การพัฒนาโปรแกรมเสริม เพื่อตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ระบบดับเพลิงตามมาตรฐานทางการออกแบบ

โดย
นายยุทธนา คงคารัตน์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาโปรแกรมเสริม เพื่อตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ระบบดับเพลิงตามมาตรฐานทางการออกแบบ

โดย
นายยุทธนา คงคารัตน์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

EXTENSION PROGRAM FOR VERIFYING THE INSTALLATION OF FIRE PROTECTION SYSTEM ACCORDING TO THE DESIGN STANDARDS.

By

MR. Yuttana KONGCARAT

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (Computer-aided Architectural Design)

Department of Architectural Technology

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การพัฒนาโปรแกรมเสริม เพื่อตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ระบบดับเพลิงตามมาตรฐานทางการออกแบบ
โดย	ยุทธนา คงคารัตน์
สาขาวิชา	คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญา มหัทธนทวี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ศาสตราจารย์ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

60059303 : คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : แบบจำลองสารสนเทศ

นาย ยุทธนา คงคารัตน์: การพัฒนาโปรแกรมเสริม เพื่อตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ระบบดับเพลิงตามมาตรฐานทางการออกแบบ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์

ในปัจจุบันมีการใช้งานระบบการทำงานด้วยระบบแบบจำลองสารสนเทศ (Building Information Modeling) BIM มาทำงานระบบประกอบอาคารมากขึ้น โดยรวมถึงระบบดับเพลิงด้วยนั้น แต่เมื่อได้ใช้ระบบนี้เข้ามาทำงานด้วยแล้วนั้น ซึ่งเป็นระบบที่สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จมาใช้งานได้ โดยโครงการค้นคว้าอิสระนี้ ใช้โปรแกรมออโต้เดคเรวิท (Autodesk Revit) มาใช้ในการศึกษา โดยเมื่อได้ใช้งานกับโครงการที่ได้ทำงานจริงแล้ว พบปัญหาจากการทำงาน กล่าวคือเมื่อได้ทำงานระบบดับเพลิงแล้วพบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแบบนั้นหลายๆ ครั้ง พบว่าน่าจะต้องมีเครื่องมือมาช่วยในการตรวจสอบงานระบบดับเพลิงตามมาตรฐาน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาโปรแกรมเสริมโดยใช้พื้นฐานภาษาคอมพิวเตอร์ซีชาร์ป C# ร่วมกับโปรแกรม Autodesk Revit API (Application Programming Interface) ในการสร้างชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม Autodesk Revit เพื่อรวบรวมข้อมูลจากแบบจำลองของโปรแกรม Autodesk Revit เพื่อใช้ในการตรวจสอบตามมาตรฐานการออกแบบ

ผลที่ได้จากการพัฒนาคือ โปรแกรมเสริมสามารถตรวจสอบมาตรฐานการออกแบบระบบดับเพลิงเบื้องต้นได้ ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูลมาตรฐานที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ และสามารถเปลี่ยนข้อมูลชื่อห้องและมาตรฐานความจำเป็นของระบบดับเพลิงในแต่และห้องได้ จากตารางสรุปมาตรฐานความจำเป็นของระบบดับเพลิงตามมาตรฐานการออกแบบ

การเปรียบเทียบความเร็วและประสิทธิภาพกับระบบการทำงานเดิมกับโปรแกรมเสริมที่ได้พัฒนาขึ้น พบว่า โปรแกรมเสริมสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น 33% ดังนั้นโปรแกรมเสริมนี้สามารถพัฒนาให้มีความสามารถมากยิ่งขึ้นได้

60059303 : Major (Computer-aided Architectural Design)
Keyword : BIM

MR. YUTTANA KONGCARAT : EXTENSION PROGRAM FOR VERIFYING THE INSTALLATION OF FIRE PROTECTION SYSTEM ACCORDING TO THE DESIGN STANDARDS. THESIS ADVISOR : PROFESSOR THITIPAT PRATHARNSAP

Nowadays, there are more and more systems in use with Building Information Modeling, BIM, and building assembly systems including fire extinguishing systems as well but when using this system to work with it which is a system in which the program can be successfully used by this independent research project using the Autodesk Revit program to study. When working with projects that have actually worked found a problem from work. That is, when working with the fire extinguishing system, it was found that when there were such changes many times, it was found that there should be a tool to assist in the inspection of the fire extinguishing system as standard. To help increase the efficiency of work quickly and efficiently.

The development of add-ons based on the C# C-Sharp programming language, in conjunction with the Autodesk Revit API (Application Programming Interface) program, creates a programming command set of Autodesk Revit to collect data from Autodesk Revit models for use in the verification of design standards.

The results of the development are Add-on programs can review basic fire extinguishing system design standards. Users can modify the standard information that has changed. And able to change the room name information and the necessary standard of fire extinguishing system in each and the room From the table summarizing the necessity of fire extinguishing systems according to design standards.

By comparing the speed and performance of the original system with the developed add-on, it was found that the add-on is 33% faster, so the add-on can be developed to be even more efficient.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาหรือการพัฒนาโปรแกรมครังนี้สำเร็จได้ เพราะความกรุณาจาก ศาตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์ ผู้เป็นทั้งอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาในครังนี้ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมและรวมถึงให้คำแนะนำก่อนมาเรียนในหลักสูตรนี้ ช่วยทำให้การมองการใช้งานคอมพิวเตอร์และการใช้งานซอฟแวร์เปลี่ยนไป เห็นมุมมองอีกด้านหนึ่ง รวมทั้ง อาจารย์ธนะพันธุ์ อินทรเกสร อาจารย์ประยุทธ์ พันธุลาภ อาจารย์ธารา จำเนียรดำรงการ ที่ให้ทั้งความรู้พื้นฐานให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำทางด้านเทคนิคที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรมเสริม และรวมไปถึงคุณสมนึก อิงไธสง ผู้จัดการแบบ 3 มิติ, คุณวสุนธรา จำรัสฉาย รองผู้อำนวยการงานระบบ, คุณวรัญญู ทองขาว วิศวกรงานระบบอาวุโส และทีมงานระบบ 3 มิติจาก บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด ทุกท่านที่ให้คำแนะนำจากการทดลองใช้โปรแกรมเสริมฯ เพื่อให้โปรแกรมเสริมฯ สามารถทำงานให้ได้ตามคำแนะนำของทุกๆ ท่าน

ขอขอบคุณประธานกรรมการและคณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรม ส่งผลให้การศึกษาในครั้งนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทกุคนในครอบครัว ที่ให้โอกาส ให้เวลา และ ให้กำลังใจในการศึกษาและพัฒนาโปรแกรม

คุณค่าหรือประโยชน์อันเกิดจากการศึกษาหรือการพัฒนาโปรแกรมเสริมในครั้งนี้ ผู้ศึกษาขอมอบให้กับ คุณพ่อ คุณแม่ ครูอาจารย์ทกุท่านที่อบรมสั่งสอน แนะนำ ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจอย่างดียิ่งเสมอมา

ยุทธนา คงคารัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2. ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 7

1.3. สมมติฐานของการศึกษา 7

1.4. ขอบเขตการศึกษา 7

1.5 แผนผังวิธีดำเนินการพัฒนาโปรแกรมเสริมฯ 9

บทที่ 2 งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง 10

2.1 กระบวนการเขียนแบบก่อสร้าง 10

ลำดับขั้นตอนและเนื้อหาการทำงานสรุปได้ดังนี้ 10

2.2 กระบวนการออกแบบและการเขียนแบบของโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน 12

2.2.1 กระบวนการทำงาน 12

2.3 ระดับขั้นในการพัฒนา LOD (Level of Development) 16

2.4 การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 17

2.4.1. เนื้อหาเกี่ยวกับกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆ สำหรับการออกแบบ 17

2.4.1.1 ประเภทครอบครองของพื้นที่ ที่ทำการออกแบบ 17

2.4.1.2 พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง 21
2.4.1.3 เกณฑ์การออกแบบสำหรับโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน 21
2.5 การทำแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง 22
2.6 กระบวนการทำงานที่เกิดขึ้น.....23
2.7 สรุปปัญหาและการคาดการณ์การแก้ไขปัญหา 25
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย.....26
3.1 การกำหนดความสามารถของโปรแกรมเสริม 26
3.2 การพัฒนาโปรแกรมแสริม 26
3.2.1 การเลือกเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมเสริม.....26
3.2.2 การเตรียมข้อมูลสำหรับการพัฒนาเครื่องมือ 27
3.2.3 กระบวนการในการทำงาน 28
3.2.4 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริม (Software Design) 30
3.2.4.1 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Data Preparation 31
3.2.4.2 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Select Standard Profile 32
3.2.4.3 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Import Room Standard.....33
3.2.5 รูปแบบการทำงานโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit).....34
3.2.5.1 การเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลในโปรแกรมออโต้เดสเรวิท 34
3.2.5.2 การจัดการกับฐานข้อมูลที่แยกออกจากกัน.....36
3.2.5.3 การอ่านข้อมูลมาตรฐานจากภายนอก.....38
3.2.6 Workflow ในการทำงาน.....39
บททที่ 4 วิธีติดตั้งและการใช้งานโปรแกรมเสริม.....40

4.1 โครงการการจัดเก็บไฟล์ของโปรแกรมเสริม 40
4.2 วิธีการติดตั้งโปรแกรมเสริม 41
4.3 การใช้งานโปรแกรมเสริมฯ 45
4.3.1 การดึงข้อมูลตำแหน่งของอิลิเมนต์ จากลิงค์ไฟล์ 45
4.3.2 การนำข้อมูลมาคำนวณเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง 47
บทที่ 5 สรุปผลการพัฒนาและข้อเสนอแนะ 51
5.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริม 51
5.1.1 สรุปความสามารถของโปรแกรมเสริม 51
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 51
5.2.1 บทสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง 52
5.3 ข้อเสนอแนะ 58
ภาคผนวก ก 61
1 มาตรฐาน ข้อกฎหมาย ข้อกำหนด ที่เกี่ยวข้องกับระบบดับเพลิง 61
1.1 มาตรฐานทั่วไป 61
2 เกณฑ์การออกแบบและรายละเอียดของระบบดับเพลิง 63
2.1 ทั่วไป 63
2.2 ถังเก็บน้ำดับเพลิง 66
2.3 ปั๊มดับเพลิง 67
2.4 การเชื่อมต่อแผนกดับเพลิง 67
2.5 ระบบท่อซัพพลาย 67
2.6 ระบบการจ่ายน้ำดับเพลิงแบบสปริงเกอร์ 68
2.7 ระบบป้องกันอัคคีภัยบันไดเลื่อน (ESPS) 68
2.8 ระบบดับเพลิงด้วยแก๊ส N2 69
2.9 เครื่องดับเพลิงพกพา 70

ภาคผนวก ข 74
1. Flow Chart โปรแกรมการหาตำแหน่งของอิลิเมนต์เทียบกับกริดไลน์ 74
1.1 Dynamo Script set ค่า Element Location 75
1.2 การใช้งานโปรแกรม Element Location 77
1.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนา 80
1.4 การสาธิตโปรแกรมเสริมที่ได้พัฒนาขึ้นกับผู้ใช้งานจริง 80
1.5 สรุปผลการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนาโดยใช้ Dynamo script 80
รายการอ้างอิง 81
ประวัติผู้เขียน 83

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 รายการสัญลักษณ์และคำย่อ 6

ตารางที่ 2 แสดงขั้นตอนการทำงานโครงการ(Thailand, 2017) 10

ตารางที่ 3 ตัวอย่างตารางที่ใช้ในการออกแบบงานระบบประกอบอาคาร 14

ตารางที่ 4 ตารางตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงแบบในช่วงเริ่มต้นโครงการ 16

ตารางที่ 5 พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย 18

ตารางที่ 6 พื้นที่ครอบครองปานกลาง กลุ่ม 1 18

ตารางที่ 7 พื้นที่ครอบครองปานกลาง กลุ่ม 2 19

ตารางที่ 8 พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก กลุ่ม 1 20

ตารางที่ 9 พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก กลุ่ม 2 20

ตารางที่ 10 พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง(Association, 2010) 21

ตารางที่ 11 ตารางมาตรฐานท่อของงานระบบดับเพลิง 55

ตารางที่ 12 ตารางแสดงการประมาณการเวลาที่ใช้วิธีการเทียบกับวิธีการใหม่ (หลังจากทดสอบจริง) 59

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบก่อสร้าง 3
ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบก่อสร้างในช่วงขั้นตอนพัฒนาแบบรายละเอียด.....3
ภาพที่ 3 แสดงส่วนขยายของช่วงการเขียนแบบ 3
ภาพที่ 4 แสดงส่วนขยายของการปรับเปลี่ยนแบบครั้งที่ 1, 2, …, ตามลำดับ 4
ภาพที่ 5 คำย่อของแต่ละหมวดงาน.....4
ภาพที่ 6 ตัวอย่างแบบ Schematic design drawings.....5
ภาพที่ 7 ตัวอย่างแบบ Design Development Drawings 5
ภาพที่ 8 แผนผังวิธีดำเนินการพัฒนาโปรแกรมเสริมฯ 9
ภาพที่ 9 ขั้นตอนของแบบก่อสร้าง 11
ภาพที่ 10 กระบวนการขั้นตอนทำงาน.....12
ภาพที่ 11 ขยายกระบวนการขั้นตอนแบบร่างกับขั้นตอนแบบพัฒนารายละเอียด 12
ภาพที่ 12 กระบวนการการเขียนแบบของโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน(Consortium, 2017).....12
ภาพที่ 13 แสดงกระบวนการในการทำงานในปัจจุบันของระบบดับเพลิง 15
ภาพที่ 14 เกณฑ์การออกแบบสำหรับโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน 21
ภาพที่ 15 แสดงกระบวนการทำงานที่เกิดขึ้นในโปรเจค 24
ภาพที่ 16 แสดงกระบวนการทำงานที่เป็น Critical path สำหรับการก่อสร้าง.....24
ภาพที่ 17 แสดงกระบวนการทำงานที่แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วงการทำงาน 24
ภาพที่ 18 แสดงกระบวนการการขออนุมัติแบบก่อสร้าง 25
ภาพที่ 19 แสดงการย้ายตำแหน่งของห้องต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงแบบ.....29
ภาพที่ 20 แสดงกระบวนการทำงานที่แสดงช่วงเวลาที่ใช้ได้ใช้โปรแกรมเสริมเข้ามาช่วยตรวจสอบ
.....29

ภาพที่ 21 แผนผังการทำงานของโปรแกรมเสริม 30
ภาพที่ 22 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Data Preparation 31
ภาพที่ 23 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Select Standard Profile 32
ภาพที่ 24 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Import Room Standard 33
ภาพที่ 25 แสดงรูปแบบการเก็บข้อมูลของโปรแกรมเรวิท (Autodesk Revit) 34
ภาพที่ 26 การตั้งค่าให้แสดงอุปกรณ์เป็นแบบรายชิ้น (Itemize every instance) 35
ภาพที่ 27 แสดงการนับจำนวนสปริงเกอร์ที่อยู่ให้ห้องต่างๆ 35
ภาพที่ 28 แสดงค่าพารามิเตอร์ปกติที่มีอยู่ (ก่อนการใช้งานโปรแกรมเสริม).....36
ภาพที่ 29 แสดงการเพิ่มพารามิเตอร์ที่ต้องการ.....37
ภาพที่ 30 การนำค่าที่มาจากไฟล์สถาปัตย์มาใส่ในอิลิเมนต์ของงานระบบดับเพลิง 37
ภาพที่ 31 แสดงตัวอย่างไฟล์ CSV.....38
ภาพที่ 32 แสดงการใช้งานไฟล์ CSV และคำอธิบายค่าต่างๆ ในไฟล์.....39
ภาพที่ 33 แสดงเครื่องมือทั้งหมดที่มีในโปรแกรมเสริมฯ.....39
ภาพที่ 34 ตัวอย่างโฟลเดอร์ที่จัดเก็บไฟล์โปรแกรมเสริม.....40
ภาพที่ 35 ตัวอย่างโฟลเดอร์ที่จัดเก็บไฟล์โปรแกรมเสริมอีกโฟลเดอร์.....41
ภาพที่ 36 การแจ้งเตือนจากการคัดลอกและวางไฟล์ไปในโฟลเดอร์ตามหัวข้อที่ 4.1 41
ภาพที่ 37 ปุ่มกดและแถบเครื่องมือ.....42
ภาพที่ 38 คำสั่งส่วนที่ใช้สร้างแถบเครื่องมือ.....42
ภาพที่ 39 แสดงส่วนที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรมเสริมเพื่อใช้เตรียมข้อมูลที่จำเป็นจากลิงค์ไฟล์
.....43
ภาพที่ 40 แสดงส่วนที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรมเสริมเพื่ออ่านค่าจากภายนอก.....43
ภาพที่ 41 แสดงผลจากการทำงานของโปรแกรมเสริม 44
ภาพที่ 42 แสดงปุ่มกด Data Preparing 45
ภาพที่ 43 แสดงการใช้งานของ Data Preparing.....45

ภาพที่ 44 แสดงการนำค่าจากลิงค์ไฟล์มาใส่ในอิลิเมนต์ 46
ภาพที่ 45 แสดงปุ่มกด Select Standard Profile.....47
ภาพที่ 46 แสดงส่วนของการออกแบบโปรแกรมเสริมของปุ่มกด Select Standard Profile.....47
ภาพที่ 47 แสดงขั้นตอนการใช้งานปุ่มกด Select Standard Profile.....47
ภาพที่ 48 แสดงสปริงเกอร์อยู่ในห้องเดียวกันว่ามีจำนวนเท่าไร.....48
ภาพที่ 49 แสดงผลลัพธ์หลังจากการทำงานของปุ่ม Select Standard Profile.....48
ภาพที่ 50 แสดงปุ่มกด Import Room Standard.....49
ภาพที่ 51 แสดงส่วนของการออกแบบโปรแกรมเสริมของปุ่มกด Import Room Standard.....49
ภาพที่ 52 แสดงขั้นตอนการใช้งานปุ่มกด Import Room Standard.....49
ภาพที่ 53 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจสอบตามมาตรฐาน.....50

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

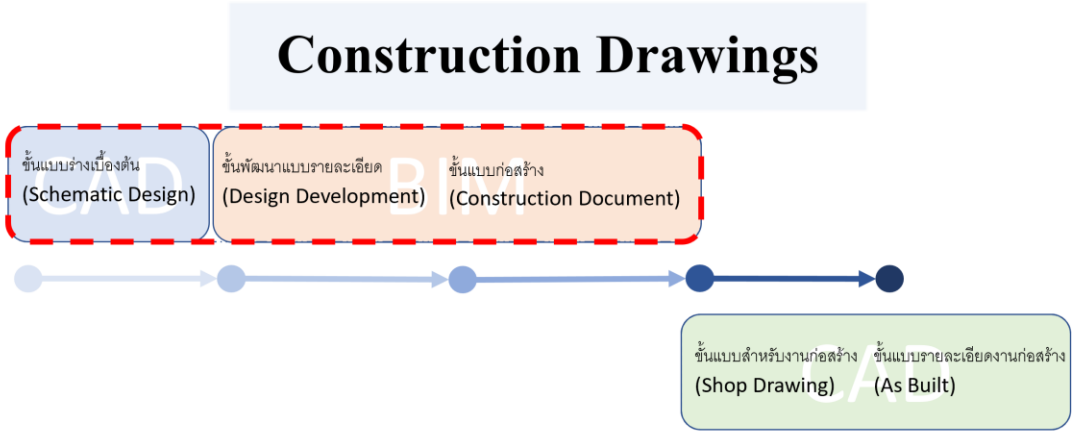
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากโครงการปัจจุบันและในอนาคตของบริษัทฯ มีการส่งแบบด้วยระบบสารสนเทศอาคาร BIM (Building Information Modeling) มากขึ้น ซึ่งมีปัญหาจากการทำงานด้วยระบบ BIM นี้หลายๆด้าน เนื่องจากโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้งานคือ Autodesk Revit ยังไม่สามารถทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานได้ทั้งหมด จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมหรือที่เรียกว่า Add-ins นั่นเอง สำหรับโครงการที่ทำงานอยู่ปัจจุบันเป็นการทำงานที่เอาแบบช่วงการออกแบบเพื่อนำเสนอ Definitive Design ซึ่งเป็นแบบที่ออกแบบคร่าวๆ เพื่อใช้ประกอบในการประมูลงาน หลังจากประมูลงานได้แล้ว ก็จะมาทำแบบการออกแบบรายละเอียด (Detailed Design) สำหรับงานช่วงนี้จะเป็นการออกแบบที่ลงรายละเอียดในการออกแบบมากขึ้น เพื่อนำแบบชุดนี้ไปทำแบบที่เรียกว่าแบบอ้างอิงการก่อสร้าง (CRD = Construction Reference Drawing) เพื่อนำไปทำแบบสำหรับก่อสร้าง (Working Drawings) ที่ใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งจะยกกรณีศึกษาคือ สำหรับการทำแบบช่วงงานการออกแบบรายละเอียด (Detailed Design) เป็นช่วงที่มีการปรับเปลี่ยนจากการออกแบบจากช่วงงาน Definitive Design เป็นแบบการออกแบบรายละเอียด (Detailed Design) และมีการปรับแก้แบบค่อนข้างมาก ทั้งการแก้ไขขนาดห้อง การย้ายตำแหน่งห้อง การย้ายเสา ย้ายคาน และงานอื่นๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบกับงานระบบประกอบอาคาร จะต้องย้ายหรือปรับเปลี่ยนจำนวนของอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับห้องนั้นๆ ซึ่งแต่ละห้องก็จะมีมาตรฐานระบุความจำเป็นสำหรับงานระบบสำหรับห้องนั้นๆ ที่แตกต่างกันไป ซึ่งโครงการนี้จะมีรายการบอกว่าห้องต่างๆ ต้องการระบบอะไรบ้าง ซึ่งหลังจากติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ตามรายการทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว เมื่อมีการปรับเปลี่ยนแบบห้องต่างๆ อุปกรณ์ของงานระบบจะต้องปรับหรือย้ายตามห้องนั้นๆ ไป เช่น ห้องระบบปรับอากาศ (Air Condition Plan Room) เป็นต้น เนื่องจากห้องนี้เป็นห้องที่ต้องมีระบบดับเพลิงที่เป็นแบบหัวดับเพลิง (Sprinkler head) แบบท่อแห้ง, ถังดับเพลิงแบบ CO_2, ระบบระบายอากาศ, ระบบน้ำดี, ระบบระบายน้ำเสีย และระบบน้ำผสมสารเคมี (Softener Water) จะเห็นได้ว่าภายในห้องนี้จะมีหลายๆ ระบบเข้ามาที่ห้องนี้ และเมื่อห้องนี้มีการปรับเปลี่ยนหรือย้ายตำแหน่งจะกระทบกับการออกแบบงานระบบประกอบค่อนข้างมาก จึงต้องการที่จะสร้างเครื่องมือมาตรวจสอบว่าเมื่อห้องมี

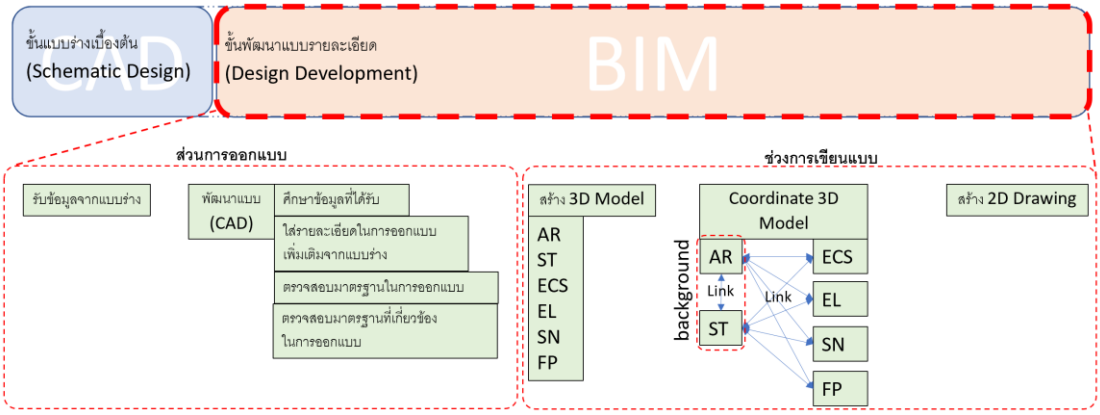
การปรับเปลี่ยนแล้ว งานระบบประกอบอาคารที่จำเป็นต่อห้องนั้นๆ ครบถ้วนและเป็นไปตามข้อกำหนดของการออกแบบ

สำหรับโครงการค้นคว้าอิสระนี้จะนำเสนอปัญหาของการออกแบบระบบดับเพลิงในอาคารที่อยู่ในช่วงของการออกแบบก่อนการก่อสร้าง กล่าวคือโครงการที่ได้ยกมาเป็นกรณีศึกษานั้นเป็นโครงการแบบที่เรียกว่า ออกแบบไปพร้อมๆ กับการก่อสร้าง (Design and Built) และปัญหาที่เกิดคือการปรับเปลี่ยนแบบของงานโครงสร้างและจากงานสถาปัตย์ ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานให้มากที่สุด จึงมีการปรับเปลี่ยนไปมากจากแบบที่ใช้ประมูลงาน และในเมื่อแบบของงานโครงสร้างและจากสถาปัตย์จะส่งผลกระทบกระทบกับงานระบบที่ประกอบอาคาร เมื่ออยู่ในช่วงของการออกแบบรายละเอียด (Detailed Design) เมื่อมีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งหรือขนาดหรือความสูงของห้องต่างๆ จะทำให้งานระบบประกอบอาคารที่ออกแบบไว้เดิมนั้นจะต้องปรับเปลี่ยนตามไปด้วย เช่นระบบท่อต่างๆ จะต้องย้ายตามห้องนั้นๆ ไปด้วยเพื่อให้ระบบการทำงานของห้องนั้นสมบูรณ์และถูกต้องตามหลักทางวิศวกรรมและข้อบังคับทางกฎหมาย

จากปัญหาข้างต้นนั้นจะแสดงกระบวนการทำงานในรูปด้านล่าง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแบบแล้วจะกระทบกับระบบต่างๆ ของอาคาร ในเอกสารนี้จะยกกรณีศึกษาเป็นระบบดับเพลิงที่มีความจำเป็นต่อห้องนั้นๆ ที่จะต้องตรงกับข้อกำหนดในการออกแบบตามที่เจ้าของงานและตามมาตรฐานทางวิศวกรรมกำหนด และก่อนส่งแบบให้กับเจ้าของงานและผู้ตรวจแบบจะต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของระบบดับเพลิงที่ต้องมีในห้องหรือบริเวณที่กำหนด ซึ่งขั้นตอนในปัจจุบันนี้คือจะทำการตรวจสอบด้วยการให้พนักงานดูจากแบบเก่าและแบบใหม่ โดยมีทั้งคนที่ตรวจสอบจากกระดาษที่พิมพ์ออกมากับที่ทำการตรวจสอบใน pdf ไฟล์ในคอมพิวเตอร์แล้วแต่ความถนัดของแต่ละบุคคล เพื่อเปรียบเทียบกันเพื่อหาข้อแตกต่างจากการเปลี่ยนแปลงแบบและแก้ไขให้เป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งจะใช้เวลาในการทำงานค่อนข้างมาก และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอีกจะต้องทำกระบวนการเดิมซ้ำอีกเรื่อยๆ จนกว่าแบบจะไม่มีการปรับเปลี่ยนแล้ว

