";
}
```

ภาพที่ 2.12 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมแบบการเข้ารหัส (Coding). สืบค้นเมื่อ 10 พ.ย.59 จาก http://www.slideshare.net/aliasgharmanjotho11/computer-programming-lecture-01-02

2.2.4.2 การเขียนโปรแกรมภาษาภาพ (Visual Programming Languages)

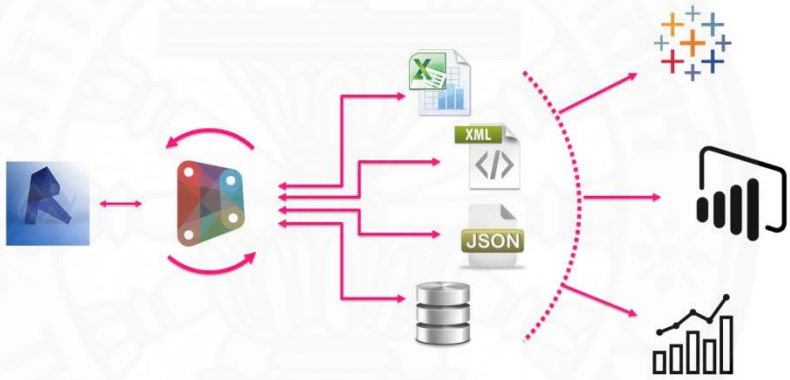
เป็นการเขียนโครงสร้างแบบเชื่อมโยง โดยทำงานผ่านจุดต่อ (Node) ในการเชื่อมต่อการทำงานของคำสั่งที่ต้องการ ซึ่งในแต่ละจุดต่อ (Node) จะมีค่าข้อมูลเข้า (Input data) และมีการส่งออก(Output) ไปยังจุดต่อ (Node) ต่อไป ยกตัวอย่างเช่น

Ref. code: 25595816030166JZE

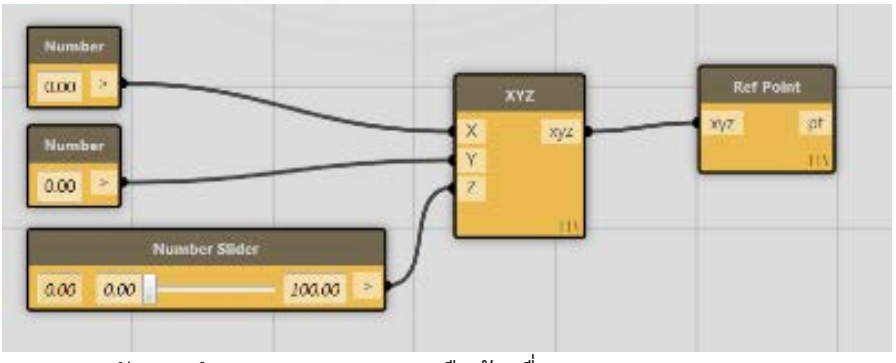
(1) Dynamo

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมที่สามารถใช้ในโปรแกรม Autodesk Revit และ Autodesk Project Vasari (โปรแกรมออกแบบอาคารเบื้องต้น โดยบริษัท Autodesk) ซึ่งมีความสามารถในการจัดการกับข้อมูลในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยสามารถแสดงข้อมูลจากแบบจำลองออกมาได้ในหลากหลายรูปแบบ เช่น แบบตาราง (excel) และสามารถนำข้อมูลนั้นไปวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ ที่ต้องการได้

จุดเด่นของ Dynamo คือสามารถปรับค่าตัวแปรเสริม(parameter) ได้ กล่าวคือสามารถกำหนดค่าตัวแปรผ่าน Dynamo ไปยังแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยมีการใช้ภาษา Python ซึ่งเป็นภาษาหนึ่งในภาษาคอมพิวเตอร์ ร่วมกับการเขียนโปรแกรมภาษาภาพ (Visual Programming Languages) เป็นภาษาหลักในการใช้งาน



ภาพที่ 2.13 แสดงการส่งต่อข้อมูลของ Dynamo. สืบค้นเมื่อ 12 พ.ย. 59 จาก http://www.theprovingground.org/2015/12/updates-you-may-have-missed.html

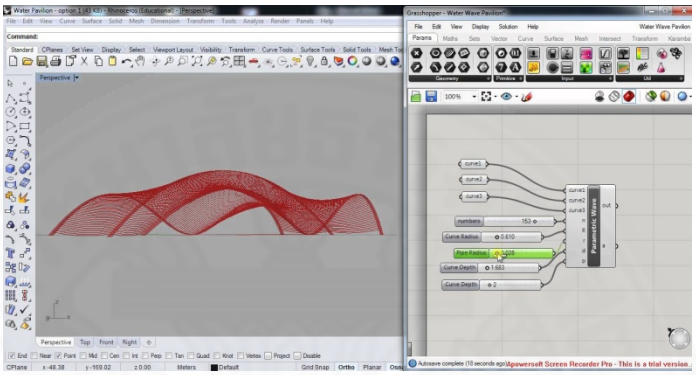


ภาพที่ 2.14 แสดงหลักการทำงานของ Dynamo. สืบค้นเมื่อ 12 พ.ย. 59 จาก http://thaibimpro.blogspot.com/2015/12/dynamo.html

Ref. code: 25595816030166JZE

(2) Grasshopper

เป็นโปรแกรมเสริมคล้ายหน้าการใช้งานคล้ายกับ Dynamo แต่มีรูปแบบแต่ถูกนิยมนำมาใช้ในการออกแบบ Parametric Design ที่หมายถึงการออกแบบที่ใช้ Algorithm หรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และองค์ประกอบ ให้มาใช้เป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างทางเรขาคณิตของสถาปัตยกรรมและงานออกแบบ และมักถูกใช้ในโปรแกรม Rhinoceros 3D โดยบริษัท Robert McNeel & Associates



ภาพที่ 2.15 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Rhinoceros 3D และ Grasshopper. สืบค้นเมื่อ 12 พ.ย. 59 จาก https://www.youtube.com/watch?v=CN-iSBSRxrg

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 การเขียนโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อการวิเคราะห์อาคาร

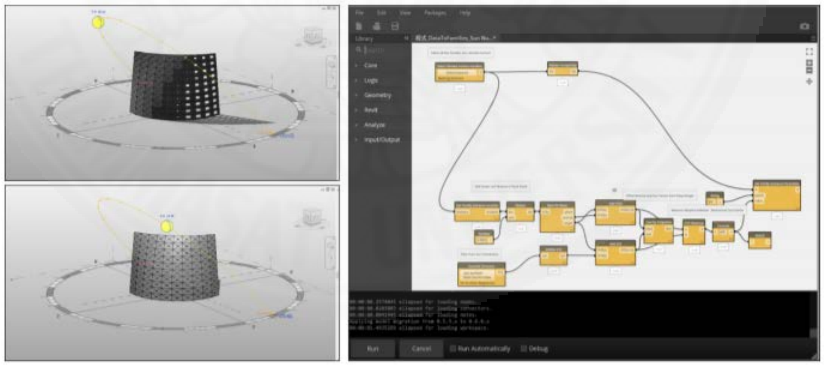
เนื่องจากแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร มีข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวข้องกับโครงการหรืออาคารนั้น ๆ ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ เพื่อประโยชน์ในการบริหารโครงการต่อไป

K. M. Kensek (2014) ประยุกต์ใช้งาน Dynamo กับการรับค่าแสงความชื้นและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากเครื่องรับรู้(sensor) โดยกำหนดค่าแสงที่เหมาะสมกับการใช้งานในอาคาร หาช่องเปิดที่เหมาะสมและปรับค่าตัวแปรเสริม(parameter) ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อให้อาคารประหยัดพลังงาน โดยใช้แสงธรรมชาติ

Ref. code: 25595816030166JZE

ภาพที่ 2.16 แสดงก่อน-หลัง การปรับค่าตัวแปรเสริม(parameter) ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร. จาก Integration of Environmental Sensors with BIM: case studies using Arduino, Dynamo, and the Revit API. University of Southern California.School of Architecture. Los Angeles, CA (USA). โดย K. M. Kensek., 2014.

Yang Ting Shen และ Pei Wen Lu (2016) ออกแบบเปลือกอาคาร(facade) ใช้แนวคิดแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร กับการประหยัดพลังงาน โดยออกแบบให้เปลือกอาคารเคลื่อนไหวได้ตามสภาพแวดล้อม และสามารถควบคุมค่าตัวแปรเสริม(parameter) ผ่าน dynamo เพื่อปรับขนาดช่องเปิดตามสภาพภูมิอากาศ เช่น ในฤดูหนาว ช่องเปิดจะไม่เปิดสุด เพื่อควบคุมอุณหภูมิในอาคาร

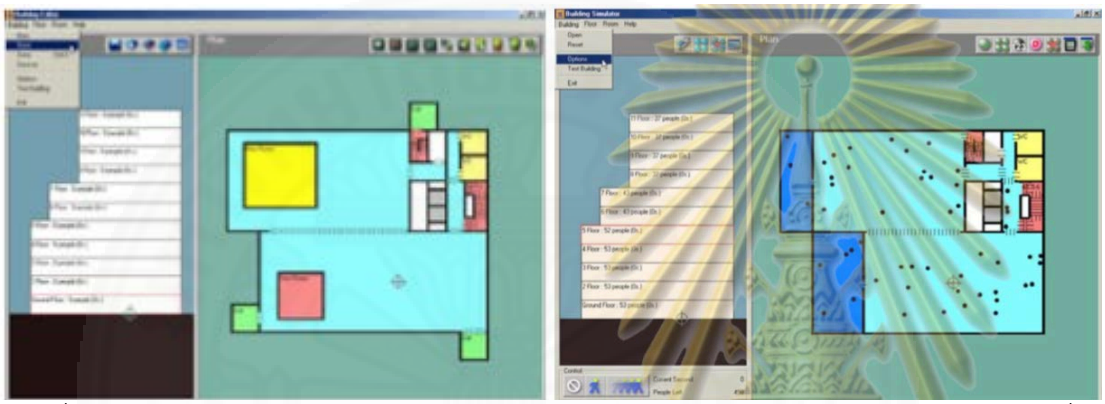


ภาพที่ 2.17 แสดงการปรับค่าค่าตัวแปรเสริม(parameter) เพื่อออกแบบช่องเปิด. จาก The Development of Kinetic Facade Units with BIM-based Active Control System for the Adaptive Building Energy Performance Service. The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Hong Kong. โดย Yang Ting Shen และ Pei Wen Lu, 2016.

Ref. code: 25595816030166JZE

2.3.2 การเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ทางหนีไฟ

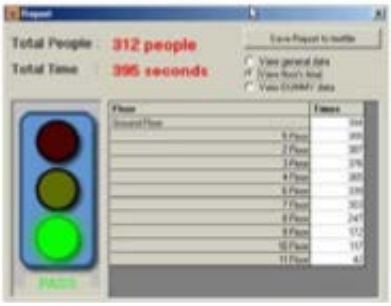
ณัฐกรณ์ เสฏฐัตต์ (2546) ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์การหนีไฟในอาคารโดยการใช้บันไดหนีไฟ โดยพัฒนาโปรแกรมต้นแบบภายใต้สภาพแวดล้อมของระบบปฏิบัติการของวินโดวส์(Windows) เลือกใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวลเบสิก 6.0 (Microsoft Visual Basic 6.0) โดยการใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยจำลองสถานการณ์การหนีไฟในอาคาร เพื่อช่วยในการประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการระบายผู้ใช้อาคารออกจากอาคารโดยการใช้บันไดหนีไฟ



ภาพที่ 2.18 แสดงส่วนสร้างแบบจำลองและส่วนจำลองสถานการณ์. จาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์การหนีไฟในอาคารโดยการใช้บันไดหนีไฟ โดย ณัฐกรณ์ เสฏฐัตต์, 2546.

หลักการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนสร้างแบบจำลองที่สามารถสร้างและแก้ไขแบบจำลองอาคารได้ตามที่ผู้ออกแบบต้องการ และส่วนจำลองสถานการณ์หนีไฟ ที่จะทำงานโดยกำหนดจำนวนผู้ใช้อาคารและสุ่มตำแหน่ง เมื่อจำลองสถานการณ์การหนีไฟออกจากอาคาร จะมีหน้าจอรายงานผลขึ้น ซึ่งจะมีข้อมูล ชื่อห้อง จำนวนคนที่อยู่ในแต่ละห้อง และเวลาที่ออกจากห้องต่าง ๆ รวมทั้งส่วนของบันไดหนีไฟในทุกชั้นด้วย โดยการแสดงผลของข้อมูลจะแยกเป็น 2 ส่วน คือ การแสดงแบบทันทีภายในโปรแกรม สามารถปรับเปลี่ยนค่า ทำการคำนวณ และจะแสดงผลลงบนหน้าต่างแสดงผลได้ทันที และการแสดงแบบสรุปหรือประเมินผล โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณไปแสดงในรูปแบบแฟ้มข้อความ (Text File) เพื่อนำไปเขียนกราฟเปรียบเทียบข้อมูลต่อไป

Ref. code: 25595816030166JZE



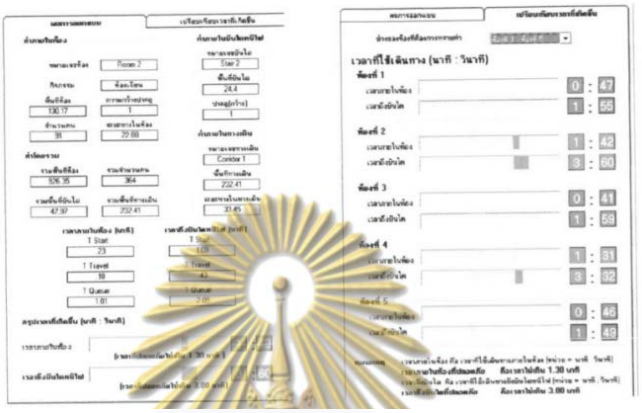
ภาพที่ 2.19 แสดงหน้าจอส่วนการรายงานผลการจำลองสถานการณ์แบบทันทีภายในโปรแกรม. จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์การหนีไฟในอาคารโดยการใช้บันไดหนีไฟ โดย ณัฐกรณ์ เสฏฐัตต์, 2546.

ภาพที่ 2.20 แสดงผลข้อมูลเป็นแบบแฟ้มข้อความ (Text File). จาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์การหนีไฟในอาคารโดยการใช้บันไดหนีไฟ โดย ณัฐกรณ์ เสฏฐัตต์, 2546.

อัศวิน นววงศ์ (2546) ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์วิเคราะห์และประเมินการหนีไฟภายในอาคาร โดยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสถาปนิก ที่จะเป็นเครื่องมือช่วยหาเวลาที่ใช้ในการหนีไฟในช่วงการออกแบบ รวมถึงจำลองผลลัพธ์ในเรื่องเวลาที่เกิดขึ้น จากการจัดวางและปรับเปลี่ยนแปลนในลักษณะต่าง ๆ เป็นการจำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อช่วยประเมินรูปแบบการจัดวางอาคารที่เหมาะสม

การทำงานของโปรแกรมจะใช้แบบฟอร์มสำหรับการออกแบบและคำนวณ ซึ่งพัฒนาขึ้นภายใต้โปรแกรมไมโครซอฟท์ วิชวลเบสิก (Microsoft Visual Basic) และส่วนของพื้นที่ที่ใช้วาดและแสดงภาพ ทำงานโดยจะทำการเรียกไฟล์จากโปรแกรม AutoCAD จากนั้นให้ผู้ใช้งานกำหนดค่าต่าง ๆ ได้แก่ ค่าของห้อง ค่าของบันไดหนีไฟ และค่าของทางเดินหนีไฟทั้งหมดในแบบแปลน จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณหาเวลาที่ได้จากการกำหนดค่าต่าง ๆ การแสดงผลของข้อมูลจะสามารถแสดงได้ 2 วิธี คือ แบบแสดงผลทันทีในโปรแกรม และแสดงในรูปแบบแฟ้มข้อความ (Text File)

Ref. code: 25595816030166JZE



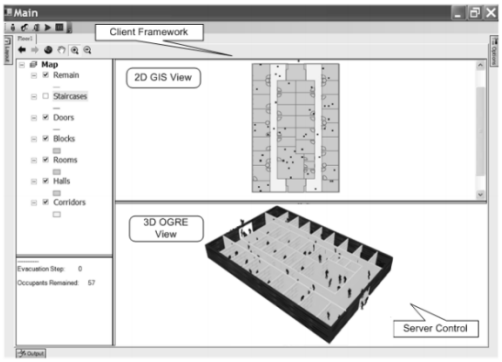
ภาพที่ 2.21 แสดงผลข้อมูลแบบแสดงผลทันทีในโปรแกรม. จาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์วิเคราะห์และประเมินการหนีไฟภายในอาคาร โดย อัศวิน นววงศ์, 2546.

ภาพที่ 2.22 แสดงผลข้อมูลเป็นแฟ้มข้อความ (Text File). จาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์วิเคราะห์และประเมินการหนีไฟภายในอาคาร โดย อัศวิน นววงศ์, 2546.

2.3.3 การใช้แบบจำลองสามมิติในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ

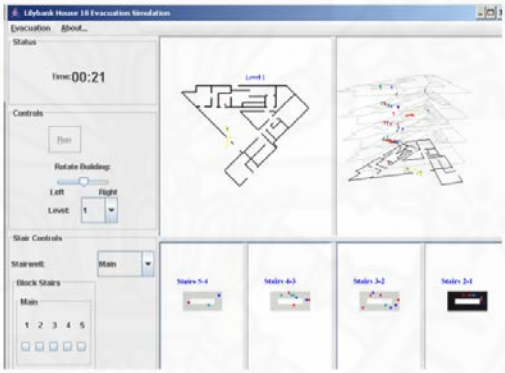
TANG Fangqin และ ZHANG Xin (2010) จำลองการหนีไฟโดยใช้แบบจำลองสามมิติ โดยใช้ GIS เพื่อวัดประสิทธิภาพทางหนีไฟของอาคาร โดยกำหนดค่าตัวแปรจากห้อง ทางเดิน โถง บันไดหนีไฟ และทางออกตามลำดับ โปรแกรมจะทำการหาเส้นทางหนีไฟจากห้องต่าง ๆ และสรุปผล แสดงจำนวนและเส้นทางหนีไฟ

Ref. code: 25595816030166JZE



ภาพที่ 2.23 แสดงหน้าจอแสดงผล. จาก A GIS-Based 3D Simulation for Occupant Evacuation in a Building. โดย Jiyong Jeong และ Ghang Lee, 2010.

Chris. W. JOHNSON ได้พัฒนาระบบจำลองการหนีไฟในแบบจำลองสามมิติ เพื่อประเมินความเสี่ยงเบื้องต้น ประกอบกับการเก็บข้อมูลพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารจากการซ้อมหนีไฟ โดยสรุปผลของการอพยพคนออกจากอาคาร วิเคราะห์จากระยะเวลา



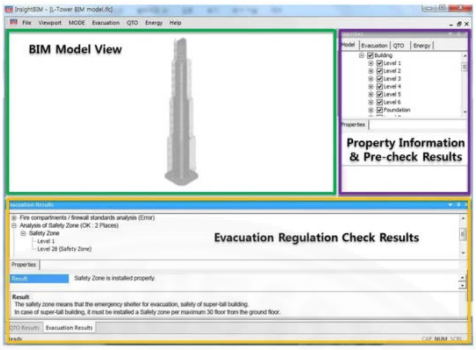
ภาพที่ 2.24 แสดงหน้าจอการใช้งาน. จาก The Application of Computational Models for the Simulation of Large-Scale Evacuations following Infrastructure Failures and Terrorist Incidents. โดย Chris. W. JOHNSON, n.d.

2.3.4 การเขียนโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยวิเคราะห์เกี่ยวกับการหนีไฟ

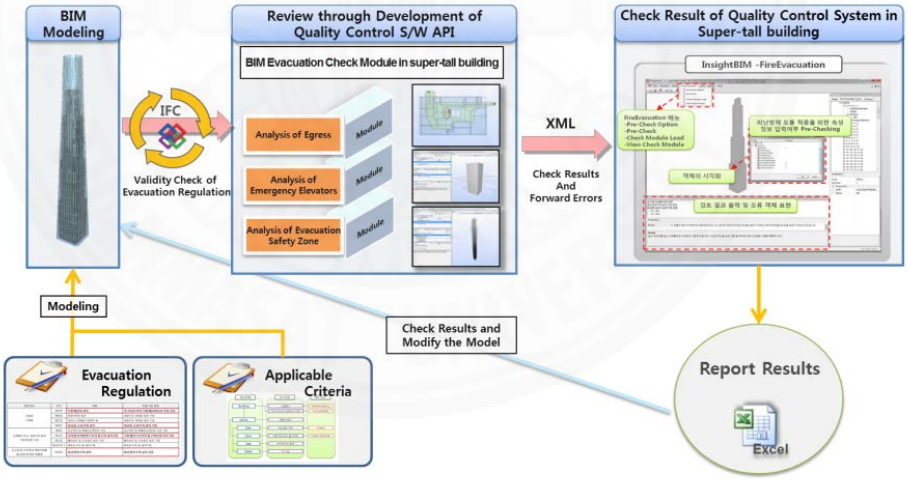
Jungsik Choi, Junho Choi และ Inhan Kim (2014) ได้พัฒนาระบบตรวจสอบการหนีไฟพื้นฐาน สำหรับอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่ ที่เรียกว่า InsightBIM–Evacuation โดยระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจะสามารถ ตรวจสอบระบบที่เกี่ยวกับการหนีไฟของอาคาร 3 มอดูล ดังนี้ วิเคราะห์ทางเลือกของทางออกจากอาคาร, วิเคราะห์ลิฟท์ฉุกเฉิน และวิเคราะห์พื้นที่อพยพที่กำหนดให้มีทุก 30 ชั้นสำหรับอาคารสูง จากแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ผลการวิเคราะห์สุดท้ายจะอยู่ในรูปแบบภาษา XML (Extensible Markup Language) ที่เป็นภาษาหนึ่งที่ใช้

Ref. code: 25595816030166JZE

ในการแสดงผลข้อมูล โดยภาษา XML จะเก็บทั้งข้อมูลและโครงสร้างของข้อมูลนั้น ๆ ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานของภาษาทางคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สถาปนิก หรือเจ้าของโครงการนำข้อมูลไปตรวจสอบความปลอดภัยของทางออก ลิฟท์ฉุกเฉิน และการอพยพ



ภาพที่ 2.25 แสดงหน้าจอแสดงผลของ InsightBIM–Evacuation. จาก Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings. โดย Jungsik Choi, Junho Choi และ Inhan Kim, 2014.

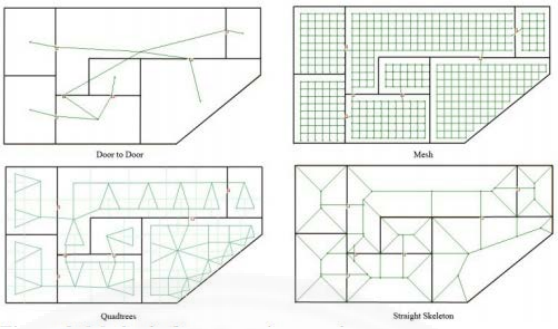


ภาพที่ 2.26 แสดงการทำงานของ InsightBIM–Evacuation interface. จาก Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings. โดย Jungsik Choi, Junho Choi และ Inhan Kim, 2014.