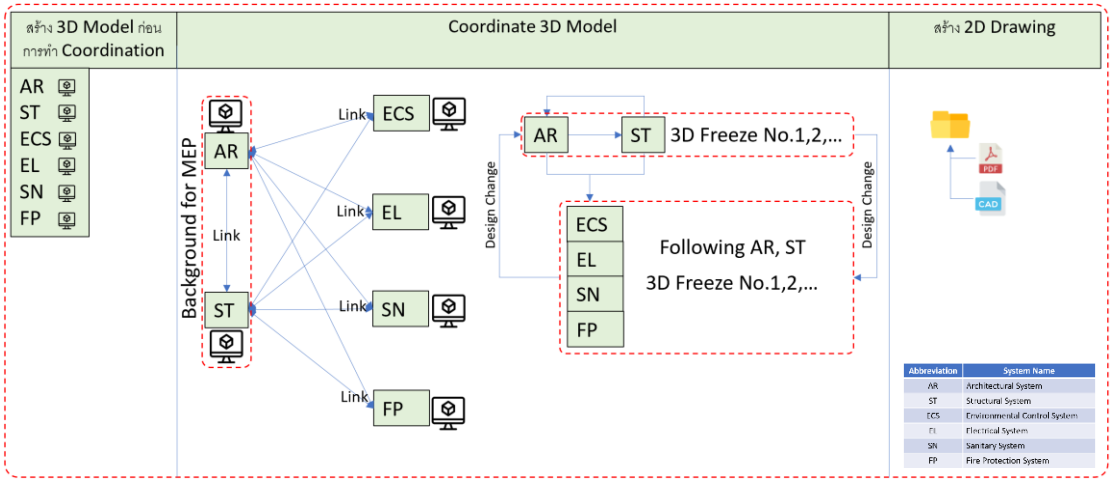


ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบก่อสร้าง

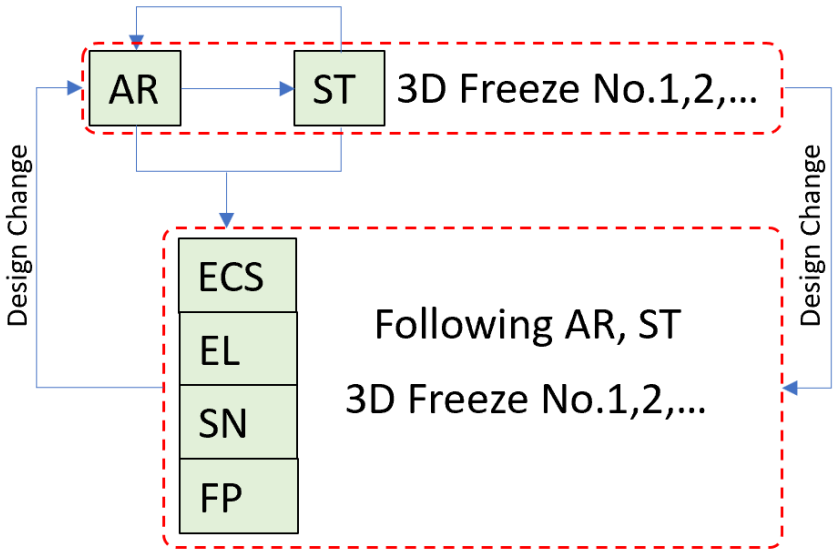


ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการพัฒนาแบบก่อสร้างในช่วงขั้นตอนพัฒนาแบบรายละเอียด

ช่วงการเขียนแบบ



ภาพที่ 3 แสดงส่วนขยายของช่วงการเขียนแบบ

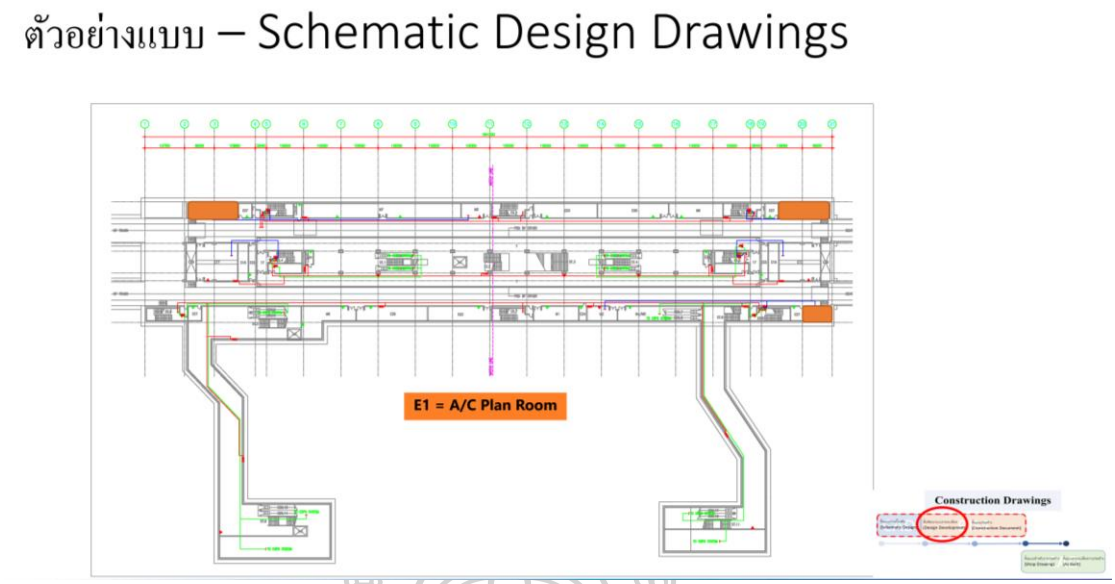


ภาพที่ 4 แสดงส่วนขยายของการปรับเปลี่ยนแบบครั้งที่ 1, 2, ..., ตามลำดับ

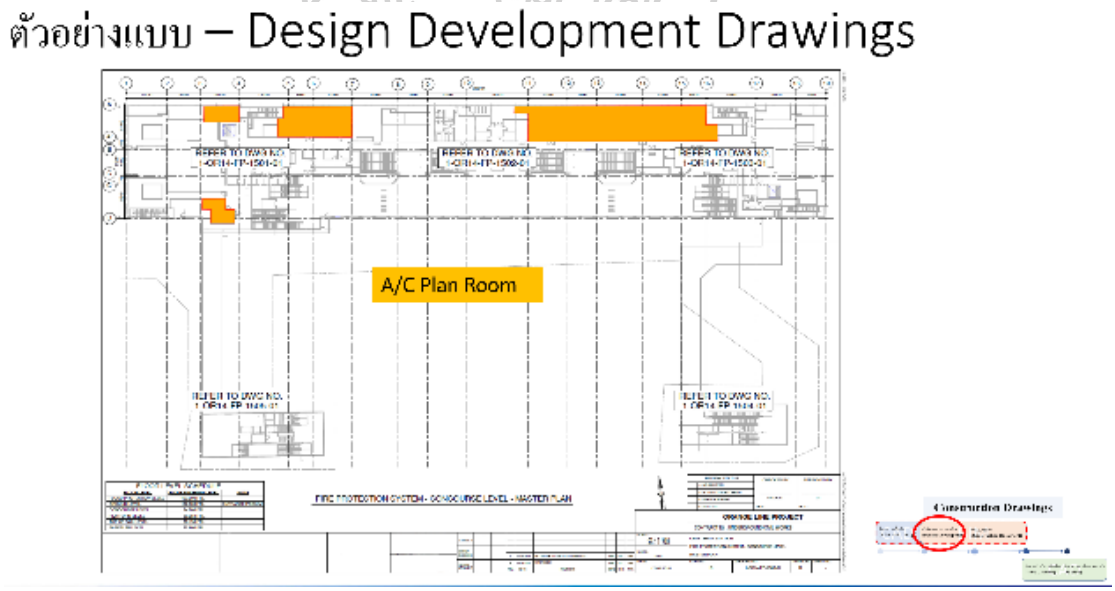
Abbreviation	System Name
AR	Architectural System
ST	Structural System
ECS	Environmental Control System
EL	Electrical System
SN	Sanitary System
FP	Fire Protection System

ภาพที่ 5 คำย่อของแต่ละหมวดงาน

จากภาพข้างต้น (ภาพที่ 4 แสดงส่วนขยายของการปรับเปลี่ยนแบบครั้งที่ 1, 2, ..., ตามลำดับ) จะเห็นได้ว่าช่วงที่มีการทำ Coordination 3D Model เพื่อพัฒนาแบบ 3 มิตินั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงของแบบค่อนข้างบ่อยมาก ทั้งในเรื่องการออกแบบและการหาเส้นทางในการเดินท่อของงานระบบ จึงทำให้การออกแบบนั้นจะต้องกลับมาตวรจสอบใหม่อีกครั้งเพื่อให้ระบบเดิมแต่มีการเปลี่ยนแปลงของผัง (Layout) ไปนั้นกลับมาถูกต้องและครบถ้วนตามที่เคยได้ออกแบบไปตามผัง (Layout) เดิม จึงทำให้ต้องมีการออกแบบใหม่อีกครั้ง และภาพด้านล่างจะเป็นกระบวนการในการทำงานในปัจจุบัน ซึ่งจะขอยกตัวอย่างระบบดับเพลิงเป็นกรณีศึกษา



ภาพที่ 6 ตัวอย่างแบบ Schematic design drawings



ภาพที่ 7 ตัวอย่างแบบ Design Development Drawings

จากภาพทั้ง 2 (ภาพที่ 6 ตัวอย่างแบบ Schematic design drawings และ ภาพที่ 7 ตัวอย่างแบบ Design Development Drawings) แสดงให้เห็นว่ามีการย้ายของห้องชื่อ A/C Plan Room ไปจากเดิม (จาก 3 ห้อง มาเป็น 4 ห้อง) เมื่อมีการปรับเปลี่ยนทั้งตำแหน่ง ขนาด ขอบเขตของห้อง จึงทำให้ต้องมีการออกแบบระบบดับเพลิงสำหรับห้องนี้ใหม่

สำหรับช่วงเริ่มต้นของโครงการจะมีกระบวนการนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งมาก เนื่องจากเป็นการหาตำแหน่ง และขนาดที่เหมาะสมที่สุด เมื่อได้ใส่รายละเอียดจากข้อมูลที่ได้รับมาจากทางผู้ผลิต และจากผู้รับเหมาก่อสร้างได้ให้ข้อมูลต่างๆ ทั้งพื้นที่ที่ต้องการในการติดตั้ง การซ่อมบำรุง รวมถึงข้อมูลจากประการณ์การติดตั้งของผู้รับเหมาที่เคยติดตั้งในโครงการที่คล้ายคลึงกัน จึงทำให้การปรับเปลี่ยนต่างๆ เกิดขึ้นบ่อยครั้งมาก โดยบางสัปดาห์มีการเปลี่ยนแปลงถึง 3 ครั้ง จึงทำให้งานระบบดับเพลิงที่ได้ออกแบบไปต้องปรับเปลี่ยนตามแบบใหม่นี้

ตารางที่ 1 รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	
สัญลักษณ์ / คำย่อ	**คำเต็ม / คำจำกัดความ**
BIM	Building Information Modeling/ แบบจำลองสารสนเทศอาคาร
BEP	BIM Execution Plan/ แผนการดำเนินการใช้ BIM เพื่อให้บรรลุ เป้าหมายร่วมกัน
CAD	Computer Aided Design/ คอมพิวเตอร์เพื่องานออกแบบ
LOD	Level of Development/ ระดับความละเอียดของแบบจำลองที่สัมพันธ์กับกระบวนการทำงาน โดยเป็นแผนให้กับผู้ทำงานในกระบวนการของ BIM
LoD	Level of Details/ ระดับความละเอียดที่ภาพรวมทั้งหมดของพัฒนาการของรูปทรงเรขาคณิต (Geometry)
LOI	Level of Information/ ระดับความละเอียดของข้อมูล
NFPA	National Fire Protection Association/ สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติในสหรัฐอเมรอกา
ODS	Outline Design Specification/ มาตรฐานการออกแบบของโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน

1.2. ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น เพื่อแก้ปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงของ layout ตำแหน่งของห้องต่างๆ ซึ่งเมื่อมีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของห้องแล้วนั้น แต่ความต้องการของงานระบบดับเพลิงยังคงอยู่ เช่น ถังดับเพลิง, จำนวนหัวดับเพลิง เป็นต้น จึงต้องการสร้างเครื่องมือขึ้นมาเพื่อตรวจสอบตรวจสอบว่างานระบบระบบดับเพลิงที่จำเป็นสำหรับห้องนั้นๆ มีความครบถ้วนตามข้อกำหนดหรือไม่

1.3. สมมติฐานของการศึกษา

การทำงานช่วงที่เป็นการออกแบบรายละเอียด (Detailed Design) ในโครงการลักษณะที่เป็นในรูปแบบออกแบบและก่อสร้าง (Design-build) เนื่องจากเป็นช่วงที่การออกแบบมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างบ่อย และในการเปลี่ยนแปลงแต่ละครั้งจะส่งผลกระทบกับระบบอื่นๆ เช่น งานโครงสร้าง งานสถาปัตยกรรม งานระบบประกอบอาคาร เป็นต้น กล่าวคือถ้าระบบงานใดเปลี่ยนแปลงก็จะกระทบกับระบบงานอื่นๆ ไปด้วย จึงตั้งสมมติฐานว่ามีการโยกย้ายห้องต่างๆ มากและส่งผลกระทบกับการทำแบบงานระบบประกอบอาคาร เช่น มีการย้ายห้องจากด้านซ้ายของอาคารไปด้านขวาของอาคาร เป็นต้น โดยการตรวจสอบในแต่ละครั้งที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบจะใช้เวลาประมาณ 1 วันหลังจากได้รับแบบใหม่ ซึ่งจากช่วงที่เริ่มโครงการแรกๆ บางครั้งภายใน 1 สัปดาห์มีการแก้ไขแบบถึง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ จึงทำให้การตรวจสอบลักษณะนี้มีความซ้ำซ้อนและมีโอกาสผิดพลาดจากการทำงานแบบเดิม คือปริ้นแบบออกมาแล้วนำแบบเก่าและแบบใหม่เปรียบแทบกันเพื่อตรวจสอบว่าอุปกรณ์ต่างๆ ที่ควรมีตามรายการที่ใช้ตรวจสอบครบถ้วนหรือไม่

1.4. ขอบเขตการศึกษา

ทำการศึกษางานระบบระบบดับเพลิงที่มีความจำเป็นตรงกับมาตรฐานและข้อกำหนดของการออกแบบว่าครบถ้วนหรือไม่ และมีการติดตั้งที่ถูกต้องตามมาตรฐานและข้อกำหนดของการออกแบบหรือไม่ ในพื้นที่ใช้สอย ซึ่งจะไม่ได้ครอบคลุมถึงระบบเตือนภัย (Fire alarm system) เช่น อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) หรืออุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) และยกเว้นห้องเครื่อง (Fire pump Room) ของระบบดับเพลิง

ขอบเขตของประเภทอาคารที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

1. เป็นอาคารขนาดใหญ่

2. การศึกษาจะศึกษาเพื่อเป็นการนับจำนวนของหัวสปริงค์เกอร์ (Sprinkler) ตามมาตรฐานพื้นที่ครอบครองปานกลาง กลุ่ม 2 เท่านั้น

3. อ้างอิงเกณฑ์การคำนวณต่างๆ จาก NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems(Association, 2010)

4. ไม่ได้คำนึกถึงระยะห่างของ Sprinkler กับผนังห้อง เพียงแต่เตือนเรื่องจำนวนของ Sprinkler เท่านั้น

ขอบเขตของโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit)

1. ใช้โปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit 2020) ในการพัฒนา

2. ใช้ไฟล์สถาปัตย์อ้างอิง (Link file) เท่านั้น และนำค่าต่างๆ ที่จำเป็นต่อการคำนวนณมาใส่ในไฟล์งานระบบดับเพลิง (Fire Protection File)

3. พารามิเตอร์ที่จำเป็นต่อการคำนวณจะใช้จากไฟล์แชร์พารามิเตอร์ (Shared Parameter) ที่เป็น text file

ขอบเขตของมาตรฐาน ที่ใช้ในการออกแบบงานระบบดับเพลิง เป็น NFPA

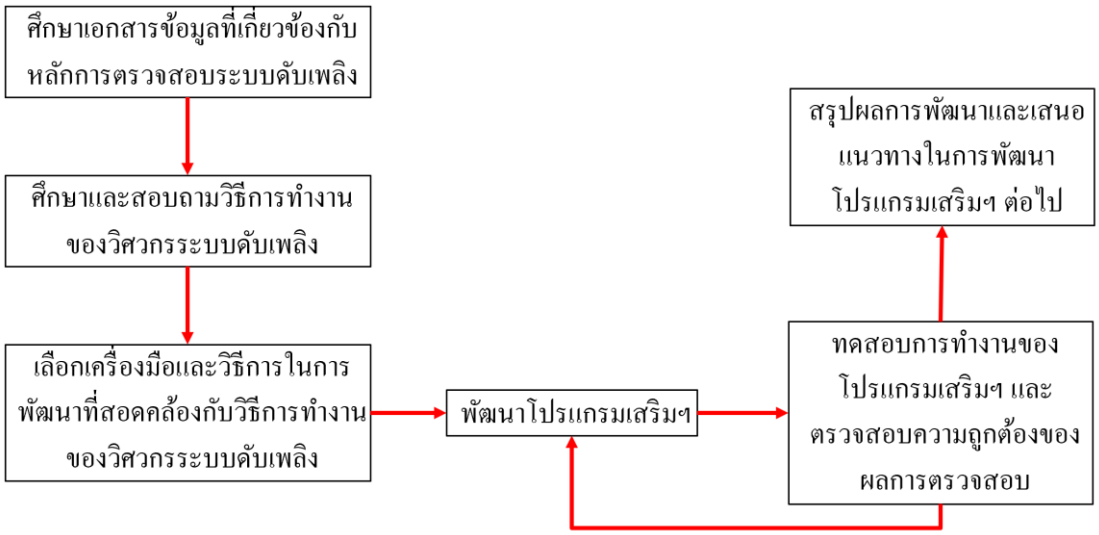
1. จะใช้มาตรฐาน NPFA 13 เป็นหลักในการออกแบบ

2. จะใช้มาตรฐานจากวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท) บ้างส่วนมาประกอบ

3. จะใช้ตารางสรุปของโครงการรถไฟฟ้าใต้ดินมาอ้างอิงเป็นหลัก เนื่องจากตารางในหน้าที่ 14 (เป็นตัวอย่างบ้างส่วนหรือสามารถดูข้อมูลทั้งหมดได้จาก ภาคผนวก ก) เป็นการสรุปจากข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ข้างต้น

1.5 แผนผังวิธีดำเนินการพัฒนาโปรแกรมเสริมฯ

วิธีการดำเนินการพัฒนาโปรแกรมเสริมฯ มีขั้นตอนการดำเนินงานตามแผนผังดัง ภาพที่ 8 แผนผังวิธีดำเนินการพัฒนาโปรแกรมเสริมฯ



ภาพที่ 8 แผนผังวิธีดำเนินการพัฒนาโปรแกรมเสริมฯ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 2
งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

สารนิพนธ์ที่นำเสนอเล่มนี่ได้รวบรวมองค์ความรู้ข้อมูลจากหนังสือ วารสาร และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นประโยชน์จากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษา และ วิเคราะห์เพื่องานวิจัยที่มีคุณภาพ ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

2.1 กระบวนการเขียนแบบก่อสร้าง

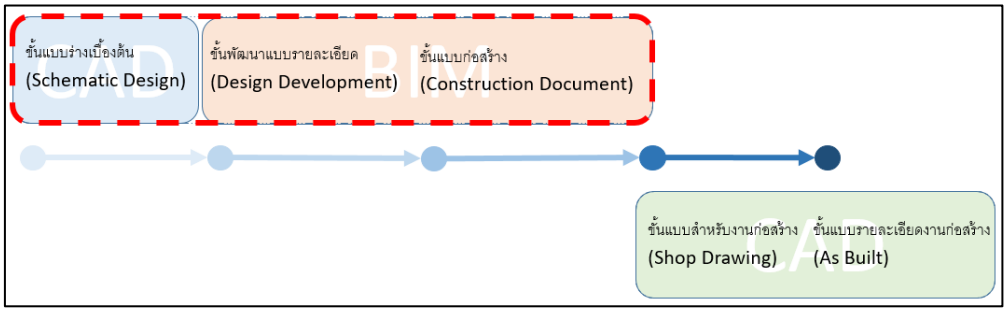
การเขียนแบบก่อสร้างนั้นจะเป็นไปตามขั้นตอนการทำงานโครงการ โดยเริ่มต้นจากข้อมูลโครงการเบื้องต้นไปจนถึงงานออกแบบก่อสร้างและก่อสร้างจนถึงการส่งมอบงานเป็นการประสานงานและร่วมมือเพื่อใช้ข้อมูลบนฐานข้อมูลเดียวกันตลอดโครงการไม่ว่าจะเป็นโครงการในระบบ Design-Bid-Build หรือ Design-Build ก็ตาม โดยมี LOD (Level of development) เป็นตัวช่วยในการแบ่งระดับขั้นของการพัฒนาโมเดล 3 มิติ (ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในหัวข้อ 2.3)

ลำดับขั้นตอนและเนื้อหาการทำงานสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงขั้นตอนการทำงานโครงการ(Thailand, 2017)

ขั้นตอนการทำงาน	เนื้อหาของการทำงาน	รายละเอียดของข้อมูล
ขั้นแบบร่างเบื้องต้น (Schematic Design)	เริ่มออกแบบจากความต้องการของโครงการด้วยการสร้าง Model ขั้นต้นเป็น Mass ที่ระบุตำแหน่งและลักษณะการวางบนพื้นที่ ให้เห็นรูปทรงเพียงสังเขป และประสานการทำงานกับผู้ประสานงานหมวดงานต่างๆ ด้วยการส่งต่อข้อมูล	ข้อมูล Project Information ลักษณะของโครงการที่บอกรูปร่างสังเขปและขนาดอาคารมีการแสดงของพื้นที่การใช้สอยตำแหน่งที่ตั้งและค่าระดับของพื้นที่ก่อสร้างโดยสังเขป หรือที่ความละเอียดต่ำ (LOD100)*
ขั้นพัฒนาแบบรายละเอียด (Design Development)	ออกแบบรายละเอียดของ ขนาด ตำแหน่งที่ชัดเจน การจัดวางพื้นที่ รูปทรง ปริมาตร ความสูง ทัศนียภาพที่รับรู้ถึงการใช้วัสดุ การแสดงผลทาง 3 มิติ และ 2 มิติ การทำ Coordination กับหน้าที่อื่นๆ เพื่อปรับปรุงและวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ	ข้อมูลของเนื้อที่ใช้สอย วัสดุ ปริมาณ พื้นผิววัสดุ รูปทรง 3 มิติ ที่สามารถรับรู้มิติได้ แสดงภาพเป็น Drawing View ข้อมูลของประมาณการเบื้องต้น ข้อมูลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ขัดแย้ง เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข หรือที่ความละเอียดขั้นต่ำ (LOD 200)
ขั้นแบบก่อสร้าง (Construction Document)	แบบแสดงรายละเอียดใน Model ของงานออกแบบที่มีระยะขอบเขต ปริมาณ ความ	ข้อมูลรายละเอียดของงานออกแบบทั้งหมดแสดงเป็นตารางและ Drawing View, Detail View,

ขั้นตอนการทำงาน	เนื้อหาของการทำงาน	รายละเอียดของข้อมูล
	กว้าง ความสูง ข้อกำหนดของชิ้นงาน Material Specification แบบขยาย การทำ Coordination กับหน้าที่อื่น ๆ ที่ปรับปรุงและวิเคราะห์ในด้านต่างๆ เรียบร้อยแล้วสามารถนำไปทำงานต่อเนื่องได้	Material List ผลสรุปของการทำ Coordination ประมาณการของโครงการและ Soft File, Hard Copy หรือที่ความละเอียดขั้นต่ำ (LOD 300)*
ขั้นแบบสำหรับงานก่อสร้าง (Shop Drawing)	แบบแสดงรายละเอียดใน Construction Model ของงานก่อสร้างที่มีตำแหน่ง พิกัดของอาคารตามจริง แบบรายละเอียดของการจัดวางองค์ประกอบอาคารตามสัดส่วนการก่อสร้างและการติดตั้งองค์ประกอบและอุปกรณ์อาคารตามลักษณะการก่อสร้างที่บอกระยะ ขนาด ปริมาณ และรูปทรง ที่รับรู้จริง แก้ปัญหาการทำงานด้วยการทำ Coordination กับผู้รับเหมาย่อยในงานติดตั้งและผู้ควบคุมงาน นำมาปรับปรุงเป็น Shop Drawing เพื่อขออนุมัติ	ข้อมูลวิธีการทำงานติดตั้งอุปกรณ์หรือนำเสนอข้อขัดแย้งของแบบในรูปของ 3 มิติให้ทุกฝ่ายสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ นำเสนอวิธีการทำงานและขั้นตอนในการก่อสร้าง ข้อมูลผล Clash เพื่อหาข้อสรุปในการทำงาน และแบบ Shop Drawing หรือที่ความละเอียดขั้นต่ำ (LOD 350)*
ขั้นแบบรายละเอียดงานก่อสร้าง (As Built)	บันทึกข้อมูลจากงาน Shop Drawing ที่อนุมัติ ข้อมูลวัสดุ อุปกรณ์ผู้ผลิต และวิธีการใช้งาน เพื่อทำ As Built Model สำหรับการส่งมอบอาคาร	As Built Model ที่แสดงผล 3 มิติ และ 2 มิติ Specification และ Manual ประกอบการซ่อมแซม เป็น Soft File และ Hard Copy หรือที่ความละเอียดขั้นต่ำ (LOD 400)*

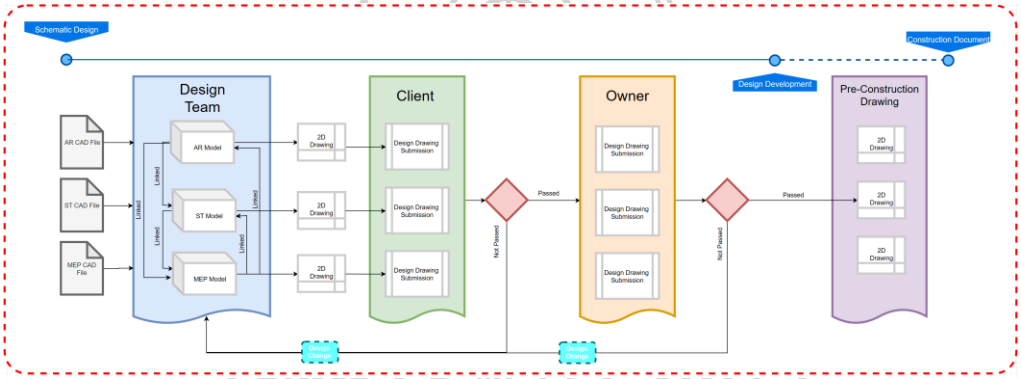


ภาพที่ 9 ขั้นตอนของแบบก่อสร้าง

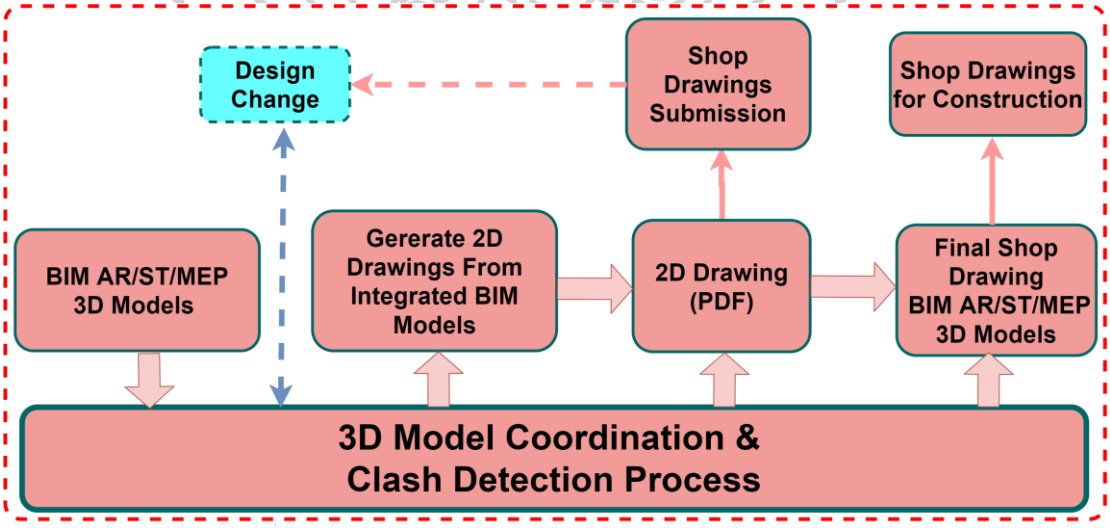
2.2 กระบวนการออกแบบและการเขียนแบบของโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน

2.2.1 กระบวนการทำงาน

ภาพที่ 10 กระบวนการขั้นตอนทำงาน



ภาพที่ 11 ขยายกระบวนการขั้นตอนแบบร่างกับขั้นตอนแบบพัฒนารายละเอียด



ภาพที่ 12 กระบวนการการเขียนแบบของโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน(Consortium, 2017)

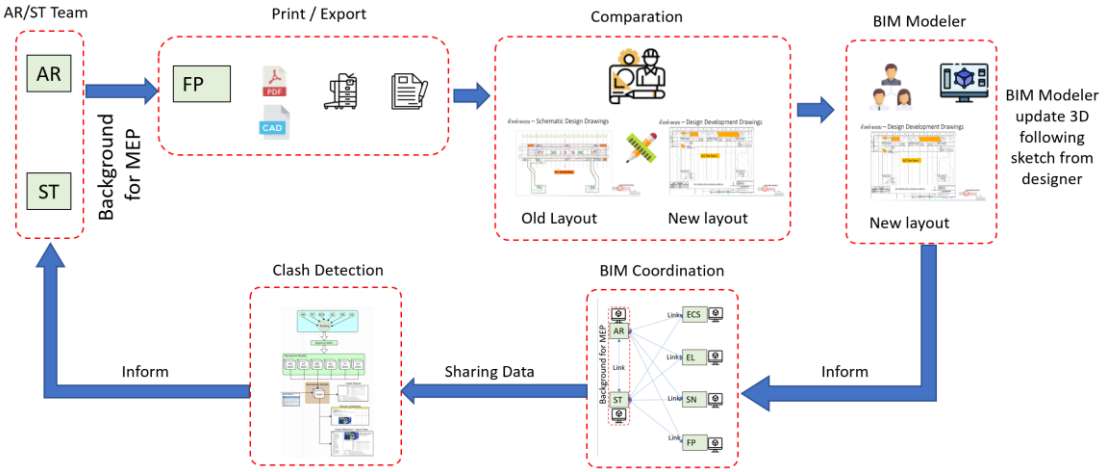
จากแผนภาพ (ภาพที่ 12 กระบวนการการเขียนแบบของโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน (Consortium, 2017)) ข้างต้น จะเห็นได้ว่าในช่วงเริ่มต้นของโครงการนั้นจะได้รับแบบร่างที่เขียนมาจากไฟล์ AutoCAD แล้วจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการสร้างโมเดล 3 มิติ และหลังจากนั้นจึงได้นำโมเดลของแต่ละหมวดหมู่ คือ งานสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และงานระบบประกอบอาคารมาทำการตรวจสอบการขัดแย้งกัน เมื่อทำการตรวจสอบที่อยู่ในเกณฑ์ที่พอใจของแต่ละหมวดงาน จึงเริ่มทำแบบ 2 มิติ เพื่อส่งมอบแบบที่ได้ออกแบบให้กับผู้ว่าจ้าง (Client) และเมื่อผู้ว่าจ้างได้รับแบบและตรวจสอบความถูกเรียบร้อยแล้ว ถ้าหากแบบที่ได้ออกแบบนั้นผ่านก็จะส่งแบบชุดที่ผ่านไปให้กับเจ้าของโครงการ (Owner) เพื่อทำการตรวจสอบอีกครั้ง แต่ถ้าหากไม่ผ่านก็จะส่งแบบพร้อมกับแจ้งจุดที่ต้องแก้ไขมาให้ทางผู้ออกแบบได้แก้ไข ซึ่งในกระบวนการนี้ในช่วงเริ่มต้นทำงานจะแบบที่เป็นแบบร่างมาเป็นแบบรายละเอียดนั้น จะมีการเปลี่ยนแปลงค่อยนี้บ่อย โดยเมื่อทีมผู้ออกแบบงานระบบระบบข้อมูล (โมเดล) มาจากทีมงานสถาปัตยกรรม และงานโครงสร้างเพื่อมาเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบ แต่มื่อทีมงานทั้งสองระบบนี้ มีการเปลี่ยนแปลงแบบจึงกระทบกับการออกแบบของทีมงานผู้ออกแบบงานระบบประกอบอาคารไปด้วย ยกตัวอย่างเช่น ทีมงานสถาปัตยกรรมจำเป็นต้องย้ายห้องเครื่องของงานระบบประกอบอาคารเนื่องจากทีมงานโครงสร้างไม่สามารถย้ายคานมารับพื้นห้องได้ เป็นต้น ซึ่งเหตุการณ์เรื่องการย้ายตำแหน่งห้องหรือการปรับขนาดห้องนั้นมีบ่อยมากในช่วงเริ่มต้นของโครงการ

ในส่วนของงานระบบประกอบอาคารเองก็จะมีข้อกำหนดในการออกแบบของตารางที่ 2 แสดงขั้นตอนการทำงานโครงการ(Thailand, 2017) เช่นกัน มีทั้งข้อกฎหมาย มาตรฐาน ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง โดยจะมีตัวอย่างตารางสรุปตามด้านล่างนี้ (ตารางที่ 3 ตัวอย่างตารางที่ใช้ในการออกแบบงานระบบประกอบอาคาร)

ตารางที่ 3 ตัวอย่างตารางที่ใช้ในการออกแบบงานระบบประกอบอาคาร

ซึ่งที่มาของตารางจะอธิบายใน ภาคผนวก ก.

Room Ref.	Room Name	Fire Protection				
					Gas System	
		Sprinkler	Dry Pipe Sprinkler System	Hose Reel	Clean Agent Suppression	Portable Extinguisher
1	Unpaid Area / Passageway / Adit			Y		4.5kg ABC
2	Paid Area			Y		4.5kg ABC
3	Ticket Vending Machine (TVM.)					4.5kg ABC
4	ATM. / Telephone Booth					4.5kg ABC
5	Automatic Fare Collection (AFC.)					2.5kg CO2
6	Multi-Purpose Area	Y		Y		
7	Platform Area			Y		4.5kg ABC
8	Cash Handling Area	Y				
9	Cash Trolley Store	Y				
10	Ticket Storage Room	Y				4.5kg ABC
11	Walk in Vault					4.5kg ABC
12	Cleaner	Y				
13	Refuse	Y				
14	Maintenance	Y				
15	Station / Lost & Found	Y				
16	Flood-Board Storage	Y				
17	Escape Route	Y				
18	First Aid	Y				
19	Public / Handicapped Toilets	Y				
20	Staff Corridor	Y				
21	Staff Dormitory	Y				
22	Staff Locker Room	Y				
23	Staff Mess / Rest Room	Y				
24	Staff Toilet	Y				
25	Station Operation Room (SOR.)		Y			2.5kg CO2
26	Ticket Office	Y				4.5kg ABC
27	Duty Service Managers Office	Y				4.5kg ABC
28	Office	Y				4.5kg ABC
29	Inspectors Office	Y				
30	Train Staff Room	Y				4.5kg ABC
31	Unused Space					
32	Maintenance Access Opening					



ภาพที่ 13 แสดงกระบวนการในการทำงานในปัจจุบันของระบบดับเพลิง

จากภาพ (ภาพที่ 13 แสดงกระบวนการในการทำงานในปัจจุบันของระบบดับเพลิง)อธิบายต่อจาก(ภาพที่ 6 ตัวอย่างแบบ Schematic design drawings) และ (ภาพที่ 7 ตัวอย่างแบบ Design Development Drawings) ของบทที่ 1 จะเห็นว่าส่วนที่เป็นการตรวจสอบแบบ (Comparation) หลังจากที่ได้แบบใหม่มาจากทีมสถาปนิกหรือทีมโครงสร้างนั้นยังเป็นในระบบแบบที่ต้อง Print แบบออกมาเป็นกระดาษแล้วทำการตรวจสอบแบบแล้วทำการออกแบบใหม่ ทำให้ต้องใช้เวลาในการออกแบบนานเนื่องจากช่วงต้นของโครงการจะมีการเปลี่ยนแปลงแบบบ่อยมาก และเมื่อได้ไปสอบถามทางทีม BIM Modeler พบว่าการทำงานในลักษณะนี้จะทำให้ต้องรอข้อมูลที่มาจากทีมผู้ออกแบบนั้นช้า จนทำให้ไม่สามารถส่งแบบออกมาจากโปรแกรมระบบ BIM ได้ เนื่องจากต้องรอเอาข้อมูลที่ได้มาเป็นกระดาษหรือแบบสเก็ตที่มาจากไฟล์ AutoCAD มาปรับเปลี่ยนแบบใน 3 มิติก่อน แล้วจึงไปปรับแบบใน 2 มิติอีกครั้ง จึงทำให้กระทบกับการส่งงานได้ เพราะต้องรอข้อมูลจากผู้ออกแบบนั้นต้องใช้เวลาในการหาการเปลี่ยนแปลงของแบบและนำข้อมูลมาออกแบบทำการออกแบบใหม่อีกครั้ง ซึ่งกระบวนการลักษณะนี้จะเกิดขึ้นบ่อยมาก ยกตัวอย่างเช่น ได้รับแบบที่ปรับเปลี่ยนมาวันจันทร์ตอนเช้าจากสถาปนิก หลังจากนั้นขั้นตอนแรกจะต้องตรวจสอบการเปลี่ยนแปลง และในวันอังคารมาออกแบบระบบใหม่ตามข้อกำหนดห้องนั้น ที่ได้เปลี่ยนตำแหน่งไป แล้วส่งแบบที่ออกแบบใหม่ให้กับทีมที่ทำโมเดล 3 มิติปรับแบบตามแบบใหม่นี้ และวันพุธได้รับแจ้งจากทีมงานสถาปัตย์ว่ามีการเปลี่ยนแปลงแบบอีกครั้ง และเมื่อทีมผู้ออกแบบงานระบบได้รับข้อมูลมาใหม่ก็จะต้องมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของห้องต่างๆ ใหม่อีกครั้ง แล้วจึงทำการออกแบบงานระบบใหม่ตามข้อกำหนดอีกครั้ง แล้วส่งข้อมูลที่ออกแบบให้กับทีมงานโมเดลแบบ 3

มิติ หลังจากนั้นจะเกิดกระบวนการเกิดขึ้นอีกหลายครั้ง ทางผู้ศึกษาโครงการจึงต้องการสร้างเครื่องมือที่ช่วยในการตรวจสอบออกแบบเพื่อช่วยลดเวลาการทำงานที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแบบที่บ่อยครั้ง

ตารางที่ 4 ตารางตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลงแบบในช่วงเริ่มต้นโครงการ

ผู้ออกแบบ / วัน	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัสบดี	ศุกร์	เสาร์
สถาปนิก		ส่งแบบออก		ส่งแบบออก		ส่งแบบออก	
วิศวกรระบบ		รับแบบและตรวจสอบ	ออกแบบงานระบบ	รับแบบและตรวจสอบ	ออกแบบงานระบบ	รับแบบและตรวจสอบ	

2.3 ระดับขั้นในการพัฒนา LOD (Level of Development)

ในการทำงานด้วย BIM โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลอง (Model) และการบันทึก ข้อมูล (Information) ลงบนแบบจำลองนั้น ในมาตรฐานของประเทศมักจะมีการกำหนดสิ่งที่เรียกว่า ระดับขั้นในการพัฒนาหรือ LOD (Level of Development) โดย LOD (Charoensuttiyotin, 2017) เป็นตัวกำหนดข้อมูลในการสร้างแบบจำลองว่า จำเป็นจะต้องสร้างแบบจำลองที่มีความละเอียดในระดับใด โดยจะอ้างอิงกับ กระบวนการหรือขั้นตอนของการทำงานของวิชาชีพและกำหนด LOD ออกมาเป็นระดับขั้นต่างๆ จากการศึกษาเปรียบเทียบมาตรฐาน BIM ของต่างประเทศจะพบว่าการกำหนด LOD นั้นจะมีทั้งกำหนดในลักษณะของ LOD ในแบบ Level of Detail ที่จะหมายถึงระดับความละเอียดของสิ่งที่จะใส่เข้าไปบนแบบจำลอง และ LOD ในแบบ Level of Development คือ ระดับความละเอียดของสิ่งที่เป็นผลที่เกิดจากการสร้างแบบจำลอง (Output) ซึ่งก็มักจะเป็นข้อมูลที่ตรงกับกระบวนการและขั้นตอนการทำงานของวิชาชีพการออกแบบในขั้นต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการทำงาน แนวคิดการทำแบบร่าง (Conceptual & Schematic Design) และการทำแบบร่างไปจนถึงการทำแบบก่อสร้าง (Shop Drawing) เป็นต้น การกำหนดระดับขั้นของ LOD ในต่างประเทศ มักจะมีการกำหนดออกมาเป็นตัวเลขระดับต่างๆ เช่น LOD100, 200, 300, 350 เป็นต้น และมีการกำหนดนิยามของตัวแบบจำลอง (Model) และข้อมูลที่ประกอบแบบจำลอง การกำหนดระดับขั้นในการพัฒนา (Level of Development: LOD) จึงสามารถสรุปและแยกส่วนประกอบของรูปแบบข้อมูลที่นำมาใช้บนระบบ BIM ออกได้เป็นสองส่วนหลักๆ ด้วยกันคือ ข้อมูลกราฟิก (Graphics) และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) ซึ่งหมายถึงข้อมูล ต่างๆ ที่บันทึกประกอบลงไปบนตัวแบบจำลองขั้นตอนการทำงานออกแบบโดยทั่วไป ดังนั้นในการกำหนดระดับขั้นในการ

พัฒนา (LOD) ในการทำงาน BIM สำหรับประเทศ ไทย จึงควรกำหนดระดับขั้นความละเอียดของข้อมูลให้สอดคล้องกับขั้นตอนในการทำงาน เพื่อให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องหรือทำงานร่วมกันเกิดความเข้าใจที่ตรงกันในรายละเอียดของข้อมูลที่ต้องใช้และต้องส่งต่อในแต่ละขั้นตอน ตรวจสอบข้อมูลดังกล่าวคือตรวจสอบว่าแบบจำลอง BIM มีข้อมูลที่จำเป็นเพียงพอในแต่ละช่วงและสามารถใช้งานแบบจำลองที่จัดทำขึ้นได้อย่างเต็มประสิทธิภาพตามจุดประสงค์

2.4 การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับโครงการค้นคว้าอิสระ มีทั้งข้อกำหนด กฎหมาย แนวทางในการใช้งาน ฯลฯ เพื่อศึกษาแนวทางการทำงาน โดยมีที่มาและความสำคัญ รวมถึงปัจจัยในด้านต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคารสำหรับการทำงานในช่วงเปลี่ยนผ่านของการออกแบบจากช่วงการออกแบบเบื้องต้นไปเป็นการออกแบบรายละเอียด โดยแบ่งเป็นดังนี้

2.4.1. เนื้อหาเกี่ยวกับกฎหมายและข้อกำหนดต่างๆ สำหรับการออกแบบ

ข้อมูลมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับการคำนวณการออกแบบและการติดตั้ง

2.4.1.1 ประเภทครอบครองของพื้นที่ ที่ทำการออกแบบ

สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาก่อนการออกแบบระบบกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ได้แก่ พื้นที่ครอบครอง (Occupancy Area) เนื่องจากต้องออกแบบให้ตรงตามความต้องการของพื้นที่ครอบครองแต่ละชนิด ซึ่งพื้นที่ครอบครองหมายถึง พื้นที่ที่มีลักษณะการใช้งานคล้ายคลึงกัน แบ่งตามลักษณะระดับอันตราย เพื่อจุดมุ่งหมายในการจัดระบบป้องกันอัคคีภัยตามกฎหมายกำหนด โดยไม่พิจารณาถึงชนิดของการก่อสร้าง

พื้นที่ครอบครองแบ่งตามลักษณะการครอบครองและการใช้งานปกติของวัสดุ ที่สามารถติดไฟและลามไฟได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย (Light Hazard Occupancy)
2. พื้นที่ครอบครองปานกลาง กลุ่ม 1 (Ordinary Hazard Occupancy Group 1)
   พื้นที่ครอบครองปานกลาง กลุ่ม 2 (Ordinary Hazard Occupancy Group 2)
3. พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก กลุ่ม 1 (Extra Hazard Occupancy Group 1)
   พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก กลุ่ม 2 (Extra Hazard Occupancy Group 2)

พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย

เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้งานที่มีวัสดุเผาไหม้ได้วางอยู่ภายในพื้นที่ปริมาณต่ำ ไม่มีการจัดเก็บวัสดุหรือสินค้าในเชิงพาณิชย์ ได้แก่

ตารางที่ 5 พื้นที่ครอบครองอันตรายน้อย

1. โรงแรม, อาคารที่พักอาศัยรวม, อพาร์ตเม้นต์ (เฉพาะส่วนห้องพัก)	6. โรงพยาบาล (ควบคุมวัสดุตามมาตรฐานโรงพยาบาล)
2. สำนักงานทั่วไป	7. สถานพยาบาลและพักฟื้น
3. โบสก์, วัด และวิหาร	8. ห้องสมุด (ยกเว้นห้องสมุดที่มีชั้นวางขนาดใหญ่)
4. สโมสร	9. พิพิธภัณฑ์
5. สถานศึกษา	

พื้นที่ครอบครองปานกลาง กลุ่ม 1

เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้งานที่มีวัสดุเผาไหม้ได้วางอยู่ภายในพื้นที่ปริมาณปานกลาง มีการจัดเก็บวัสดุหรือสินค้าที่มีความสูงไม่เกิน 2.4 เมตร ได้แก่

ตารางที่ 6 พื้นที่ครอบครองปานกลาง กลุ่ม 1

1. ที่จอดรถยนต์ และห้องแสดงรถยนต์	7. โรงงานผลิตแก้วและวัสดุที่ทำมาจากแก้ว
2. โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	8. ภัตตาคาร
3. โรงงานผลิตเครื่องดื่ม	9. โรงผลิตเครื่องบริโภคประจำวัน
4. ร้านทำขนมปัง	10. โรงภาพยนต์ และศูนย์ประชุม (ไม่รวมเวทีและเวทีหลังม่าน)
5. ร้านซักผ้า	11. สำนักงานที่เป็นอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่
6. โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง	

พื้นที่ครอบครองปานกลาง กลุ่ม 2

เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้งานที่มีวัสดุเผาไหม้ได้วางอยู่ภายในพื้นที่ปริมาณปานกลาง มีการจัดเก็บวัสดุหรือสินค้าที่มีความสูงไม่เกิน 3.66 เมตร ได้แก่

ตารางที่ 7 พื้นที่ครอบครองปานกลาง กลุ่ม 2

1. โรงงานกระดาษและผลิตเยื่อกระดาษ	16. โรงงานผลิตสินค้าที่ทำจากหนังสัตว์
2. โรงงานผลิตภัณฑ์กระดาษ	17. โรงงานผลิตลูกกวาดและลูกอม
3. ท่าเรือและสะพานส่วนที่ยื่นไปในน้ำ	18. โรงงานผลิตสิ่งทอ
4. โรงงานผลิตอาหารสัตว์	19. โรงงานยาสูบ
5. โรงภาพยนต์	20. โรงงานประกอบผลิตภัณฑ์ไม้
6. โรงมหรสพที่มีการแสดง	21. โรงพิมพ์และโรงงานผลิตสิ่งทอ
7. ที่ทำการไปรษณีย์	22. โรงงานใช้สารเคมี
8. ร้านค้า	23. โรงสีข้าว
9. ห้องสมุด (มีชั้นเก็บหลังหนังสือขนาดใหญ่)	24. โรงกลึง
10. ร้านซักแห้ง	25. โรงงานประกอบผลิตภัณฑ์โลหะ
11. ห้องเก็บของ	26. โรงต้มกลั่น
12. ห้างสรรพสินค้าและศูนย์การค้าที่เป็นอาคารขนาดใหญ่	27. อู่ซ่อมรถยนต์
13. ศูนย์แสดงสินค้าที่เป็นอาคารขนาดใหญ่	28. โรงงานผลิตยางรถยนต์
14. ซุปเปอร์สโตร์ที่เก็บสินค้าสูงไม่เกิน 3.6 เมตร	
15. โรงงานแปรรูปไม้ด้วยเครื่อง	

พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก กลุ่ม 1

เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้งานที่มีวัสดุเผาไหม้ได้วางอยู่ภายในพื้นที่ปริมาณมาก มีเชื้อเพลิงของเหลวติดไฟหรือของเหลวไวไฟอยู่ในพื้นที่ปริมาณน้อย ได้แก่

ตารางที่ 8 พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก กลุ่ม 1

1. โรงงานเก็บและซ่อมเครื่องบิน	6. โรงพิมพ์ที่ใช้หมึกพิมพ์ที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 37.90 เซลเซียส
2. พื้นที่ที่ใช้งานโดยมีของเหลวไฮดรอลิกติดไฟได้	7. อุตสาหกรรมยาง
3. หล่อด้วยแบบโลหะ	8. โรงเลื่อย
4. ขึ้นรูปโลหะ	9. โรงงานสิ่งทอรวมทั้งโรงฟอก ย้อม ปั่น ฝ้าย เส้นใยสังเคราะห์ และฟอกขนสัตว์
5. โรงงานผลิตไม้อัดและไม้แผ่น	10. โรงงานทำเฟอร์นิเจอร์ด้วยโฟม

พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก กลุ่ม 2

เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้งานที่มีวัสดุเผาไหม้ได้วางอยู่ภายในพื้นที่ปริมาณมาก มีเชื้อเพลิงของเหลวติดไฟหรือของเหลวไวไฟอยู่ในพื้นที่ปริมาณมาก ได้แก่

ตารางที่ 9 พื้นที่ครอบครองอันตรายมาก กลุ่ม 2

1. โรงงานผลิตยางมะตอย	5. พื้นที่ที่ใช้สารฉีด ชนิดของเหลวติดไฟได้
2. โรงพ่นสี	6. โรงชุบโลหะที่ใช้น้ำมัน
3. โรงกลั่นน้ำมัน	7. อุตสาหกรรมพลาสติกพื้นที่ล้างโลหะด้วยสารละลาย
4. โรงงานผลิตน้ำมันเครื่อง	8. การเคลือบสีด้วยการจุ่ม

2.4.1.2 พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ตารางที่ 10 พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิง(Association, 2010)

	พื้นที่ครอบครอง		
	อันตรายน้อย ตารางเมตร (ตารางฟุต)	อันตรายปานกลาง ตารางเมตร (ตารางฟุต)	อันตรายมาก ตารางเมตร (ตารางฟุต)
ไม่มีสิ่งกีดขวางจากโครงสร้าง	20.9 (225)	12.1 (130)	9.3 (100)
โครงสร้างที่มีสิ่งกีดขวางไม่ติดไฟ	18.6 (200)	12.1 (130)	9.3 (100)
โครงสร้างที่มีสิ่งกีดขวางติดไฟ	15.6 (168)	12.1 (130)	9.3 (100)

อ้างอิงตามมาตรฐาน NFPA 13: พื้นที่ครอบคลุมสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงชนิดใดๆ ต้องไม่เกิน 36 ตารางเมตร

2.4.1.3 เกณฑ์การออกแบบสำหรับโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน

สำหรับเกณฑ์การออกแบบสำหรับโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน ได้มีการระดับพื้นที่ครอบครองสำหรับระบบสปริงเกอร์อัตโนมัติเป็นแบบประเภท Ordinary Hazard Group 2 ทั้งโครงการ ตามภาพด้านล่าง (ภาพที่ 14 เกณฑ์การออกแบบสำหรับโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน)

Design Criteria

(i) Fire Hose System		
Standard	:	NFPA 14 - Standard for Installation of Standpipe, Private Hydrant and Hose system
Class of Standpipe System	:	Class III
Flow Rate and Residual Pressure	:	The pressure at a hose connection shall not exceed 100 psi (6.9 bars); the minimum flow rate for the hydraulically most remote standpipe shall be 2,840 L/min (750 GPM)
Fire Hydrant	:	65mm instantaneous outlet
Fire Hose	:	30m hose reel, 25mm diameter
Duration for operating	:	30 minutes (minimum)
(ii) Automatic Sprinkler System		
Standard	:	NFPA 13 - Standard for Installation of Sprinkler Systems
Occupancy Hazard Class	:	Ordinary Hazard Group 2
Installation Type	:	Wet pipe combined system
Design Density	:	8.1 mm/min
Area of Application	:	1,500 sq.ft.
Coverage area per sprinkler head	:	12 sq.m.
Duration for operating	:	60 minutes

ภาพที่ 14 เกณฑ์การออกแบบสำหรับโครงการรถไฟฟ้าใต้ดิน

2.5 การทำแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

หลังจากที่ได้ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง จึงนำไปสู่การทำแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวที่เกี่ยวข้องกับการทำแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการระบุปัญหาของการทำงานในปัจจุบัน และความต้องการของผู้ใช้งานที่มีความคาดหวังต่อแบบจำลองสารสนเทศอาคารเพื่อใช้ในการเขียนแบบระบบดับเพลิง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างในการทำแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ที่เป็นผู้ออกแบบ ซึ่งประกอบไปด้วยสถาปนิก วิศวกร และเป็นผู้ที่ใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในการทำงานโดยปกติอยู่แล้ว หรือเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการทำงานด้านอาคารและอาคารพิเศษ กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใช้ของผลการวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วยบริษัทที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสถาปัตยกรรม วิศวกรรม บริษัทที่ให้คำปรึกษาด้านแบบจำลองสารสนเทศอาคาร และบริษัทที่ทำงานด้านพัฒนาอสังหาริมทรัพย์

การจัดทำแบบสอบถามแบ่งเป็นแบบสอบถามด้วยแผ่นกระดาษ และแบบสอบถามผ่านทางออนไลน์ เพื่อให้เข้าถึงแบบสอบถามได้อย่างหลากหลายช่องทาง ซึ่งแบบสอบทางออนไลน์ได้ใช้ Google Forms เป็นแพลตฟอร์มในการสร้างแบบสอบถามออนไลน์และรวบรวมข้อมูล โดยลักษณะของคำถามเป็นการสำรวจข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลการใช้งาน BIM เบื้องต้น และข้อมูลการใช้งาน BIM เพื่อการออกแบบและเขียนแบบระบบดับเพลิง ซึ่งมีทั้งคำถามปลายเปิดและคำถามปลายปิด หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ กับผู้ตอบแบบสอบถาม โดยสามารถดูแบบสอบถามได้ที่ ภาคผนวก ข

การสัมภาษณ์ได้ดำเนินการแบบตัวต่อตัว เพื่อให้เกิดการโต้ตอบที่ดีและเข้าถึงข้อมูลที่เป็นประเด็นที่สำคัญได้ดีที่สุด โดยคำถามที่ใช้งานในการสัมภาษณ์ เลือกใช้เป็นคำถามปลายเปิด ในเชิงการแสดงความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ ที่เกี่ยวกับมุมมอง ขั้นตอนการทำงาน ความคาดหวัง ปัญหา-อุปสรรค ข้อเสนอแนะของการออกแบบและเขียนแบบระบบดับเพลิงในปัจจุบัน และการพัฒนาเครื่องมือใหม่ในการออกแบบและเขียนแบบด้วยแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM) โดยนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เป็นข้อมูลส่วนที่มาจากผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาเครื่องมือ

ที่มาของข้อมูล

1. สอบถามจาก BIM MEP Modeler ของบริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด(มหาชน) และบริษัทในเครือ

2. สอบถามจาก BIM Manager (MEP) และ BIM MEP Modeler ของบริษัท เออีคอม (ประเทศไทย) จำกัด

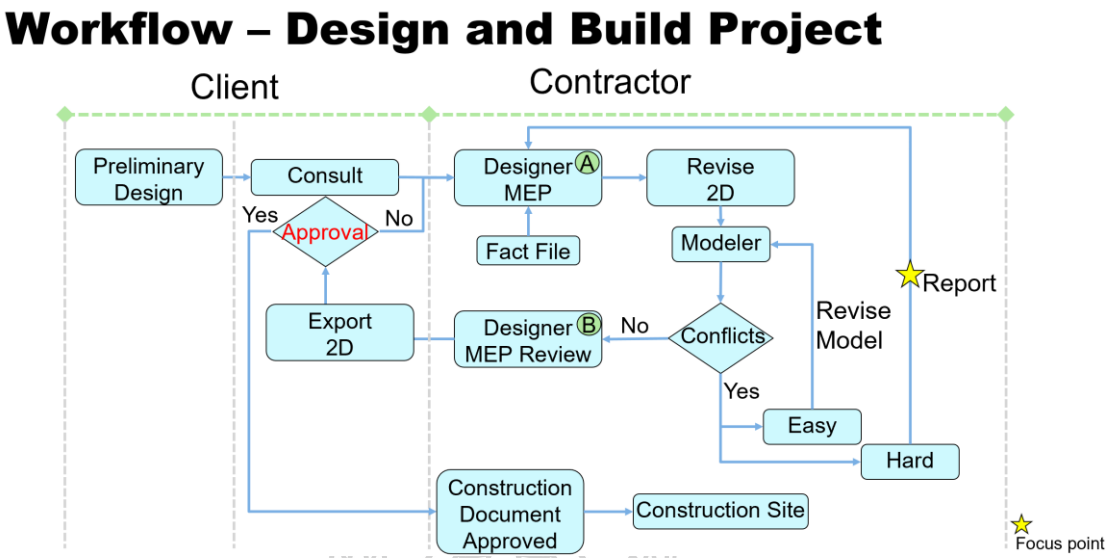
3. สอบถามจาก BIM Manager (MEP) ของบริษัท อีเอ็กซ์เอ็ม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง จำกัด