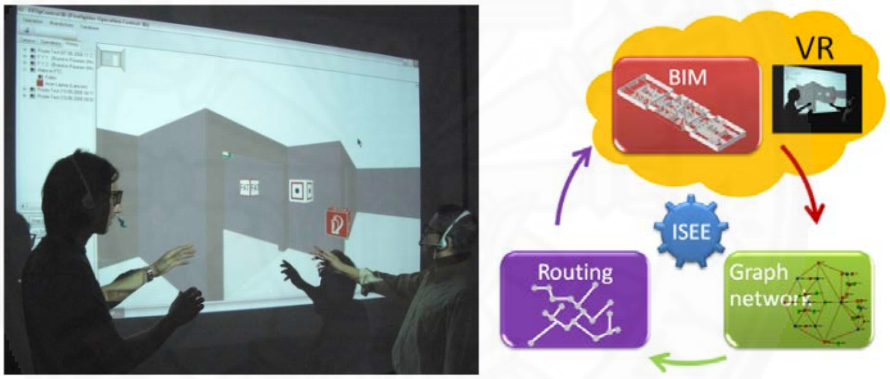
Uwe Ruooel, Puyan Abolghasemzadeh และ Kai Stubbe (2010) ได้จำลองสถานการณ์เพื่อช่วยอพยพคนออกจากอาคารที่เกิดเพลิงไหม้ โดยใช้แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร และ เทคโนโลยีโลกเสมือน (Virtual Reality หรือ VR) ในการแสดงผล ให้

Ref. code: 25595816030166JZE

เจ้าหน้าที่กู้ภัยทดลองใช้ เพื่อจำลองสถานการณ์เพลิงไหม้ในอาคาร และใช้ทฤษฎีการหาเส้นทาง (Routing) เพื่อมองหาเส้นทางที่เป็นไปได้ที่ผู้ประสบภัยจะหนีไปยังพื้นที่นั้น



ภาพที่ 2.27 แสดงทฤษฎีการหาเส้นทาง. จาก BIM-based immersive indoor graph networks for emergency situations in buildings. โดย Uwe Ruooel, Puyan Abolghasemzadeh และ Kai Stubbe, 2010.



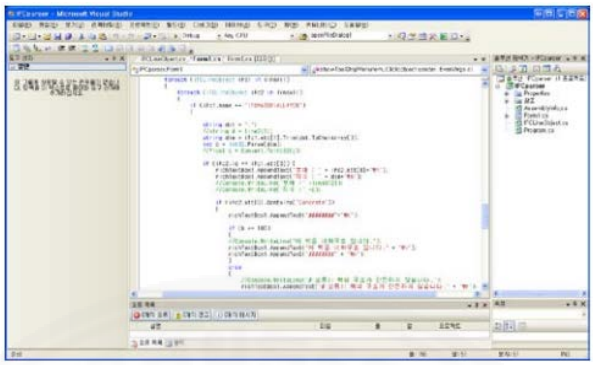
ภาพที่ 2.28 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง BIM, VR, Routing และ Graph network. จาก BIM-based immersive indoor graph networks for emergency situations in buildings. โดย Uwe Ruooel, Puyan Abolghasemzadeh และ Kai Stubbe, 2010.

งานวิจัยนี้นำเสนอ Immersive Safety Engineering Environment (ISEE) ในรูปแบบของแบบจำลองสามมิติ ผ่านการใช้แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ในการหาเส้นทางหนีไฟ ใช้ข้อมูลการซ้อมหนีไฟจริงที่ผู้ใช้อาคารจะไปยังเส้นทางนั้น โดยใช้ทฤษฎีเครือข่ายของเส้นทาง (Graph Network) เพื่อจำลองสถานการณ์ในภาวะฉุกเฉิน

Jiyong Jeong and Ghang Lee (2010) ได้พัฒนาโปรแกรมเสริมโดยใช้วิธีการเขียนแบบการเข้ารหัส (Coding) ออกมาเป็นแบบแยกตัว(Stand-alone) ออกจากโปรแกรมหลัก สำหรับตรวจสอบความปลอดภัยในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร แบ่งเป็น 5 ส่วน คือ เส้นทางหนีไฟ

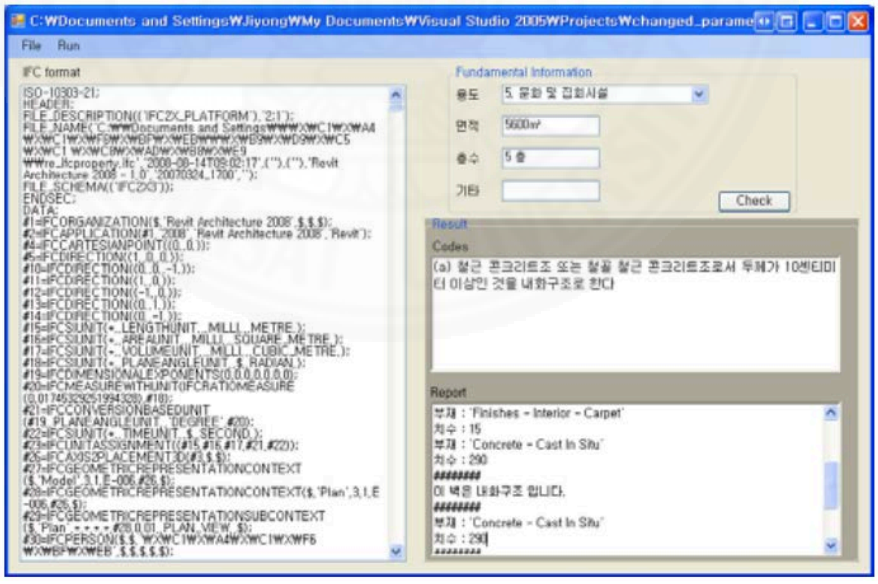
Ref. code: 25595816030166JZE

ในอาคาร วัสดุ หลักในการออกแบบทางหนีไฟ บันไดหนีไฟ และส่วนกั้นไฟ โดยอ้างอิงจากมาตรฐานการออกแบบอาคารของประเทศเกาหลี



ภาพที่ 2.29 แสดงการเขียนโปรแกรมเสริมโดยวิธี Coding. จาก Requirements for automated code checking for fire resistance and egress rule using BIM. โดย Jiyong Jeong และ Ghang Lee, 2010.

ผู้ดำเนินงานวิจัยได้ศึกษาข้อมูลและจัดระบบเกี่ยวกับมาตรฐานการออกแบบอาคาร เพื่อนำข้อมูลมาเป็นเครื่องมือการตรวจสอบ โดยผนวกกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร



ภาพที่ 2.30 แสดงหน้าจอแสดงผลของโปรแกรมตรวจสอบ. จาก Requirements for automated code checking for fire resistance and egress rule using BIM. โดย Jiyong Jeong และ Ghang Lee, 2010.

Ref. code: 25595816030166JZE

ตารางที่ 2.3

เปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการใช้งาน

รายชื่อผู้ดำเนินงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทางหนีไฟ	ลักษณะของแบบจำลอง			ผลการวิเคราะห์	
	2มิติ	3มิติ	BIM	จำลองสถานการณ์	ตรวจสอบอุปกรณ์ในทางหนีไฟ
ณัฐกรณ์ เสฏฐัตต์ (2546)	✓			✓	
อัศวิน นววงศ์ (2546)	✓			✓	
TANG Fangqin และ ZHANG Xin (2010)		✓		✓	
Chris. W. JOHNSON (n.d.)		✓		✓	
Jungsik Choi, Junho Choi และ Inhan Kim (2014)			✓		✓
Uwe Ruooel, Puyan Abolghasemzadeh และ Kai Stubbe (2010)			✓	✓	
Jiyong Jeong and Ghang Lee (2010)			✓		✓

สรุปได้ว่างานวิจัยที่ผ่านมา ได้มีการนำแบบจำลองทั้ง 2 มิติ 3 มิติ และเริ่มมีการนำแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคารมาใช้ในการวิเคราะห์ทางหนีไฟแล้ว แต่ยังเป็นแบบโปรแกรมแยกเดี่ยว (Stand-alone) ซึ่งจะไม่สามารถทำการแก้ไขการออกแบบได้ทันที กล่าวคือต้องย้อนกลับไปแก้ไขการออกแบบในโปรแกรมหลักก่อน แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ใหม่อีกที ทำให้เกิดความยุ่งยากในการทำงาน อีกทั้งยังเป็นเพียงการจำลองสถานการณ์ หรือตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทางหนีไฟ ซึ่งยังไม่มีการใช้วิเคราะห์เพื่อนำไปใช้ในงานออกแบบสถาปัตยกรรม

Ref. code: 25595816030166JZE

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 ประเภทของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทศึกษางานวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ที่มีวัตถุประสงค์ในการจัดทำระบบในการวิเคราะห์เส้นทางการหนีไฟในอาคาร โดยนำเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบป้องกันอัคคีภัยมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมการออกแบบ โดยสาระสำคัญของระบบการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟนี้ จะคำนึงถึงระยะของเส้นทาง และจำนวนคนต่อพื้นที่การใช้งาน

3.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 กลุ่มตัวอย่าง ผู้เชี่ยวชาญทางด้านทางหนีไฟในอาคาร

คัดเลือกจากความรู้ ความสามารถ และการวิเคราะห์อาคาร และมีประสบการณ์ในวิเคราะห์ความปลอดภัยทางหนีไฟในอาคาร

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง สถาปนิก

คัดเลือกจากความสามารถในการใช้ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร ซึ่งมีทักษะในการใช้โปรแกรม Autodesk Revit ได้

3.3 ขั้นตอนในการวิจัย

3.3.1 ขั้นตอนการออกแบบและจัดทำโปรแกรม

(1) ศึกษามาตรฐานทางหนีไฟ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยผ่านกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ เพื่อหาวิธีการวิเคราะห์ประกอบการเขียนโปรแกรมเสริม โดยเน้นการวิเคราะห์ระยะทางหนีไฟในหัวข้อ 2.1.6 ที่อธิบายถึงระยะสัญจรของทาง

Ref. code: 25595816030166JZE

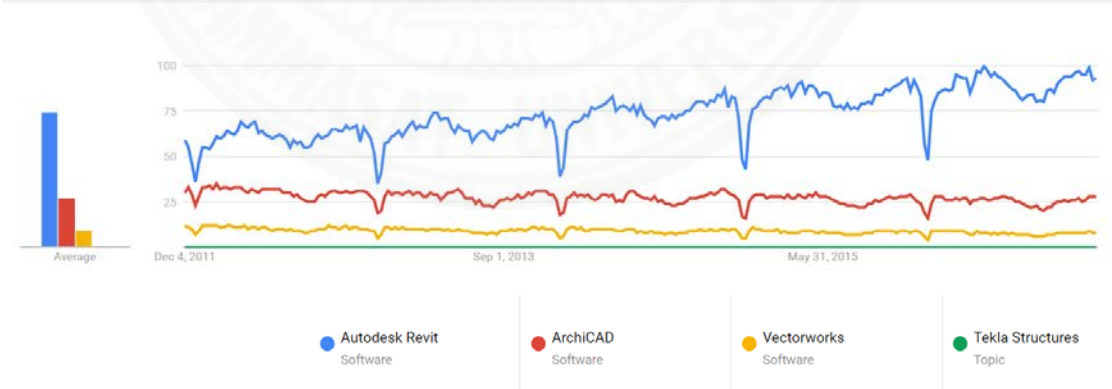
หนีไฟ และจำนวนผู้ใช้งานต่อพื้นที่การใช้งานในหัวข้อ 2.1.4 ที่มีข้อมูลสัดส่วนระหว่างผู้ใช้งานต่อกิจกรรมในพื้นที่ที่แตกต่างกัน

(2) ศึกษาความหมายและการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร และวิเคราะห์โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความหมายและประโยชน์ของการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร และศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการทำงาน โดยมุ่งเน้นที่หลักการทำงาน และการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ไปใช้ประโยชน์ต่อ ในรูปแบบการใช้ข้อมูลที่มีในแบบจำลองนั้น ๆ ผนวกกับหลักเกณฑ์พื้นฐาน หรือหลักในการวิเคราะห์ต่าง ๆ

(3) ศึกษาภาษาและวิธีการใช้โปรแกรมเสริมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Autodesk Revit เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมจากทั่วโลก โดยมีสัดส่วนผู้ใช้งานจากทั่วโลกมากที่สุด เป็นโปรแกรมที่มีการสืบค้นข้อมูล บนเว็บบราวเซอร์อย่าง google เป็นอันดับหนึ่ง และศึกษาภาษาในการเขียนโปรแกรมเสริม โดยเลือกใช้ Dynamo ที่เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเสริม ในโปรแกรม Autodesk Revit เนื่องจากเป็นโปรแกรมเสริมแบบภาษาภาพ (Visual Programming Languages) ที่มีวิธีการเขียนที่เข้าใจง่ายกว่าแบบการเข้ารหัส (Coding) และความสามารถในการดึงและส่งออกข้อมูล ทำให้สามารถนำโปรแกรม Microsoft Excel เข้ามาใช้งานร่วมกัน โดยศึกษารูปแบบการทำงาน การใช้งาน และการแสดงผล



ภาพที่ 3.1 แสดงค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ผ่าน google. จาก Google trends, 2016.

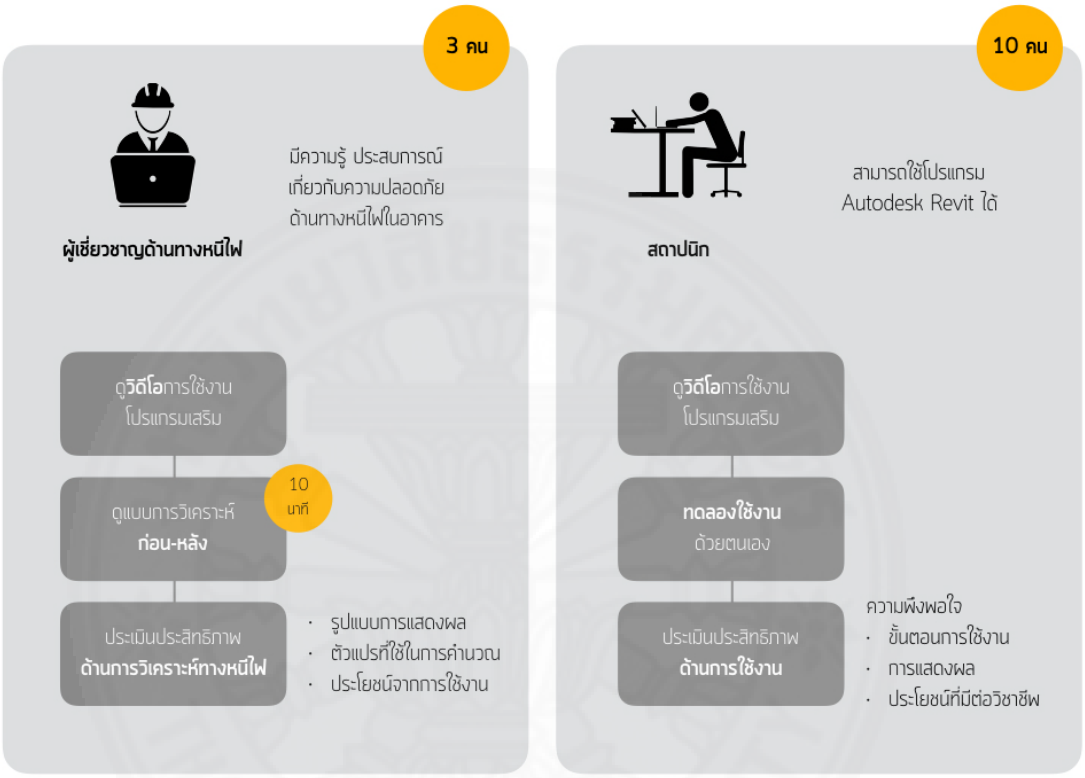
(4) ออกแบบและจัดทำโปรแกรมเสริม

ออกแบบและจัดทำโปรแกรมเสริม โดยเครื่องมือในการวิจัยในที่นี้ ผู้วิจัยเลือกใช้ Dynamo ในการพัฒนาโปรแกรมเสริม ช่วยในการดึงข้อมูลต่าง ๆ จากแบบจำลอง

Ref. code: 25595816030166JZE

สารสนเทศอาคาร ผ่านโปรแกรม Autodesk Revit ที่เป็นโปรแกรมหลัก โดยนำมาวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ และแสดงผล เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ไม่ต้องโยกย้ายหรือเปลี่ยนสกุลไฟล์ไปมา ให้เกิดการสูญเสียของข้อมูลและช่วยลดระยะเวลาในการทำงาน

3.3.2 ขั้นตอนการประเมินโปรแกรมเสริม



ภาพที่ 3.2 แสดงกลุ่มตัวอย่างและขั้นตอนการประเมิน

(1) ประเมินประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ

เป็นการประเมินโปรแกรมเสริมเพื่อวัดความสามารถในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร กลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบนั้น คือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านทางหนีไฟในอาคาร จำนวน 3 คน ทำการประเมินโดย ผู้วิจัยจะแสดงวิดีโอการทำงานของโปรแกรมเสริมวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างดูผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมเสริม โดยจะมีแบบผังพื้นที่มีตัวเลขกำกับแสดงจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละห้อง ควบคู่กับผลการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟบนแบบผังพื้นนั้น (ดูภาคผนวก ก) เป็นเวลา 10 นาที และให้กลุ่มตัวอย่างแสดงความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ ว่าโปรแกรมเสริมมีจุดบกพร่อง หรือ จุดเด่นในด้านใด และควรพัฒนาโปรแกรมเสริมไปในทิศทางใด โดยจะดำเนินการเก็บข้อมูลทีละคน ตามวัน เวลา สถานที่ที่กลุ่มตัวอย่างสะดวก

Ref. code: 25595816030166JZE

ประเด็นที่จะใช้ในการสอบถามกลุ่มตัวอย่างจะแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ คือ รูปแบบการแสดงผล ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ และประโยชน์ต่องานสถาปัตยกรรม

(2) ประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน

เป็นการประเมินโปรแกรมเสริมเพื่อวัดประสิทธิภาพในการใช้งาน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบนั้น คือ สถาปนิกที่มีทักษะในการใช้โปรแกรม Autodesk Revit จำนวน 10 คน ทำการประเมินโดย ผู้วิจัยจะเปิดวิดีโอวิธีการทำงานของโปรแกรมเสริมวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟจนจบเพื่อให้เห็นภาพรวมก่อน แล้วจึงให้กลุ่มตัวอย่างได้ทดลองใช้งานโปรแกรมเสริม โดยกลุ่มตัวอย่างสามารถย้อนเปิดวิดีโอควบคู่กับการทดลองใช้งานได้ แล้วจึงให้กลุ่มตัวอย่าง ทำแบบประเมินความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งาน และให้แสดงข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่าโปรแกรมเสริมมีจุดบกพร่อง หรือ จุดเด่นในด้านใด และควรพัฒนา โปรแกรมเสริมไปในทิศทางใด โดยจะดำเนินการเก็บข้อมูลทีละคน ตามวัน เวลา สถานที่ที่กลุ่มตัวอย่างสะดวก

ประเด็นของแบบประเมินความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งานที่จะใช้ในการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง จะแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ คือ ความพึงพอใจในขั้นตอนการใช้งาน การแสดงผล และประโยชน์ที่มีผลต่อวิชาชีพสถาปนิก โดยข้อมูลที่เก็บจะแบ่งเป็น 5 ระดับคือ มีความพึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ซึ่งจะมีค่า 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย โดยจะมีเกณฑ์การแปรผลคือ

1.00 - 2.49 หมายถึง ผู้ใช้มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งานโปรแกรมเสริมในระดับน้อย, 2.50 - 4.49 หมายถึง ผู้ใช้มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งานโปรแกรมเสริมในระดับดี และ 4.50 - 5.00 หมายถึง ผู้ใช้มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งานโปรแกรมเสริมในระดับดีมาก