4. สอบถามจาก BIM Manager (MEP) ของบริษัท บริษัท ไทคิชา (ประเทศไทย) จำกัด

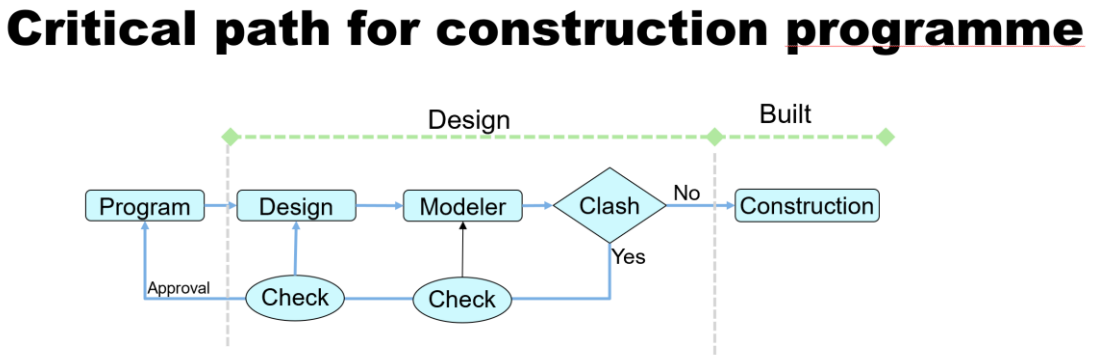
2.6 กระบวนการทำงานที่เกิดขึ้น

จากกระบวนการก่อสร้างที่เกิดขึ้นในโครงการที่มีลักษณะที่ออกแบบไปพร้อมกับงานก่อสร้างนั้น จะเริ่มจากการศึกษาแบบประมูลที่ได้รับมาจากเจ้าของโครงการแล้วนำมาศึกษาและใส่ข้อมูลรายละเอียดในการออกแบบ ใส่ข้อมูลที่ได้รับจากผู้ผลิต หรือผู้ให้บริการ ในแบบแปลนที่ได้รับมาจากทางสถาปนิก เมื่อศึกษาแล้วพบปัญหาก็จะไปประสานงานผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ เพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้ผลิต หรือผู้ให้บริการ กระบวนการข้างต้นที่กล่าวมานั้นเป็นการทำงานบน 2D drawing ปกติ หลังจากนั้นเมื่อคิดว่าเป็นข้อมูลที่เพียงพอแล้ว จะเริ่มทำการสร้าง 3D Model เพื่อใช้ในการตรวจสอบการชนต่างๆ รวมถึงการเข้าถึงอุปกรณ์ต่างๆ เมื่อสร้าง 3D model แล้วจะทำให้เห็นถึงปัญหาต่างๆ มากขึ้น จากแบบ 2 มิติปกติ และเมื่อตรวจสอบแก้ไขเรียบร้อยจะเข้าสู้กระบวนการการขออนุมัติแบบเพื่อใช้ก่อสร้างให้กับทางที่ปรึกษาโครงการตรวจสอบแบบก่อนการก่อสร้าง

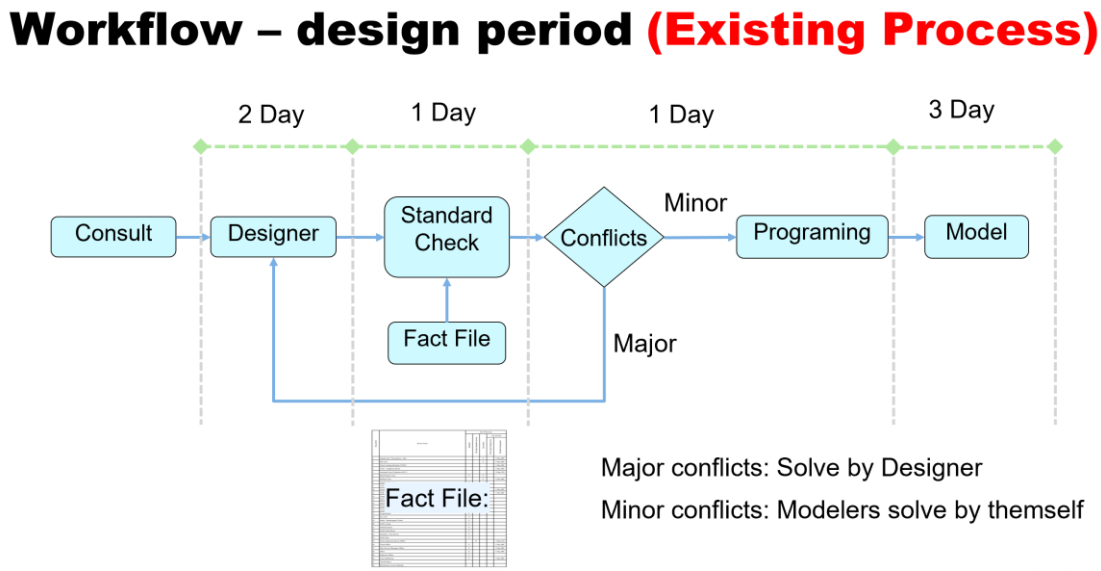
ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากในการบวนการที่ทำด้วยระบบ BIM มีบางช่วงที่จะเกิดคอขวดขึ้นจากการที่ต้องทำผสมกับกระบวนเดิมคือ 2D CAD และกระบวนการที่ทำแบบ 3 มิติ (3D Model) จึงทำให้เมื่อเกิดการตรวจสอบและการแก้ไขจะต้องใช้เวลามากขึ้น



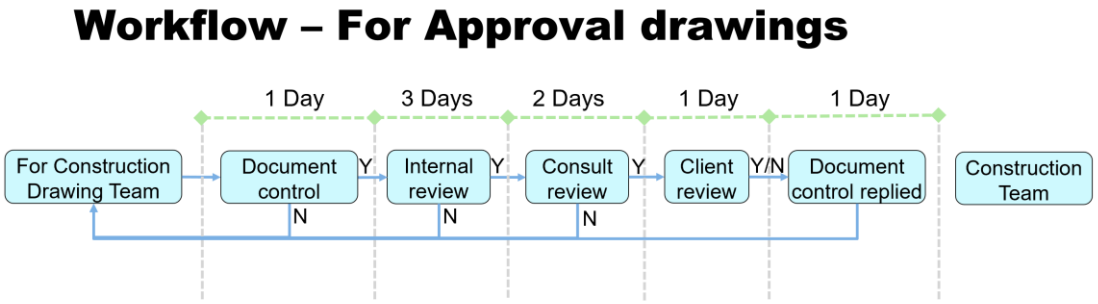
ภาพที่ 15 แสดงกระบวนการทำงานที่เกิดขึ้นในโปรเจค



ภาพที่ 16 แสดงกระบวนการทำงานที่เป็น Critical path สำหรับการก่อสร้าง



ภาพที่ 17 แสดงกระบวนการทำงานที่แสดงช่วงเวลาที่ใช้ในแต่ละช่วงการทำงาน



ภาพที่ 18 แสดงกระบวนการการขออนุมัติแบบก่อสร้าง

2.7 สรุปปัญหาและการคาดการณ์การแก้ไขปัญหา

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจากข้างต้นจึงข้อสรุป ดังนี้

1. ปัญหาจากการทำงาน

โดยสรุปแล้วจากปัญหาข้างต้นที่ได้กล่าวมานั้น คือ การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่างๆ ของงานสถาปัตย์ที่ส่งผลกระทบกับการออกแบบของงานระบบดับเพลิงนั้น คือ ตำแหน่งห้องที่เปลี่ยนแปลงไป ขนาดหรือรูปร่างของห้องที่เปลี่ยนแปลงไป ความสูงของห้องที่เปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งจำนวนครั้งของการออกแบบใหม่ของงานสถาปัตย์ที่จำเป็นต้องแก้ไขนั้นมีความถี่ที่มากทำให้ส่งผลกระทบกับการออกแบบของงานระบบดับเพลิงด้วย เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลอ้างอิงมาจากแบบสถาปัตย์นั่นเอง และระยะเวลาในการออกแบบใหม่ที่จำกัด เพื่อจะส่งแบบไปให้ทีมงานก่อสร้างได้ทันเวลาในการก่อสร้าง ให้เป็นไปตามแผนการก่อสร้างที่ได้วางไว้

2. การแก้ปัญหาจากการทำงาน

จากการสรุปปัญหาข้างบนนั้น ทางผู้ออกแบบโปรแกรมจึงเห็นสมควรที่จะสร้างเครื่องมือเพื่อช่วยในการตรวจสอบว่าเมื่อแบบของงานสถาปัตย์เปลี่ยนแปลงไปแล้วจะกระทบกับงานระบบดับเพลิงที่ได้ออกแบบไว้เดิมนั้นมากน้อยเพียงใด เพื่อช่วยให้ทีมงานผู้ออกแบบนั้นสามารถออกแบบงานระบบดับเพลิงที่เปลี่ยนแปลงไปจากระบบดับเพลิงที่ออกแบบไว้เดิมได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงพัฒนาผลิตภัณฑ์ (product development) ด้วยการพัฒนาส่วนเสริมของโปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อใช้ในการช่วยตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้

3.1 การกำหนดความสามารถของโปรแกรมเสริม

หลังจากได้ศึกษาข้อจำกัดต่างของโปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 2 จึงได้เริ่มต้นกำหนดการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยในการทำงาน ดังนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถดึงข้อมูลที่จำเป็นมาใช้งานในไฟล์งานระบบดับเพลิงได้
2. ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มแชร์พารามิเตอร์ได้โดยอัตโนมัติ เพื่อรับค่าที่ดึงมาจากไฟล์งานสถาปัตยกรรม โดยมีข้อมูลสำคัญ เช่น ชื่อห้อง เลขที่ห้อง และพื้นที่ของห้อง
3. ผู้ใช้งานสามารถนำค่าที่ได้มาทำการคำนวณ เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน
4. ผู้ใช้งานสามารถนำค่าที่ได้มาทั้งหมด แสดงผลโดยใช้ความสามารถเดิมของโปรแกรมสำเร็จรูป กล่าวคือ ฟังก์ชั่น schedule

3.2 การพัฒนาโปรแกรมแสริม

ข้อมูลปัญหาจากการทำงานในปัจจุบัน และความคาดหวังของผู้ใช้งานที่มีต่อแบบจำลองสารสนเทศอาคาร 3 มิติ (3D Model)

3.2.1 การเลือกเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมเสริม

การพัฒนาโปรแกรมเสริมด้วยภาษาซีชาร์ป (C#) เพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) จะต้องใช้ซอฟต์แวร์พื้นฐาน ดังต่อไปนี้

1. ต้องเลือกใช้คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 7 64-bit ขึ้นไป
2. ซอฟต์แวร์ Autodesk Revit 2020 ขึ้นไป เนื่องจากการพัฒนาต้องการใช้เป็นรุ่นล่าสุด และเป็นลิขสิทธิ์สำหรับนักเรียนนักศึกษา ซึ่งเป็น Educational Licenses
3. ส่วนเสริม (Add-Ins) Dynamo Core ซึ่งสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งได้ฟรีจากเว็บไซต์หลักของโปรแกม Dynamo (Free software)

3.2.2 การเตรียมข้อมูลสำหรับการพัฒนาเครื่องมือ

ก่อนการใช้งานโปรแกรมแสดงข้อมูลจากองค์ประกอบของงานระบบประกอบอาคาร เนื่องจะต้องมีการดึงข้อมูลจากพารามิเตอร์ (Parameter) ที่ไม่ได้มีในโปรแกรมปกติทำให้ จะต้องมีการเตรียมข้อมูลก่อนการใช้งานโปรแกรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การเตรียมไฟล์ Excel file สำหรับใช้ตรวจสอบข้อกำหนดตามโครงการ
2. การหาตำแหน่งของ Element ต่างๆ ที่ต้องการใช้ในการตรวจสอบ
3. Run Dynamo Script เพื่อ set ค่า Element Location (ดูรายละเอียดได้จาก ภาคผนวก ข)
4. การสร้างวิว (view) สำหรับรายงานผลการตรวจสอบ
5. สร้าง scheme เพื่อให้ง่ายต่อการอ่านรายงาน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

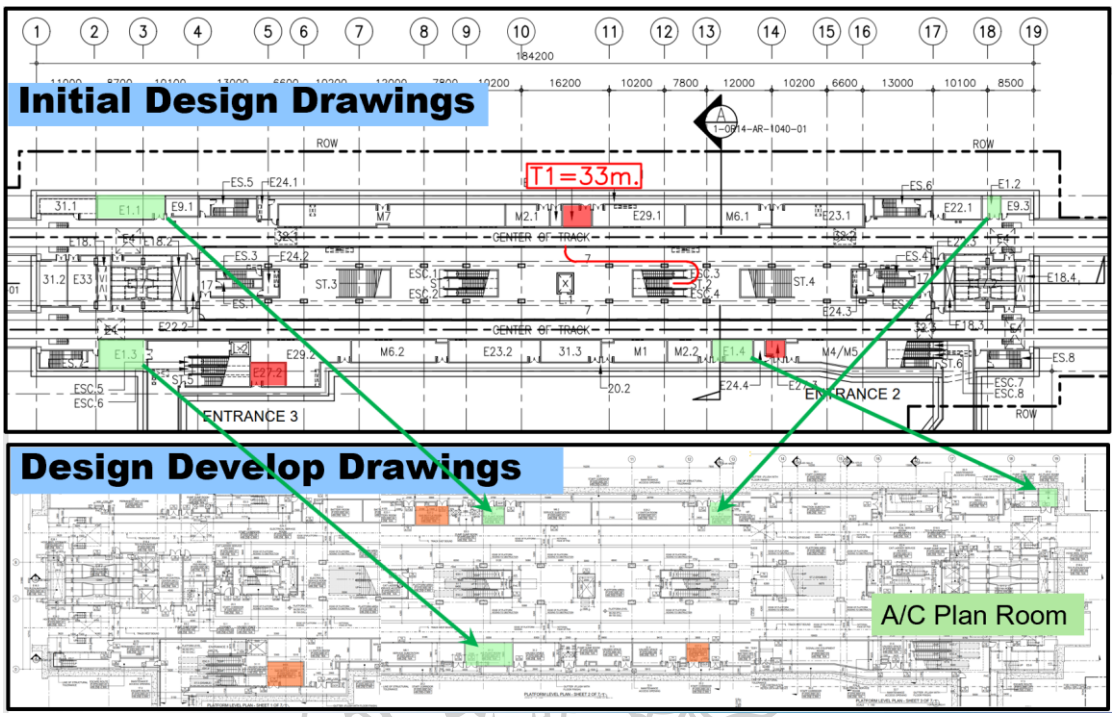
3.2.3 กระบวนการในการทำงาน

เพื่อให้ผู้ที่ต้องการศึกษาสามารถเข้าใจกระบวนการในการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยให้กระบวนการทำงานนั้นเร็วยิ่งขึ้น หากสามารถพัฒนาโปรแกรมเสริมให้สามารถทำตามกระบวนการด้านล่างนี้ได้ จะช่วยให้การทำงานนั้นรวดเร็วและมีความถูกต้องและครบถ้วนได้มากยิ่งขึ้น

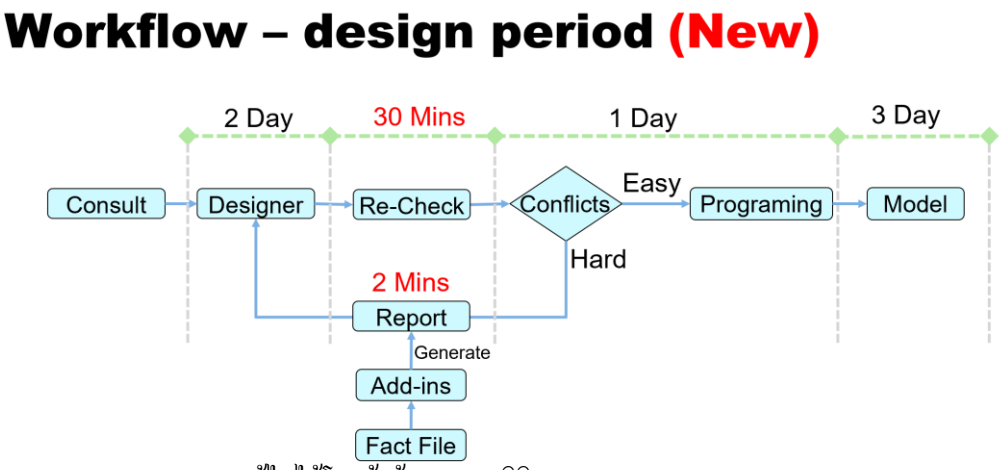
กระบวนการที่ทำจะเป็นการสร้าง 3D Model เพื่อใช้ในการตรวจสอบความขัดแย้งหรือการชนกันของแบบ 3 มิติ (3D Model) กล่าวคือก่อนที่จะทำการทำแบบ 2 มิติ ที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้องทำแบบ 3 มิติ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้ง เสา คาน พื้นต่างๆ ไม่มีการชนกัน หรืออาจเรียกได้ว่า ลองก่อสร้างในคอมพิวเตอร์ก่อนก่อสร้างจริงนั่นเอง รวมถึงความสะดวกสบายในการใช้งานอาคาร และเพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องตามหลักวิศวกรรมโดยมีขั้นตอนคร่าวๆ ดังนี้

โดยช่วงที่มีปัญหาคือช่วงระหว่างการรอรับข้อมูลจากผู้ออกแบบเมื่อมีการปรับเปลี่ยนแบบจากปัจจัยต่างๆ มากมาย เช่น ทางผู้ออกแบบงานสถาปัตย์หรืองานโครงสร้าง ต้องการปรับแบบ (ขนาดห้อง ตำแหน่งห้อง ความสูงห้อง ขนาด เสา คาน หรือ ความหนาพื้น) และเมื่อทางผู้สร้างโมเดลไม่ได้รับข้อมูลจากทางผู้ออกแบบจะไม่สามารถทำงานต่อได้ จึงทำให้เกิดปัญหาขึ้นจะทำให้กระบวนการทำงานต้องหยุดชะงักไป จึงทำให้กระทบกับแบบที่จะต้องใช้สำหรับงานก่อสร้าง และเมื่อได้แบบที่ใช้ในการก่อสร้างก็จะกระทบกับการสั่งวัสดุ แผนการส่งของเข้าไซต์งาน การวางแผนการขนส่ง การปิดการจราจร หรือรวมถึงการนัดหมายกับผู้รับเหมาช่วง

จากปัญหาที่ได้กล่าวมานั้นในช่วงแรกของการออกแบบนั้น จะมีการปรับเปลี่ยนค่อนข้างบ่อยมาก ในบางครั้งเปลี่ยน ถึง 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เพื่อหาตำแหน่งหรือจุดที่เหมาะสมและปลอดภัยที่สุดสำหรับผู้ใช้งานอาคาร



ภาพที่ 19 แสดงการย้ายตำแหน่งของห้องต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงแบบ



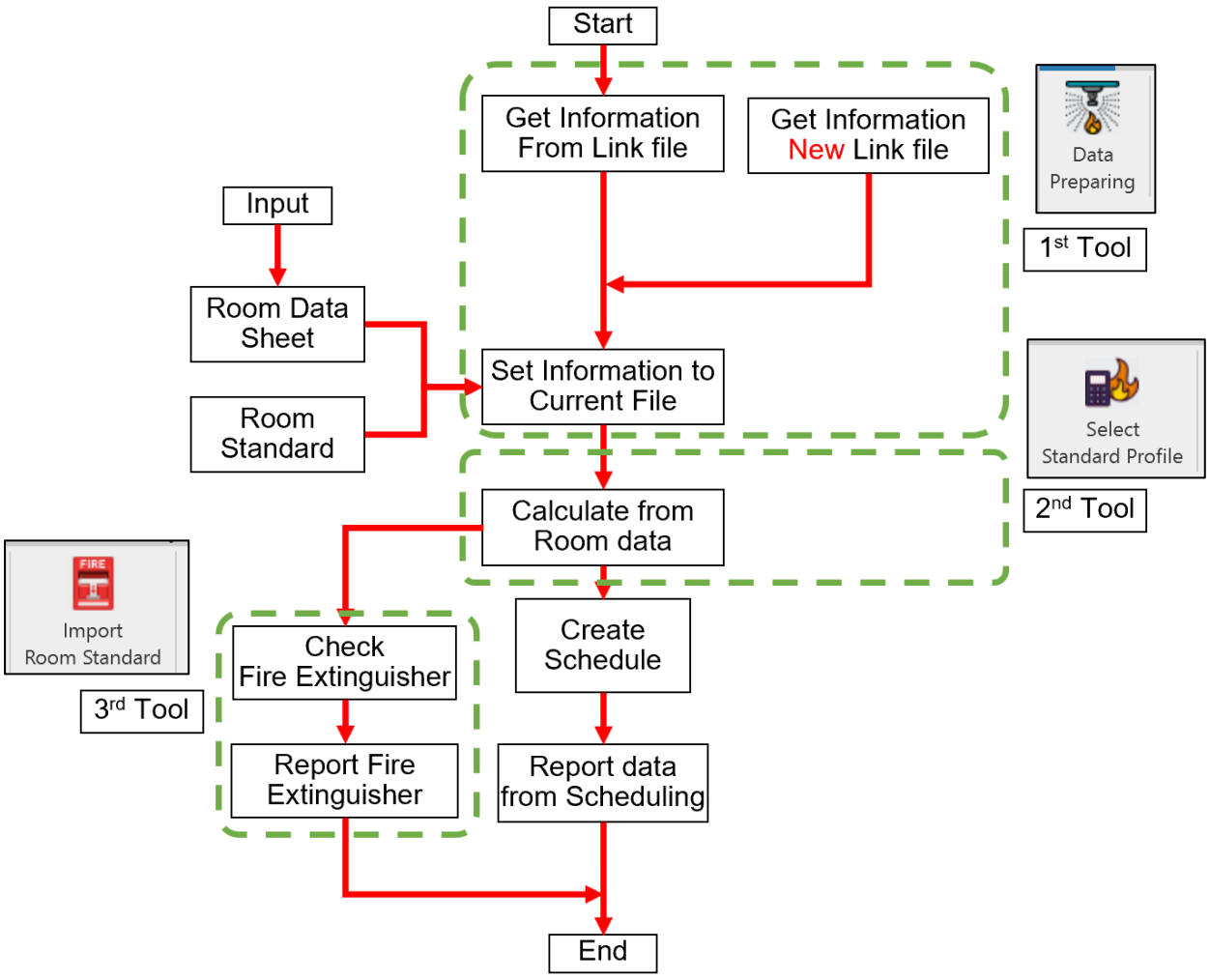
Easy conflicts: สามารถแก้ไขได้โดยผู้สร้างแบบ 3 มิติ (BIM Modeler)
Hard conflicts: ไม่สามารถแก้ไขได้โดยผู้สร้างแบบ 3 มิติ (BIM Modeler) จำเป็นต้องส่งข้อมูลให้ทางผู้ออกแบบตัดสินใจ
Fact File: เป็นตารางสรุปความต้องการระบบดับเพลิงในแต่ละห้อง

ภาพที่ 20 แสดงกระบวนการทำงานที่แสดงช่วงเวลาที่ใช้ได้ใช้โปรแกรมเสริมเข้ามาช่วยตรวจสอบ

3.2.4 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริม (Software Design)

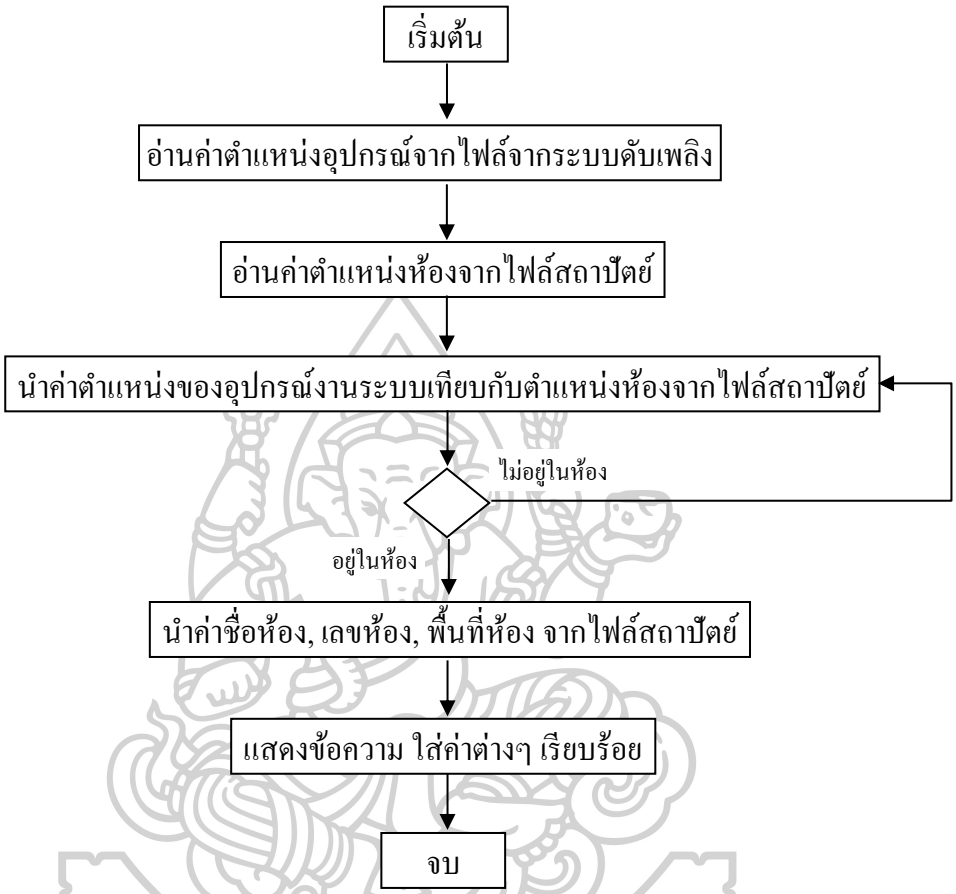
Flow Chart โปรแกรมแสดงข้อมูลของวัตถุในงานระบบประกอบอาคาร

แผนผังการทำงานของโปรแกรมเสริม



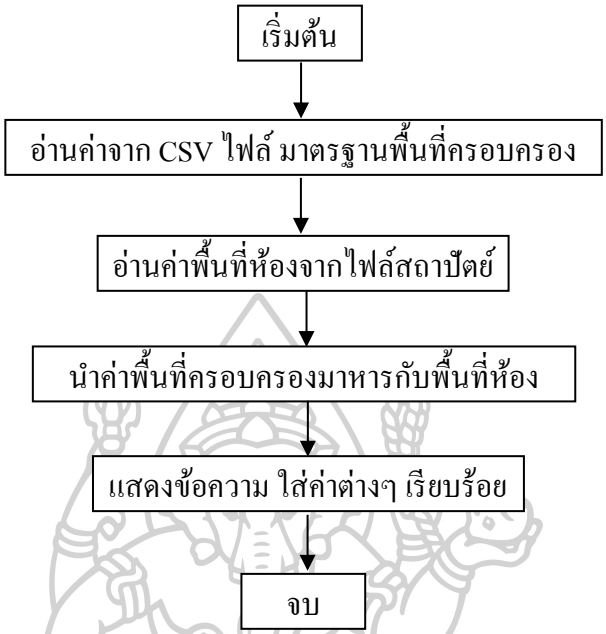
ภาพที่ 21 แผนผังการทำงานของโปรแกรมเสริม

3.2.4.1 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Data Preparation



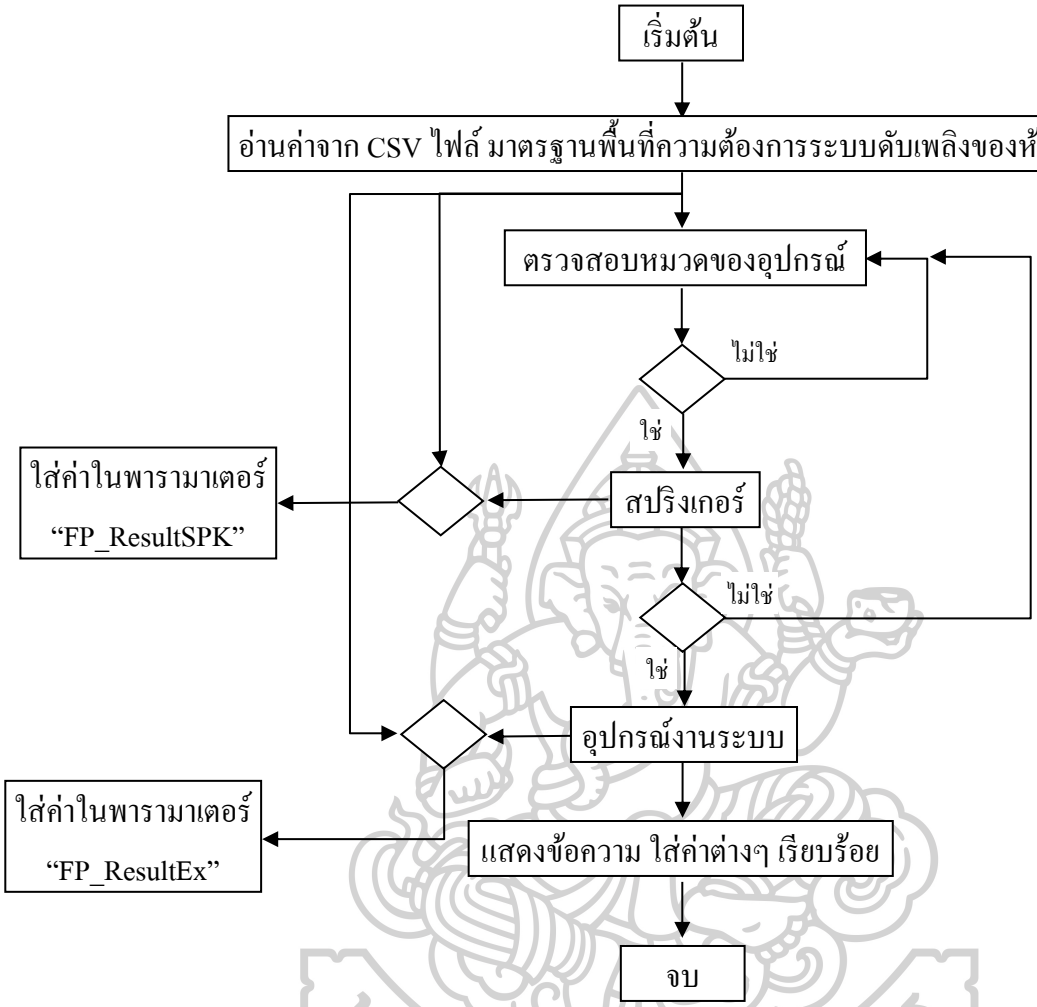
ภาพที่ 22 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Data Preparation

3.2.4.2 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Select Standard Profile



ภาพที่ 23 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Select Standard Profile

3.2.4.3 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Import Room Standard



ภาพที่ 24 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมฯ ส่วนของปุ่มกด Import Room Standard

3.2.5 รูปแบบการทำงานโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit)

3.2.5.1 การเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลในโปรแกรมออโต้เดสเรวิท

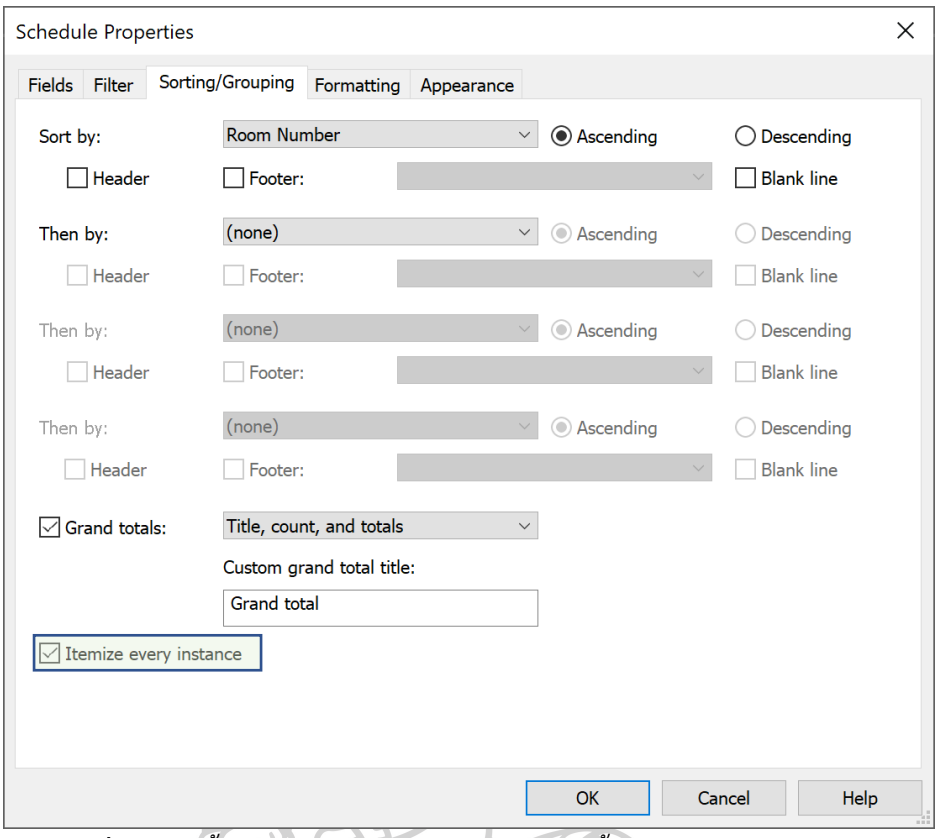
เนื่องจากรูปแบบการเก็บข้อมูลของโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) นั้นเป็นแบบ 1:1 กล่าวคือ โปรแกรมจะเก็บแบบชิ้นต่อชิ้น เมื่อนำค่านั้นๆ มาทำการคำนวณโดยตรงจะทำให้ได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง เมื่อถอดปริมาณออกมาเป็น Schedule นั้น เมื่อรูปแบบของการเก็บข้อมูลในโปรแกรมออโต้เดสเรวิทเป็นในลักษณะดังกล่าวนั้น จึงได้ทำการแก้ไขปัญหาโดยการเขียนโปรแกรมเสริมให้ทำการนับอิลิเมนต์ (Element) ที่อยู่ในแต่ละห้องต่างๆ เพื่อนำค่ามาทำการคำนวณและตรวจสอบ

1 - Mech - Report | Sprinkler Schedule | **Sprinkler Schedule_Original**

<Sprinkler Schedule_Original>

A	B	C	D
Family	Room Number	Room Name	Count
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	17	ESCAPE ROUTE	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	1

ภาพที่ 25 แสดงรูปแบบการเก็บข้อมูลของโปรแกรมเรวิท (Autodesk Revit)



ภาพที่ 26 การตั้งค่าให้แสดงอุปกรณ์เป็นแบบรายชิ้น (Itemize every instance)

หลังจากที่พบว่ารูปแบบการทำงานของโปรแกรมเรวิท (Autodesk Revit) นั้น เป็นอย่างไร จึงได้ทำการแก้ไขโดยการเขียนโปรแกรมเสริมให้นับจำนวนอุปกรณ์ที่อยู่ในห้อง ดังภาพ (ภาพที่ 27 แสดงการนับจำนวนสปริงเกอร์ที่อยู่ให้ห้องต่างๆ)

1 - Mech - Report | **Sprinkler Schedule** | Sprinkler Schedule_Original

<Sprinkler Schedule>

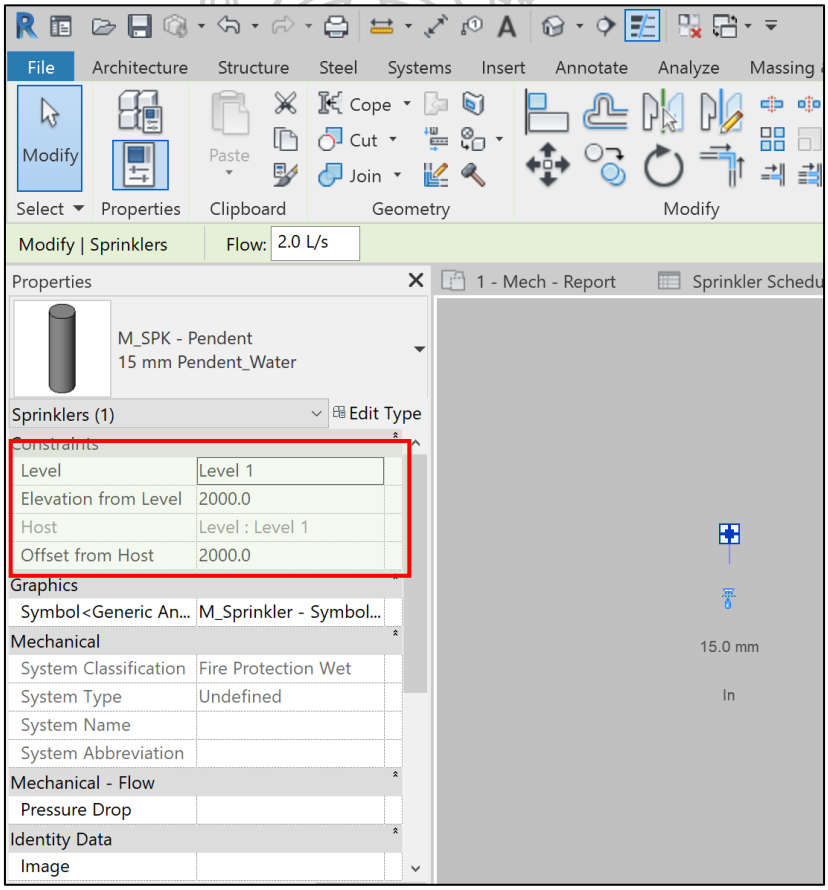
A	B	C	D
Family	Room Number	Room Name	FP_Current
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	17	ESCAPE ROUTE	1
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E1	A/C PLAN ROOM	45
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E5	ECS CONTROL ROOM	21
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E7	PRESSURIZED FAN ROO	24
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E9	SUMP PUMP ROOM	15
M_Sprinkler - Pendent - Hosted	E27	GAS BOTTLE ROOM	3
M_SPK - Pendent_N2	E29	LV. SWITCH ROOM	30
Grand total: 139			

ภาพที่ 27 แสดงการนับจำนวนสปริงเกอร์ที่อยู่ให้ห้องต่างๆ

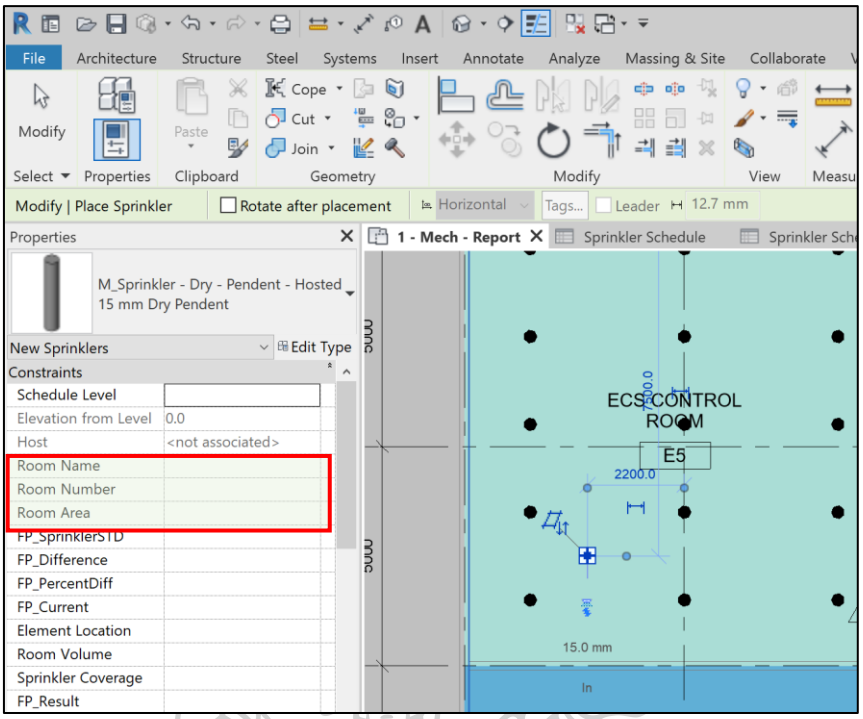
3.2.5.2 การจัดการกับฐานข้อมูลที่แยกออกจากกัน

เนื่องจากการทำงานของงานระบบดับเพลิงนั้น จะต้องทำการการไฟล์ลิงค์ (Link File) จากงานสถาปัตย์มาอ้างอิง เช่น ค่าชื่อห้อง (Room Name), เลขที่ห้อง (Room Number), และ พื้นที่ห้อง (Room Area) จากไฟล์ลิงค์ (Link File) กล่าวคือนำข้อมูลจากไฟล์สถาปัตย์ ซึ่งเป็นไฟล์อ้างอิงสำหรับงานระบบดับเพลิงมาใช้งานนั้นไม่สามารถทำได้ในโปรแกรมเรวิท (Autodesk Revit) ปกติตามภาพ (ภาพที่ 28 แสดงค่าพารามิเตอร์ปกติที่มีอยู่ (ก่อนการใช้งานโปรแกรมเสริม))

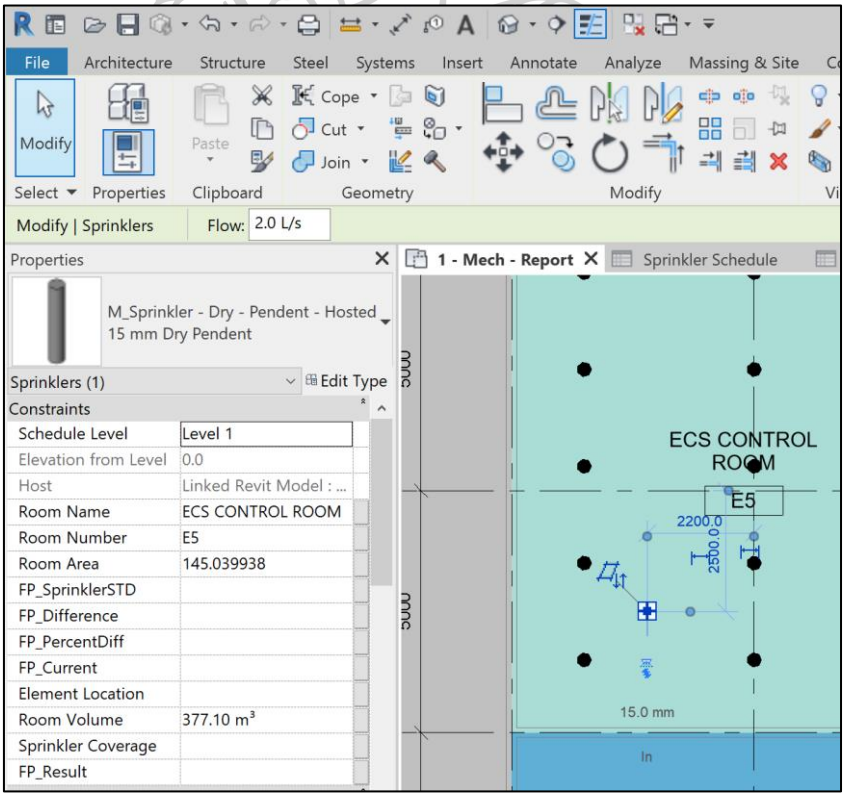
จึงได้ทำการแก้ไขปัญหาโดยการเขียนโปรแกรมเสริมให้ทำการ ตามภาพ (ภาพที่ 29 แสดงการเพิ่มพารามิเตอร์ที่ต้องการ และ ภาพที่ 30 การนำค่าที่มาจากไฟล์สถาปัตย์มาใส่ในอิลิเมนต์ของงานระบบดับเพลิง)



ภาพที่ 28 แสดงค่าพารามิเตอร์ปกติที่มีอยู่ (ก่อนการใช้งานโปรแกรมเสริม)



ภาพที่ 29 แสดงการเพิ่มพารามิเตอร์ที่ต้องการ

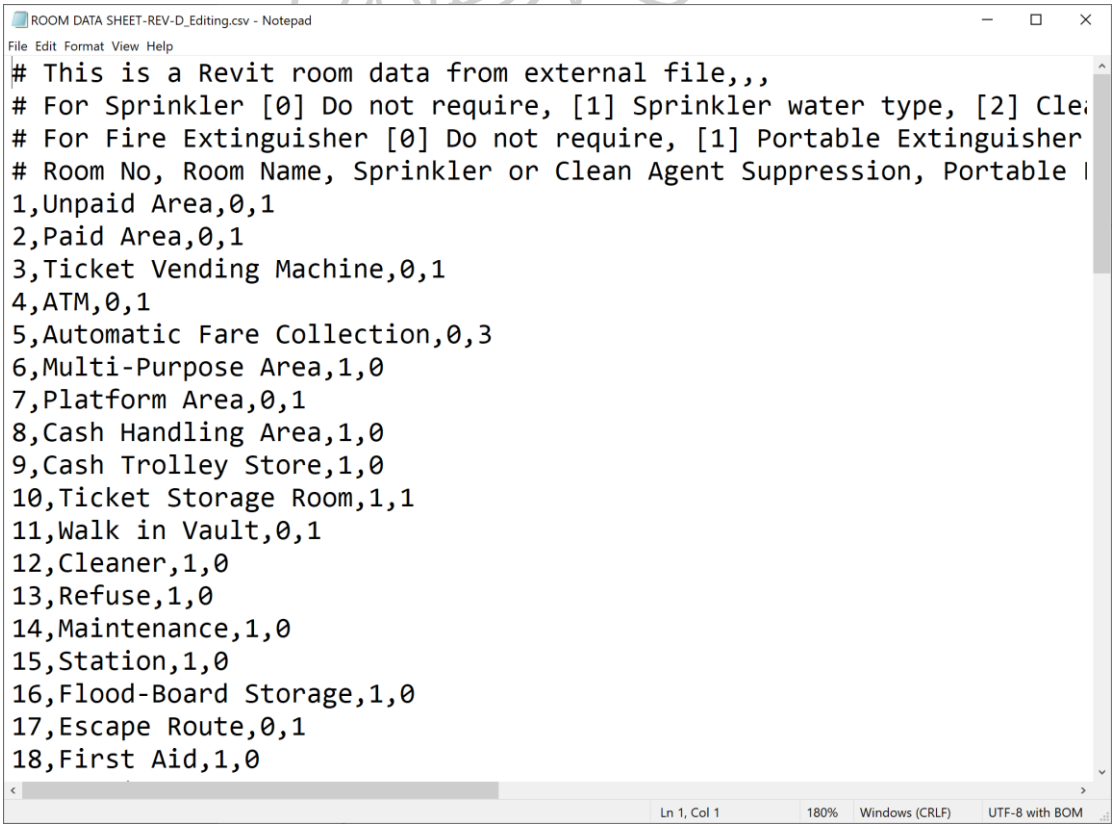


ภาพที่ 30 การนำค่าที่มาจากไฟล์สถาปัตย์มาใส่ในอิลิเมนต์ของงานระบบดับเพลิง

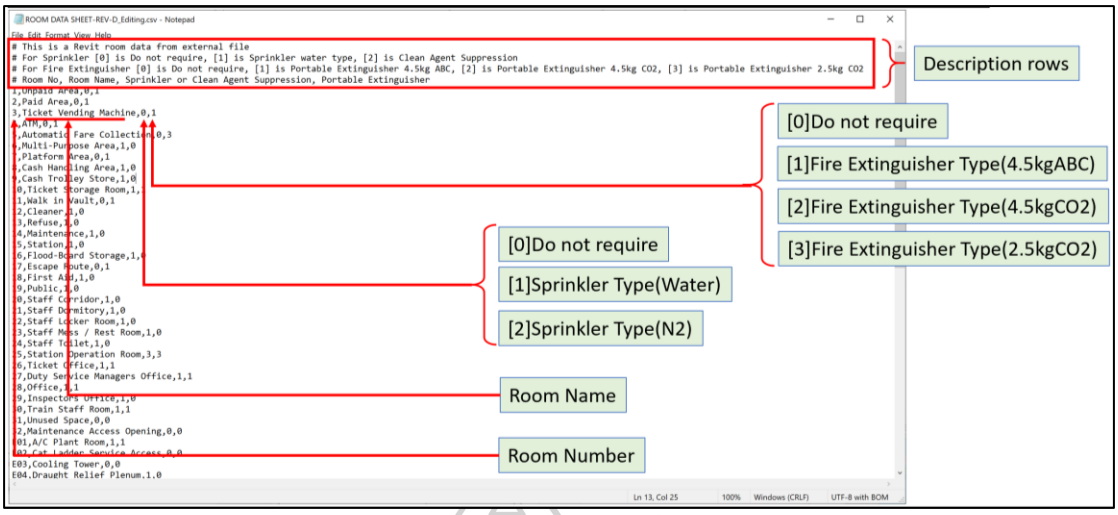
3.2.5.3 การอ่านข้อมูลมาตรฐานจากภายนอก

เนื่องจากหลังจากที่ได้พัฒนาโปรแกรมเสริมแล้วได้นำไปให้ผู้ใช้งานจริงได้ทดลองใช้งา แล้วพบว่า เมื่อผู้ใช้งานนำไปทดสอบกับงานที่ทำอยู่นั้นมีชื่อของห้องที่ไม่ตรงกันกับที่ผู้พัฒนาได้ตั้งไว้ จึงทำให้ไม่ได้ผลลัทธ์ที่ตรงกัน ทางผู้พัฒนาจึงได้ทำการแก้ไขโดยให้ผู้ใช้งานสามารถอ่านค่าจากไฟล์ภายนอกได้ (แต่อยู่ในกรอบมาตรฐานของโครงการ โดยผ่านผู้ดูแล) ซึ่งนั้นคือการอ่านค่าจะไฟล์ CSV ซึ่งเป็น text ไฟล์ชนิดหนึ่ง

ข้อมูลมาตรฐานจากภายนอกคือการอ่านค่าจากไฟล์นามสกุล CSV (Comma-separated values) หรือ ชื่อย่อ CSV เป็นรูปแบบการเก็บข้อมูลตัวเลข และตัวอักษร ในรูปแบบอักษรธรรมดา ซึ่งรูปแบบอักษรธรรมดาหมายถึง ไฟล์ที่เก็บเฉพาะตัวอักษรเท่านั้น เป็นรูปแบบที่คนอ่านได้ด้วยโปรแกรมอ่านมาตรฐาน แต่ละบรรทัดในไฟล์เรียกว่า เรคคอร์ด และแต่ละเรคคอร์ด จะประกอบไปด้วยฟิลด์ ซึ่งคั่นด้วยเครื่องหมายลูกน้ำ (,) การใช้เครื่องหมายลูกน้ำ (comma) นี้ เป็นที่มาของชื่อรูปแบบไฟล์นี้นั่นเอง Comma-separated values ซึ่งดูได้จากภาพตัวอย่างด้านล่าง (ภาพที่ 31 แสดงตัวอย่างไฟล์ CSV)



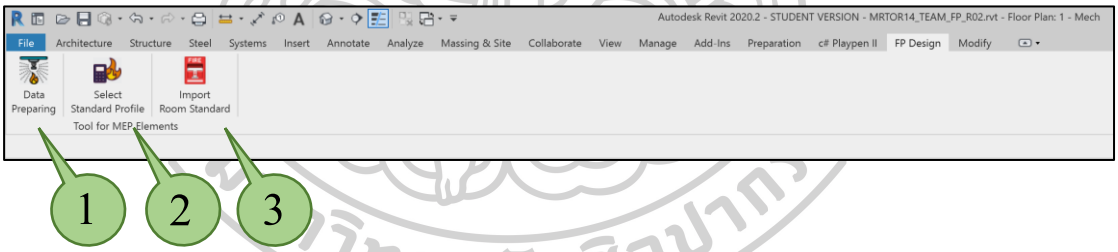
ภาพที่ 31 แสดงตัวอย่างไฟล์ CSV



ภาพที่ 32 แสดงการใช้งานไฟล์ CSV และคำอธิบายค่าต่างๆ ในไฟล์

3.2.6 Workflow ในการทำงาน

จากกระบวนการข้างต้น เมื่อมีเครื่องมือในการช่วยตรวจสอบการความถูกต้องหลังจากที่มีการปรับเปลี่ยนแบบทั้งตำแหน่งห้อง ขนาดห้อง และความสูงของห้องต่างๆ จะช่วยให้กระบวนการที่เกิดขึ้นซ้ำนี้ สามารถทำงานได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 33 แสดงเครื่องมือทั้งหมดที่มีในโปรแกรมเสริมฯ

1. คือเครื่องมือที่ใช้ในการนำค่าที่อยู่ในลิงค์ไฟล์ (ไฟล์สถาปัตย์) เข้ามาใส่ในไฟล์งานระบบดับเพลิง

2. คือเครื่องมือที่ใช้ในการอ่านค่ามาตรฐานของพื้นที่ครอบครองอันตรายตามมาฐานจาก CSV ไฟล์

3. คือเครื่องมือที่ใช้ในการอ่านค่ามาตรฐานของความต้องการระบบดับเพลิง (Room Requirement) เพื่อใช้ในการตรวจสอบการออกแบบ

บทที่ 4
วิธีติดตั้งและการใช้งานโปรแกรมเสริม

ในบทที่ 4 อธิบายถึง โครงสร้างโฟลเดอร์และวิธีการติดตั้งโปรแกรมเสริม การอธิบายถึงวิธีการใช้งานโปรแกรมเสริม เพื่อใช้ในการตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ระบบดับเพลิงตามมาตรฐานการออกแบบ

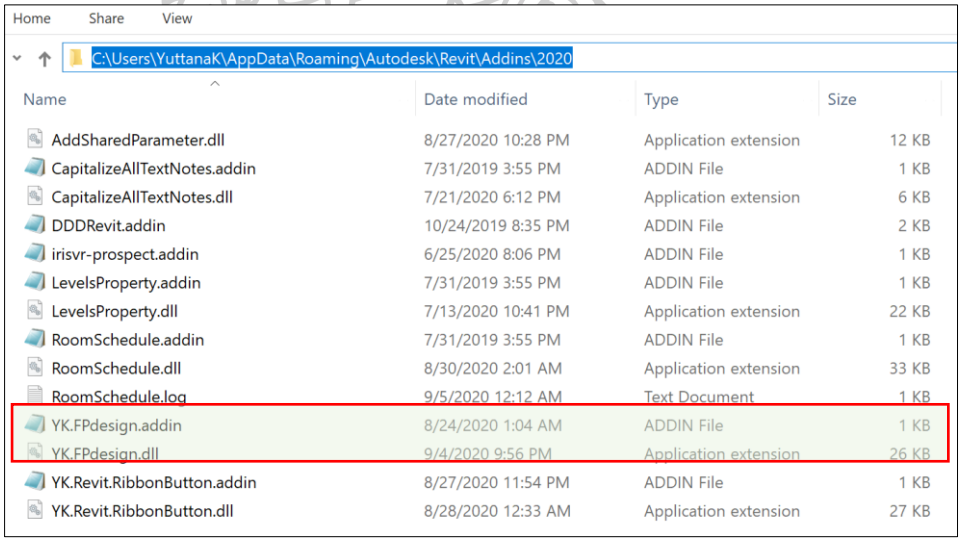
4.1 โครงการการจัดเก็บไฟล์ของโปรแกรมเสริม

โครงสร้างโฟลเดอร์ของโปรแกรมเสริมที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยไฟล์นามสกุล .dll กับไฟล์ .addin เพื่อให้สามารถใช้งานโปรแกรมเสริมที่ได้พัฒนาขึ้นมาใช้งานได้นั้นจำเป็นต้องนำไฟล์ที่ 2 ไฟล์นี้ไปไว้ในโฟลเดอร์ที่โปรแกรมเรวิท (Autodesk Revit)

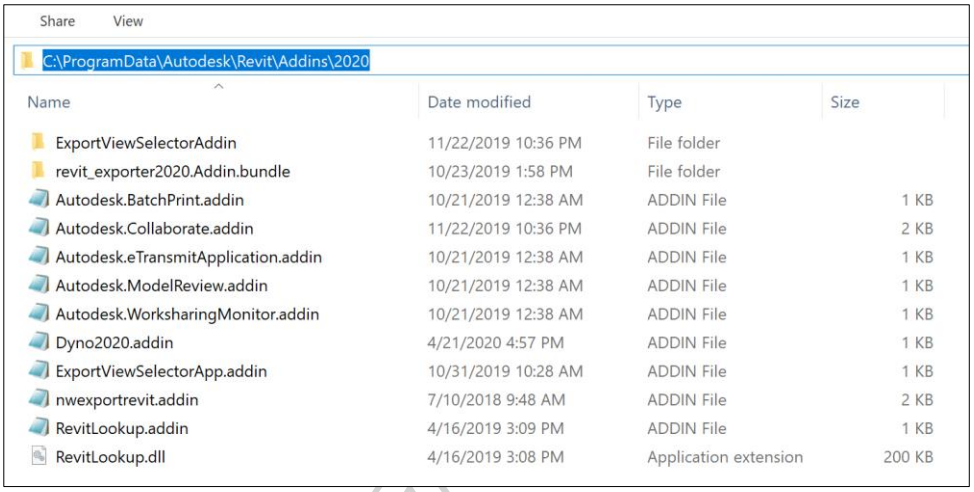
1. C:\Users**UserName**\AppData\Roaming\Autodesk\Revit\Addins**Revit Version**