ถ้าหากการประเมินความพึงพอใจประสิทธิภาพด้านการใช้งาน ได้ผลสรุปว่าโปรแกรมเสริมได้ความพึงพอใจในขั้นตอนการใช้งาน การแสดงผล และประโยชน์ที่มีผลต่อวิชาชีพสถาปนิกอยู่ในระดับที่ดีขึ้นไป จึงถือว่าโปรแกรมเสริมผ่านการประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน

3.4 ระดับความละเอียดของ BIM Model ที่นำมาใช้วิเคราะห์

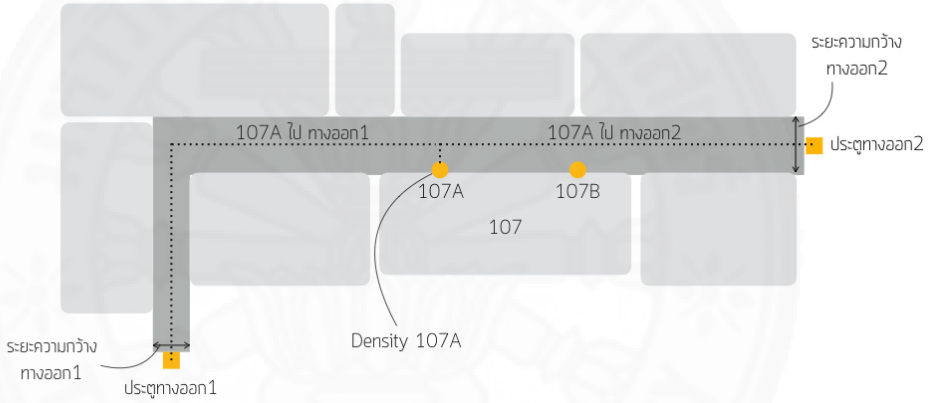
BIM Model ที่จะสามารถนำมาใช้วิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในงานวิจัยนี้ จะต้องมีเนื้อหาหรือข้อมูล ที่สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ กล่าวคือ ต้องมีการระบุห้อง (Room) และ มีการใส่ประตู (Door) เพื่อระบุตำแหน่งประตูห้องไปยังประตูทางออกจากอาคาร ซึ่งหมายถึง BIM Model

Ref. code: 25595816030166JZE

ในระดับการออกแบบและพัฒนา (Design Development) ที่มีพื้น ผนัง ประตู หรือมีรายละเอียดอื่น ๆ ขึ้นไป ซึ่งจะอยู่ในระดับขั้นในการพัฒนาแบบจำลอง หรือ LOD (Level of Development หรือ Level of Detail) ที่ประมาณ LOD 200 ขึ้นไป

3.5 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณเส้นทางหนีไฟ

ตัวแปรที่จะนำมาใช้ในการคำนวณวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ จะต้องส่งผลต่อสถานการณ์ในการหนีไฟ และเกี่ยวข้องในด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ 3 ตัวแปร ในระบบการให้คะแนน ดังนี้



ภาพที่ 3.3 แสดงการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟจากตัวแปรที่เกี่ยวข้องในแต่ละ Node

3.5.1 ระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟ

เป็นระยะระหว่างประตูห้อง(Node) ไปยังประตูทางออก โดยวัดจากประตูห้องไปประตูทางออกทุกทางที่มีใน BIM Model และทำซ้ำในทุก ๆ ประตูห้องทุกบาน ระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟนี้มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์เส้นทางมากที่สุด ถึงขั้นมีกฎหมายข้อบังคับว่าไม่ให้ระยะหนีไฟเกิน 30 เมตร ซึ่งระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟน้อยที่สุดจะถือว่าได้คะแนนมากที่สุด

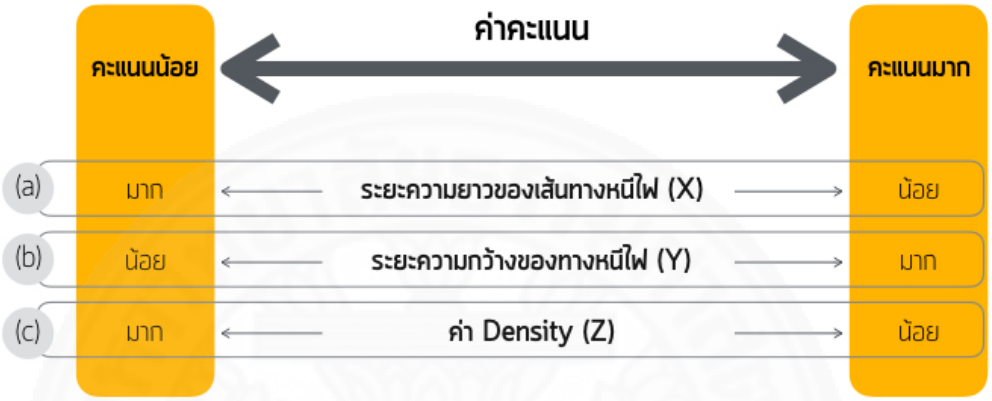
3.5.2 ระยะความกว้างของทางหนีไฟ

เป็นระยะความกว้างของทางเดินหรือทางหนีไฟที่ใกล้กับประตูทางออก มีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อการหนีไฟ เนื่องจากระยะความกว้างทางเดินที่แคบเกินไปจะส่งผลให้การสัญจรหนาแน่น ซึ่งระยะความกว้างของเส้นทางหนีไฟมากที่สุดจะถือว่าได้คะแนนมากที่สุด

Ref. code: 25595816030166JZE

3.5.3 ค่า Density หรือจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละ Node

เป็นค่าจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละ Node โดยกำหนดจากแต่ละฟังก์ชันการใช้งานของแต่ละห้อง ถ้าห้องไหนมีประตูมากกว่า 1 บาน จะต้องนำค่า Density หารจำนวนประตู(Node) ซึ่งค่า Density ที่น้อยที่สุดจะถือว่าได้คะแนนมากที่สุด



ภาพที่ 3.4 แสดงการให้ค่าคะแนนของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ

จากภาพที่ 3.3 แสดงการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ โดยยกตัวอย่างการวิเคราะห์ทางหนีไฟจากห้องหมายเลข 107 มีประตูห้อง 2 บาน (2 Node) เริ่มคำนวณทีละ Node เริ่มจากประตูหมายเลข 107A จะสามารถไปยังทางออกได้ 2 ทาง คือ Node 107A ไป ทางออก1 และ Node 107A ไป ทางออก2 ในที่นี้จะกำหนดให้ค่าคะแนนของระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟเป็น (a)X, ค่าคะแนนของระยะความกว้างของเส้นทางหนีไฟเป็น (b)Y และ ค่าคะแนนของค่า Density เป็น (c)Z ซึ่งค่า a, b และ c เป็นสัมประสิทธิ์ค่าคงที่การส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์ทางหนีไฟ โดยมีสมการในการคำนวณคือ (a)X+(b)Y+(c)Z=ค่าคะแนนของเส้นทางหนีไฟ สรุปได้ว่าประตูหมายเลข 107 หรือ Node 107 จะมีค่าคะแนนของเส้นทางหนีไฟ 2 ค่า จากนั้นระบบการคำนวณจะเลือกค่าคะแนนที่สูงที่สุดเป็นทางหนีไฟที่ดีที่สุด และทำการคำนวณซ้ำไปเรื่อย ๆ ในทุก ๆ Node ที่มีใน BIM Model สุดท้ายจะแสดงออกมาในรูปแบบเชิงกราฟฟิคบนโปรแกรม Revit

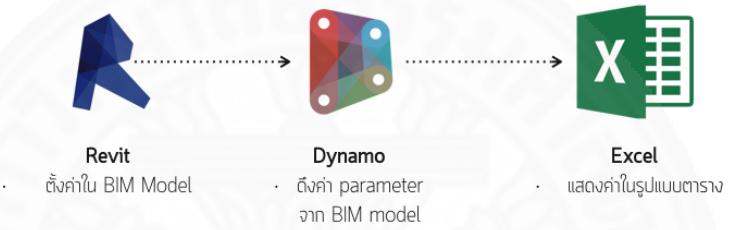
จากสมการในการคำนวณ (a)X+(b)Y+(c)Z=ค่าคะแนนของเส้นทางหนีไฟ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะให้ ค่าสัมประสิทธิ์ a มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากเกี่ยวข้องกับระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟที่เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อสถานการณ์ในการหนีไฟมากที่สุด โดยสัดส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ a:b:c คิดเป็นร้อยละ 60:25:15 เป็นสัดส่วนที่ได้จากการศึกษา ทดลองของผู้วิจัยและได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางหนีไฟในอาคาร ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ b ที่เกี่ยวข้องกับความกว้างของทางหนีไฟ และค่าสัมประสิทธิ์ c ที่เกี่ยวข้องกับค่า Density เป็นตัวแปรที่มีความสำคัญและส่งผล

Ref. code: 25595816030166JZE

กระทบต่อสถานการณ์ในการหนีไฟรองลงมาตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์ทั้ง 3 ค่านี้ จะสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้ตามการให้ความสำคัญของเส้นทางหนีไฟในรูปแบบอาคารที่แตกต่างกัน

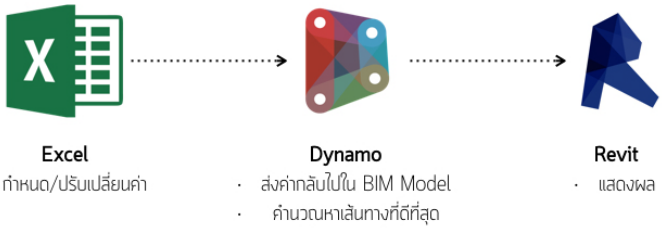
3.6 การพัฒนารูปแบบโปรแกรมเสริม

โปรแกรมเสริมต้นแบบที่พัฒนาขึ้นจะใช้ Dynamo เป็นเครื่องมือในการพัฒนา โดยจะนำโปรแกรม Microsoft Excel เข้ามาเพื่อช่วยในด้านการใช้งานในช่วงหนึ่งของการใช้งานโปรแกรมเสริมต้นแบบเพื่อวิเคราะห์ทางหนีไฟในอาคาร อธิบายเป็นขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 3.5 แสดงการเข้าถึงการใช้งานโปรแกรมเสริมต้นแบบผ่านโปรแกรมที่เกี่ยวข้องส่วนแรก

แบ่งรูปแบบเข้าถึงการใช้งานของโปรแกรมเสริม เป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกจะเป็นการจัดการกับข้อมูลที่มีใน BIM Model โดยขั้นแรกจะเรียก BIM Model ผ่านโปรแกรม Revit เพื่อตั้งค่าเตรียมสำหรับใช้ในการคำนวณ จากนั้นสร้างชุดคำสั่งผ่าน Dynamo I ในการดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องจาก BIM Model เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางหนีไฟ โดยจะดึงข้อมูลจากประตูแต่ละบาน ซึ่งในที่นี้หมายถึง Node ต่าง ๆ ที่จะใช้เป็นเส้นทางไปยังประตูหนีไฟที่เป็นประตูทางออก ซึ่งข้อมูลที่ใช้จะประกอบด้วย หมายเลขบานประตู(Door Number) ชื่อห้อง(Room Name) และหมายเลขห้อง(Room Number) ที่บานประตูอยู่ ไปยังรูปแบบตารางใน Excel เป็นฐานข้อมูล เพื่อช่วยในการจัดการข้อมูลให้ง่ายขึ้น จุดประสงค์สำคัญของขั้นตอนนี้ คือจะให้ผู้ใช้งานโปรแกรมเสริมที่เน้นสถาปนิก กำหนดค่า Density หรือ จำนวนผู้ใช้งานในแต่ละ Node เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณในลำดับต่อไป



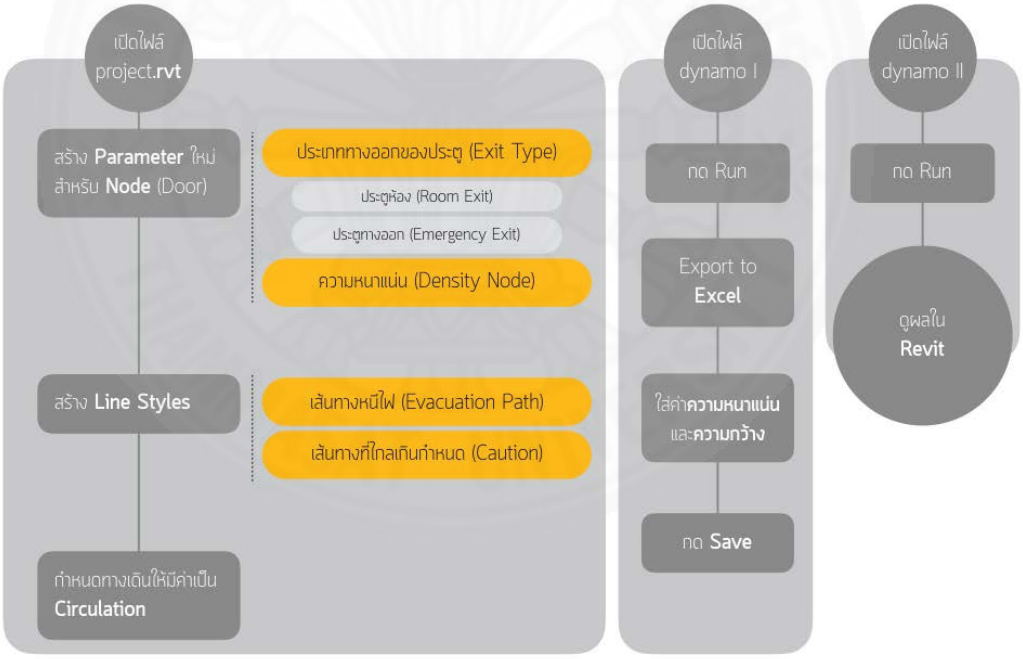
ภาพที่ 3.6 แสดงการเข้าถึงการใช้งานโปรแกรมเสริมต้นแบบผ่านโปรแกรมที่เกี่ยวข้องส่วนสอง

Ref. code: 25595816030166JZE

เมื่อทำการกำหนดหรือปรับเปลี่ยนค่าเรียบร้อยบนฐานข้อมูลแล้ว จากนั้นจะนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ผ่านชุดคำสั่งของ Dynamo II ซึ่งจะใช้ ระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟที่นับจาก Node ต่าง ๆ ไปยังทางออก ระยะความกว้างของทางเดิน และค่า Density เป็นตัวแปรนำมาแปลงให้เป็นคะแนนของแต่ละเส้นทาง โดยเส้นทางใดที่ได้ผลลัพธ์คะแนนมากที่สุดจะเป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด และยังสามารถแจ้งเตือนถึงระยะเส้นทางหนีไฟที่เกินจากค่าที่กำหนดไว้ได้ ผ่านหน้าจอแสดงผลบนโปรแกรม Revit ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Autodesk Revit 2016 และ Dynamo 1.2.1.3083

3.7 ลำดับการใช้งานโปรแกรมเสริม

ผู้วิจัยได้ออกแบบการเข้าใช้งานโปรแกรมเสริม โดยมีลำดับการใช้งานแบ่งตามการเปิดไฟล์เพื่อเริ่มต้นการใช้งานในส่วนต่าง ๆ เป็น 3 ลำดับ อธิบายดังนี้



ภาพที่ 3.7 แสดงลำดับการใช้งานโปรแกรมเสริม

ลำดับแรกเมื่อผู้ใช้งานเปิดไฟล์ โปรเจค(Project) ที่ต้องการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ เป็นไฟล์นามสกุล .rvt ซึ่งเป็นไฟล์โปรเจคพื้นฐานของโปรแกรม Revit จะต้องทำการสร้าง Parameter สำหรับประตู (Door) ขึ้นมาใหม่ เพื่อแยกฐานข้อมูลในการแยกประเภทของประตู (Exit Type) ว่าประตูบานใดที่จะกำหนดให้เป็นประตูห้อง (Room Exit) หมายถึง Node เริ่มต้นที่ใช้ในการคำนวณ

Ref. code: 25595816030166JZE

เส้นทางหนีไฟ และบานใดที่จะกำหนดให้เป็นประตูทางออก (Emergency Exit) ใช้เป็น Node ปลายของเส้นทาง และสร้าง Parameter ที่ใช้สำหรับกำหนดค่าความหนาแน่น (Density Node) เนื่องจากในฟังก์ชันการใช้งานที่แตกต่างกันของแต่ละห้องทำให้มีจำนวนคนที่ใช้งานแตกต่างกัน บางห้องอาจมีประตูมากกว่า 1 บาน และอาจมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง ผู้วิจัยจึงออกแบบรูปแบบการกำหนดค่าความหนาแน่น (Density Node) ให้สามารถกำหนดได้ทั้งในโปรแกรม Revit และ Excel เพื่อความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น จากนั้นผู้ใช้งานจะต้องสร้าง Line Styles ขึ้นมาใหม่ เพื่อกำหนดค่าการแสดงผลการวิเคราะห์ในขั้นสุดท้าย โดยจะต้องสร้าง 2 รูปแบบ คือ เส้นทางหนีไฟ (Evacuation Path) เป็นเส้นทางหนีไฟจากประตูบานใด ๆ ไปยังประตูทางออกที่ดีที่สุดจากการคำนวณ และเส้นทางที่ไกลเกินกำหนด (Warning Path) เป็นเส้นทางที่จะขึ้นเตือนผลว่าเส้นทางนั้น มีระยะทางที่ไกลเกินกำหนด สุดท้ายผู้ใช้งานจะต้องกำหนดให้ทางเดินมีค่าที่แตกต่างจากห้อง โดยกำหนดให้เป็น Circulation อธิบายได้ว่า ในทุกโปรเจคของ BIM Model จะต้องมีการกำหนดค่าของแต่ละห้อง ที่เป็นพื้นที่ปิดล้อม แต่ยังไม่สามารถบอกความแตกต่างของห้องจริง และทางเดินได้ ขั้นตอนนี้จะช่วยในการแยก เพื่อใช้ในการหาเส้นทางจาก Nodeประตูห้อง ไปยัง Nodeทางออก บนทางเดินที่ใช้ในการหนีไฟ

ลำดับที่สอง ผู้ใช้งานระบบจะเริ่มเปิดไฟล์ Dynamo ชุดแรกเพื่อเรียกใช้ค่าต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ทางหนีไฟ ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม Run ได้ทันที จากนั้นไฟล์ Excel ที่เป็นฐานข้อมูลจะถูกเปิดอัตโนมัติเพื่อให้ใส่หรือปรับแก้ค่าความหนาแน่น (Density Node) จากนั้นกด Save

ลำดับสุดท้าย เปิดไฟล์ Dynamo ชุดสองเพื่อคำนวณค่าที่เรียกใช้ไว้ เพียงกด Run และรอผลการวิเคราะห์

จะเห็นได้ว่าลำดับการเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ใน BIM Model ในลำดับแรกมีหลายขั้นตอน เนื่อง BIM Model เป็นแบบจำลองสามมิติที่มีข้อมูลในหลายรูปแบบทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ ทำให้ต้องมีการจัดการกับข้อมูล ว่าจะเลือกใช้ข้อมูลในส่วนใดบ้าง และเพิ่มเติมข้อมูลที่ยังไม่มีใน BIM Model นั่นคือ จำนวนผู้ใช้งานในแต่ละห้อง เพื่อจะทำให้สะดวกต่อการนำไปใช้ในการคำนวณต่อไป

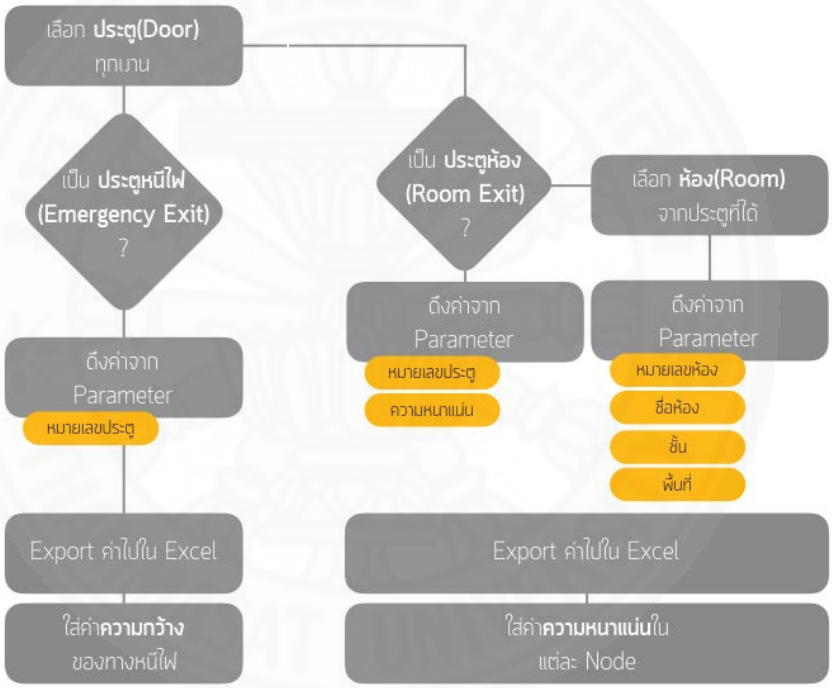
3.8 การทำงานของโปรแกรมเสริม