หรือ

2. C:\ProgramData\Autodesk\Revit\Addins\ **Revit Version** ซึ่งเป็นโฟลเดอร์สำหรับโปรแกรมเสริมอื่นๆ ด้วย



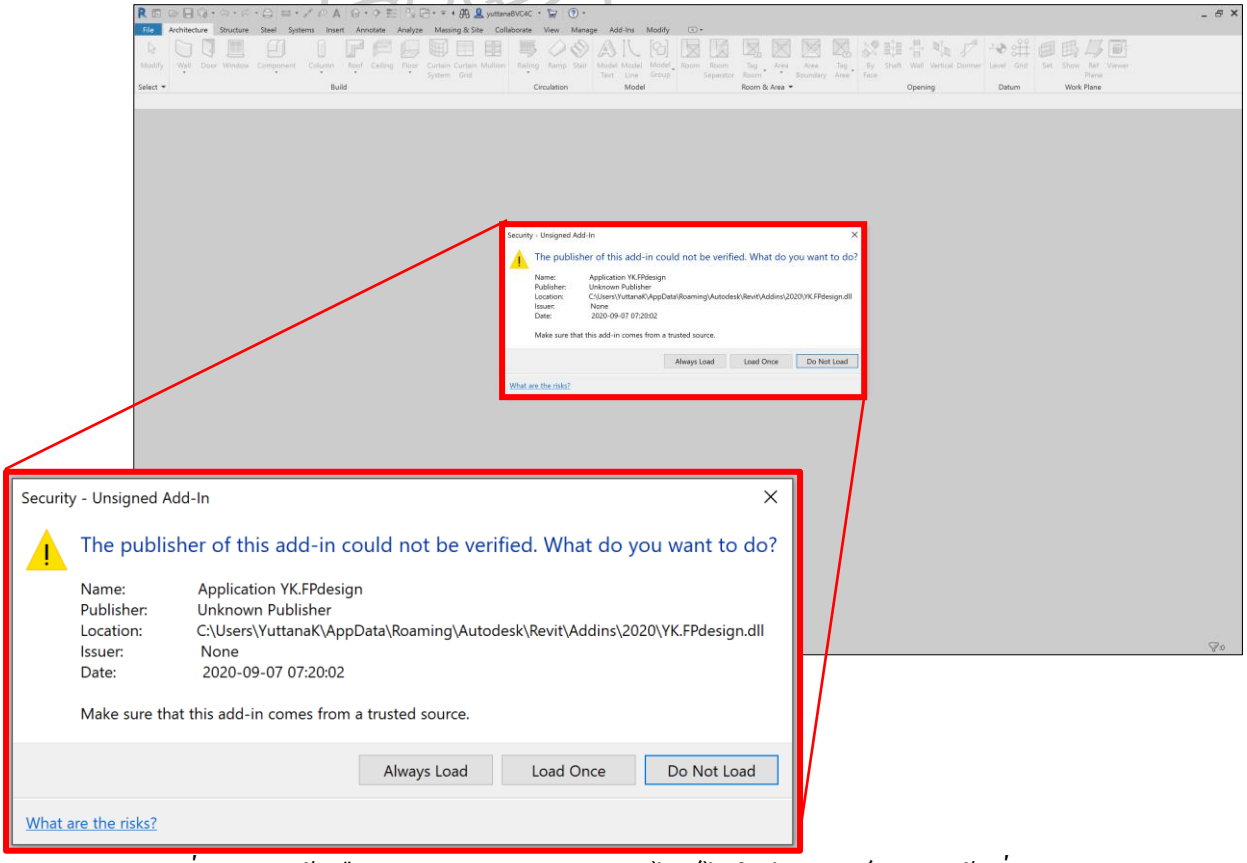
ภาพที่ 34 ตัวอย่างโฟลเดอร์ที่จัดเก็บไฟล์โปรแกรมเสริม



ภาพที่ 35 ตัวอย่างโฟลเดอร์ที่จัดเก็บไฟล์โปรแกรมเสริมอีกโฟลเดอร์

4.2 วิธีการติดตั้งโปรแกรมเสริม

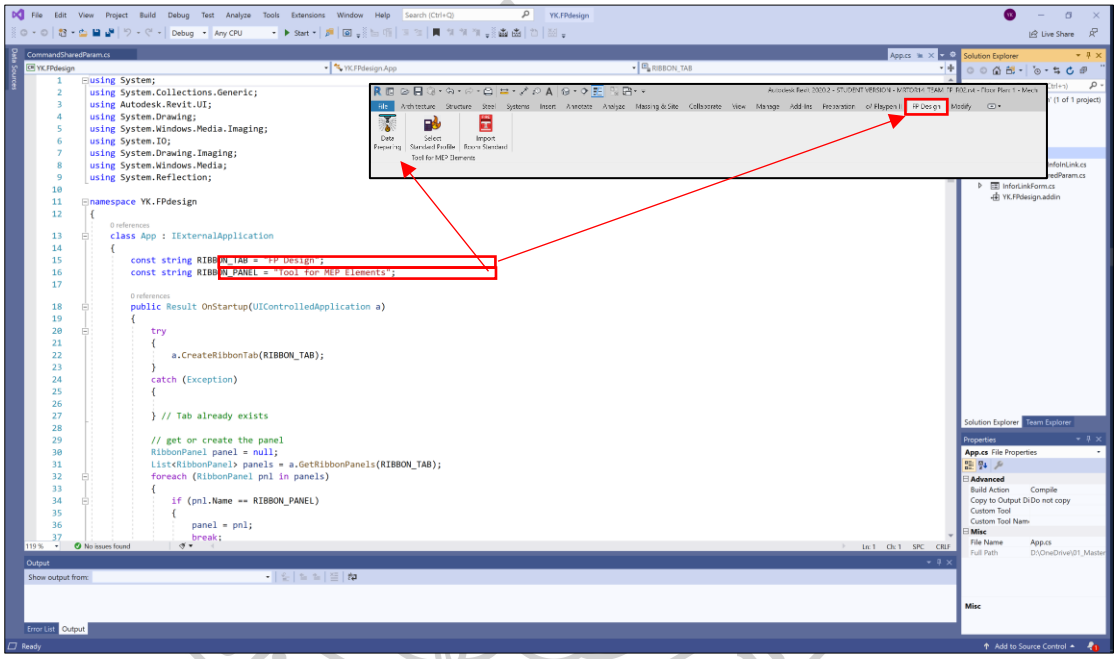
ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งโปรแกรมเสริมได้โดยวิธีการคัดลอก (Copy) ไฟล์นามสกุล .dll กับไฟล์ .addin ไปวางในโฟลเดอร์ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.1 นั้น



ภาพที่ 36 การแจ้งเตือนจากการคัดลอกและวางไฟล์ไปในโฟลเดอร์ตามหัวข้อที่ 4.1

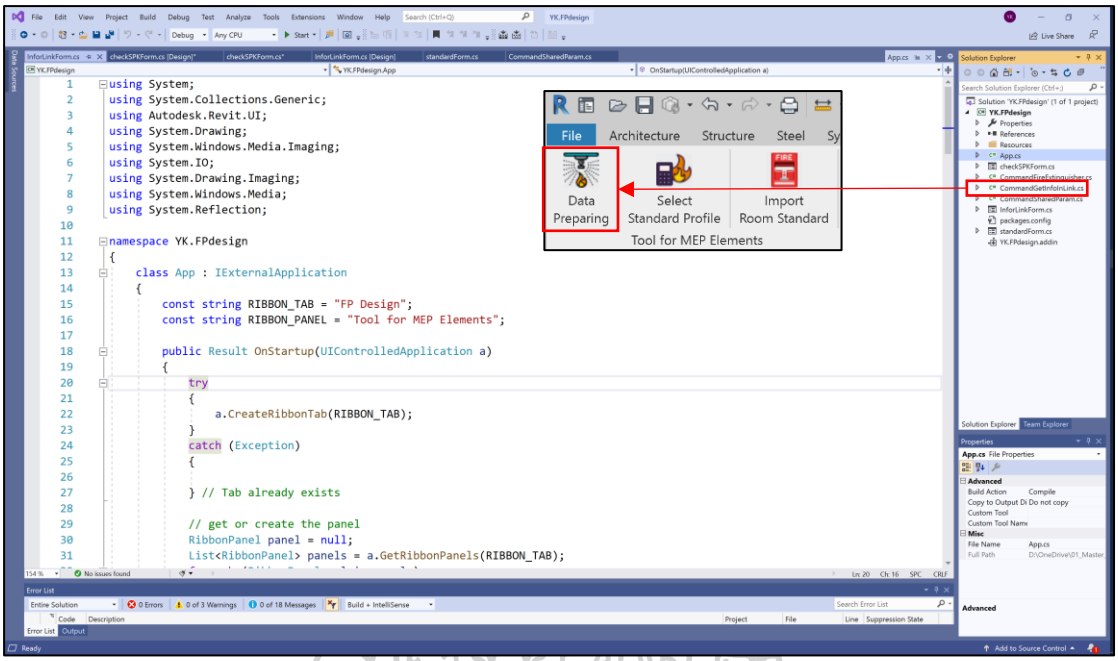
ภาพที่ 37 ปุ่มกดและแถบเครื่องมือ

โปรแกรมเสริมหลังจากโหลดมาแล้ว ตามภาพ (ภาพที่ 37 ปุ่มกดและแถบเครื่องมือ)



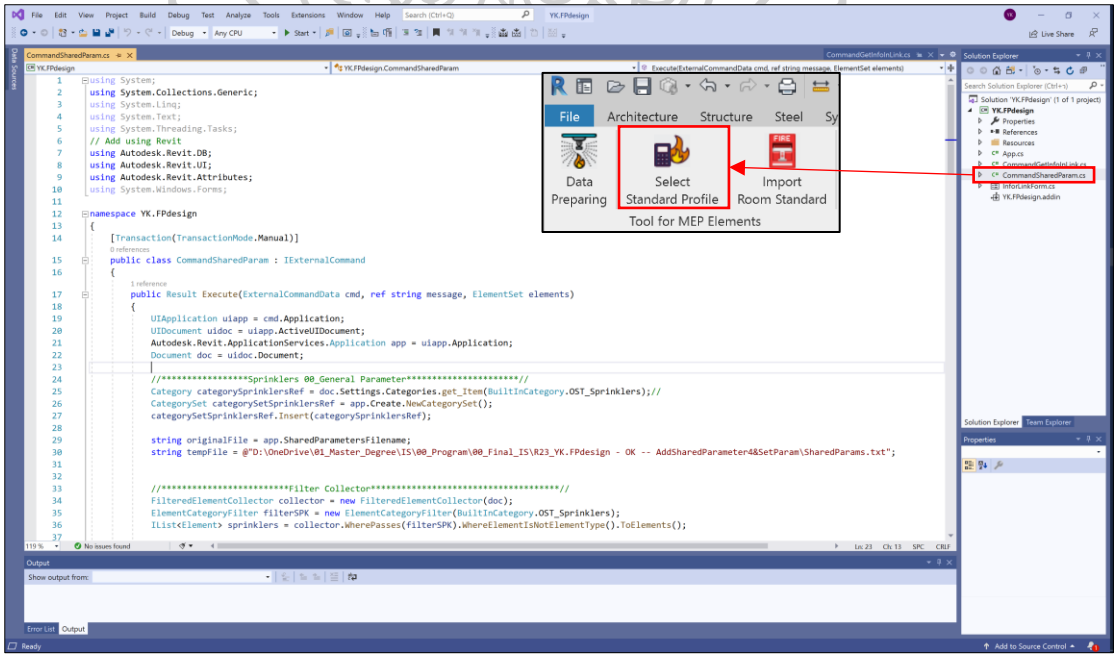
ภาพที่ 38 คำสั่งส่วนที่ใช้สร้างแถบเครื่องมือ

ส่วนของโปรแกรมที่ใช้สร้างแถบเครื่องมือ (App.cs) ที่เรียกว่า Ribbon ในที่นี้คือ แถบเครื่องมือที่ชื่อ FP Design ตามภาพา (ภาพที่ 38 คำสั่งส่วนที่ใช้สร้างแถบเครื่องมือ)



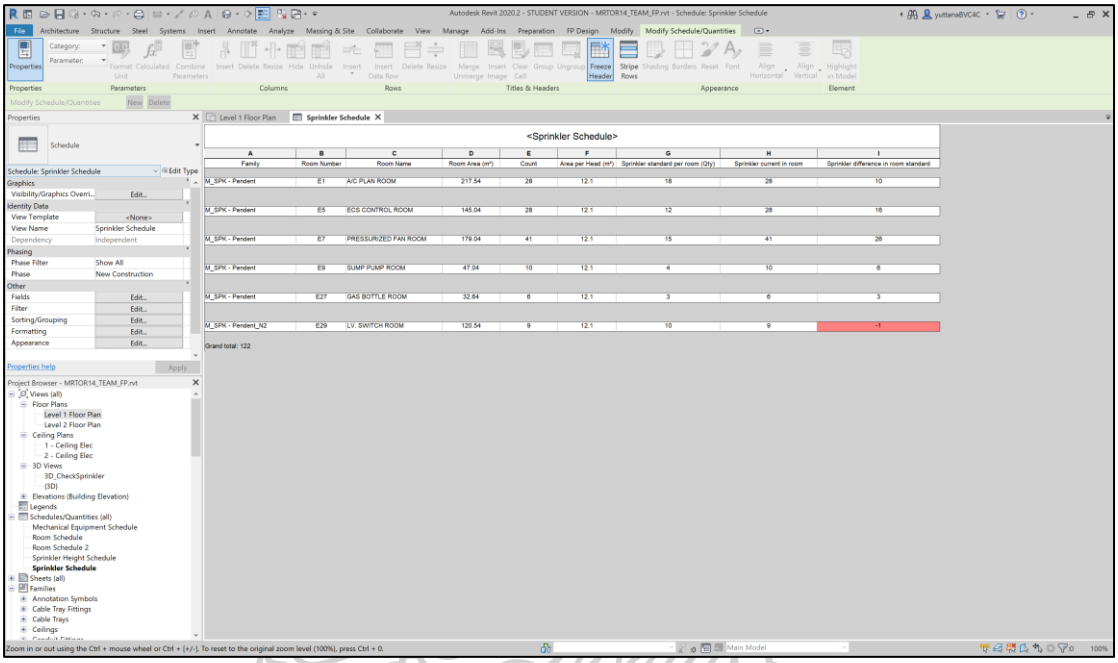
ภาพที่ 39 แสดงส่วนที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรมเสริมเพื่อใช้เตรียมข้อมูลที่จำเป็นจากลิงค์ไฟล์

โปรแกรมนี้สำหรับดึงข้อมูลจากลิงก์ไฟล์ (Link File) มาใส่ในพารามิเตอร์ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ตามภาพ (ภาพที่ 39 แสดงส่วนที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรมเสริมเพื่อใช้เตรียมข้อมูลที่จำเป็นจากลิงค์ไฟล์)



ภาพที่ 40 แสดงส่วนที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรมเสริมเพื่ออ่านค่าจากภายนอก

โปรแกรมนี้สำหรับเพิ่มพารามิเตอร์เพื่อใช้ในการคำนวณค่าต่างๆ ที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของระบบดับเพลิง ตามภาพ (ภาพที่ 40 แสดงส่วนที่ใช้ในการทำงานของโปรแกรมเสริมเพื่ออ่านค่าจากภายนอก)



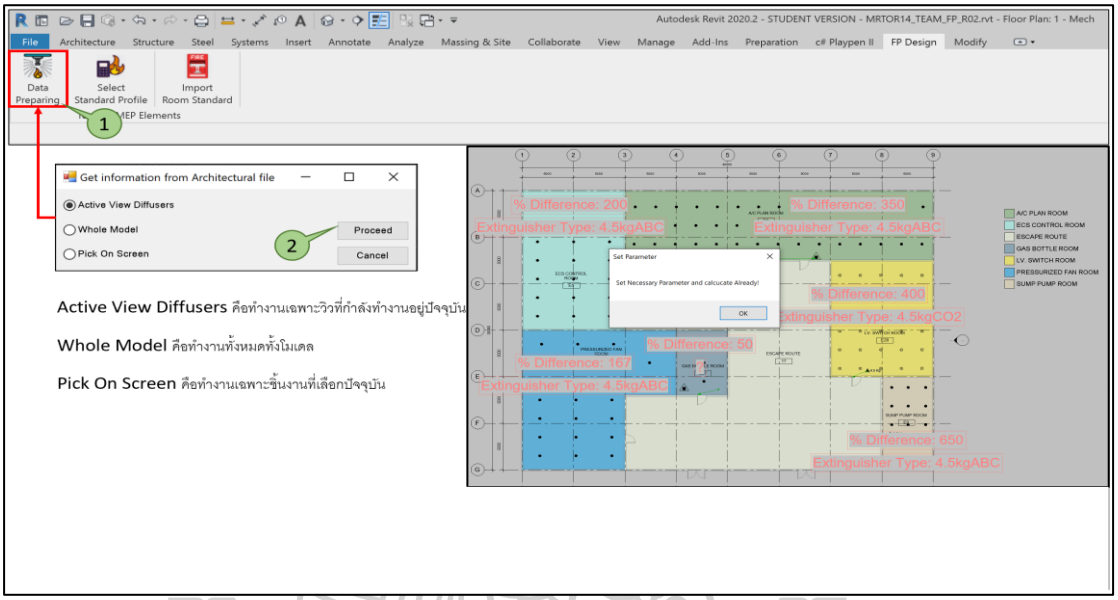
ภาพที่ 41 แสดงผลจากการทำงานของโปรแกรมเสริม

ผลลัพธ์ที่ได้จากการดึงข้อมูลจากลิงค์ไฟล์คือ ชื่อห้อง (Room Name), เลขห้อง (Room Number), และพื้นที่ห้อง (Room Area) หลังจากนั้น ใช้เครื่องมือที่ชื่อ Add Shared Parameter มาเพิ่มพารามิเตอร์ที่ต้องการกับนำค่าต่างๆ มาทำการคำนวณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามตาราง (Schedule) ด้านบน โดยหากห้องใดมีจำนวนสปริงเกอร์น้อยกว่ามาตรฐานที่ต้องการจะแสดงเป็นสีแดงเพื่อให้ทางผู้ออกแบบได้ทำการออกแบบใหม่อีกครั้ง

4.3 การใช้งานโปรแกรมเสริมฯ

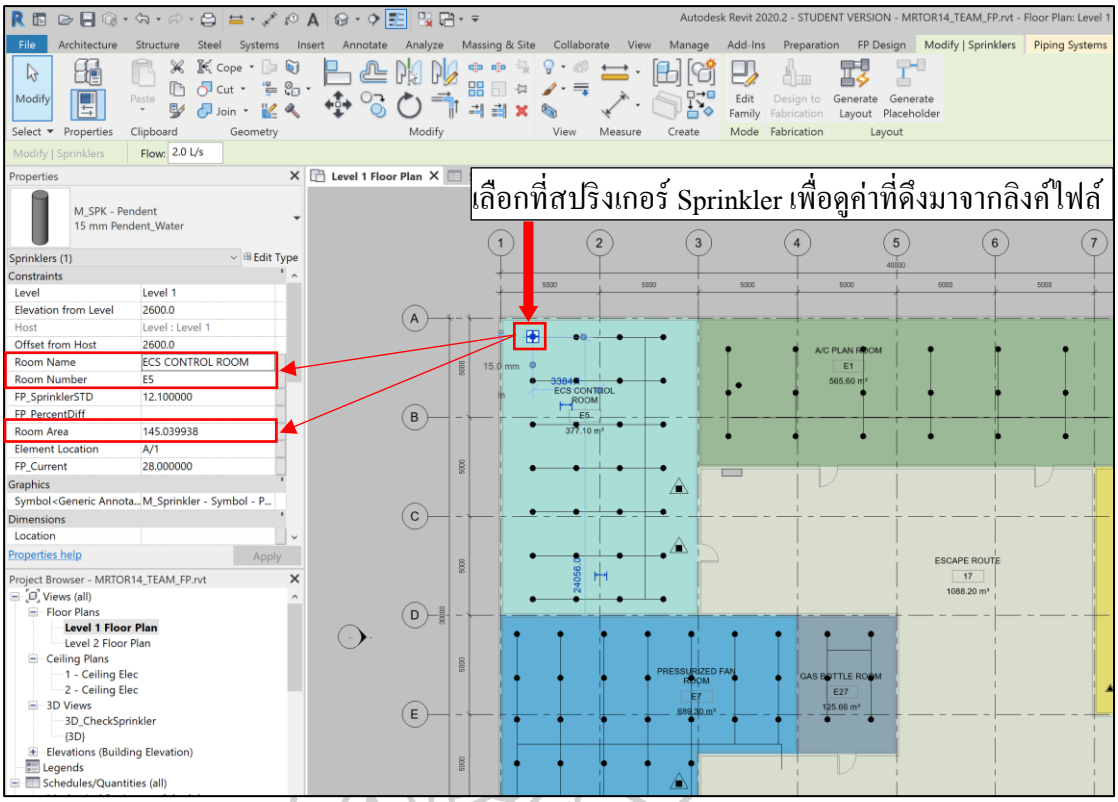
4.3.1 การดึงข้อมูลตำแหน่งของอิลิเมนต์ จากลิงค์ไฟล์

ภาพที่ 42 แสดงปุ่มกด Data Preparing



ภาพที่ 43 แสดงการใช้งานของ Data Preparing

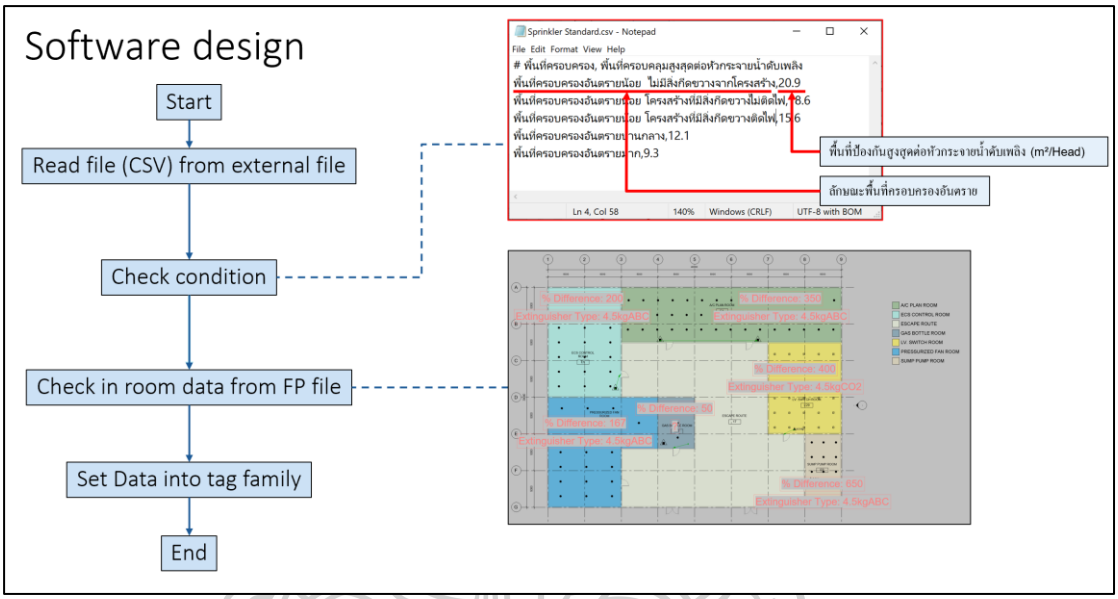
มหาวิทยาลัยศิลปากร



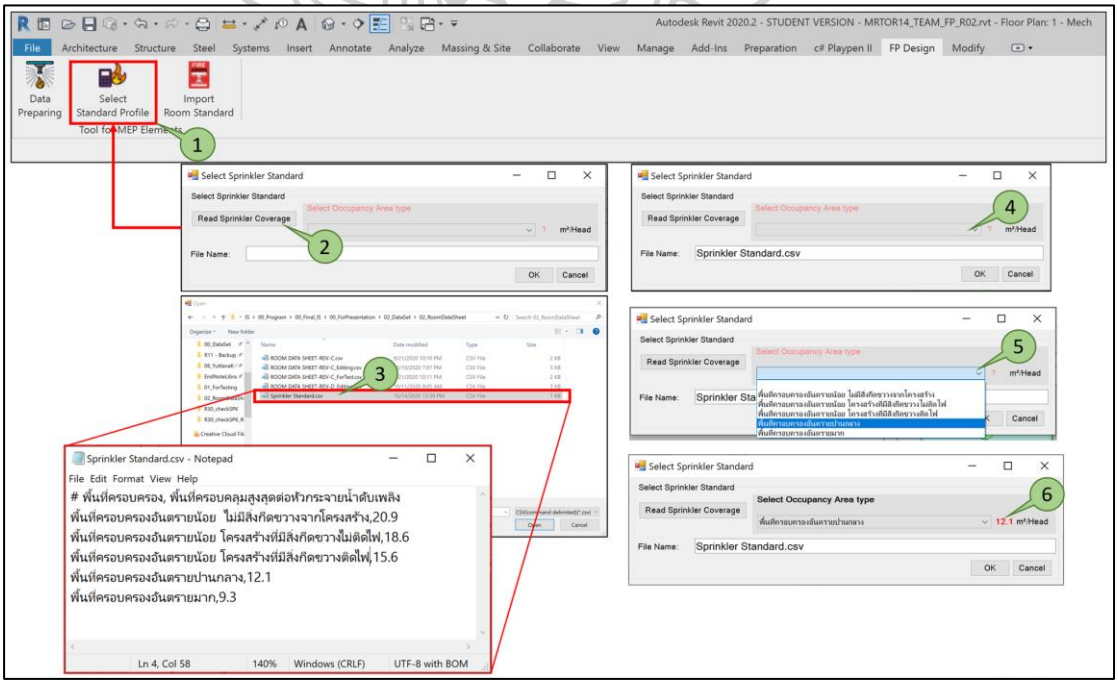
ภาพที่ 44 แสดงการนำค่าจากลิงค์ไฟล์มาใส่ในอิลิเมนต์

4.3.2 การนำข้อมูลมาคำนวณเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง

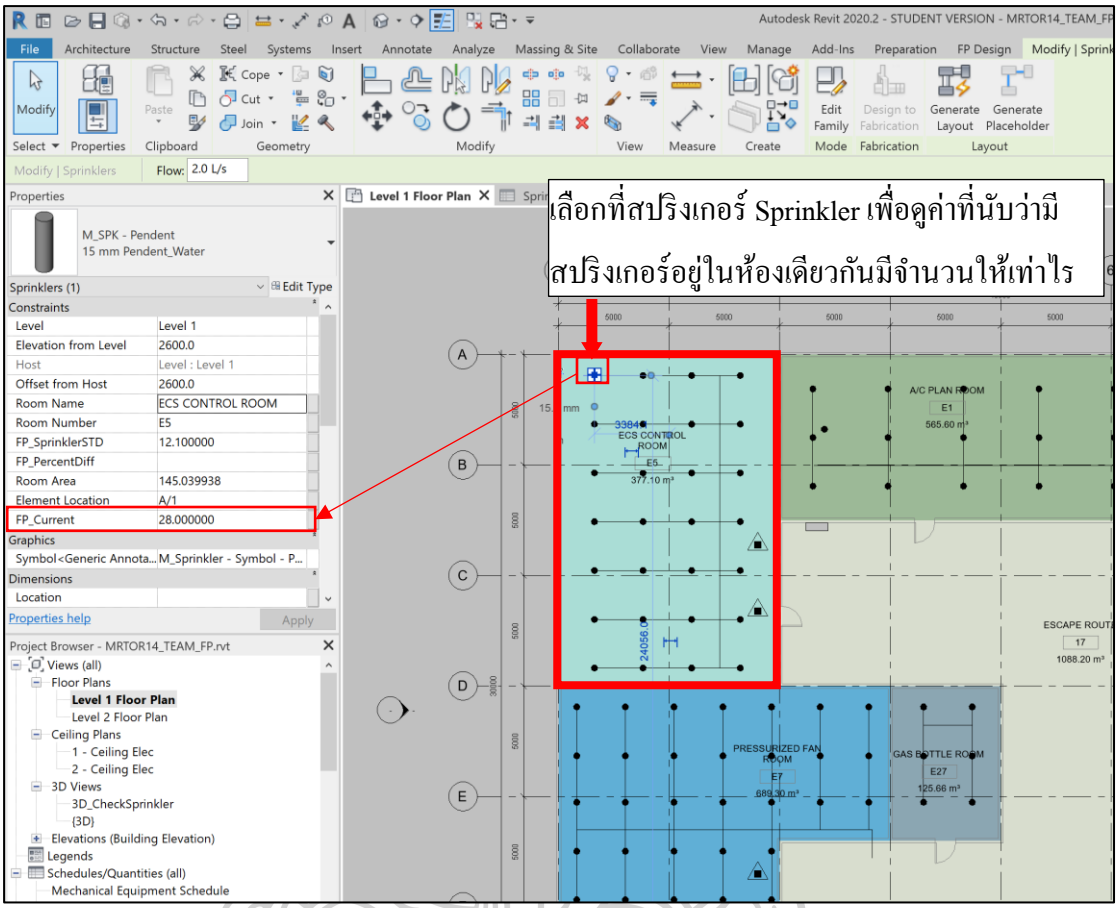
ภาพที่ 45 แสดงปุ่มกด Select Standard Profile