เนื่องจากแต่ละชุดคำสั่ง Dynamo มีความจุของข้อมูลที่มาก ทำให้ในการคำนวณแต่ละครั้งต้องใช้ทรัพยากรทางคอมพิวเตอร์มาก และใช้เวลานาน ผู้วิจัยจึงออกแบบการทำงานของโปรแกรมเสริม แบ่งแยกการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของการจัดเตรียมข้อมูล และส่วนการ

Ref. code: 25595816030166JZE

คำนวณเพื่อวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ โดยแบ่งชุดคำสั่ง Dynamo ออกเป็น 2 ไฟล์ เวลาใช้งานก็จะแยกส่วนกัน ใช้งานทีละไฟล์ เพื่อความสะดวกด้านการใช้งาน และลดการใช้ทรัพยากรทางคอมพิวเตอร์ลง

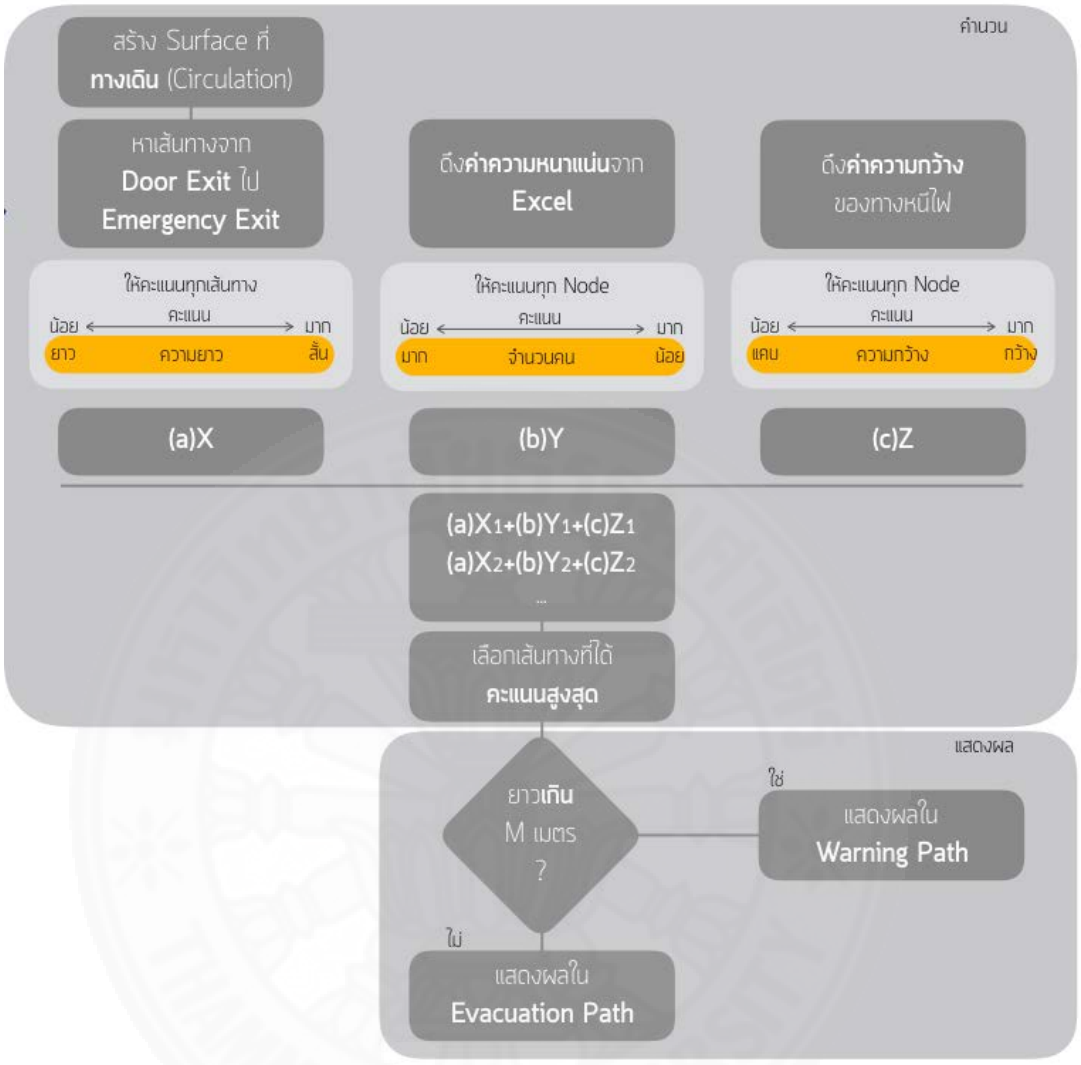
หลักการทำงานของชุดคำสั่ง Dynamo I คือระบบจัดการกับข้อมูลที่อยู่ใน BIM Model โดยจะจัดการเตรียมดึงข้อมูลและเพิ่มเติมข้อมูลที่ยังไม่มีใน BIM Model ให้เรียบร้อย ก่อนใช้งานชุดคำสั่งต่อไป ชุดคำสั่ง Dynamo I เริ่มดึงข้อมูลประตูทุกบานในโครงการ จากนั้นตรวจสอบว่าถ้าเป็นประตูห้อง(Room Exit) ที่มีการตั้งค่าไว้ตอนต้น จะดึงข้อมูล หมายเลขประตู และค่าความหนาแน่นจากประตูบานนั้น ๆ และตรวจสอบว่าเป็นประตูจากห้องไหนเพื่อดึงข้อมูล หมายเลขห้อง ชื่อห้อง ชั้น และพื้นที่ แล้วส่งออกเป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม Excel



ภาพที่ 3.8 แสดงการทำงานของชุดคำสั่ง Dynamo I

หลักการทำงานของชุดคำสั่ง Dynamo II คือ การคำนวณเพื่อวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ จะมีการหาเส้นทางจากค่าที่ถูกกำหนดไว้ในตอนแรก โดยเริ่มจากหาเส้นทางจากประตูห้อง (Door Exit) ไปยังประตูทางออก (Emergency Door) ในทุกความเป็นไปได้ จากนั้นจะนำค่าความยาวของเส้นทางไปแปลงค่าเป็นคะแนน ถ้าเส้นทางไหนสั้นจะได้คะแนนสูงแต่ถ้ายาวจะได้คะแนนน้อย นำไปคำนวณต่อกับค่าความหนาแน่น (Density Node) และค่าความกว้างของทางหนีไฟ ที่แปลงค่าเป็นคะแนนแล้ว จากนั้นจะเลือกเส้นทางที่ได้คะแนนสูงที่สุดเป็นเส้นทางที่เหมาะสม สุดท้ายจะแสดงผลออกมาเป็นเส้นทางหนีไฟเชิงกราฟฟิคและจะสามารถระได้ว่าเส้นทางไหนมีระยะที่ยาวเกินกำหนด

Ref. code: 25595816030166JZE



ภาพที่ 3.9 แสดงการทำงานของชุดคำสั่ง Dynamo II

3.9 สรุปข้อมูลที่เรียกใช้ เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางหนีไฟ

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ข้อสรุปข้อมูลการวิเคราะห์ความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับทางหนีไฟในอาคารมาเป็นข้อกำหนดในการพัฒนาโปรแกรมเสริมต้นแบบ สำหรับช่วยวิเคราะห์แบบที่ใช้ในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยจะจำแนกตามลักษณะของการเรียกใช้งาน มี 2 ลักษณะ คือ ข้อมูลที่เรียกใช้จาก BIM Model ได้ทันที เนื่องจากเป็นข้อมูลพื้นฐาน ที่จะต้องมีใน BIM Model ไว้อยู่ก่อนแล้ว และอีกลักษณะ คือ ข้อมูลที่ต้องกำหนดค่าเพิ่มขึ้นมาใหม่ใน BIM Model นำไปเสริมกับข้อมูลที่เรียกใช้ในลักษณะแรก โดยผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนด เพื่อให้เหมาะสมกับการคำนวณวิเคราะห์ทางหนีไฟ

Ref. code: 25595816030166JZE

ตารางที่ 3.9

สรุปข้อมูลที่นำใช้ในการวิเคราะห์

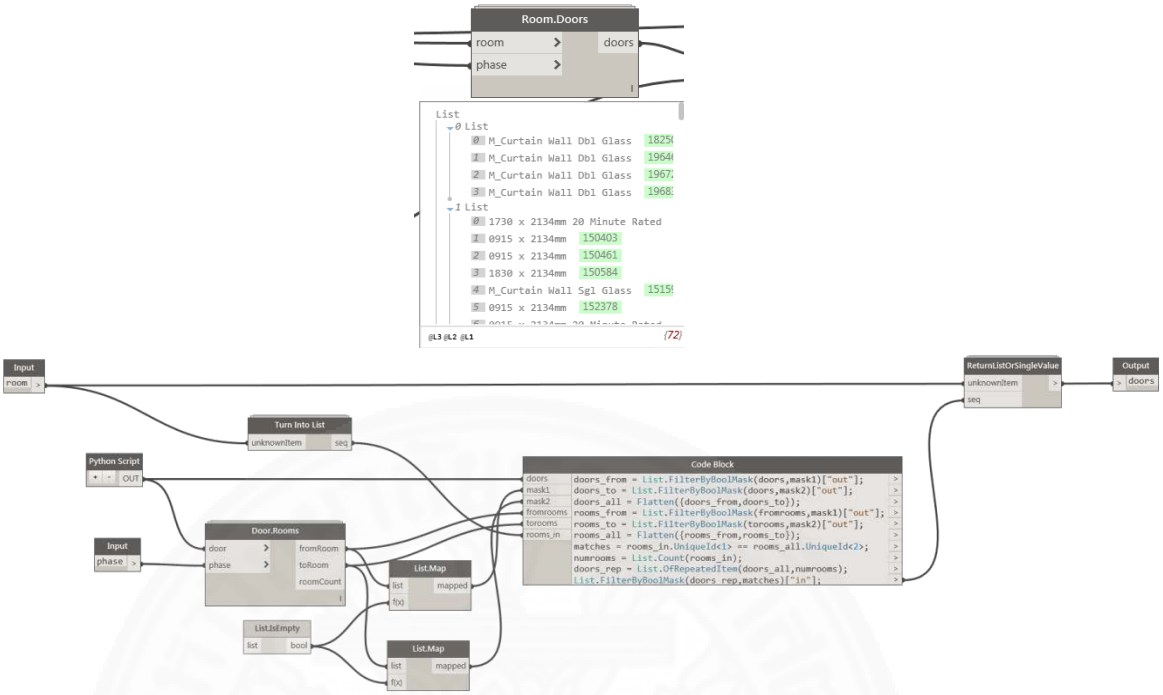
ชื่อค่า	ความหมาย	ลักษณะการเรียกใช้	
		จาก BIM Model	กำหนดขึ้นมาใหม่ ใน BIM Model
Number	หมายเลขห้อง	✓	
Name	ชื่อห้อง	✓	
Level	ชั้น	✓	
Area	พื้นที่	✓	
Door Exit	ค่าความหมายของประตูห้อง		✓
-	ตำแหน่งประตูห้อง	✓	
Emergency Exit	ค่าความหมายของประตูทางออก		✓
-	ตำแหน่งประตูทางออก	✓	
Number	หมายเลขประตู	✓	
Length	ค่าความยาวของเส้นทางหนีไฟ	✓	
Width	ค่าความกว้างของทางหนีไฟ		✓
Density Node	ค่าความหนาแน่น		✓

3.9.1 ค่าที่ได้จาก BIM Model

(1) ตำแหน่งประตูห้อง, ตำแหน่งประตูทางออก, หมายเลขประตู

Room.Doors เป็นฟังก์ชันหนึ่งใน Clockwork for Dynamo package ใช้เรียกประตูทุกบานในแต่ละห้องที่ต้องการใช้ในการคำนวณ และจะแยกมาให้ว่าแต่ละห้องใช้ประตูบานใดบ้าง ซึ่งจะเรียกใช้เพียงบานประตูที่ถูกกำหนดให้เป็นประตูห้อง (Door Exit)

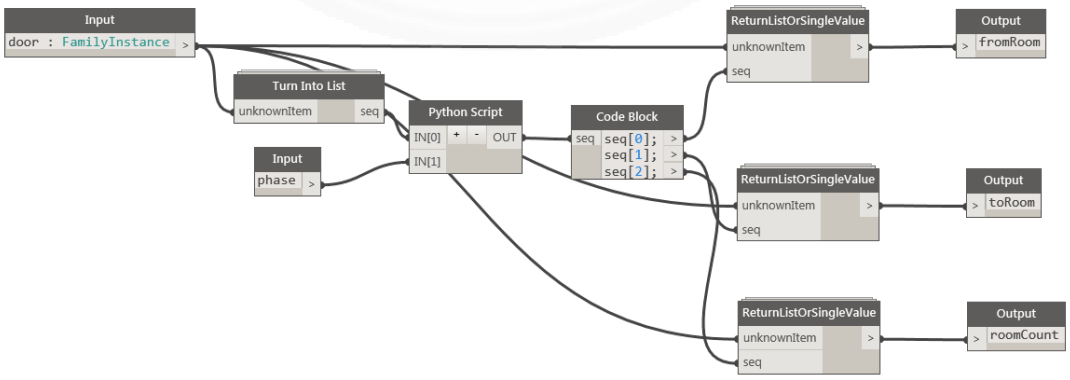
Ref. code: 25595816030166JZE



ภาพที่ 3.10 แสดงการใช้งานฟังก์ชัน Room.Doors

(2) ค่าต่าง ๆ ของห้อง (room)

Door.Rooms เป็นฟังก์ชันย้อนกลับของ Room.Doors กล่าวคือ เมื่อได้บานประตูห้อง (Door Exit) มาแต่ละบาน จะสามารถย้อนกลับไปเพื่อดึงค่าต่าง ๆ จากห้องที่บานประตูนั้นอยู่ได้ โดยจะสามารถเรียกใช้ Parameter ของห้องต่าง ๆ ที่ต้องการได้ เช่น Number Name Level Area ของห้องนั้น เป็นต้น ซึ่งจะเป็นค่าที่อยู่ในตัว BIM Model

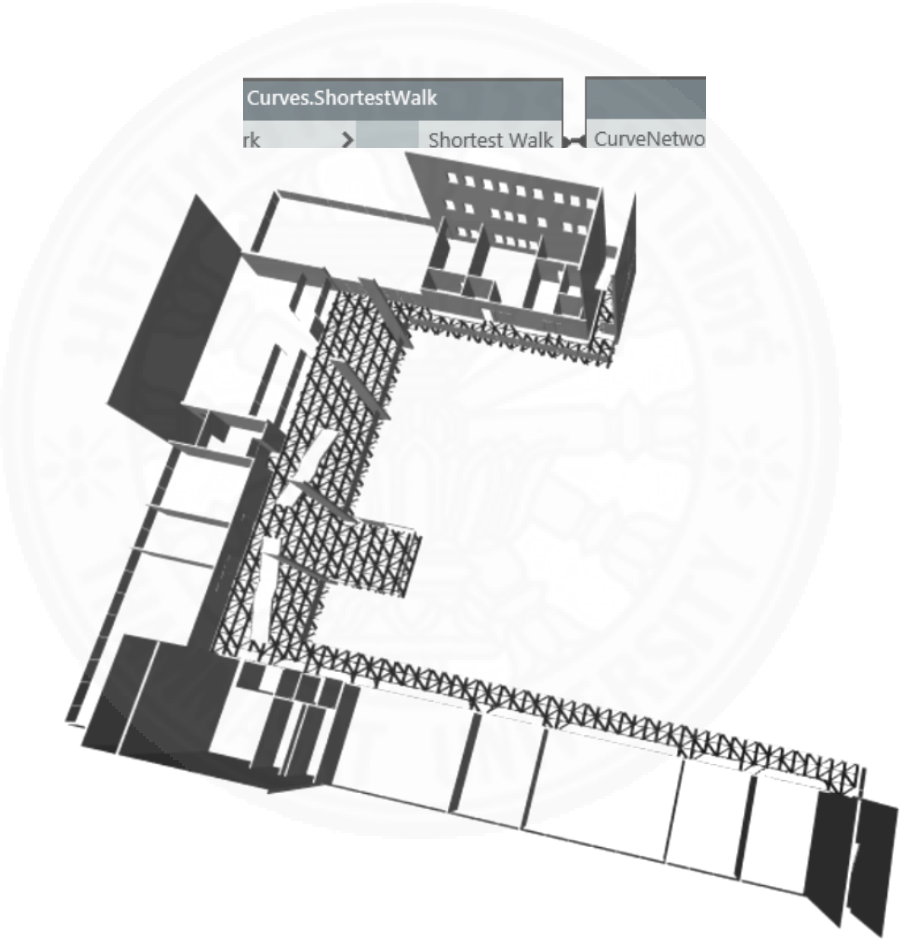


ภาพที่ 3.11 แสดงการใช้งานฟังก์ชัน Door.Rooms

Ref. code: 25595816030166JZE

(3) ค่าความยาวของเส้นทางหนีไฟ

Curves.ShortestWalk ใน LunchBox for Dynamo 2015.11.28 package ใช้หาระยะของเส้นทางหนีไฟ จากประตูห้อง ไปยังประตูทางออก โดยระบบจะเริ่มสร้างกริดบนทางเดินที่ใช้สำหรับหนีไฟก่อน จากนั้นจะหาเส้นทางหนีไฟที่สั้นที่สุดจาก Node ประตูห้องถึง Node ประตูทางออก



ภาพที่ 3.12 แสดงการใช้งานฟังก์ชัน Curves.ShortestWalk

Ref. code: 25595816030166JZE

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การใช้งานโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคารนี้ ผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานได้ 2 รูปแบบ คือ แบบกำหนดค่าเพิ่มเติมเองทั้งหมด โดยผู้ใช้งานจะต้องพิมพ์ค่าต่าง ๆ ให้เหมือนกันกับค่าที่จะอธิบายต่อไป และแบบใช้ไฟล์ที่ตั้งค่าไว้แล้ว เพื่อนำค่าในไฟล์นั้นไปใช้งาน โดยมีลำดับขั้นตอนการใช้งานตามภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 แสดงการขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเสริม

4.1 เริ่มแรกเปิดไฟล์ .rvt

เริ่มแรกผู้ใช้งานจะต้องเปิดไฟล์โปรเจคที่ต้องการวิเคราะห์ทางหนีไฟ ซึ่งจะเป็นไฟล์นามสกุล .rvt

Ref. code: 25595816030166JZE

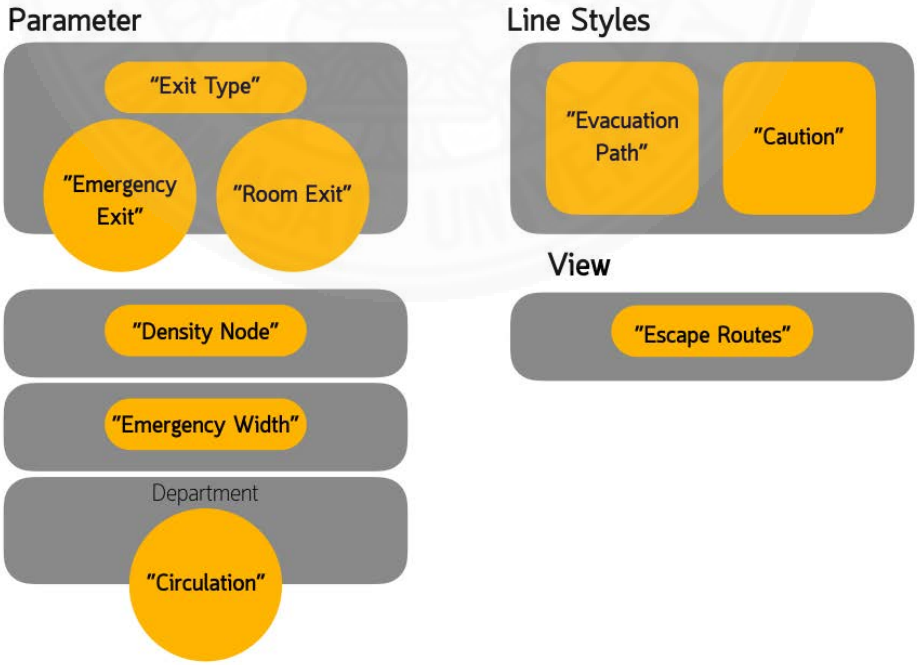
4.2 การกำหนดค่าเพิ่มเติมใน BIM Model

การเตรียมข้อมูลทำโดยเรียกใช้ค่าที่ได้จาก BIM Model และค่าที่กำหนดเพิ่มเติมใน BIM Model ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องเป็นผู้กำหนดค่าเพิ่มเติมให้กับ BIM Model ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือแบบกำหนดค่าเพิ่มเติมเอง และแบบใช้ไฟล์ที่ตั้งค่าไว้แล้ว

4.2.1 แบบกำหนดค่าเพิ่มเติมเอง

ข้อดีของการกำหนดค่าเพิ่มเติมเองคือ ไม่ต้องโหลดไฟล์มาใช้งาน สามารถตั้งค่าต่าง ๆ เองได้เลย แต่ผู้ใช้งานจะต้องใส่ค่าเองทั้งหมด

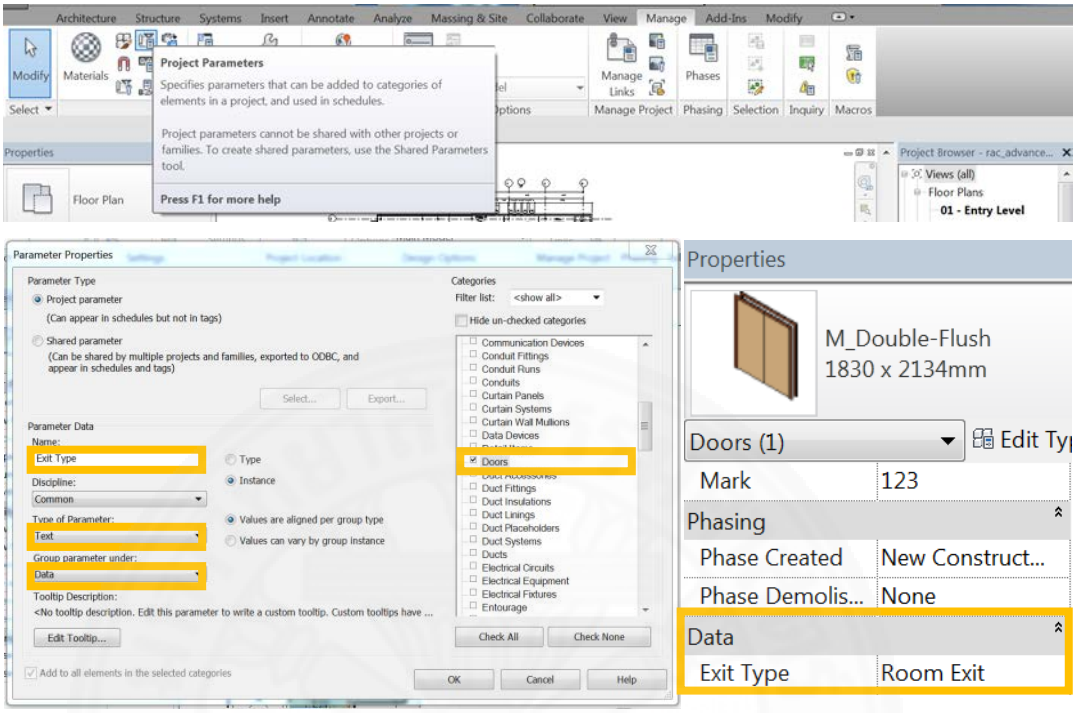
การกำหนดค่าเพิ่มเติมเองทั้งหมดโดยผู้ใช้งาน เนื่องจากเป็นการคำนวณผ่านกระบวนการทางคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้ใช้งานต้องกำหนดหรือใส่ค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามไฟล์ตั้งต้น ในงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 9 ค่า แบ่งออกเป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับ Parameter และ Line Styles ดังนี้ "Exit Type" "Density Node" และ "Emergency Width" เป็นชื่อ Parameter "Emergency Exit" และ "Room Exit" เป็นค่า Parameter ของ "Exit Type" "Circulation" เป็นค่า Parameter ของ Department "Evacuation Path" และ "Caution" เป็นชื่อ Line Styles และสุดท้าย "Escape Routes" เป็นชื่อ View โดยผู้ใช้งานจะต้องพิมพ์ให้ถูกต้องทั้งตัวสะกดตัวใหญ่และตัวเล็กด้วย



ภาพที่ 4.2 แสดงค่าตัวแปรที่ผู้ใช้งานต้องใส่ตามในแบบกำหนดค่าเพิ่มเติมเอง

Ref. code: 25595816030166JZE

(1) กำหนดค่าของประตูห้องและประตูหนีไฟ



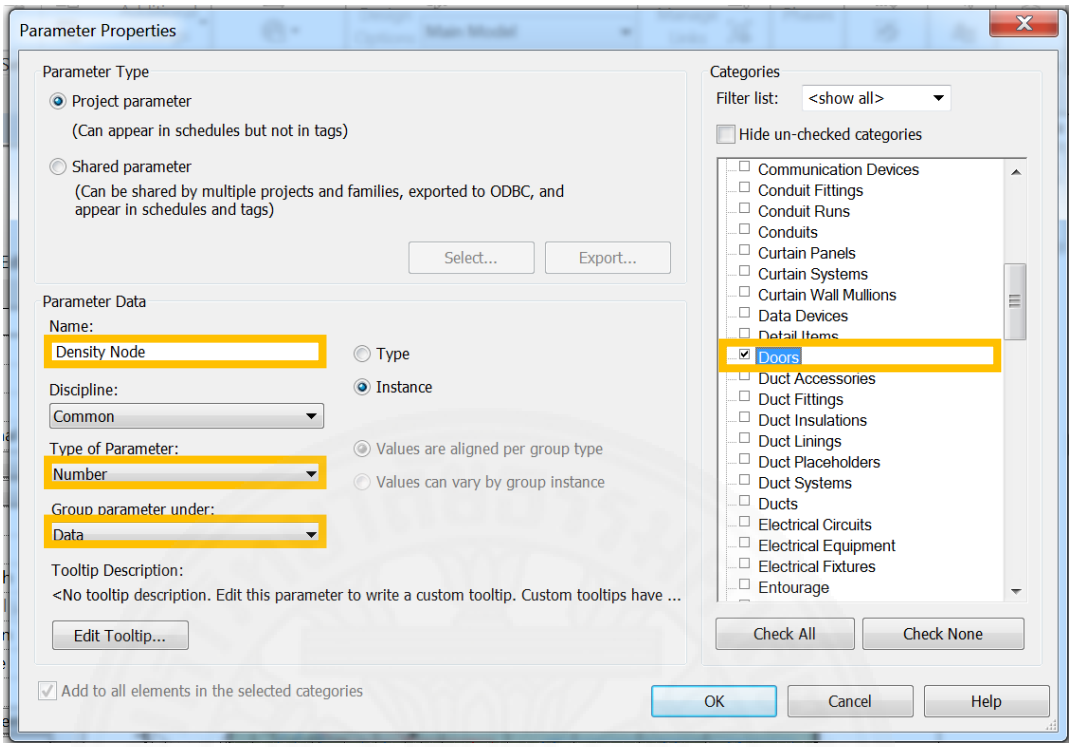
ภาพที่ 4.3 แสดงการสร้าง Parameter "Exit Type"

กำหนดค่าของแต่ละ Node ซึ่งจะมี 2 ประเภท คือ ประตูห้อง และประตูหนีไฟ เพื่อนำค่าที่กำหนดไปใช้ในการคำนวณเส้นทางหนีไฟจากประตูห้อง ไปยังประตูหนีไฟในแต่ละบานของ BIM Model โดยจะต้องสร้าง Parameter ใหม่เพิ่มให้กับ Categories ของประตู ทำโดยเข้าฟังก์ชัน Parameter Properties บนแถบ Manage > Settings ในงานวิจัยนี้กำหนดให้ Parameter มีชื่อว่า "Exit Type" เป็นรูปแบบข้อความ(Text) อยู่ภายใต้กลุ่มของข้อมูล(Data) และกำหนด Categories เป็นประตู(Doors) จากนั้นจะสามารถกำหนดค่าให้ประตูห้องมีค่า "Room Exit" และประตูหนีไฟมีค่า "Emergency Exit" ที่ Parameter ชื่อ "Exit Type"

(2) การสร้าง Parameter สำหรับค่าจำนวนคนและค่าความกว้าง

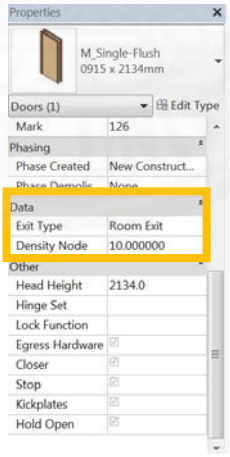
เป็นการสร้าง Parameter รอไว้ สำหรับใส่ค่าบนฐานข้อมูล มีขั้นตอนการสร้างเหมือนกับข้อ (1) ซึ่งจะต้องตั้งชื่อว่า "Density Node" และ "Emergency Width" มีรูปแบบเป็นตัวเลข(Number) อยู่ภายใต้กลุ่มของข้อมูล(Data) และกำหนด Categories เป็นประตู (Doors)

Ref. code: 25595816030166JZE



ภาพที่ 4.4 แสดงการสร้าง Parameter "Density Node"

จากนั้นผู้ใช้งานจะสามารถกรอกจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละ Node ที่เป็นประตูห้องได้ ใน Parameter ที่ชื่อว่า "Density Node" และกรอกความกว้างของทางหนีไฟบนประตูหนีไฟ ใน Parameter ที่ชื่อว่า "Emergency Width"



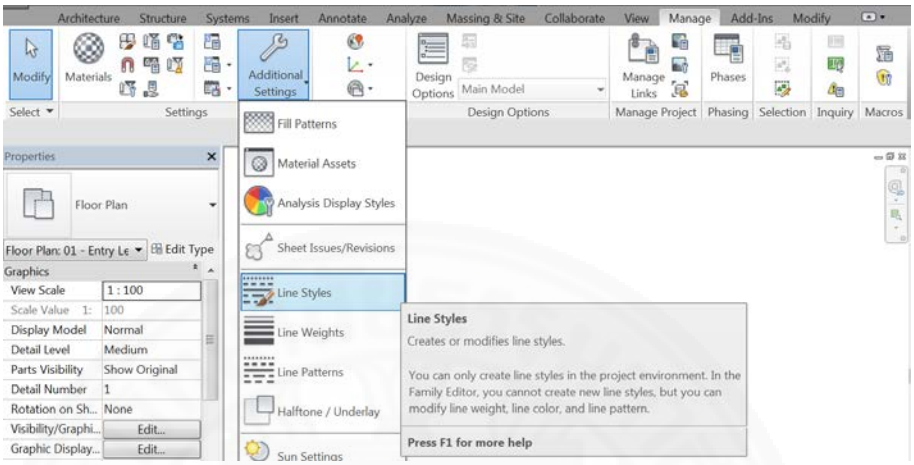
ภาพที่ 4.5 แสดงการใส่ค่าความหนาแน่นใน Parameter "Density Node"

(3) การสร้าง Line Styles เพื่อกำหนดที่อยู่ของเส้นทางหนีไฟ

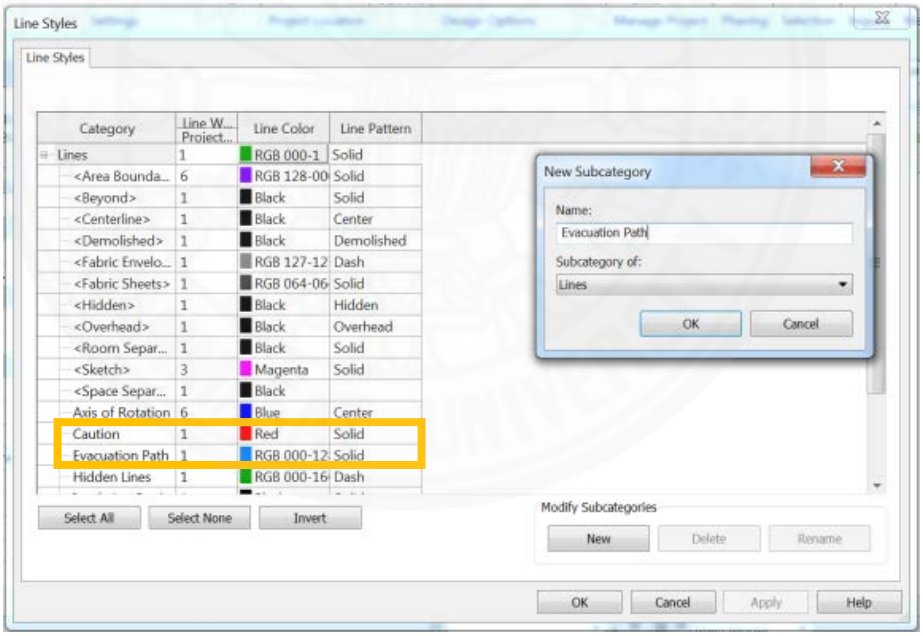
สร้าง Line Styles บนแถบ Manage > Settings > Additional Settings > Line Styles > New ตั้งชื่อให้ตรงกับชื่อของ Line ที่จะสร้างจาก Dynamo โดยใน

Ref. code: 25595816030166JZE

งานวิจัยนี้จะสร้าง 2 Styles คือ Evacuation Path ที่เป็นการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ และ Caution ที่เป็นการแจ้งเตือนเมื่อพบว่าเส้นทางหนีไฟนั้นมีค่าความยาวเกินค่าที่กำหนดไว้ โดยกำหนดค่าสีให้แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.6 แสดงฟังก์ชัน Line Styles



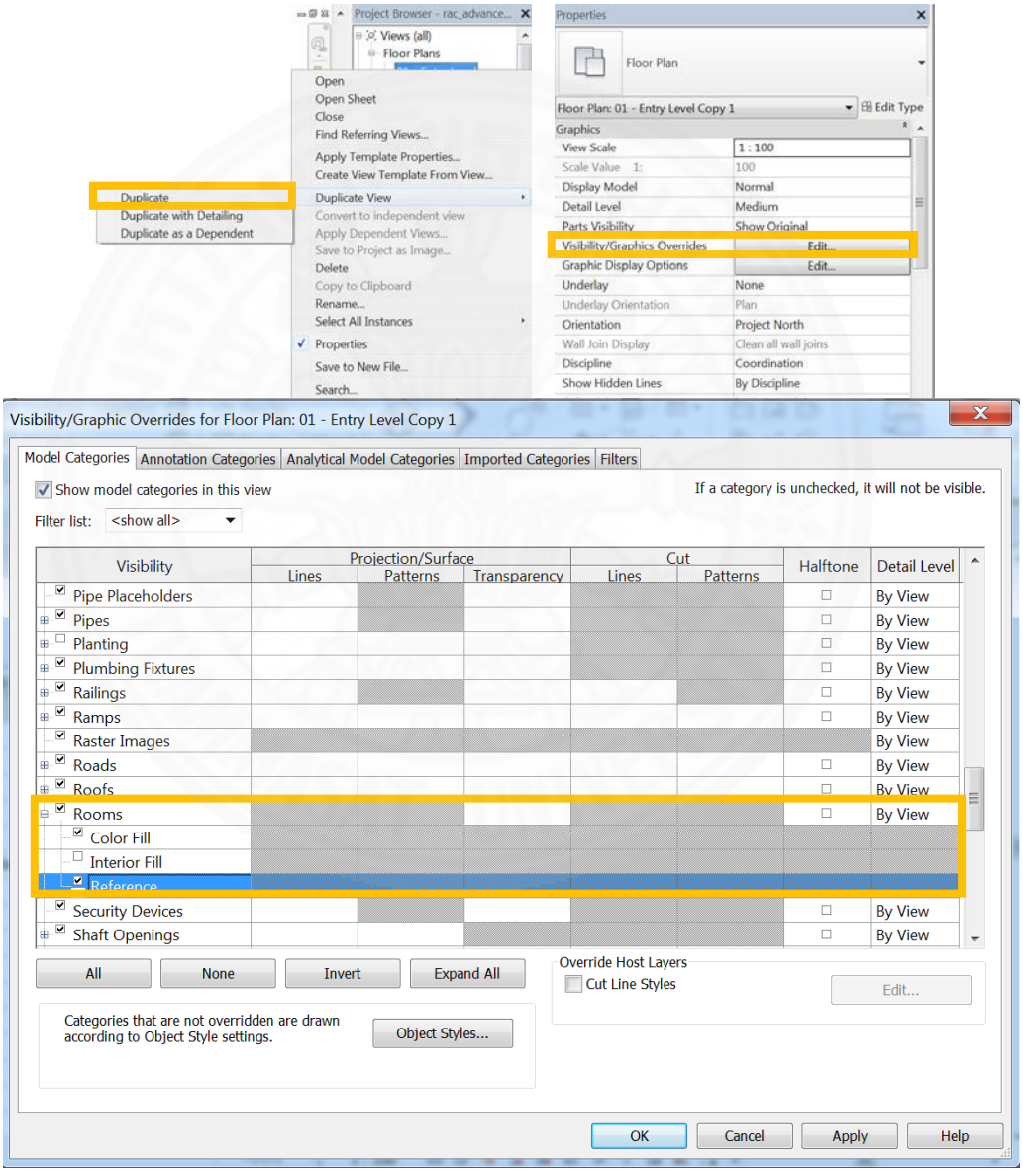
ภาพที่ 4.7 แสดงการสร้าง Line Styles

(4) การกำหนดค่าทางหนีไฟ

ใน BIM Model จะมีการกำหนดห้องแต่ละห้อง หรือที่เรียกว่า Room โดยแต่ละ Room ก็จะมี Parameter ที่บอกชื่อหรือค่าต่าง ๆ เฉพาะห้องนั้น ๆ สำหรับทางเดินของอาคารหรือทางหนีไฟจะต้องกำหนดค่า "Circulation" ใน Parameter ชื่อ "Department" เพื่อนำไปใช้สำหรับการหาเส้นทางหนีไฟในการคำนวณระบบกริด

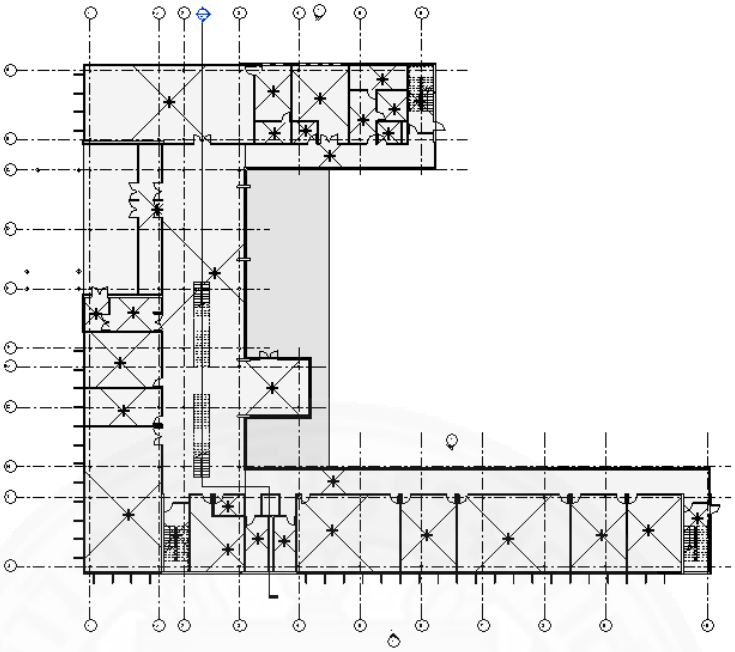
Ref. code: 25595816030166JZE

เริ่มจาก Duplicate View ขึ้นมาใหม่ โดยคลิกเมาส์ขวาบน Plan View เลือก Duplicate จากนั้น Rename เป็นชื่อ "Escape Routes" เพื่อให้ตรงกับไฟล์ Dynamo II ที่ใช้เป็น View สำหรับการแสดงผลในขั้นสุดท้าย จากนั้นจะเปลี่ยนการแสดงผลของ View นี้ให้เห็นโครงร่างกำกับห้อง โดยเลือก Edit ที่ Visibility/Graphics Overrides ให้เลือกใช้งาน Reference ที่หัวข้อ Rooms จากนั้นกด OK จะได้ View ที่มีโครงร่างกำกับห้องทำให้สามารถเลือกและกำหนดค่าต่อไปได้



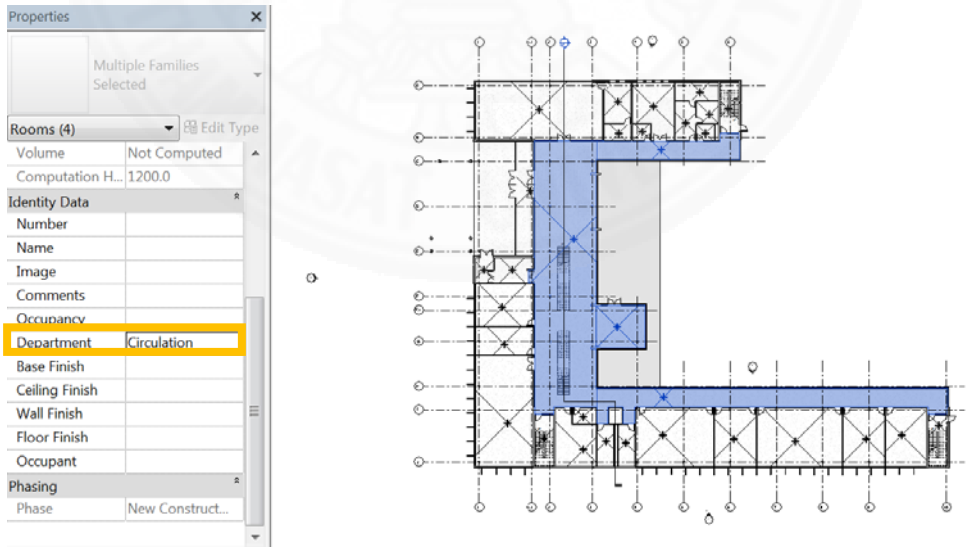
ภาพที่ 4.8 แสดงการสร้าง View และการกำหนด Visibility/Graphics Overrides

Ref. code: 25595816030166JZE



ภาพที่ 4.9 แสดงการโครงร่างกำกับห้องเมื่อเปิดใช้งานให้แสดงผล

จากนั้นเลือกโครงร่างกำกับห้องที่เป็นทางเดินที่ใช้ในการหนีไฟ แล้วกำหนดค่า "Circulation" ที่ Parameter ชื่อ Department เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณ