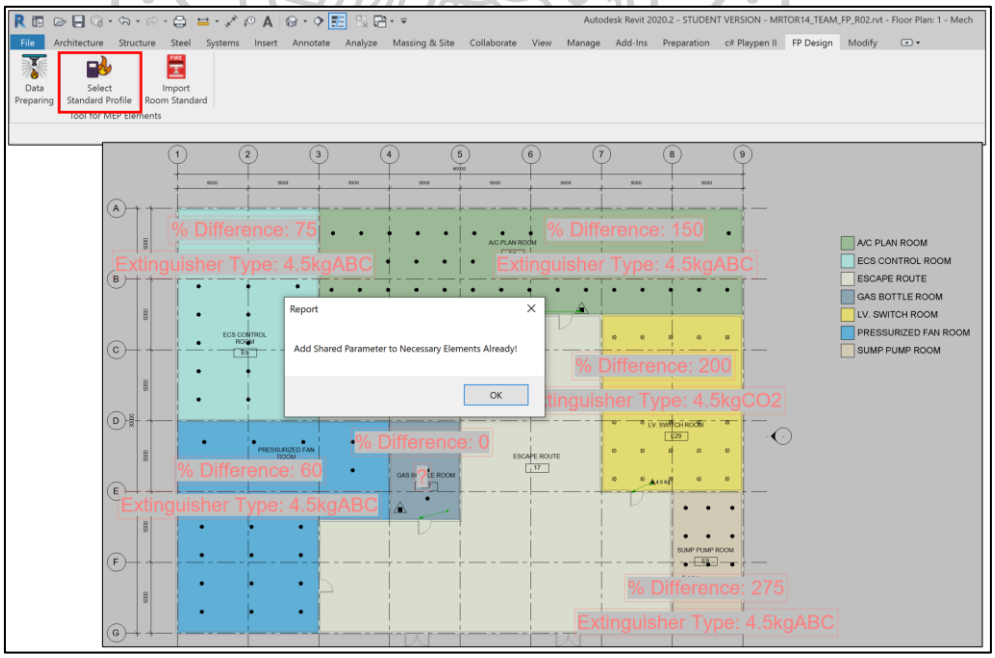
ภาพที่ 46 แสดงส่วนของการออกแบบโปรแกรมเสริมของปุ่มกด Select Standard Profile



ภาพที่ 47 แสดงขั้นตอนการใช้งานปุ่มกด Select Standard Profile

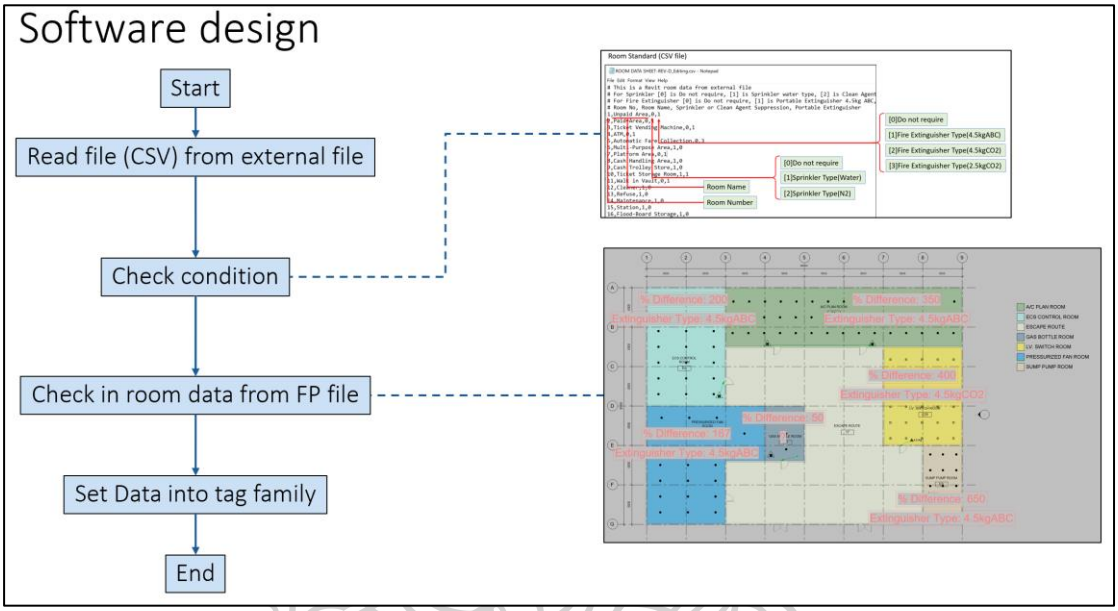


ภาพที่ 48 แสดงสปริงเกอร์อยู่ในห้องเดียวกันว่ามีจำนวนเท่าไร

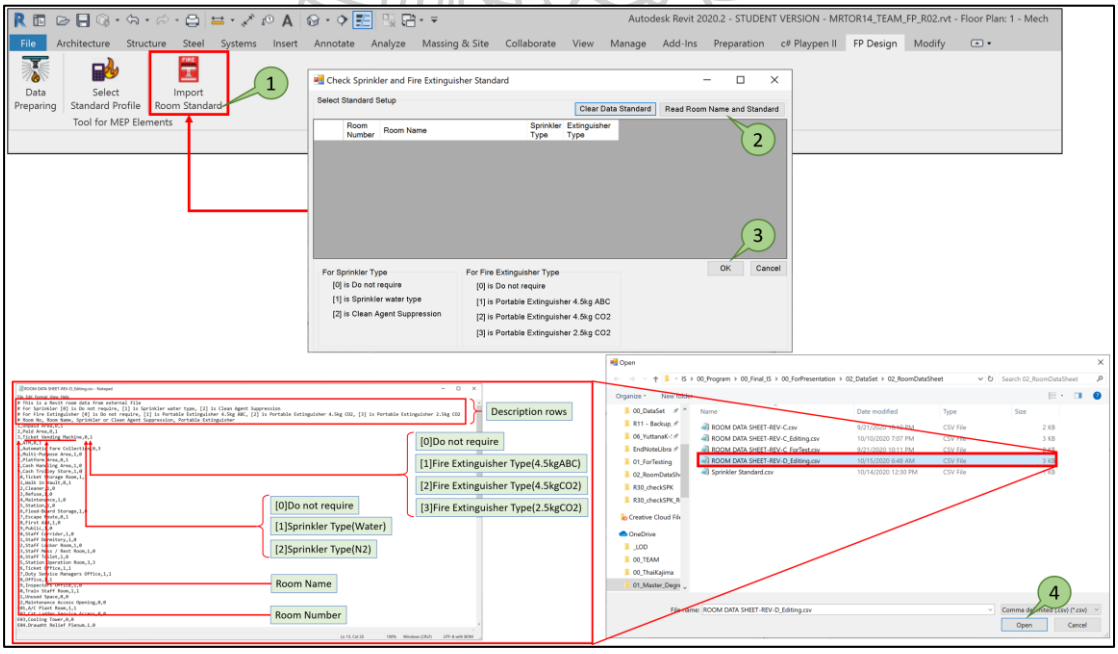


ภาพที่ 49 แสดงผลลัพธ์หลังจากการทำงานของปุ่ม Select Standard Profile

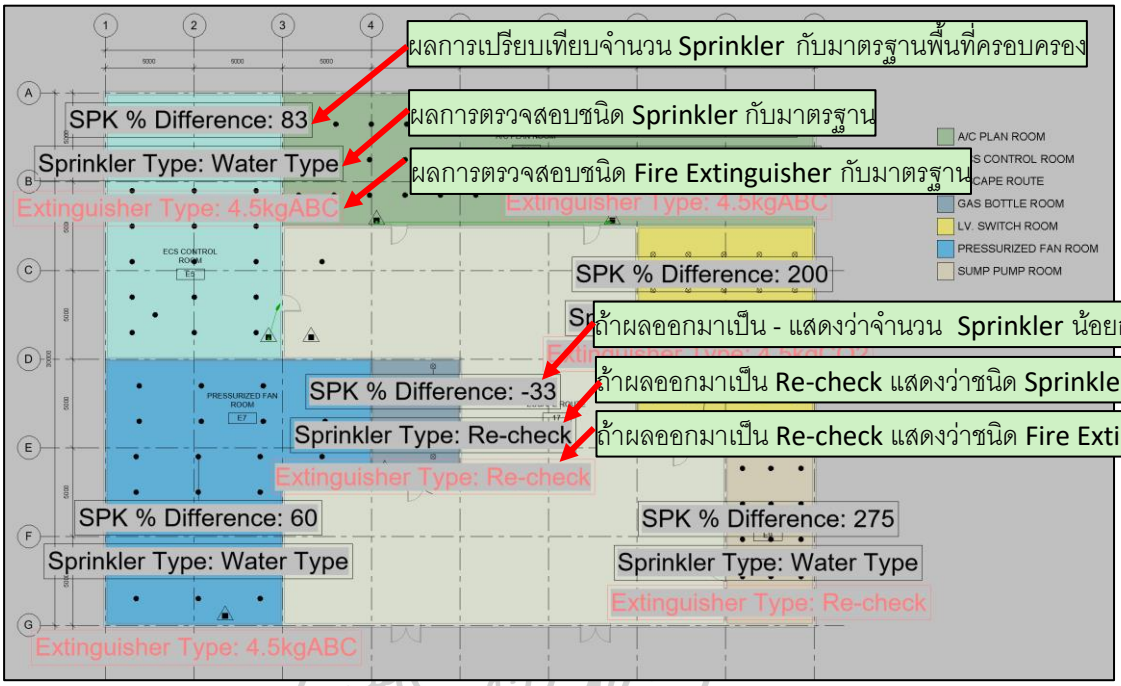
ภาพที่ 50 แสดงปุ่มกด Import Room Standard



ภาพที่ 51 แสดงส่วนของการออกแบบโปรแกรมเสริมของปุ่มกด Import Room Standard



ภาพที่ 52 แสดงขั้นตอนการใช้งานปุ่มกด Import Room Standard



ภาพที่ 53 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจสอบตามมาตรฐาน

บทที่ 5
สรุปผลการพัฒนาและข้อเสนอแนะ

บทที่ 5 สรุปผลของการพัฒนาโปรแกรมเสริม ปัญหา และอุปสรรคที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ระหว่างการพัฒนา พร้อมทั้งข้อเสนอแนะที่น่าจะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติม

5.1 ผลการพัฒนาโปรแกรมเสริม

จากการศึกษาปัญหาที่เกิดจากการทำงานในโครงการฯ และได้ทำการศึกษาในการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาที่พบ

5.1.1 สรุปความสามารถของโปรแกรมเสริม

ความสามารถของโปรแกรมเสริม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานสามารถดึงข้อมูลที่จำเป็นมาใช้งานในไฟล์งานระบบดับเพลิงได้

2. ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มแชร์พารามิเตอร์ได้โดยอัตโนมัติ เพื่อรับค่าที่ดึงมาจากไฟล์งานสถาปัตยกรรม โดยมีข้อมูลสำคัญ เช่น ชื่อห้อง เลขที่ห้อง และพื้นที่ของห้อง

3. ผู้ใช้งานสามารถนำค่าที่ได้มาทำการคำนวณ เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

4. ผู้ใช้งานสามารถนำค่าที่ได้มาทั้งหมด แสดงผลโดยใช้ความสามารถเดิมของโปรแกรมสำเร็จรูป กล่าวคือ ฟังก์ชั่น schedule

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรคที่พบในระหว่างการพัฒนาโปรแกรมเสริม โดยมักจะเกิดขึ้นจาก

1. จากการดึงข้อมูลจากลิงค์ไฟล์ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่มีความซับซ้อนในการเข้าถึงข้อมูล เพราะเป็นการดึงฐานข้อมูลจากไฟล์ที่นำมาลิงค์กันไม่ได้ดึงข้อมูลจากไฟล์ที่ทำงานโดยตรง จึงมีความซับซ้อนมากกว่า

2. การกรองค่าที่ได้จากตัวอิลิเมนต์นั้นๆ ต้องมีการกรองค่าหลายๆ ชั้น เนื่องจากค่าเอทิบิวต์ที่ได้มานั้น ดึงค่ามาหลายตัวแปร ทำให้การคำนวณเกินความผิดพลาดได้ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อดึงค่าจากตัวสปริงเกอร์นั้น เมื่อกรองค่าให้ได้แต่เฉพาะสปริงเกอร์แล้ว แต่ค่าที่ได้จากการกรองขั้นนี้จะได้ค่ามาที่ 38 ค่าต่อสปริงเกอร์ 1 หัว ทำให้การคำนวณผิดพลาดไป 38 เท่า จึงต้องทำการกรองอีกชั้นหนึ่ง เพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการ

5.2.1 บทสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง

รายชื่อผู้ที่ได้ทำการสัมภาษณ์

ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	สถานที่ทำงาน
นายวรัญญู ทองขาว	วิศวกรเครื่องกลอาวุโส	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
นายชลธี เอื้อเมธิยางกูล	วิศวกรเครื่องกลอาวุโส	บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด (มหาชน)
นายวรบูรณ์ วรรณพิมพ์	วิศวกรเครื่องกล	บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด (มหาชน)
นายจักรกฤษณ์ งามสง่า	วิศวกรเครื่องกล	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด)
นายหัสนัย ช่วยพิมาย	ผู้จัดการแบบ 3 มิติ (MEP)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
นายจิรายุทธ กิจกล้า	ผู้ประสานงานแบบ 3 มิติ (MEP)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
นายภาณุพณ จารุจำรูญ	ผู้สร้างแบบ 3 มิติ (MEP)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
นายพันธกานต์ แสนสุข	ผู้สร้างแบบ 3 มิติ (MEP)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
น.ส.ทิฆัมพร ศรีกรุงพลี	ผู้ประสานงานแบบ 3 มิติ (AR&ST)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
น.ส.ฌาณิยา รายนานนท์	ผู้สร้างแบบ 3 มิติ (AR&ST)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
นายสมนึก อิงไธสง	ผู้จัดการแบบ 3 มิติ (MEP)	บริษัท ไทคิชา (ประเทศไทย) จำกัด
นายวสุนธรา จำรัสฉาย	รองผู้อำนวยการงานระบบ (MEP)	บริษัท เออีคอม คอนซัลติ้ง (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 1 นายวรัญญู ทองขาว

ท่านเป็นวิศวกรเครื่องกลอาวุโส ซึ่งท่านเป็นหัวหน้าทีมผู้ออกแบบที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM แต่ไม่ได้เป็นผู้ใช้งานโดยตรง เนื่องจากบริษัทของท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงาน แต่ท่านเป็นผู้ที่รับแบบ ออกแบบ ตรวจแบบจากผลงานที่ได้ออกมาจากระบบ BIM ซึ่งถือว่าท่านมีส่วนที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากปัญหาที่เกิดขึ้น

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

ภาพรวมของเครื่องมือทำออกมาได้ดีเป็นประโยชน์ต่อการทำงานช่วยให้ลดเวลาการทำงานโด้ หากในอนาคตสามารถพัฒนาต่อยอดไปถึงช่วยในการออกแบบได้นั้นจะดีมาก

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 2 วิศวกรออกแบบเครื่องกลอาวุโส

ท่านเป็นวิศวกรเครื่องกลอาวุโส ซึ่งท่านเป็นรองหัวหน้าทีมผู้ออกแบบที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM แต่ไม่ได้เป็นผู้ใช้งานโดยตรง เนื่องจากบริษัทของท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงาน แต่ท่านเป็นผู้ที่รับแบบ ออกแบบ ตรวจแบบจะผลงานที่ได้ออกมาจาก

ระบบ BIM ซึ่งถือว่าท่านมีส่วนที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากปัญหาที่เกิดขึ้น เช่นเดียวกับคุณวรัญญู ทองขาว

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

ภาพรวมของเครื่องมือทำออกมาได้ดีเป็นประโยชน์ต่อการทำงานช่วยให้ลดเวลาการทำงานได้ แต่อยากให้เพิ่มเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบชื่อห้องของงานสถาปัตย์ด้วยเนื่องจากพบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกลับมาใหม่ชื่อของห้องมีการพิมพ์มาผิดพลาด หรือมีการเปลี่ยนชื่อห้อง แต่ไม่ได้เปลี่ยนตัวเลขห้องตามไปด้วย จึงทำให้เกิดความสับสน ว่าการออกแบบใหม่นั้นจะให้ยึดตามชื่อห้องหรือ ตัวเลขของห้องนั้น

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 3 วิศวกรออกแบบเครื่องกล

ท่านเป็นวิศวกรเครื่องกล ซึ่งท่านเป็นหนึ่งในทีมผู้ออกแบบที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM แต่ไม่ได้เป็นผู้ใช้งานโดยตรง เนื่องจากบริษัทของท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงาน แต่ท่านเป็นผู้ที่รับแบบ ออกแบบ ตรวจแบบจะผลงานที่ได้ออกมาจากระบบ BIM ซึ่งถือว่าท่านมีส่วนที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากปัญหาที่เกิดขึ้น เช่นเดียวกับคุณวรัญญู ทองขาว

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

ภาพรวมของเครื่องมือทำออกมาได้ดีเป็นประโยชน์ต่อการทำงานช่วยให้ลดเวลาการทำงานได้ แต่ถ้าหากมีเครื่องมือมาช่วยในการออกแบบได้จะดีมาก เช่น สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่ในอิลิเมนต์มาใช้ในการออกแบบได้ จะช่วยให้ลดเวลาในการทำงานลงได้ เพราะปัจจุบันนี้จะต้องใช้วิธีการให้ทีมงาน 3 มิติ Export ข้อมูลออกมาเป็นรูปแบบของออโต้เคดไฟล์แล้วนำมาวัดความยาว แล้วจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบอีกครั้งหนึ่ง และเมื่อแบบมีการเปลี่ยนแปลงหลายครั้ง จะทำให้กระทบกับระยะเวลาในการออกแบบ

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 4 นายจักรกฤษณ์ งามสง่า

ท่านเป็นวิศวกรเครื่องกล ซึ่งท่านเป็นหนึ่งในทีมงานสร้างโมเดลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM ซึ่งเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมโดยตรง เนื่องจากบริษัทให้ทีมท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงาน

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

ภาพรวมของเครื่องมือทำออกมาได้ดีเป็นประโยชน์ต่อการทำงานช่วยให้ลดเวลาการทำงานได้ แต่อยากให้เพิ่มเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบชื่อห้องของงานสถาปัตย์เช่นเดียวกับ คุณชลธี และอยากให้เพิ่มฟังก์ชั่นให้การทำงาน เช่น การหาตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ว่าอยู่ในห้องชื่ออะไร ตำแหน่งอยู่ใกล้กริดไลน์อะไร เพื่อช่วยให้การ review ใน 3 มิติ ได้รวดร็วมากขึ้น เนื่องจากในโปรแกรมที่ทางบริษัทให้งานอยู่ไม่สามารถเห็นกริดไลน์ได้ในมุมมอง 3 มิติ

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 5 นายหัสนัย ช่วยพิมาย

ท่านเป็นผู้จัดการแบบ 3 มิติ ซึ่งท่านเป็นผู้จัดการของทีมงานสร้างโมเดลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM ซึ่งเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมโดยตรง เนื่องจากบริษัทให้ทีมท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงานด้วย

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

อยากให้เพิ่มฟังก์ชั่นให้การทำงาน เช่น การหาตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ว่าอยู่ในห้องชื่ออะไร ตำแหน่งอยู่ใกล้กริดไลน์อะไร เพื่อช่วยให้การ review ใน 3 มิติ เช่นเดียวกับ คุณจักรกฤษณ์ และอยากให้มีฟังก์ชั่นในการตรวจสอบ การ obstruction สำหรับการติดตั้งระบบดับเพลิง

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 6 นายจิรายุทธ กิจกล้า

ท่านเป็นผู้ประสานงานแบบ 3 มิติ ซึ่งท่านเป็นผู้ประสานงานของทีมงานสร้างโมเดลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM ซึ่งเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมโดยตรง เนื่องจากบริษัทให้ทีมท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงานด้วย

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

ภาพรวมของเครื่องมือทำออกมาได้ดีเป็นประโยชน์ต่อการทำงานช่วยให้ลดเวลาการทำงานได้ แต่อยากให้เพิ่มเครื่องมือที่สามารถใส่ Shared Parameter ได้โดยอัตมัติ เพื่อให้สะดวกกับการจัดการข้อมูล

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 7 นายภาณุพณ จารุจำรูญ

ท่านเป็นผู้สร้างแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งท่านเป็นผู้สร้างแบบจำลองทีมงานสร้างโมเดลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM ซึ่งเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมโดยตรง เนื่องจากบริษัทให้ทีมท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงานด้วย

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

ภาพรวมของเครื่องมือทำออกมาได้ดีเป็นประโยชน์ต่อการทำงานช่วยให้ลดเวลาการทำงานได้ แต่อยากเพิ่มเครื่องมือที่ช่วยให้การปรับขนาดท่อระบบดับเพลิงให้เป็นไปตามตารางมาตรฐานท่อของงานระบบดับเพลิง

ตารางที่ 11 ตารางมาตรฐานท่อของงานระบบดับเพลิง

PIPE SCHEDULE:

PIPE DIAMETER (MM)	NO. OF SPRINKLERS
25	2
32	3
40	5
50	10
65	20
80	40
100	100
150	275

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 8 นายพันธกานต์ แสนสุข

ท่านเป็นผู้สร้างแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งท่านเป็นผู้สร้างแบบจำลองทีมงานสร้างโมเดลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM ซึ่งเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมโดยตรง เนื่องจากบริษัทให้ทีมท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงานด้วย

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

ภาพรวมของเครื่องมือทำออกมาได้ดีเป็นประโยชน์ต่อการทำงานช่วยให้ลดเวลาการทำงานได้ แต่อยากให้เพิ่มเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบชื่อห้องของงานสถาปัตย์ เช่น เดียวกับหลายๆ ท่านก่อนหน้านี้

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 9 น.ส.ทิฆัมพร ศรีกรุงพลี

ท่านเป็นสถาปนิก ซึ่งท่านเป็นหนึ่งในทีมงานสร้างโมเดลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM ซึ่งเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมโดยตรง เนื่องจากบริษัทให้ทีมท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงาน

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

ภาพรวมของเครื่องมือทำออกมาได้ดีเป็นประโยชน์ต่อการทำงานช่วยให้ลดเวลาการทำงานได้ แต่อยากให้เพิ่มเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบชื่อห้องของงานสถาปัตย์ เช่น เดียวกับหลายๆ ท่านก่อนหน้านี้ เนื่องจากท่านเป็นสถาปนิกจึงออกความคิดเห็นในมุมมองของสถาปนิกเท่านั้น

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 10 น.ส.ฌาณิยา รายนานนท์

ท่านเป็นผู้สร้างแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งท่านเป็นผู้สร้างแบบจำลองทีมงานสร้างโมเดลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM ซึ่งเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมโดยตรง เนื่องจากบริษัทให้ทีมท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงานด้วย

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

ภาพรวมของเครื่องมือทำออกมาได้ดีเป็นประโยชน์ต่อการทำงานช่วยให้ลดเวลาการทำงานได้ แต่อยากให้เพิ่มเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบชื่อห้องของงานสถาปัตย์ เช่น เดียวกับหลายๆ ท่านก่อนหน้านี้

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 11 นายสมนึก อิงไธสง

ท่านเป็นผู้จัดการแบบ 3 มิติ ซึ่งท่านเป็นผู้จัดการของทีมงานสร้างโมเดลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM ซึ่งเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมโดยตรง เนื่องจากบริษัทให้ทีมท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงานด้วย

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

ภาพรวมของเครื่องมือทำออกมาได้ดีเป็นประโยชน์ต่อการทำงานช่วยให้ลดเวลาการทำงานได้ สามารถเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การตัดสินใจได้ แต่ควรระบุรายละเอียดของการ Input ข้อมูลและอธิบายค่าที่แสดงผลออกมาด้วย เพราะต้องใช้เวลาในการทดลองใช้สักเล็กน้อยเพื่อให้มีความคล่องแคล่วในการใช้งาน ซึ่งก็เหมือนกับการใช้งานโปรแกรมทั่วไปที่จะต้องใช้เวลาการฝึกฝนการใช้งานสักระยะ

ข้อแนะนำ

ควรมีการแสดงผลการตรวจสอบออกมาเป็นกราฟฟิกเพื่อให้เข้าใจได้ง่าย และเพิ่มคำอธิบายในการแสดงผล

ควรมีการพัฒนาเครื่องมือให้สามารถกำหนดค่าต่างๆ โดยผู้ใช้งานเองได้เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าตามความต้องการผู้ใช้งานเองได้

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 12 นายวสุนธรา จำรัสฉาย

ท่านเป็นผู้จัดการแบบ 3 มิติ ซึ่งท่านเป็นผู้จัดการของทีมงานสร้างโมเดลที่ทำงานเกี่ยวข้องกับระบบ BIM ซึ่งเป็นผู้ใช้งานโปรแกรมโดยตรง เนื่องจากบริษัทให้ทีมท่านจะมีทีมงานที่ทำงานโดยใช้ระบบ BIM มาช่วยทำงานด้วย

ผลการตอบรับการใช้งานโปรแกรมที่คาดการณ์ไว้

หากเป็นในโครงการที่ทำงานด้วยระบบ BIM ตั้งแต่ช่วงต้นของการออกแบบ จะมีปัญหาที่แตกต่างออกไป กล่าวคือจะไม่มีปัญหาในลักษณะนี้มากนัก แต่ก็ยังมีหลายโครงการที่ยังจะต้องพบปัญหาลักษณะนี้อยู่ทั้งในปัจจุบัน และในอนาคตอีกหลายโครงการ จึงเห็นว่าการสร้างเครื่องมือลักษณะนี้จะสามารถช่วยให้การทำงานเร็วขึ้นได้ ส่วนปัญหาการปรับเปลี่ยนยังคงมีอยู่เนื่องจากเมื่อผู้ออกแบบได้รับข้อมูลใหม่จนทำให้กระทบกับแบบเดิมที่ได้ออกแบบไว้ และเมื่อทีมงานสถาปัตย์มี

การปรับเปลี่ยนแบบไปจะต้องกระทบกับงานระบบอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ หากมีเครื่องมือมาช่วยในการรายงานก็จะช่วยให้การทำงานเร็วขึ้นได้

ข้อแนะนำ

ถ้าหากวิเคราะห์ในมุมของผู้ออกแบบหากมีเครื่องมือที่สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่ใน BIM Model มาใช้ในการออกแบบได้ จะช่วยให้การใช้งานระบบ BIM จะสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ควรมีการเพิ่มคำอธิบายในเอกสารแสดงผลและควรมีการแสดงค่าผลกระทบออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์หรือตัวเลขที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น

โดยสรุปคาดว่าจะต้องสร้างข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบออกแบบ ดังต่อไปนี้ เพื่อในการตรวจสอบ

โดยสรุปแล้วทางผู้ออกแบบจึงเห็นสมควรให้เครื่องมือที่ออกแบบจะต้องแก้ไขปัญหาได้ดังนี้

1. เครื่องมือในการหาตำแหน่งของอุปกรณ์ที่อยู่ในห้องเดิม
2. เครื่องมือในการหาตำแหน่งของอุปกรณ์ที่อยู่ในห้องใหม่
3. เครื่องมือในการเปรียบเทียบอุปกรณ์ในห้องเดิมและห้องใหม่
4. เครื่องมือในการตรวจสอบเมื่อเทียบกับมาตรฐานการออกแบบ
5. เครื่องมือในการปรับปรุงค่าที่เกี่ยวข้องในการตรวจสอบอัตโนมัติ
6. เครื่องมือในการแสดงผลที่ให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่ายและมีคำอธิบายให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่าย

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติมต่อไป มีดังต่อไปนี้

1. การเพิ่มเติมความถูกต้องของการคำนวณ เนื่องจากการทำงานของโปรแกรมเสริมนี้ ใช้ค่าพื้นที่ของห้อง (Room Area) นั้นๆ มาหารกับพื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงโดยตรง จึงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่ถูกต้องตามมาตรฐานนัก เป็นเพียงการประมาณการณ์เท่านั้น

2. การเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณ หรือลดระยะเวลาการคำนวณของโปรแกรมเสริมนี้ให้มีการประมวลผลที่ไม่ซ้ำซ้อนจนเกินไป เพื่อให้มีความเร็วในการทำงานมากยิ่งขึ้น

3. การเพิ่มเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการใช้งาน เช่น มีการแสดงผลที่ได้จากการคำนวณให้มีความเข้าใจที่ง่ายยิ่งขึ้น

จากการทดลองใช้งานระยะเวลาในการใช้โปรแกรมเสริมเพื่อช่วยในการตรวจสอบแบบ

*ตารางที่ 12 ตารางแสดงการประมาณการเวลาที่ใช้วิธีการเทียบกับวิธีการใหม่ (**หลังจากทดสอบจริง**)*

ปัญหา	ชั่วโมงการทำงาน								
	วิธีการเดิม							รวมชั่วโมง (วิธีการเดิม)	รวมชั่วโมง วิธีการใหม่ (คาดการณ์)
	Station Number (OR)							ทุกสถานี	
	13	14	15	16	17	18	19		
การหาตำแหน่งของอุปกรณ์ที่อยู่ในห้องเดิมและห้องใหม่	2	2	2	2	2	2	2	14	0.167 x 7 = 1.17 (ประมาณ 10 นาที ต่อสถานี)
การเปรียบเทียบอุปกรณ์ในห้องเดิมและห้องใหม่	2	2	2	2	2	2	2	14	
ตรวจสอบความครบถ้วนของการออกแบบตาม Check list ข้อกำหนด	5	5	5	5	5	5	5	35	
ไม่สามารถปรับปรุงค่าของ parameter ต่างๆ ได้เมื่อ มีการปรับเปลี่ยนไป	2	2	2	2	2	2	2	14	
การแสดงตำแหน่งกริดไลน์ในอิลิเมนต์ เพื่อให้การดูแบบในมุมมอง 3 มิติง่ายขึ้น	1	1	1	1	1	1	1	7	
รวมชั่วโมงการทำงาน	12	12	12	12	12	12	12	84	1.17
รวมชั่วโมงแรงงานต่อวัน	1.5 Man-Days x 7 = 10.5							10.5 MD	0.02 Man-Days x 7 = 0.14 MD
รวมชั่วโมงแรงงานต่อเดือน	10.5 x 24 working day = 252 Man-Month							252 MM	0.14 x 24 working day = 3.36 Man-Month
รวมค่าชั่วโมงแรงงานต่อเดือน	25,200 บาทต่อเดือน								336 บาทต่อเดือน
รวมค่าชั่วโมงแรงงานต่อ 1 ปี	25,200 *12 = 302,400 บาท/ปี								336 x 12 = 4,032 บาท/ปี
เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างต่อ 1 ปี	33.33 %								