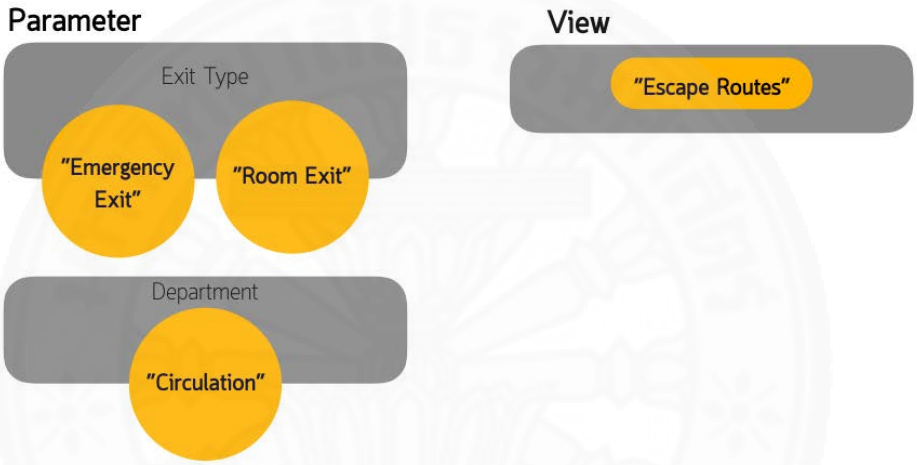
ภาพที่ 4.10 แสดงการกำหนดค่าทางหนีไฟ

Ref. code: 25595816030166JZE

4.2.2 แบบใช้ไฟล์ที่ตั้งค่าไว้แล้ว

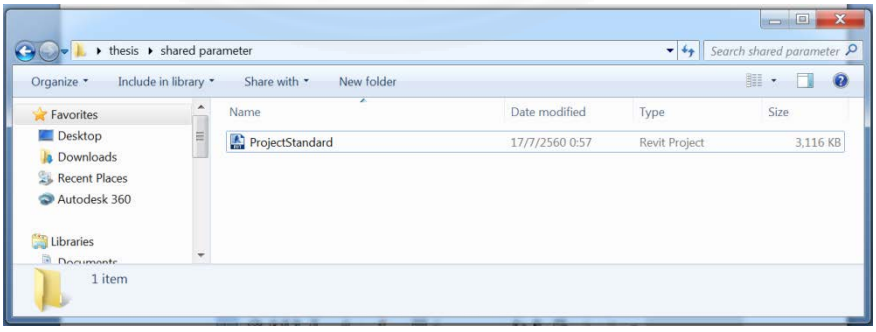
ข้อดีของการใช้ไฟล์ที่ตั้งค่าไว้แล้วคือ ลดจำนวนค่าที่ผู้ใช้งานต้องกรอก แต่ผู้ใช้งานจะดาวน์โหลดไฟล์มาใช้งาน

กระบวนการแบบใช้ไฟล์ที่ตั้งค่าไว้แล้ว จะช่วยลดจำนวนค่าต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานต้องเป็นผู้กรอก เหลือ 4 ค่า คือ "Emergency Exit" "Room Exit" เป็นค่า Parameter ของ "Exit Type" "Circulation" เป็นค่า Parameter ของ Department และ "Escape Routes" เป็นชื่อ View โดยผู้ใช้งานจะต้องพิมพ์ให้ถูกต้องทั้งตัวสะกดตัวใหญ่และตัวเล็กด้วย



ภาพที่ 4.11 แสดงค่าตัวแปรที่ผู้ใช้งานต้องใส่ตามในแบบใช้ไฟล์ที่ตั้งค่าไว้แล้ว

ผู้ใช้งานจะต้องดาวน์โหลดไฟล์ ProjectStandard.rvt ที่ผู้วิจัยสร้างไว้ เพื่อนำมาเรียกใช้งาน สามารถดาวน์โหลดได้ที่ https://drive.google.com/open?id=0B20ZJSbbrpA4R2N1Y1JqVDdLT3c

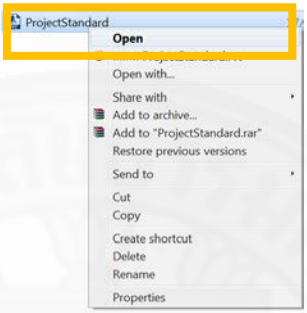


ภาพที่ 4.12 แสดงไฟล์ที่ต้องใช้งาน

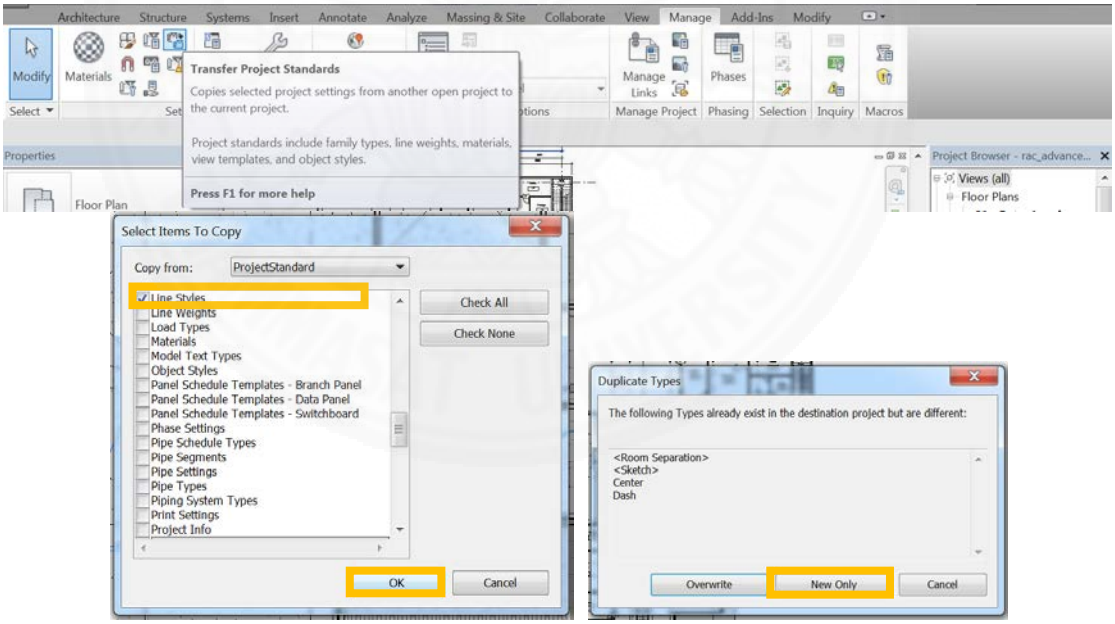
Ref. code: 25595816030166JZE

(1) สร้าง Parameters และ Line Styles จากไฟล์ตั้งต้น

ผู้ใช้งานจะต้องเปิดไฟล์ ProjectStandard.rvt จากนั้นไปอยู่บนหน้าต่างของโปรเจคที่ต้องการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ เรียกใช้ Project Parameters และ Line Styles จากไฟล์ข้างต้น บนแถบ Manage > Settings > เลือก Transfer Project Standards จากนั้นเลือก Project Parameters และ Line Styles เพื่อลากค่าทั้งสองเข้าโปรเจค ในขั้นตอนนี้จะช่วยให้ผู้ใช้งานไม่ต้องพิมพ์ชื่อ Parameters และ Line Styles ด้วยตนเอง



ภาพที่ 4.13 แสดงการเปิดไฟล์ ProjectStandard.rvt

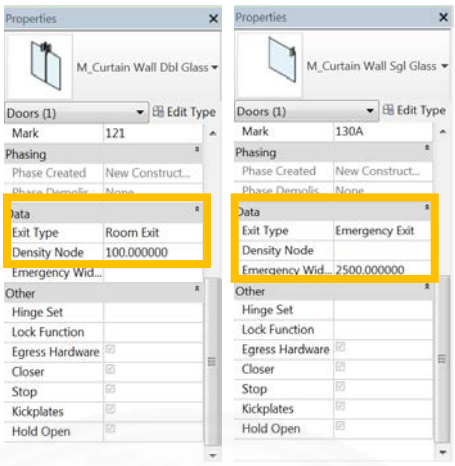


ภาพที่ 4.14 แสดงเรียกใช้ Project Parameters และ Line Styles จาก ProjectStandard.rvt

(2) กรอกค่าจำนวนผู้ใช้งาน และค่าความกว้าง

ให้ใส่ค่า "Room Exit" และ "Emergency Exit" ใน Parameter "Exit Type" สำหรับประตูห้อง และประตูหนีไฟตามลำดับ จากนั้นใส่ค่าจำนวนผู้ใช้งาน ใน Parameter "Density Node" บนประตูห้อง และค่าความกว้าง ใน Parameter "Emergency Width" บนประตูหนีไฟ

Ref. code: 25595816030166JZE



ภาพที่ 4.15 แสดงการใส่ค่าใน Parameter "Exit Type" "Density Node" และ "Emergency Width"

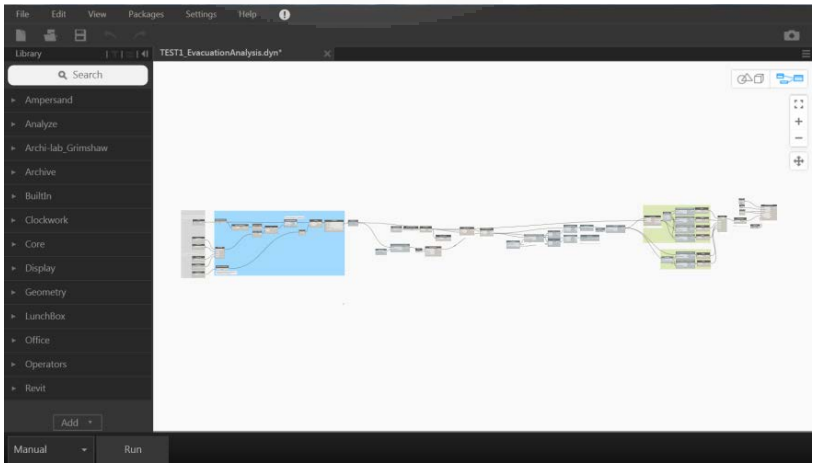
(3) การกำหนดค่าทางหนีไฟ

ในขั้นตอนนี้จะมีวิธีการเหมือนกับแบบกำหนดค่าเพิ่มเติมเอง ผู้ใช้งานสามารถดูวิธีทำแบบละเอียดได้ในหัวข้อก่อนหน้า หัวข้อ 4.2.1 (4)

4.3 ใช้งาน dynamo I

เปิดหน้าต่างไฟล์ .rvt ที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นเปิดไฟล์ .dyn ชุดแรก กด run

ภาพที่ 4.16 แสดงแถบ Add-Ins และ Dynamo



ภาพที่ 4.17 แสดงหน้าแสดงคำสั่ง Dynamo I

Ref. code: 25595816030166JZE

เมื่อระบบประมวลผล Dynamo I เสร็จ ฐานข้อมูลจากไฟล์ Excel จะถูกเปิดอัตโนมัติ 2 ไฟล์ แสดงให้เห็นถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับประตูห้อง (Room Exit) และประตูหนีไฟ (Emergency Exit) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดูหรือแก้ไขค่าจำนวนผู้ใช้งานและค่าความกว้างของทางหนีไฟ เพื่อนำไปใส่เพิ่มเติมใน BIM Model ในขั้นต่อไป

(1) ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประตูห้อง (Room Exit)

ขั้นตอนนี้ผู้ใช้งานสามารถกำหนด/เปลี่ยนแปลงค่าจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละ Node หรือค่า Density Node บนฐานข้อมูลผ่านโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้ประกอบในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ จากภาพที่ 4.18 แสดงฐานข้อมูลของแต่ละ Nodeประตูห้อง แถวA หมายถึงหมายเลขห้อง แถวB หมายถึงชื่อห้อง แถวC หมายถึงชั้น แถวD หมายถึงพื้นที่ห้อง(ตร.ม.) แถวE หมายถึงหมายเลขประตูห้อง และแถวF หมายถึงค่า Density ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถทำการกำหนดหรือแก้ไขค่า Density ได้จากแถวF นี้

	A	B	C	D	E	F
1	102	Lobby	01 - Entry	327.1893	121	100
2	123	Conferenc	01 - Entry	41.5016	123	10
3	126	Admin	01 - Entry	15.70892	126	10
4	129	Toilet	01 - Entry	5.575667	129	2
5	118	Electrical	01 - Entry	17.37798	118	5
6	117	Instructior	01 - Entry	48.55898	117	30
7	116	Conferenc	01 - Entry	31.56734	116	10
8	115	Instructior	01 - Entry	126.6982	115	100
9	112	Electrical	01 - Entry	7.077544	112	2
10	111	Lounge	01 - Entry	38.48707	111	10
11	110	Men	01 - Entry	13.68843	110	5
12	109	Women	01 - Entry	13.12211	109	5
13	108	Instructior	01 - Entry	89.46533	108B	50
14	108	Instructior	01 - Entry	89.46533	108A	50
15	106	Instructior	01 - Entry	47.99034	106B	20
16	106	Instructior	01 - Entry	47.99034	106A	20
17	105	Instructior	01 - Entry	97.11796	105B	50
18	105	Instructior	01 - Entry	97.11796	105A	50
19	104	Instructior	01 - Entry	47.99034	104B	20
20	104	Instructior	01 - Entry	47.99034	104A	20
21	103	Conferenc	01 - Entry	47.16914	103	30

ภาพที่ 4.18 แสดงฐานข้อมูลของแต่ละ Node ประตูห้อง

(2) ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประตูหนีไฟ (Emergency Exit)

ผู้ใช้งานสามารถกำหนด/เปลี่ยนแปลงค่าความกว้างของทางหนีไฟในแต่ละ Node ของประตูทางออกฉุกเฉินหรือประตูหนีไฟ บนฐานข้อมูล ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อใช้ประกอบในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ จากภาพที่ 4.19 แสดงฐานข้อมูลของ Nodeประตูทางออก ซึ่งแถวA หมายถึง หมายเลขประตูทางออก และ แถวB หมายถึง ความกว้างของทางหนีไฟ ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถทำการกำหนดหรือแก้ไขค่าความกว้าง ได้จากแถวB นี้

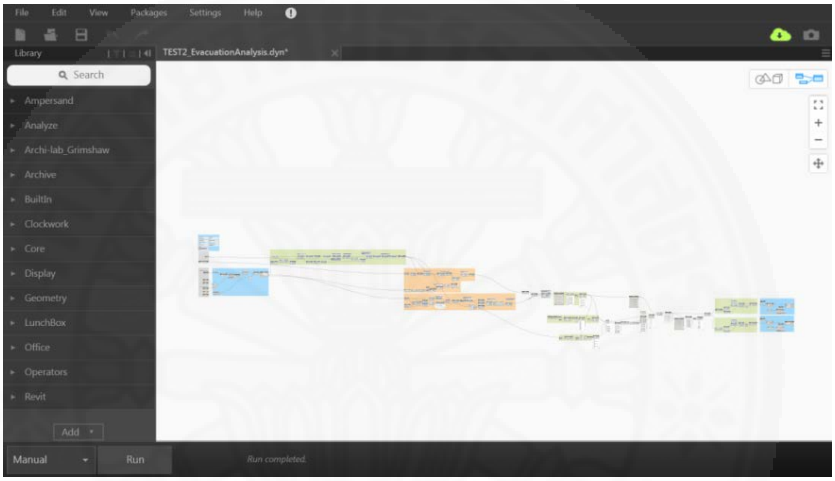
Ref. code: 25595816030166JZE

	A	B
1	130	2.5
2	132B	2.5
3	101C	8.6
4	120	2.5

ภาพที่ 4.19 แสดงฐานข้อมูลของ Nodeประตูทางออก

4.4 ใช้งาน dynamo II

เปิดหน้าต่างไฟล์ .rvt ที่ต้องการวิเคราะห์ไว้ จากนั้นเปิดไฟล์ .dyn ชุดสอง กด run

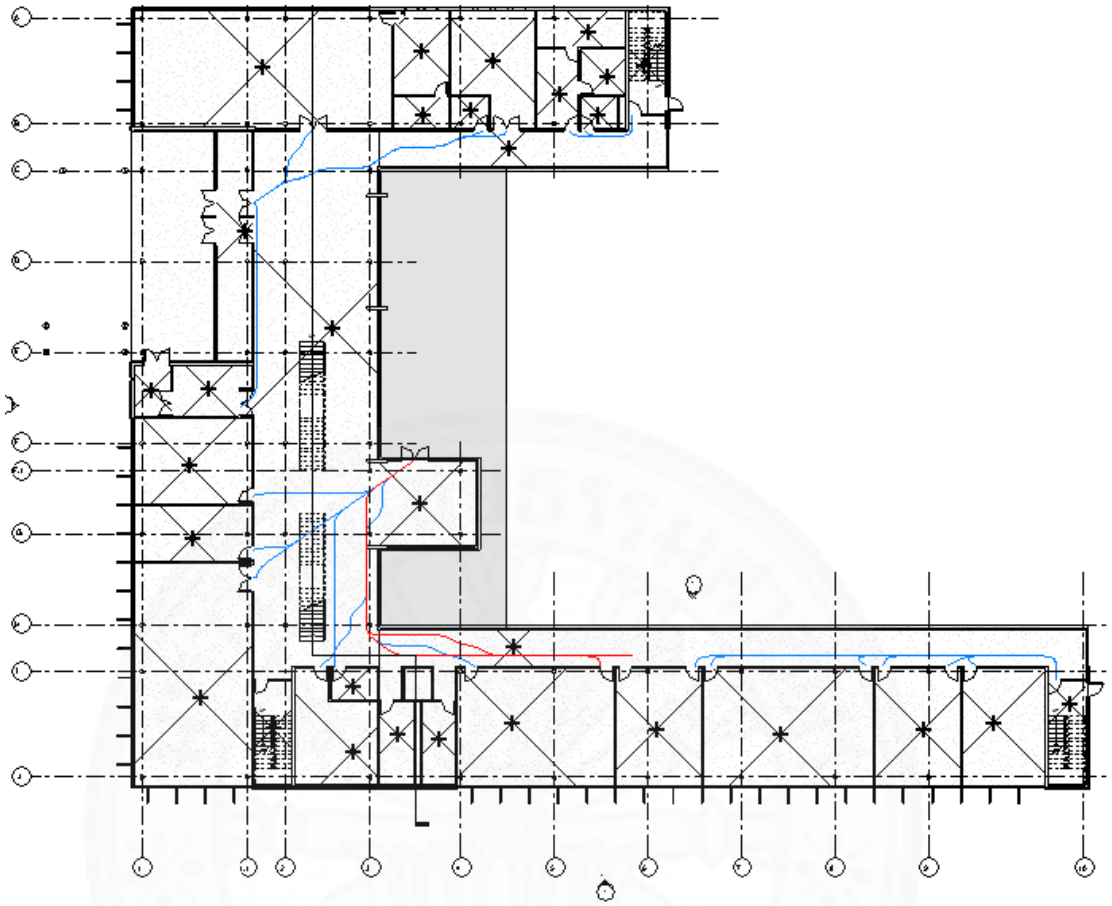


ภาพที่ 4.20 แสดงหน้าแสดงคำสั่ง Dynamo II

4.5 การแสดงผล

ผลการคำนวณขั้นสุดท้าย จะถูกส่งไปแสดงผลบน Autodesk Revit ในรูปแบบของเส้น Line Styles ที่สร้างไว้ในตอนแรก ผลในการคำนวณจะแสดงเส้นทางหนีไฟที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งานบน Evacuation Path (สีน้ำเงิน) ซึ่งจะมีความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 3 ตัวแปร คือ ความยาวของเส้นทางหนีไฟ ความกว้างของเส้นทางหนีไฟ และจำนวนคนที่ใช้งาน ถ้าเส้นทางใดมีความยาวเกินกว่าที่กำหนดไว้ จะถูกแสดงผลบน Caution (สีแดง)

Ref. code: 25595816030166JZE

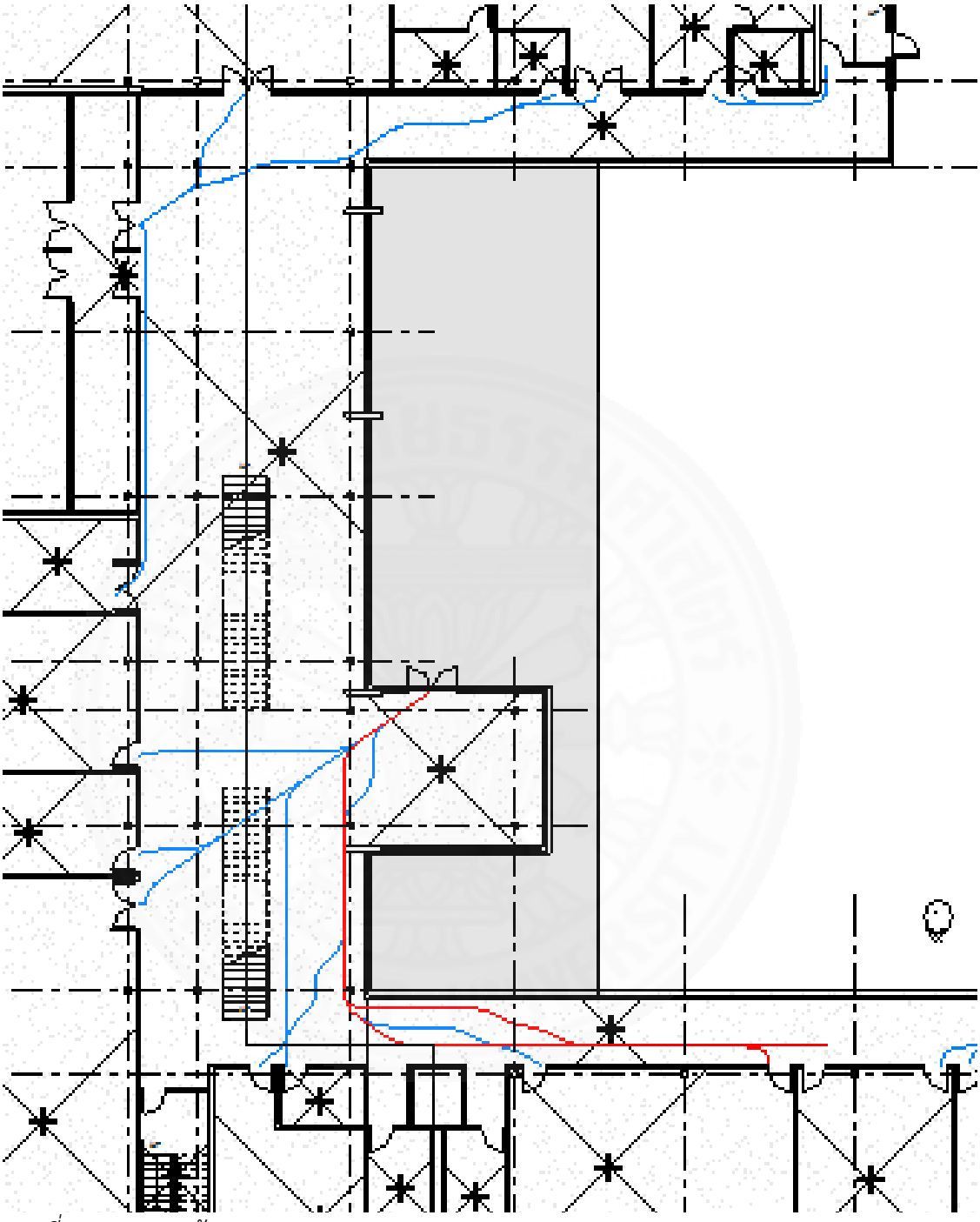


ภาพที่ 4.21 แสดงหน้าจอแสดงผลบน Autodesk Revit

จากผลการวิเคราะห์ ในภาพที่ 4.22 นี้ จะเห็นว่าเส้นสีแดง ที่ถูกแสดงผลขึ้นเตือน มีทั้งหมด 2 เส้น ซึ่งเป็นประตูห้องที่อยู่ติดกัน เบื้องต้นผู้ใช้งานอาจปรับแก้จำนวนผู้ใช้งานในส่วนนี้แล้วยังสามารถนำผลการวิเคราะห์นี้ไปช่วยในการปรับแก้แบบสถาปัตยกรรมได้ โดยอาจสรุปได้ว่าบริเวณนั้นเป็นจุดบอด จึงต้องเพิ่มบันไดหนีไฟหรือประตูหนีไฟ เพื่อให้บริเวณนั้นมีความปลอดภัยในเส้นทางหนีไฟมากขึ้น

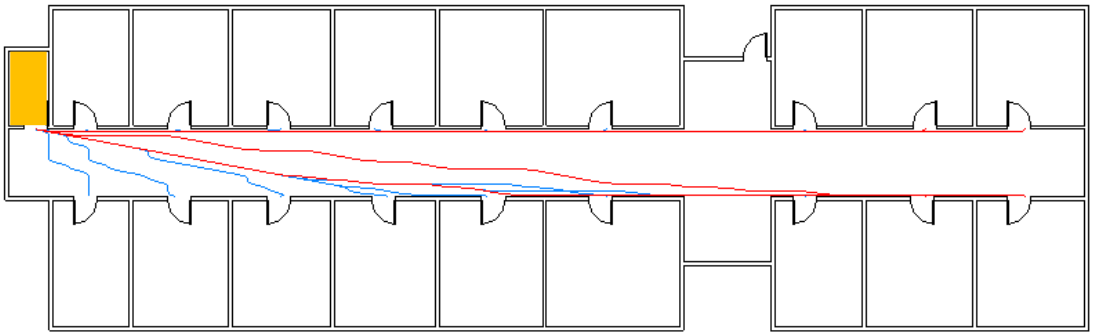
ในกรณีที่ใช้โปรแกรมเสริมช่วยวิเคราะห์ทางหนีไฟ ในโปรเจคเดิมมากกว่า 1 ครั้ง หลังจากได้ผลการวิเคราะห์ทางหนีไฟในครั้งแรก ในกรณีที่มีการแก้ไขแบบ ผู้ใช้งานจะต้องตรวจสอบว่าแบบที่ถูกแก้นั้น แก้ไขส่วนใดบ้าง และอาจจะต้องตั้งค่าเพิ่มเติมในส่วนที่ปรับแก้ จากนั้นจึงจะสามารถเริ่มใช้งานโปรแกรมเสริมช่วยวิเคราะห์ทางหนีไฟอีกครั้ง

Ref. code: 25595816030166JZE

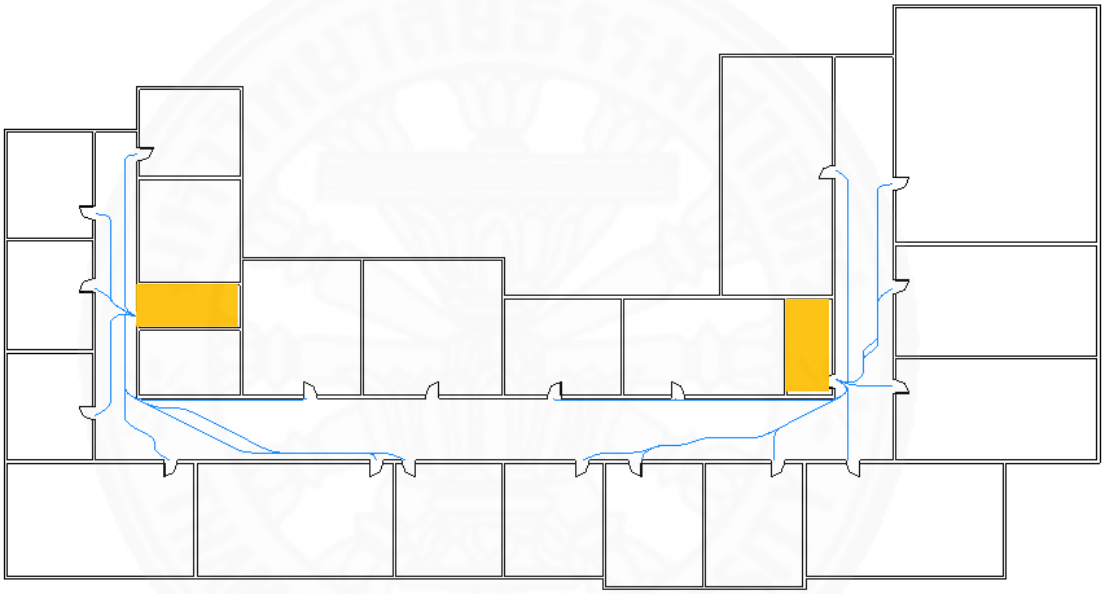


ภาพที่ 4.22 แสดงหน้าจอแสดงผลบน Autodesk Revit แบบขยาย

Ref. code: 25595816030166JZE



ภาพที่ 4.23 แสดงผลการวิเคราะห์ในแบบผังอื่น ๆ



ภาพที่ 4.24 แสดงผลการวิเคราะห์ในแบบผังอื่น ๆ

จากภาพที่ 4.23 ที่แสดงผลการวิเคราะห์ในแบบผังที่มีทางเดินเป็นทางยาว มีบันไดหนีไฟที่ปลายทางเพียงข้างเดียว ทำให้ 4 ห้องสุดท้ายที่อยู่ปลายอีกฝั่งมีการถูกขึ้นแสดงผลว่ามีระยะทางหนีไฟที่เกินกำหนดไว้ 30 เมตร และภาพที่ 4.24 ถึงแม้จะเป็นผังทางเดินที่ซับซ้อนกว่า แต่มีบันไดหนีไฟสองจุดในอาคาร ทำให้ห้องต่างๆ กับบันไดหนีไฟมีระยะที่เหมาะสมและปลอดภัย

Ref. code: 25595816030166JZE

4.6 การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริม

การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริมจะประเมินประสิทธิภาพ 2 ด้าน คือ ประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ โดยให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟจำนวน 3 คน แสดงความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ และประสิทธิภาพด้านการใช้งาน โดยสอบถามความพึงพอใจจากสถาปนิกจำนวน 10 คน หลังจากลองใช้งานโปรแกรมเสริม

4.6.1 การประเมินประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ

ในการประเมินนี้ เป็นการประเมินเพื่อสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟ ใน 3 ด้าน คือ รูปแบบการแสดงผล ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ และประโยชน์ต่องานสถาปัตยกรรม ว่าโปรแกรมเสริมมีจุดบกพร่อง หรือ จุดเด่นในด้านใด และควรพัฒนาโปรแกรมเสริมไปในทิศทางใด

ความเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟในเรื่อง รูปแบบการแสดงผลการวิเคราะห์ทางหนีไฟในขั้นสุดท้าย ได้ผลสรุปว่า โปรแกรมเสริมมีประสิทธิภาพช่วยวิเคราะห์ทางหนีไฟในอาคารได้ มีการแสดงผลเข้าใจง่ายเป็นรูปธรรม เนื่องจากมีการแสดงผลในรูปแบบกราฟฟิคที่มีการแยกประเภทความหมายของผลการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟเป็นสีที่แตกต่างกัน ซึ่งสีน้ำเงินหมายถึงเส้นทางหนีไฟที่ดีที่สุด และสีแดงหมายถึงเส้นทางหนีไฟที่ดีที่สุดแต่ก็ยังมีระยะความยาวเกินกว่ากฎหมายกำหนด ที่สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบที่มาของผลการวิเคราะห์ได้ โดยหนึ่งในกลุ่มตัวอย่างให้ความเห็นว่าควรมีข้อมูลอธิบายเพิ่มเติม อาทิเช่น การแสดงค่าระยะความยาวเส้นทางหนีไฟ ความกว้างเส้นทางหนีไฟ และจำนวนผู้ใช้งาน ในแต่ละเส้นทางบนผลการวิเคราะห์ในขั้นสุดท้าย หรืออาจเน้นเพียงเส้นทางหนีไฟที่มีระยะความยาวเกินกำหนด โดยให้เส้นสีแดงที่ถูกขึ้นเตือนเรื่องความยาวของเส้นทางหนีไฟควรมีตัวเลขกำกับว่าเกินมากี่เมตรหรือมีระยะความยาวรวมกี่เมตร เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทราบถึงรายละเอียดที่ลึกขึ้น

ความเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟในเรื่อง สัดส่วนความสำคัญของตัวแปรที่นำมาใช้ในการคำนวณ 3 ตัวแปร ได้แก่ ระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟ ความกว้างของเส้นทางหนีไฟ และจำนวนผู้ใช้งาน ได้ผลสรุปว่า เห็นด้วยที่ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญของระยะความยาวเส้นทางหนีไฟมากที่สุด ความกว้างของเส้นทางหนีไฟ และจำนวนผู้ใช้งานรองลงมาตามลำดับ แต่สัดส่วนที่ใช้ในการคำนวณ ควรทำการศึกษาจากหลาย ๆ อาคาร และต้องมีการแยกประเภทอาคารจากนั้นจึงจะปรับให้มีสัดส่วนที่เหมาะสม สอดคล้องกับงานออกแบบ วางผัง เป็นต้น

Ref. code: 25595816030166JZE

ความเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟเกี่ยวกับประโยชน์จากการใช้งานโปรแกรมเสริมในงานสถาปัตยกรรม ได้ผลสรุปว่า โปรแกรมเสริมนี้ มีประโยชน์และสามารถช่วยในการทำงานของสถาปนิกได้ ตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการออกแบบ เพื่อให้ง่ายต่อการปรับแก้ไขแบบ โดยจะสามารถช่วยลดระยะเวลาในการทำงาน โดยหนึ่งในผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นว่า ในอนาคตควรมีการพัฒนาโปรแกรมเสริมออกมาเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบอาคารอย่างถาวร โดยเฉพาะโปรแกรมเสริมด้านการวิเคราะห์เกี่ยวกับกฎหมายและความปลอดภัยในการใช้อาคาร ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญและสถาปนิกพึงคำนึงอยู่เสมอ

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟ ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ในเรื่องแบบจำลองอาคารที่นำมาใช้ ควรเป็นแบบก่อสร้างจริง ที่มาจากโครงการจริง เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางหนีไฟในอาคาร ว่ามีความเหมาะสมครบถ้วนในทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบหรือไม่ เพราะในแบบก่อสร้างจริง จะมีหลายเรื่องที่ต้องคำนึง เช่น การวางตำแหน่งต่าง ๆ ของห้อง รูปร่างของห้อง และการใช้งานของอาคาร และควรศึกษาแบบจำลองอาคารหลาย ๆ แบบ

4.6.2 การประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน

ในการประเมินนี้ เป็นการประเมินเพื่อสอบถามความพึงพอใจจากสถาปนิก หลังทดลองใช้งานโปรแกรมเสริม ประเด็นที่ใช้ในการประเมินจะแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ คือ ความพึงพอใจในขั้นตอนการใช้งาน การแสดงผล และประโยชน์ที่มีผลต่อวิชาชีพสถาปนิก โดยข้อมูลที่เก็บจะแบ่งเป็น 5 ระดับคือ มีความพึงพอใจมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ซึ่งจะมีค่า 5 4 3 2 และ 1 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย โดยจะมีเกณฑ์การแปลผลคือ

1.00 - 2.49 หมายถึง ผู้ใช้มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งานโปรแกรมเสริมในระดับน้อย, 2.50 - 4.49 หมายถึง ผู้ใช้มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งานโปรแกรมเสริมในระดับดี และ 4.50 - 5.00 หมายถึง ผู้ใช้มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งานโปรแกรมเสริมในระดับดีมาก

จากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มสถาปนิกที่สามารถใช้งานโปรแกรม Autodesk Revit ได้จำนวน 10 ท่าน สามารถสรุปได้ว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งานในขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเสริมในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 3.9 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.31 โดยมีรายละเอียดตาม ตารางที่ 4.6.2 (ก) ดังนี้ ผู้ใช้มีความพึงพอใจในวิดีโอ tutorial ที่มีการอธิบายขั้นตอนการใช้งานชัดเจน เข้าใจง่ายในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 3.7 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.48 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในวิดีโอ tutorial ที่กระชับ ระยะเวลามีความเหมาะสมในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 4.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.48 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในขั้นตอนการใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อนในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่

Ref. code: 25595816030166JZE

3.4 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.96 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใช้ Shared Parameters เพื่อสร้าง Parameters ในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 3.9 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.73 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใช้ Project Standard เพื่อสร้าง Line Styles ในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 4.0 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.67 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในการกำหนดทางเดินให้มีค่าเป็น Circulation ให้แตกต่างจากห้องทั่วไปในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 4.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.79 และผู้ใช้มีความพึงพอใจในการใส่ค่าความกว้างของทางเดินในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 4.1 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.74

ตารางที่ 4.6.2 (ก)

แสดงความพึงพอใจประสิทธิภาพด้านการใช้งานในขั้นตอนการใช้งาน

	Mean	SD	แปลผล
วิดีโอ tutorial อธิบายขั้นตอนการใช้งานชัดเจน เข้าใจง่าย	3.7	0.48	ดี
วิดีโอ tutorial กระชับ ระยะเวลามีความเหมาะสม	4.3	0.48	ดี
ขั้นตอนการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	3.4	0.96	ดี
การใช้ Shared Parameters เพื่อสร้าง Parameters	3.9	0.73	ดี
การใช้ Project Standard เพื่อสร้าง Line Styles	4.0	0.67	ดี
การกำหนดทางเดินมีค่าเป็น Circulation ให้แตกต่างจากห้องทั่วไป	4.2	0.79	ดี
การใส่ค่าความกว้างของทางเดิน	4.1	0.74	ดี

ตารางที่ 4.6.2 (ข)

แสดงความพึงพอใจประสิทธิภาพด้านการใช้งานในการแสดงผล

	Mean	SD	แปรผล
การแสดงข้อมูลบนของฐานข้อมูล	3.5	0.53	ดี
การแสดงผลในขั้นสุดท้าย สื่อสารชัดเจน เข้าใจง่าย	4.0	0.67	ดี

ผลการประเมินความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งานในการแสดงผลอยู่ในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 3.75 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.35 โดยมีรายละเอียดตาม ตารางที่ 4.6.2 (ข)

Ref. code: 25595816030166JZE

ดังนี้ ผู้ใช้มีความพึงพอใจในการแสดงข้อมูลบนของฐานข้อมูลในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 3.5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.53 และผู้ใช้มีความพึงพอใจในการแสดงผลในขั้นสุดท้าย ที่สื่อสารชัดเจน เข้าใจง่ายในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 4.0 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.67 โดยหนึ่งในผู้ใช้งานได้เสนอแนะให้เพิ่มข้อมูลในการแสดงผล เพื่ออธิบายเพิ่มเติมว่า เพราะเหตุใดเส้นทางหนีไฟนั้นถูกแจ้งเตือนให้ปรับแก้

ตารางที่ 4.6.2 (ค)

แสดงความพึงพอใจประสิทธิภาพด้านการใช้งานในประโยชน์ที่มีผลต่อวิชาชีพสถาปนิก

	Mean	SD	แปรผล
ช่วยลดระยะเวลาการแก้ไขแบบได้	4.0	0.47	ดี
ช่วยลดโอกาสที่โครงการจะถูกปรับแก้/ รื้อถอน เนื่องจากตรวจพบจุดเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับทางหนีไฟได้	4.2	0.42	ดี
ช่วยเพิ่มศักยภาพในการประเมินความสามารถของทางหนีไฟได้	4.0	0.47	ดี
ช่วยส่งเสริมให้สถาปนิกไทยหันมาใช้ BIM มากขึ้นได้	3.4	0.96	ดี

ผลการประเมินความพึงพอใจในประสิทธิภาพด้านการใช้งานกับประโยชน์ที่มีผลต่อวิชาชีพสถาปนิกอยู่ในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 3.9 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.35 โดยมีรายละเอียดตาม ตารางที่ 4.6.2 (ค) ดังนี้ ผู้ใช้มีความพึงพอใจโปรแกรมเสริมที่ช่วยลดระยะเวลาการแก้ไขแบบได้ในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 4.0 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.47 ผู้ใช้มีความพึงพอใจโปรแกรมเสริมที่ช่วยลดโอกาสที่โครงการจะถูกปรับแก้/ รื้อถอน เนื่องจากตรวจพบจุดเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับทางหนีไฟได้ในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 4.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.42 ผู้ใช้มีความพึงพอใจโปรแกรมเสริมที่ช่วยเพิ่มศักยภาพในการประเมินความสามารถของทางหนีไฟได้ในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 4.0 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.47 และผู้ใช้มีความพึงพอใจโปรแกรมเสริมที่ช่วยส่งเสริมให้สถาปนิกไทยหันมาใช้ BIM มากขึ้นได้ในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ยที่ 3.4 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.96

Ref. code: 25595816030166JZE

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร สามารถสรุปผลแยกเป็นหัวข้อต่าง ๆ ได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมเสริม

สรุปจุดประสงค์ของการวิจัย

1. ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการและแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยเป็นแนวทางในการจัดทำโปรแกรมเสริมวิเคราะห์ความปลอดภัยของทางหนีไฟอาคาร ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

2. ผู้วิจัยได้ศึกษามาตรฐานที่เกี่ยวกับทางหนีไฟ ทั้งเรื่องกฎหมายที่เกี่ยวข้อง หลักในการออกแบบอาคาร และขั้นตอนการตรวจสอบความปลอดภัยในอาคาร เพื่อช่วยเป็นแนวทางในการจัดทำโปรแกรมเสริมวิเคราะห์ความปลอดภัยของทางหนีไฟอาคาร ในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร

3. ผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมเสริมต้นแบบที่ใช้กับแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร ให้สามารถวิเคราะห์ทางหนีไฟในอาคาร

4. ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมเสริมด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ และด้านการใช้งาน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟในอาคารและสถาปนิก

ผู้วิจัยเลือกใช้ BIM เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาโปรแกรมเสริม เนื่องจากในอนาคตแนวคิด BIM มีแนวโน้มที่จะเข้ามามีบทบาทต่องานสถาปัตยกรรมมากขึ้นเรื่อย ๆ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของทางหนีไฟในอาคาร จากนั้นได้สรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางหนีไฟในงานออกแบบสถาปัตยกรรม และนำมาสู่ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ 3 ตัวแปร ได้แก่

1. ระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟ เป็นตัวแปรหลักที่ส่งผลในการคำนวณ และมีความสำคัญต่อเส้นทางหนีไฟมากที่สุด

Ref. code: 25595816030166JZE

2. ความกว้างของเส้นทางหนีไฟ เป็นตัวแปรที่ส่งผลในการคำนวณ และมีความสำคัญต่อเส้นทางหนีไฟรองลงมา

3. จำนวนผู้ใช้งานในแต่ละห้อง

โดยผู้วิจัยได้ศึกษา ทดลอง และปรึกษาร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจนได้สัดส่วนในการคำนวณเป็น 60:25:15 ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นสัดส่วนที่สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขได้ตามความเหมาะสมของประเภทอาคาร

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพโปรแกรมเสริมที่พัฒนาขึ้น 2 ด้าน คือ ประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์ทางหนีไฟ และประสิทธิภาพด้านการใช้งาน โดยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

การประเมินประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์ทางหนีไฟ ให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟ 3 ท่าน แสดงความคิดเห็นใน 3 ด้าน คือ รูปแบบการแสดงผล ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ และประโยชน์ต่องานสถาปัตยกรรม ทำการประเมินโดยผู้วิจัยเปิดวิดีโอการใช้งานโปรแกรมเสริมพร้อมแสดงแบบผังพื้นที่ยังไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์ และแบบผังพื้นที่แสดงผลการวิเคราะห์ ได้ผลการประเมินคือ โปรแกรมเสริมมีรูปแบบการแสดงผลที่เข้าใจง่าย แต่ยังขาดข้อมูลเชิงตัวเลข ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กันกับเส้นทางหนีไฟ แต่สัดส่วนที่ใช้ในการคำนวณยังต้องปรับแก้ ซึ่งต้องใช้เวลาในการศึกษาอย่างเฉพาะเจาะจง และกลุ่มตัวอย่างได้ให้ความเห็นว่าเป็นโปรแกรมเสริมที่มีประโยชน์ต่องานสถาปัตยกรรมอย่างยิ่ง เนื่องจากเกี่ยวข้องกับระบบความปลอดภัยในอาคาร และสามารถช่วยในการทำงานของสถาปนิกได้

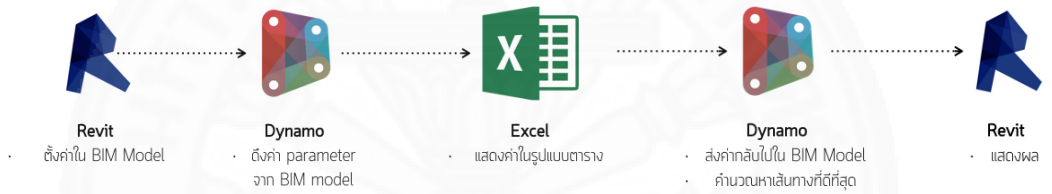
การประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน ให้กลุ่มสถาปนิกที่ใช้โปรแกรม Autodesk Revit ได้ 10 ท่าน แสดงความพึงพอใจใน 3 ด้าน คือ ความพึงพอใจในขั้นตอนการใช้งาน การแสดงผล และประโยชน์ที่มีผลต่อวิชาชีพสถาปนิก ทำการประเมินโดยผู้วิจัยเปิดวิดีโอการใช้งานโปรแกรมเสริม จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างลองใช้งาน โดยต้องใช้ระยะเวลาในการรอโปรแกรมเสริมประมวลผลเป็นเวลาโดยประมาณทั้งสิ้น 40 นาที ได้ผลการประเมินคือ กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในขั้นตอนการใช้งานในระดับที่ดี แต่สำหรับสถาปนิกที่มีประสบการณ์ในการใช้งานโปรแกรม Autodesk Revit น้อย ได้ให้ความเห็นว่าขั้นตอนการใช้งานยังมีความยุ่งยาก ซับซ้อน

Ref. code: 25595816030166JZE

5.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะด้านการใช้งาน

(1) จากการประเมินผลประสิทธิภาพด้านการใช้งาน ได้ผลว่าขั้นตอนการใช้งานของโปรแกรมเสริมมีความซับซ้อน เนื่องจากต้องดึงข้อมูลจาก BIM Model ในโปรแกรม Autodesk Revit ผ่าน Dynamo แล้วจึงแสดงผลในรูปแบบฐานข้อมูลบน Excel จากนั้นดึงฐานข้อมูลจาก Excel ย้อนกลับไปคำนวณผ่าน Dynamo แล้วจึงแสดงผลบนโปรแกรม Autodesk Revit ผู้วิจัยจึงไปทำการทดลองและแก้ไขได้ผลว่าสามารถลดขั้นตอนการดึงออกมาเป็นฐานข้อมูลได้ กล่าวคือ ดึงข้อมูลและคำนวณจาก BIM Model ในโปรแกรม Autodesk Revit ผ่าน Dynamo แล้วแสดงผลบนโปรแกรม Autodesk Revit เลย



ภาพที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเสริม

ภาพที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเสริม หลังปรับแก้ไข

(2) โปรแกรมเสริมเหมาะสำหรับงานออกแบบและพัฒนาในช่วงแรก ๆ ของโครงการ และแบบจำลองสารสนเทศอาคารที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์จะต้องมีการระบุตำแหน่งของประตูห้อง และประตูหนีไฟแล้ว เนื่องจากใช้บานประตูเป็น Node โดยถ้าสามารถพัฒนาให้ตำแหน่งของห้องเป็น Node จะทำให้สามารถใส่ค่าจำนวนผู้ใช้งานผ่านตำแหน่งของห้องได้ และจะสามารถใช้โปรแกรมเสริมได้ โดยยังไม่ต้องมีการกำหนดตำแหน่งบานประตู ซึ่งจะทำให้สามารถเริ่มวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ในช่วงวาง Mass หรือเป็น BIM Model ที่อยู่ในช่วง LOD100

(3) ผู้ใช้งานจำเป็นต้องกรอกค่าเพิ่มเติมในแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อกำหนดข้อมูลที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ โดยจะต้องพิมพ์ให้ถูกต้องตามที่ผู้วิจัยได้แสดงไว้ โดยถ้าสามารถพัฒนาให้โปรแกรมเสริมมีการเข้าถึงข้อมูลแบบอัตโนมัติ จะช่วยลดขั้นตอน ทำให้สามารถใช้งานได้สะดวกมากขึ้น

Ref. code: 25595816030166JZE

(4) ผู้ใช้งานจะต้องมีไฟล์ตั้งต้นเพื่อใช้ในการเตรียมข้อมูลสามารถดาวน์โหลดไฟล์จาก https://drive.google.com/open?id=0B20ZJSbbrpA4R2N1Y1JqVDdLT3c หรือถ้าไม่ต้องการดาวน์โหลดไฟล์ก็สามารถกำหนดค่าเองทั้งหมดได้เช่นกัน โดยถ้าสามารถพัฒนาให้โปรแกรมเสริมสามารถจัดการกับข้อมูลได้เอง เช่นสามารถอัพเดทข้อมูลตามไฟล์ตั้งต้นได้ จะช่วยให้การใช้งานสะดวกและง่ายมากขึ้น

(5) ในปัจจุบันโปรแกรมเสริมที่พัฒนาขึ้นยังสามารถทำงานบนคอมพิวเตอร์เท่านั้น เนื่องจากการใช้งานระบบ BIM ยังต้องอาศัยศักยภาพของคอมพิวเตอร์ หากมีการพัฒนาให้โปรแกรมเสริมสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มอื่น ๆ เช่น Smartphone ซึ่งมีการพัฒนาความสามารถในการใช้งานมากขึ้นเรื่อย ๆ จะทำให้การทำงานมีความสะดวกมากขึ้น โดยอาจเลือกใช้งานได้เป็นบาง feature เช่น การวิเคราะห์เฉพาะเส้นทางหนีไฟ เป็นต้น

5.2.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะด้านการเขียนโปรแกรม

(1) การแสดงผลของโปรแกรมเสริมอยู่ในรูปแบบกราฟฟิค โดยแสดงเส้นทางหนีไฟบนผังพื้น และแยกความหมายของสีเส้น เส้นทางหนีไฟที่มีระยะเกินกว่ากำหนดจะถูกขึ้นเตือน ถ้ามีการเพิ่มข้อมูลที่เป็นตัวเลขกำกับว่ามีระยะเกินเท่าไร จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจข้อผิดพลาดนั้นมากขึ้น

(2) โปรแกรมเสริมนี้ อ้างอิงจากตัวแปร 3 ตัวแปรคือ ระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟ ความกว้างของเส้นทางหนีไฟ และจำนวนผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับงานออกแบบสถาปัตยกรรม ถ้านำตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องในด้านอื่น ๆ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการอพยพ ตำแหน่งที่วางหัวจ่ายน้ำดับเพลิง เป็นต้น จะช่วยให้โปรแกรมเสริมมีประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟมากขึ้น

(3) โปรแกรมเสริมเป็นการวิเคราะห์ในรูปแบบ 2 มิติ คือการวิเคราะห์บนผังพื้นอาคาร หากปรับปรุงให้สามารถวิเคราะห์ในรูปแบบ 3 มิติ ที่ดูถึงเรื่องการหนีไฟในแนวดิ่ง หรือการหนีไฟทางอากาศ จะช่วยให้โปรแกรมเสริมมีประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟมากยิ่งขึ้น

(4) โปรแกรมเสริมนี้เป็นเพียงแค่การวิเคราะห์และแสดงผล หากสามารถปรับปรุงให้เป็นโปรแกรมเสริมสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support Systems) ที่ช่วยแก้ไขและออกแบบเส้นทางหนีไฟให้ดีกว่าแบบเดิม จะยิ่งช่วยให้การแก้ไขแบบก่อสร้างง่ายขึ้น

Ref. code: 25595816030166JZE

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

คณะกรรมการร่างมาตรฐานความปลอดภัยด้านอัคคีภัย 3002. (2545). *มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย*. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

รณรงค์ กระจ่างยศ. (2552). *ผู้ตรวจสอบอาคาร ตามกฎหมายตรวจสอบสภาพอาคาร*. กรุงเทพฯ: โฟรเพช.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2551). *คู่มือเทคนิคการตรวจสอบอาคารเพื่อความปลอดภัย(สำหรับการตรวจสอบอาคารตามกฎหมาย).* กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

สมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยสถาบันสถาปนิกสยาม. (2558). *คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย (Thailand BIM Guideline) ฉบับปี พ.ศ. 2558*. กรุงเทพฯ: พลัสเพรส.

Josuttis, Nicolai M. (2542). *The C++ Standard Library*. Addison-Wesley.

National Fire Protection Association. 2003. *NFPA 101 Life Safety Code 2003 Edition*. Massachusetts.

บทความวารสาร

Asl, M., R., Bergin, M., Menter, A., & Yan, W. (2014). BIM-based Parametric Building Energy Performance Multi Objective Optimization. *Newcastle upon Tyne*, *10-12 September 2014*, 455-464.

Becerik-Gerber, B., & Samara, R. (2010). The Perceived Value of Building Information Modeling in the U.S. Building Industry. *Journal of Information Technology in Construction, Vol.15*(February, 2010*)*, 185-201.

Kang, H. J., Choi, J., Lee, D., & Park, B. J. (2016). A framework for using computational fire simulations in the early phases of ship design. Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, Republic of Korea.

Ref. code: 25595816030166JZE

วิทยานิพนธ์

ณัฐกรณ์ เสฏฐัตต์. (2546). *โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์การหนีไฟในอาคารโดยการใช้บันไดหนีไฟ* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สาขาสถาปัตยกรรม.

ธณัชชา สุขขี. (2554). *การศึกษาการเลือกใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม, สาขาวิชาการจัดการโครงการก่อสร้าง.

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

อัศวิน นววงศ์. (2546). *โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจำลองสถานการณ์วิเคราะห์และประเมินการหนีไฟภายในอาคาร* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สาขาสถาปัตยกรรม.

Choi, J., Choi, J., & Kim, I. (2014). *Development of BIM-based evacuation regulation checking system for high-rise and complex buildings*. College of Engineering, Department of Architecture. Kyung Hee University, Republic of Korea.

Jeong, J., & Lee, G. (2010). *A GIS-Based 3D Simulation for Occupant Evacuation in a Building.* Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing, China.

Jeong, J., & Lee, G. (2010). *Requirements for automated code checking for fire resistance and egress rule using BIM*. Department of Architectural Engineering, Yonsei University, Seoul, Korea.

Johnson C. W. (n.d.). *The Application of Computational Models for the Simulation of Large-Scale Evacuations following Infrastructure Failures and Terrorist Incident*s. Department of Computing Science, University of Glasgow, Scotland.

Kensek, K., M. (2014). *Integration of Environmental Sensors with BIM: case studies using Arduino, Dynamo, and the Revit API.* University of Southern California.School of Architecture. Los Angeles, CA (USA).

Ref. code: 25595816030166JZE

Lashihar, S. B. (2011). *BIM Applications in Conceptual Design Phase: Exploring the Abilities and Limitations of Autodesk Revit Architecture through the Generative Geometric Design Approach*. University of Nebraska-Lincoln, Lincoln, Nebraska, USA.

Pu, S., & Zlatanova, S. (n.d.). *Evacuation Route Calculation of Inner Buildings.* Delft University of Technology, OTB Research Institute for Housing, Urban and Mobility Studies, the Netherlands.

Ruooel, U., Abolghasemzadeh, P., & Stubbe, K. (2010). *BIM-based immersive indoor graph networks for emergency situations in buildings*. TUD. Germany.

Shen, Y., T., & Lu, P., W. (2016). *The Development of Kinetic Facade Units with BIM-based Active Control System for the Adaptive Building Energy Performance Service*. The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), Hong Kong.

Wang, S., Schyndel, M., V., & Wainer, G. (2013). *DEVS-based Building Information Modeling and simulation for emergency evacuation*. Department of Systems and Computer Engineering, Carleton University, Canada.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

ทูพลัสซอฟท์. (ม.ม.ป.). *โปรแกรมออกแบบสถาปัตยกรรม.* เข้าถึงได้จาก https://softwarecontractors3.wordpress.com/tag/architectural-design/

เอกพนิฏฐ์ นาคนคร. (4 กุมภาพันธ์ 2559). *50 ศัพท์สถาปัตยกรรม 50คำแรก ที่ต้องรู้ !! : ตอนที่ 1*. เข้าถึงได้จาก https://dreamaction.co/first-50-architecture-vocabulary/

AECOsim Building Designer. (2015, February 5). Retrieved from http://communities.bentley.com/products/building/building_analysis___design/f/5917/t/104433

ArchiCAD UK. (2012, September 20). Retrieved from http://aecmag.com/software-mainmenu-32/511-archicad-uk

Ref. code: 25595816030166JZE

Arch2O Internship Team. (n.d.). *Why Switch to BIM?.* Retrieved from http://www.arch2o.com/why-switch-to-bim/

Broquetas, M. (2010, March 16*). List of BIM Software & Providers*. Retrieved from http://www.cad-addict.com/2010/03/list-of-bim-software-providers.html

Dispenza, K. (2010, June 29). *The Daily Life of Building Information Modeling (BIM).* Retrieved from http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim

github. (n.d.). *pathfinding algorithms – comparison*. Retrieved from https://qiao.github.io/PathFinding.js/visual/

graphisoft. (n.d.). *What is ARCHICAD?*. Retrieved from http://www.graphisoft.com/archicad/

Goldberg, H., E. (2008, October 15*). Vectorworks Architect 2009.* Retrieved from http://www.hegra.org/EDS%20INDEPENDENT%20VOICE/EDS%20INDEPENDENT%20VOICE%209.html

G2 Crowd. *"Grid for Building Design and BIM" Winter 2015*. Retrieved from https://www.g2crowd.com/categories/building-design-and-building-information-modeling-bim

ISO. (n.d.). *ISO/IEC 23270:2003 Information technology — C# Language Specification.* Retrieved from http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=36768

Lloyd's Register. (n.d.). *Building information modeling (BIM)*. Retrieved from http://www.lr.org/en/utilities-building-assurance-schemes/building-information-modelling/

Manjotho, A., A. (2014, November 17). *Computer programming lecture*. Retrieved from http://www.slideshare.net/aliasgharmanjotho11/computer-programming-lecture-01-02

Miller, N. (2015, December 6). *Updates You May Have Missed.* Retrieved from http://www.theprovingground.org/2015/12/updates-you-may-have-missed.html

Ref. code: 25595816030166JZE

Power Partners Co.,Ltd. (6 ธันวาคม 2558). *การเขียนโปรแกรม ด้วย การวาด โปรแกรม Dynamo*. Retrieved from http://thaibimpro.blogspot.com/2015/12/dynamo.html

Rian, I., M. (2013, August 20). *Algorithmic Design of Pavilion using Python Scripts*. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=CN-iSBSRxrg

Revit. (n.d.). Retrieved from https://www.autodesk.com/products/revit-lt/overview

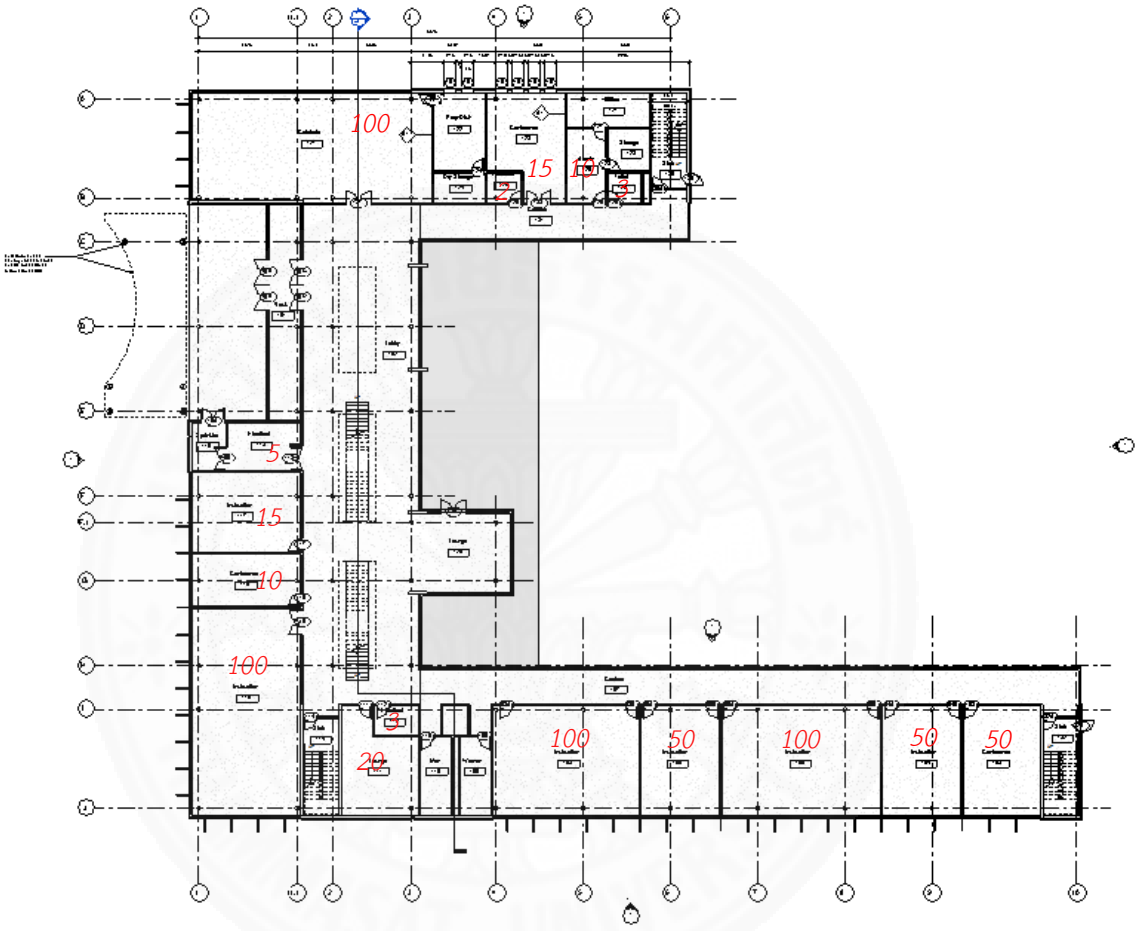
Torres, A., Gomez, R., Martin, J., & Bell, A. (2015, April 20). *The challenges and the wins of Information Management on Cross rail at Farringdon Station*. Retrieved from https://www.slideshare.net/BuiltEnvironmentUBM/bfk-crossrail-farringdon-station-bim-show-live-presentation

Ref. code: 25595816030166JZE

ภาคผนวก

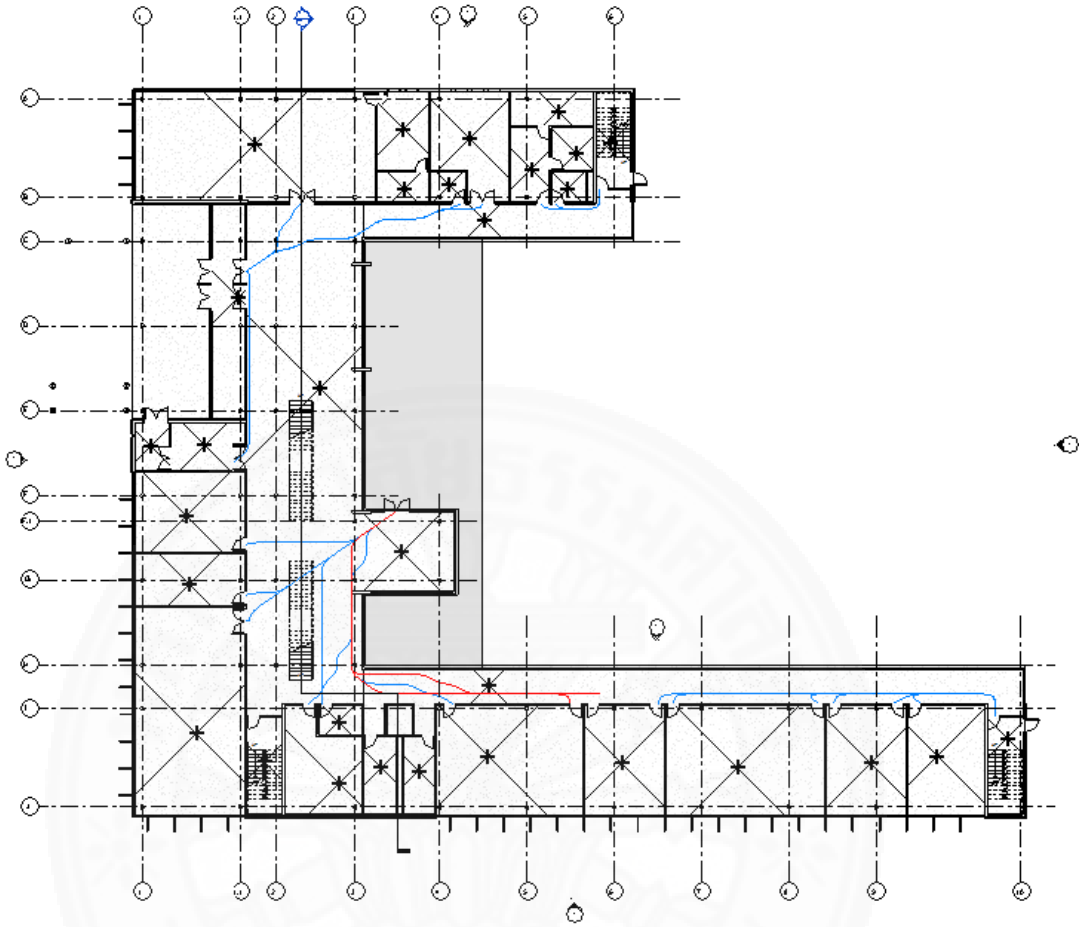
Ref. code: 25595816030166JZE

ภาคผนวก ก
แบบประเมินประสิทธิภาพในการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ



แบบผังพื้นที่มีตัวเลขกำกับแสดงจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละห้อง 1

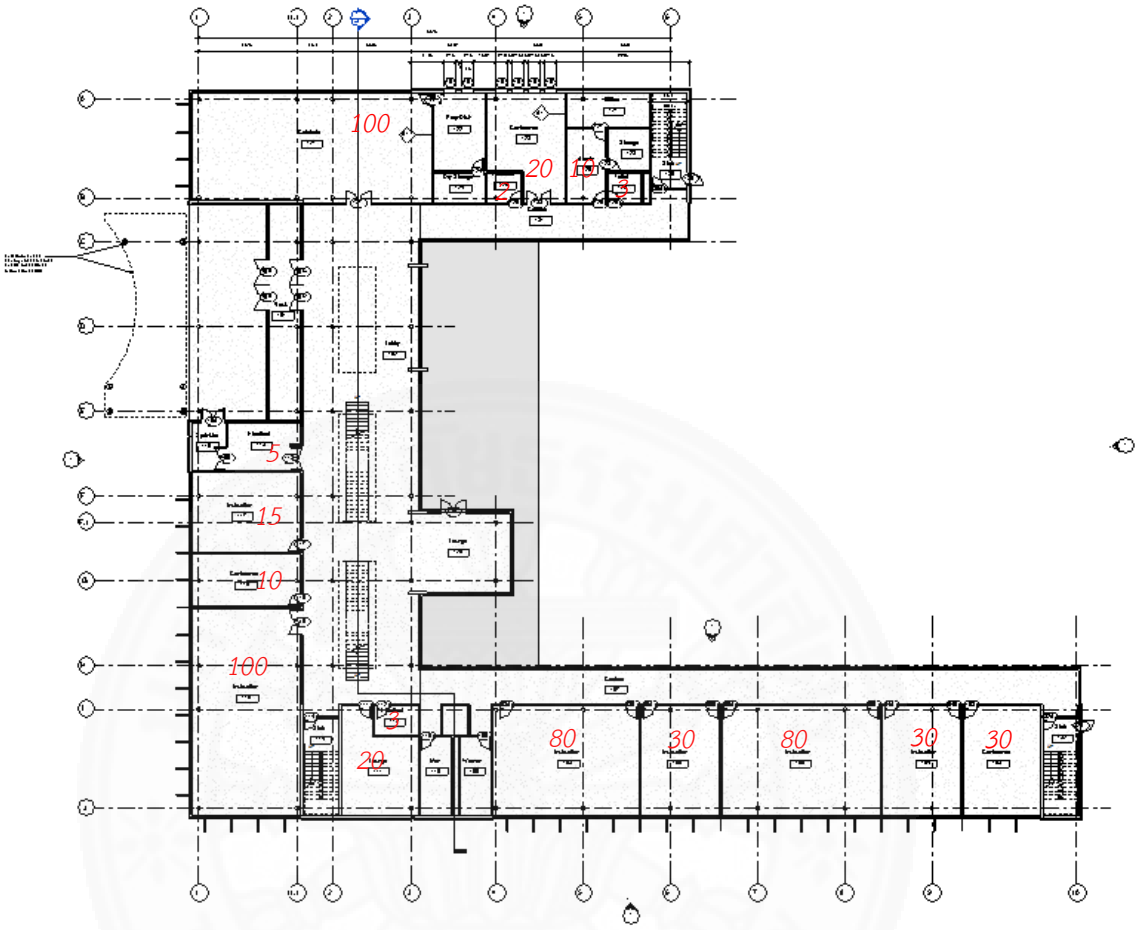
Ref. code: 25595816030166JZE



ผลการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ 1

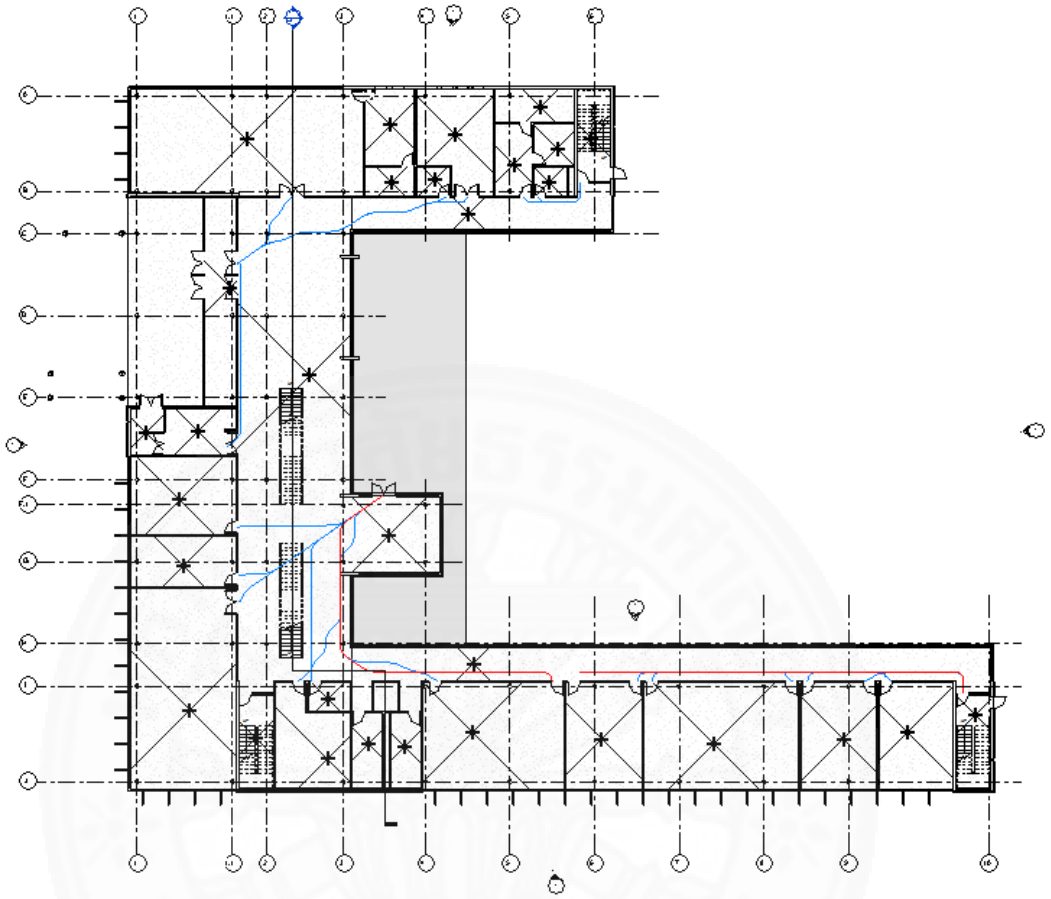
จากการใช้โปรแกรมเสริมช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ ได้ผลดังนี้ เส้นสีน้ำเงิน หมายถึง เส้นทางหนีไฟที่ดีที่สุดจากประตูแต่ละห้องไปยังประตูทางออก ที่มีความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ตัวแปร คือ ระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟ ความกว้างของทางหนีไฟ และจำนวนผู้ใช้งาน และเส้นสีแดง หมายถึง เส้นทางหนีไฟที่ดีที่สุดแต่ยังมีระยะเกินกว่าที่กำหนด ทำให้สถาปนิกผู้ออกแบบควรทำการปรับแก้ก่อนพัฒนาแบบต่อไป

Ref. code: 25595816030166JZE



แบบผังพื้นที่มีตัวเลขกำกับแสดงจำนวนผู้ใช้งานในแต่ละห้อง 2

Ref. code: 25595816030166JZE



ผลการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ2

จากการใช้โปรแกรมเสริมช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ ได้ผลดังนี้ เส้นสีน้ำเงิน หมายถึง เส้นทางหนีไฟที่ดีที่สุดจากประตูแต่ละห้องไปยังประตูทางออก ที่มีความสัมพันธ์ของทั้ง 3 ตัวแปร คือ ระยะความยาวของเส้นทางหนีไฟ ความกว้างของทางหนีไฟ และจำนวนผู้ใช้งาน และเส้นสีแดง หมายถึง เส้นทางหนีไฟที่ดีที่สุดแต่ยังมีระยะเกินกว่าที่กำหนด ทำให้สถาปนิกผู้ออกแบบควรทำการปรับแก้ก่อนพัฒนาแบบต่อไป

Ref. code: 25595816030166JZE

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University
อาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมืองมหาวิทยาลัยธรรมศาสต์ 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

---

แบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านทางหนีไฟในอาคาร

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✔ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนด ให้ตรงตามความเป็นจริง

1.1 ประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบความปลอดภัยด้านการหนีไฟในอาคาร

☐ 2 – 3 ปี ☐ 3 – 5 ปี ☐ มากกว่า 5 ปี

1.2 ประสบการณ์ด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling)

☐ ไม่รู้จัก ☐ รู้จัก แต่ไม่เคยใช้ ☐ รู้จัก เคยใช้บ้าง
☐ ใช้เป็นประจำ

ส่วนที่ 2 แบบแสดงความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพด้านการวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟ

2.1 ท่านคิดเห็นอย่างไรต่อรูปแบบการแสดงผลการวิเคราะห์ทางหนีไฟ

.....

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25595816030166JZE

2.2 ตัวแปรที่นำมาใช้ในการคำนวณ 3 ตัวแปร ได้แก่ ระยะความยาว ความกว้างของเส้นทางหนีไฟ และจำนวนผู้ใช้งาน ซึ่งมีสัดส่วน 60:25:15 ตามลำดับ มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 ท่านคิดเห็นอย่างไรต่อประโยชน์จากการใช้งานโปรแกรมเสริมในงานสถาปัตยกรรม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25595816030166JZE

ภาคผนวก ข
แบบประเมินประสิทธิภาพในการใช้งาน

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University
อาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมืองมหาวิทยาลัยธรรมศาสต์ 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

---

แบบสอบถามสำหรับสถาปนิก

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✔ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนด ให้ตรงตามความเป็นจริง

1.1 ประสบการณ์ในการใช้งานโปรแกรม Autodesk Revit

☐ 2 – 3 ปี ☐ 3 – 5 ปี ☐ มากกว่า 5 ปี

1.2 ประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling)

☐ 2 – 3 ปี ☐ 3 – 5 ปี ☐ มากกว่า 5 ปี

ส่วนที่ 2 แบบประเมินประสิทธิภาพด้านการใช้งาน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✔ ลงใน ☐ ที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด และแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมว่าโปรแกรมเสริมมีจุดบกพร่อง หรือ จุดเด่นในด้านใด และควรพัฒนาโปรแกรมเสริมไปในทิศทางใด

ระดับความพึงพอใจแบ่งเป็น 5 ระดับ โดยมีความหมายดังนี้

5 = มีความพึงพอใจมากที่สุด 4 = มีความพึงพอใจมาก 3 = มีความพึงพอใจปานกลาง
2 = มีความพึงพอใจน้อย 1 = มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

Ref. code: 25595816030166JZE

ประสิทธิภาพโปรแกรมเสริม ด้านการใช้งาน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ขั้นตอนการใช้งาน					
วิดีโอ tutorial 1. อธิบายขั้นตอนการใช้งานชัดเจน เข้าใจง่าย					
2. กระชับ ระยะเวลามีความเหมาะสม					
ขั้นตอนการใช้งาน และการใส่ข้อมูล 3. ขั้นตอนการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน					
4. การใช้ Shared Parameters เพื่อสร้าง Parameters					
5. การใช้ Project Standard เพื่อสร้าง Line Styles					
6. การกำหนดทางเดินมีค่าเป็น Circulation ให้แตกต่างจากห้องทั่วไป					
7. การใส่ค่าความกว้างของทางเดิน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

การแสดงผล					
1. การแสดงข้อมูลบนของฐานข้อมูล					
2. การแสดงผลในขั้นสุดท้าย สื่อสารชัดเจน เข้าใจง่าย					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ประโยชน์ที่มีต่อวิชาชีพสถาปนิก					
1. ช่วยให้ท่านสามารถลดระยะเวลาการแก้ไขแบบได้					
2. ช่วยลดโอกาสที่โครงการจะถูกปรับแก้/ รื้อถอน เนื่องจากตรวจพบจุดเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับทางหนีไฟได้					
3. ช่วยเพิ่มศักยภาพในการประเมินความสามารถของทางหนีไฟได้					
4. ช่วยส่งเสริมให้สถาปนิกไทยหันมาใช้ BIM มากขึ้นได้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

Ref. code: 25595816030166JZE

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาวสาวณัชชา เอกร่าเริงแสน
วันเดือนปีเกิด	27 มิถุนายน 2536
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2557: วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ทุนการศึกษา	ปีงบประมาณ 2560: ทุนสนับสนุนงานวิจัย ประเภททุนวิจัยทั่วไป สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา กองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผลงานทางวิชาการ

ณัชชา เอกร่าเริงแสน, และ ชาวี บุษยรัตน์. (กรกฎาคม 2560). *การพัฒนาโปรแกรมเสริมในแบบจำลองข้อมูลสารสนเทศอาคาร เพื่อช่วยวิเคราะห์เส้นทางหนีไฟในอาคาร.* งานการประชุมวิชาการ Built Environment Research Associates Conference ครั้งที่ 8 ประจำปี 2560 (BERAC 8, 2017), คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.

Ref. code: 25595816030166JZE