หมายเหตุ: OR คือ ชื่อย่อของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน

1. ค่าชั่วโมงแรงงานของพนักงาน 24000 บาทต่อเดือน คิดเป็น 100 บาทต่อชั่วโมงและไม่คำนึงถึงค่าล่วงเวลาในการปฏิบัติงาน
2. การคำนวณในครั้งนี้ไม่คำนึงถึงค่าใช้จ่ายของซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ในการปฏิบัติงาน

สรุปการประมาณการว่าโปรแกรมจะช่วยให้การทำงานลดระยะเวลาลงได้ประมาณ 33.33% ชั่วโมงทำงาน

ภาคผนวก ก

1 มาตรฐาน ข้อกฎหมาย ข้อกำหนด ที่เกี่ยวข้องกับระบบดับเพลิง

1.1 มาตรฐานทั่วไป

(i) ASME - American Society of Mechanical Engineers

สมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งอเมริกา (ASME) เป็นสมาคมวิชาชีพอเมริกันที่เรียกได้ว่าเป็นสมาคม "ส่งเสริมศิลปะวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติงานด้านวิศวกรรมสหสาขาวิชาชีพและสหวิทยาการทั่วโลก" ผ่าน "การศึกษาต่อเนื่อง การฝึกอบรม และการพัฒนาวิชาชีพ รหัสและมาตรฐาน การวิจัยการประชุมและสิ่งพิมพ์ความสัมพันธ์กับรัฐบาลและการเผยแพร่ในรูปแบบอื่นๆ" ASME จึงเป็นสังคมวิศวกรรมองค์กรมาตรฐานการวิจัยและการพัฒนาองค์กรการสนับสนุนองค์กร ผู้ให้บริการของ การฝึกอบรมและการศึกษาและองค์กรที่ไม่สวงหาผลกำไร ก่อตั้งขึ้นในฐานะสมาคมวิศวกรรมที่มุ่งเน้นด้านวิศวกรรมเครื่องกลในอเมริกาเหนือ ASME เป็นสหสาขาวิชาชีพและระดับโลกในปัจจุบัน

(ii) ASTM - American Society of Testing Materials

ASTM (American Society for Testing and Materials) นับได้ว่าเป็น สมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่กำหนด และจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก สมาคม ASTM จัดตั้งขึ้นในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1989 ทำหน้าที่ส่งเสริม สนับสนุน ทางด้านวิชาการ เพื่อเป็นการช่วยเหลืออุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ และสาธารณชนทั่วไป โดยการพัฒนามาตรฐาน ที่เกี่ยวข้องกับ ลักษณะและการทำงาน ของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบการใช้งาน

(iii) NFPA 10 - Portable Fire Extinguishers

สถาบันป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFPA) สำหรับ NFPA-10 ได้แบ่งชนิดการใช้งานและการกระจายจุดติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบพกพา

(iv) NFPA 13 - Installation of Sprinkler Systems

สถาบันป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFPA) สำหรับ NFPA-13 การติดตั้งระบบสปริงเกอร์

(v) NFPA 14 - Installation of Standpipe and Hose Systems

สถาบันป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFPA) สำหรับ NFPA-14

(vi) NFPA 20 - Installation of Stationary Pumps for Fire Protection

สถาบันป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFPA) สำหรับ NFPA-20

(vii) NFPA 22 - Water Tanks for Private Fire Protection

สถาบันป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFPA) สำหรับ NFPA-22

(viii) NFPA 24 - Private Fire Service Mains and Their Appurtenances

สถาบันป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFPA) สำหรับ NFPA-24

(ix) NFPA 101 - Life Safety Code

สถาบันป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFPA) สำหรับ NFPA-101

(x) NFPA 130 - Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems

สถาบันป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFPA) สำหรับ NFPA-130

(xi) NFPA 170 - Fire Safety and Emergency Symbols

สถาบันป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFPA) สำหรับ NFPA-170

(xii) NFPA 2001 - Clean Agent Fire Extinguishing Systems

สถาบันป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NFPA) สำหรับ NFPA-2001

2.2.2 มาตรฐานของประเทศไทย

(i) EIT Standard 3002-51 - The Engineering Institute of Thailand, Standard for Fire Protection System

นิยามตามมาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย : EIT3002-51 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ (Automatic Sprinkler) หมายความว่า หัวกระจายน้ำดับเพลิงที่ จะเปิดออกอัตโนมัติให้น้ำไหลออกมาดับเพลิงทันทีเมื่อความร้อนจากเพลิงไหม้ทำให้อุณหภูมิบริเวณที่ติดตั้งสูง กว่าอุณหภูมิทำงาน (Temperature Rating) ของหัวกระจายน้ำดับเพลิงนั้น หัวฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hose Nozzles) หมายความว่า อุปกรณ์ที่ใช้ฉีดน้ำเพื่อการดับเพลิง ทำจากโลหะที่มีน้ำหนักเบา ปลายหัวฉีดอาจปรับลักษณะการฉีดน้ำได้ (เป็นลำ ฝอย หรือม่านน้ำ) อีกปลายเป็น ข้อต่อสวมเร็ว ต่อเข้ากับสายฉีดน้ำดับเพลิง หรือต่อด้วยเกลียวไว้กับปลายสายฉีด พร้อมใช้งาน หัวดับเพลิง (Hydrant) หมายความว่า หัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงติดตั้งอยู่ภายนอกอาคารของสถานประกอบการ มีหัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงสวมเร็วชนิดตัวเมียพร้อมฝาครอบ และโซ่ต่อกับหัวดับเพลิงอย่างถาวร ด้วยเกลียว หัวรับน้ำดับเพลิง (Fire Department Connection) หมายความว่า ข้อต่อสำหรับพนักงานดับเพลิงใช้ต่อสายส่งน้ำ เพื่อส่งน้ำเข้าไปในระบบดับเพลิง หัวต่อเป็นหัวต่อสวมเร็ว ตัวผู้พร้อมฝาครอบ และโซประกอบถาวรกับหัวรับน้ำดับเพลิงด้วยเกลียว มีลิ้นกันกลับภายใน หัวรับน้ำจะต้องมีหัวต่ออย่างน้อย 2 ทาง

ที่มา: ระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัย วสท.

2 เกณฑ์การออกแบบและรายละเอียดของระบบดับเพลิง

2.1 ทั่วไป

2.1.1 ระบบป้องกันอัคคีภัยจะจัดให้มีเพื่อปกป้องพื้นที่ที่ระบุของตัวสถานี อุโมงค์ และอาคารระบายอากาศ ระบบต่างๆรวมอยู่ในระบบป้องกันอัคคีภัยจะประกอบด้วย:

(i) ระบบดับเพลิงแบบเปียกสำหรับสถานีและอุโมงค์

a) ระยะเวลาสำหรับการทำงานของระบบจ่ายน้ำและท่อจ่ายน้ำ: อย่างน้อย 30 นาที สอดคล้องกับ NFPA 14 ข้อ 9.2 และ 9.3

b) ตัวสถานี: ระบบ Class III

c) อุโมงค์: ระบบ Class I

d) อาคารระบายอากาศและการระบายอากาศ: ระบบ Class I

e) สำหรับพื้นที่สาธารณะของตัวสถานี และพื้นที่การบำรุงรักษา ตู้ดับเพลิง (FHCs) จะกำหนดให้มีหัวจ่ายน้ำดับเพลิง ขนาด 65 มม. ตาม NFPA14 Class III สำหรับหัวต่อกับสายดับเพลิงขนาด 25 มม. ระยะห่างระหว่างจุดเชื่อมต่อไม่ต่ำกว่า 30 เมตร สำหรับผู้อยู่อาศัยในอาคารสามารถนำไปใช้งานได้

f) สำหรับอุโมงค์ บันไดหนีไฟ ทางเข้าอาคารและอาคารระบายอากาศ จะใช้ NFPA Class, I จะกำหนดให้มีหัวจ่ายน้ำดับเพลิง ขนาด 65 มม. สำหรับพนักงานดับเพลิง

g) ความดันตกค้างขั้นต่ำ สำหรับการการเชื่อมต่อท่อในทุกชั้นจะต้องอยู่ที่ 4.5 บาร์ แต่ไม่เกิน 6.9 บาร์ ตามกฎกระทรวง และมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ (3002-51) การจำกัดแรงดันนั้นจะต้องจัดให้มีวาล์ว สำหรับการเชื่อมต่อท่อที่ความดันตกค้างเกิน 6.9 บาร์ อย่างไรก็ตามหากมีแรงดันตกค้างที่ 6.9 บาร์จะมารวมกับการคำนวณส่วนหัวของปั๊มดับเพลิงด้วย

(ii) ระบบสปริงเกอร์อัตโนมัติ

a) ตามมาตรฐานการออกแบบของโครงการ (ODS-Clause 37.7.14) ระบบสปริงเกอร์อัตโนมัติจะมีไว้สำหรับพื้นที่จัดเก็บห้องถังขยะและพื้นที่อื่น ๆ ที่คล้ายกันด้วย

b) ตามมาตรฐานมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์ (3002-51) ข้อ 5.7.4.1.1 การจัดเตรียมสปริงเกอร์จะต้องใช้ในทุกพื้นที่ของอาคาร ยกเว้นบางพื้นที่ที่สามารถถือว่าถูกละเว้น เช่นห้องไฟฟ้าที่มีอุปกรณ์ประเภทแห้งเท่านั้น และจะต้องมีผนังกันไฟเรตติ้ง 2 ชั่วโมง

c) การป้องกันด้วยสปริงเกอร์จะไม่จำเป็นในลานจอดและสถานีเป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบของโครงการ (ODS-37.7.1a)

d) ระยะเวลาสำหรับการทำงานของระบบสปริงเกอร์: ขั้นต่ำ 60 นาที ให้สอดคล้องกับ NFPA 13 ข้อ 11.2.3.1 และตาราง 11.2.3.1.2

e) การจำแนกประเภทความอันตราย: เป็นความอันตรายระดับทั่วไป (กลุ่มที่ 2) หัวสปริงเกอร์จะเป็นแบบลิงค์แบบหลอม รวมกับอุณหภูมิมาตรฐาน ในกรณีที่อุณหภูมิปกติสปริงเกลอร์อุณหภูมิสูงที่เหมาะสมสภาพอุณหภูมิที่ได้รับ

(iii) ระบบป้องกันอัคคีภัยบันไดเลื่อน:

a) ตามมาตรฐานการออกแบบของโครงการ (ODS-Clause 37.7.2) การตรวจจับไฟและสปริงเกอร์สำหรับการป้องกันระบบเพลิงไหม้ ซึ่งเรียกว่าระบบป้องกันอัคคีภัยบันไดเลื่อน (ESPS) เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับงานบันไดเลื่อน

b) ท่อทั้งหมดจะเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 13 หรือมาตรฐานสากลที่เทียบเท่ากันอย่างเต็มที่

c) พื้นที่ที่ได้รับการพิจารณาเพื่อการป้องกันจะประกอบด้วยพื้นที่ส่วนบนและส่วนล่างของพื้นที่ป้องกันภายในโครงของบันไดเลื่อน การคิดพื้นที่ทำงานจะคิดลงตามความยาวของพื้นที่บวกกับเปอร์เซ็นต์ของด้านที่เปิด (25%)

d) ข้อกำหนดการออกแบบ: พื้นที่ครอบครองอันตราย (Ordinary Hazard)

e) ระยะเวลาสำหรับการทำงานของระบบสปริงเกอร์: ขั้นต่ำ 60 นาที

f) การทำงานอัตโนมัติจากระบบตรวจจับความร้อนเชิงเส้นจะมีให้ตาม ODS-ข้อ 36.12.3

(iv) เครื่องดับเพลิงแบบพกพา

a) เครื่องดับเพลิงแบบพกพาจะได้รับการออกแบบและติดตั้งตามมาตรฐาน NFPA 10 ตามมาตรฐานมาตรฐานการออกแบบของโครงการ (ODS-37.7.9) อุปกรณ์พกพา 3 ประเภท

เครื่องดับเพลิงจะถูกใช้สำหรับ:

• เครื่องดับ CO_2 ขนาด 4.5 กก. – High Voltage และห้องสวิตช์

• เครื่องดับ CO_2 ขนาด 2.5 กก. ห้องไฟฟ้าและห้องที่ใช้งานที่คล้ายคลึงกันอื่น ๆ

• เครื่องดับเพลิงแบบเคมีแห้ง (ABC) ขนาด 4.5 กก. - พื้นที่สาธารณะและห้องพักเสริม

• อ้างอิงถึงตารางตอนท้ายหัวข้อนี้ ใช้สำหรับการจัดเตรียมเครื่องดับเพลิงแบบพกพา

(v) ระบบการกำจัดก๊าซของ Clean Agent

a) ตามมาตรฐานการออกแบบของโครงการ (ODS-Clause 37.7.15) ก๊าซทำความสะอาดระงับการใช้งาน ระบบจะต้องได้รับการออกแบบและติดตั้งตามมาตรฐาน NFPA 2001 สำหรับระบบดับเพลิง Clean Agent

b) ระบบดับเพลิงก๊าซของ Clean Agent จะถูกเตรียมให้กับห้องไฟฟ้าดังต่อไปนี้:

• ห้องอุปกรณ์สื่อสาร

• LV Switch Room

• ห้องแบตเตอรี่

• ห้องส่งสัญญาณอุปกรณ์

• สถานีย่อย

• UPS / ห้องแบตเตอรี่

• อ้างอิงถึงตารางตอนท้ายหัวข้อนี้ สำหรับระบบการกำจัดก๊าซแบบเอเจนต์ที่สะอาด

c) ระบบบเพลิงก๊าซของ Clean Agent จะถูกเชื่อมต่อกับระบบ (Environmental Control System) ECS หลังจากได้รับสัญญาณจากเครื่องตรวจจับควันระบบ Clean Agent จะทำงาน และสารทำความสะอาดจะถูกปล่อยออกจากสารถังเก็บเข้าสู่ห้องเพื่อป้องกันเพลิงไหม้ ลำดับการดำเนินงานสำหรับการเปิดและปิดของแดมเปอร์มอเตอร์ และสัญญาณของระบบแผงควบคุม N2 และฟังก์ชั่นที่แผงควบคุมของ ECS ของแต่ละห้องที่ควบคุม

2.2 ถังเก็บน้ำดับเพลิง

2.2.1 จะมีถังเก็บน้ำดับเพลิงที่สถานีแต่ละแห่ง ตามขนาดที่กำหนดโดย NFPA 13 และ NFPA 14 และจัดหาน้ำดับเพลิงที่ใช้งานเฉพาะสำหรับใช้งานระบบต่อไปนี้:

• ระบบสปริงเกอร์สถานี

• สถานียืนและระบบท่อ

• ระบบดับเพลิงอุโมงค์

2.2.2 ความจุน้ำดับเพลิงในแต่ละสถานีจะได้รับการออกแบบตาม NFPA 130 ข้อ 6.4.5.5 ฉบับปี 2017

2.2.3 รวมถังเก็บน้ำสำหรับสถานีในประเทศและการดับเพลิง

2.2.4 ถังเก็บน้ำจะถูกสร้างขึ้นจากคอนกรีตหรือแผ่นเหล็กชุบสังกะสีตาม ODS- ข้อ 37.6.2.1

2.3 ปั๊มดับเพลิง

2.3.1 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะได้รับตาม NFPA 20 เพื่อจ่ายแรงดันน้ำดับเพลิงให้กับระบบต่อไปนี้ โดยมีอัตราการไหลตามที่ต้องการ:

•ระบบสปริงเกอร์สถานี

•สถานียืนและระบบท่อ

•ระบบดับเพลิงอุโมงค์

2.3.2 ปั๊มดับเพลิงในแต่ละสถานีจะประกอบไปด้วยเครื่องสูบน้ำช่วย (Jockey Pump) แบบไฟฟ้า เพื่อรักษาความดันที่ต้องการในระบบตลอดเวลา ปั๊มไฟฟ้าหลัก 1 ชุด ที่หน้าที่ในการจ่าย 100% ของความดันและการอัตราการไหลของน้ำตามที่ต้องการ และปั๊มแสตนด์บายไฟฟ้า 1 ตัว ข้อกำหนดด้านแหล่งจ่ายไฟและการควบคุมสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะเป็นไปตาม NFPA 20 และ 70 เครื่องสูบน้ำจะถูกขับเคลื่อนโดยอัตโนมัติโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ HV ที่ Depot ซึ่งจะได้รับสัญญา E7 ในกรณีที่เกิดความล้มเหลวหลัก

2.3.3 อัตราการไหลของน้ำรวมจะถูกคำนวณตาม NFPA 14 ข้อ 7.10.1.3 อิงตามข้อกำหนดของสอง standpipes ตามมาตรฐาน NFPA14 ข้อ 7.10.1.3.2

2.4 การเชื่อมต่อแผนกดับเพลิง

2.4.1 การเชื่อมต่อแผนกดับเพลิง (FDC) จะมีให้แต่ละสถานีและอาคารระบายอากาศและทางเข้าทางออกฉุกเฉินที่ระดับพื้นดิน ในสถานที่ที่สามารถเข้าถึงได้ แต่ละ FDC จะประกอบด้วยการเชื่อมต่อท่อสองจุดบนท่อคู่ เพื่อให้หน่วยงานดับเพลิงในท้องถิ่นป้อนน้ำเข้าไปในระบบดับเพลิงและสปริงเกอร์ในกรณีที่ปั๊มดับเพลิงล้มเหลวโดยสิ้นเชิง

2.5 ระบบท่อซัพพลาย

2.5.1 สำหรับตัวสถานีตามมาตรฐาน NFPA Class I และ III สำหรับตู้ดับเพลิงและวาล์วจะมีการระบุจุดสำหรับ Class I ที่ทางเข้าอาคารและบันไดหนีภัยในระดับบันไดลงสู่ระดับกลางวสถานี และสำหรับ Class III สำหรับพื้นที่สาธารณะและส่วนสำหรับซ่อมบำรุง ตู้ดับเพลิงและวาล์วดับเพลิงจะมีระยะห่าง 60 ม เพื่อให้เจ้าหน้าที่ดับเพลิงสามารถเข้าถึงได้ ท่อสาขาจากท่อหลักไปยังท่อดับเพลิงและวาล์วจะถูกติดตั้งในสภาพที่สั้นที่สุด

สำหรับอาคารระบายอากาศและทางเข้าทางออกฉุกเฉินวาล์วที่ต่อกับท่อจะให้ตามมาตรฐาน NFPA14 Class I สำหรับบันไดหนีภัยที่อาคารทางเข้าและที่ระดับบันไดกลาง

2.5.2 ที่ปลายแต่ละด้านของแต่ละสถาณีจะมีตู้เก็บสาย ซึ่งจะมีทั้งหมดสี่ตู้ และมีท่อขนาด 65 มม. ยาว 30 ม. และท่อแบบสวมเร็วอีก 1 จุดพร้อมระบบปิด

2.5.3 ระบบดับเพลิงหลักของอุโมงค์จะเตรียมไว้ตลอดความยาวของอุโมงค์ น้ำประปาที่เข้าสู่ระบบจะมาจากสถานีปั๊มและระบบท่อ จะถูกติดตั้งแยกที่ปลายแต่ละด้านของแต่ละชานชลา เพื่อควบคุมการดับเพลิงในอุโมงค์ ท่อดับเพลิงหลักของอุโมงค์จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 150 มม. และวาล์วดับเพลิงที่สมบูรณ์พร้อมสวิตช์ตรวจสอบการไหลทุกๆ ระยะห่างที่ 50 ม. หรือน้อยกว่า ระบบดับเพลิงหลักของอุโมงค์แต่ละอัน ที่ยื่นออกมาจากชานชลาสถานีจะสามารถทำงานได้ประมาณครึ่งหนึ่งของอุโมงค์ ที่ตั้งอยู่ระหว่างสถานีที่อยู่ติดกัน ระบบดับเพลิงหลักที่ยื่นออกมาจากสถานีที่อยู่ติดกันจะเชื่อมต่อกันด้วยวาล์วกันกลับ ที่ถูกตรวจสอบประมาณกลางอุโมงค์ วาล์วกันกลับนี้ยังทำหน้าที่แยกส่วนของท่อแต่ละส่วน เพื่อการบำรุงรักษาการแยกช่วงเวลาไม่เกิน 244 เมตร แยกกันตาม NFPA130 ข้อ 6.4.5.3 การเชื่อมต่อแผนกดับเพลิงจะมีให้ในอาคารระบายอากาศ

2.6 ระบบการจ่ายน้ำดับเพลิงแบบสปริงเกอร์

2.6.1 เครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องเตรียมน้ำดับเพลิง ผ่านทางท่อจ่ายน้ำดับเพลิงไปยังหัวฉีดดับเพลิงแต่ละช่วงตามที่กำหนดไว้ ทั่วทั้งตัวสถานี จะจะต้องเตรียมท่อแยกสำหรับแต่ละชั่นของตัวสถานี สำหรับระบบสปริงเกอร์ เพื่อลดการสูญเสียแรงดันเนื่องจากแรงเสียดทานในท่อสปริงเกอร์ที่ยาวเกินไป แต่ละเหัวฉีดน้ำจะถูกจัดเรียง เพื่อให้น้ำดับเพลิงที่ความดันที่เหมาะสมและอัตราการไหลเพื่อให้มีการแบ่งออกของการดับเพลิงทั้งหมดเป็นไปตาม NFPA 13 ระบบฉีดน้ำท่อแห้งจะจ่ายให้กับห้องปฏิบัติการสถานี (SOR) โดยมีวาล์วเตือนภัยจะทำงาน โดยสวิตช์ความดันซึ่งจะส่งสัญญาณไฟไหม้ไปยังแผงควบคุมสัญญาณเตือนไฟไหม้

2.7 ระบบป้องกันอัคคีภัยบันไดเลื่อน (ESPS)

2.7.1 ระบบ ESPS จะประกอบด้วย:

(i) แผงสัญญาณเตือนไฟไหม้แบบอะนาล็อกตรวจจับความร้อนเชิงเส้น ระบบ ESP แบบหลายโซนระยะที่ 1

(ii) แผงสัญญาณเตือนไฟไหม้แบบอะนาล็อกตรวจจับความร้อนเชิงเส้น โซนเดี่ยวระยะที่ 2

(iii) สายเคเบิลระบบตรวจจับความร้อนเชิงเส้นแบบหลายโซนทำหน้าที่เป็นไฟแจ้งเตือนขั้นที่ 1

(iv) สายเคเบิลระบบตรวจจับความร้อนเชิงเส้นโซนเดียวทำหน้าที่เป็นไฟแจ้งเตือนขั้นที่ 2

(v) ระบบการกระตุ้นการทำงานของ MJC จากแผงสัญญาณเตือนไฟไหม้ ESPS

(vi) ระบบป้องกันอัคคีภัยตามหลักการของน้ำท่วม

(vii) ระบบของหัวสปริงเกอร์

2.7.2 ทั้ง ESPS ระดับ 1 และระดับที่ 2 จะต้องติดตั้งแผงสัญญาณเตือนไฟไหม้ห้องเครื่องของบันไดเลื่อน และให้ระบุอย่างชัดเจนว่า "ระบบดับเพลิง"

2.7.3 วัตถุประสงค์ของแผงสัญญาณเตือนไฟไหม้ ESPS ขั้นที่ 1 เพื่อเป็นการตรวจสอบและสัญญาณเตือนหากเกิดไฟไหม้หรือสภาพความผิดปกติในระบบ ESP และส่งสัญญาณสถานี FAP หรือห้องปฏิบัติการของสถานี (SOR) เพื่อเตือนไฟไหม้ขั้นที่ 1 เช่น การแจ้งเตือน

2.7.4 วัตถุประสงค์ของตู้ ESPS ขั้นที่ 2 จะต้องมีการตรวจสอบเพื่อยืนยันการเกิดเพลิงไหม้ในฐานะที่เป็นขั้นที่ 2 ที่เปิดใช้งานของระบบสปริงเกอร์ ESPS

2.7.5 เมื่อมีสภาพความผิดปกติในสายเคเบิลตรวจจับ (Linear Heat cable) ขั้นที่ 1 หรือขั้นที่ 2 จะต้อง ป้องกันระบบที่เปิดใช้งานได้ กรณีที่สัญญาณไฟไหม้ที่ตามมาจากสายเคเบิลตรวจจับ

2.7.6 หลังจากได้รับการยืนยันทั้งขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 แล้ว ระบบจะส่งสัญญาณสถานี FAP โดยอัตโนมัติภายใน 3 วินาที ซึ่งขั้นตอนการอพยพสถานีจะเริ่มขึ้น

2.8 ระบบดับเพลิงด้วยแก๊ส N2

2.8.1 ระบบดับเพลิงด้วยแก๊ส N2 จะถูกปล่อยออกมาโดยอัตโนมัติ โดยระบบตรวจจับเพลิงไหม้ และจะต้องเชื่อมต่อกับระบบควบคุมแต่ละห้อง ที่ได้รับการป้องกัน

2.8.2 ภาชนะบรรจุต้องได้รับการออกแบบให้เก็บสารแก๊ส N2 ภาชนะบรรจุจะต้องสร้างขึ้นตามมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ภาชนะบรรจุจะต้องอยู่ใกล้กับบริเวณที่ได้รับการป้องกันมากที่สุด แต่จะต้องไม่สัมผัสกับไฟหรือความเสียหายทางเคมีหรือจากสภาพอากาศ

2.8.3 ท่อจะต้องเป็นเหล็กสีดำหรือชุบสังกะสีตามมาตรฐาน ASTM A-53, เกรด B, Schedule 80 หรือมาตรฐานสากลที่เทียบเท่า ห้ามใช้ท่อที่ไม่ใช่โลหะ

2.8.4 ระบบท่อจะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างปลอดภัยและจะต้องได้รับการออกแบบด้วยค่าเผื่อ สำหรับแรงผลักดันและการขยายตัวทางความร้อนและการหดตัว ข้อต่อท่อจะต้อง

เหมาะสมกับสภาพการออกแบบ และจะต้องเลือกโดยคำนึงถึงความหนาแน่นของข้อต่อและความแข็งแรงเชิงกลด้วย

2.8.5 อุปกรณ์ในการทำงานต้องรวมถึงอุปกรณ์ปล่อยก๊าซ N2 หรือวาล์วควบคุมการปล่อยและป้องกันอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องป้องกันเพื่อประสิทธิภาพของระบบ การทำงานจะต้องทำงานด้วยระบบไฟฟ้า

2.8.6 ระบบดับเพลิงด้วยแก๊ส N2 จะต้องตรวจสอบ โดยระบบสัญญาณเตือนไฟไหม้

2.8.7 ระบบดับเพลิงด้วยแก๊ส N2 ต้องสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติและจะประกอบด้วย:

(i) แผงควบคุมที่มีเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ในตัว และมีสัญลักษณ์เตือนที่มองเห็นได้

(ii) ระบบตรวจจับควัน

(iii) ระบบเตือนภัยด้วยเสียง: สัญญาณเตือน

(iv) ระบบเตือนที่มองเห็นได้: กระพริบและสัญญาณเตือน

(v) แบตเตอรี่สำรองพร้อมใช้งาน

(vi) การระบายแรงดันด้วยมือ

(vii) หัวฉีดและระบบท่อ

(viii) ถังบรรจุก๊าซ N2 และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องรวมถึงอุปกรณ์เสริม

(ix) สวิตช์ความดันก๊าซที่เป็นบวกและสัญญาณการอพยพ

2.9 เครื่องดับเพลิงพกพา

2.9.1 ที่ตัวสถานที่ต่าง ๆ ในแต่ละสถานีและอาคารระบายอากาศ, และปล่องระบายอากาศ เครื่องดับเพลิงแบบพกพาที่ทางเข้า-ทางออกฉุกเฉิน จะต้องมีการจัดเตรียมให้เหมาะสมกับประเภทของความเสี่ยงจากไฟไหม้ที่จะพบ สำหรับห้องไฟฟ้าทั้งหมดจะมีการติดตั้งเครื่องดับเพลิง CO_2 และสำหรับพื้นที่อื่นๆ ที่มีความเสี่ยงจะติดตั้งเครื่องดับเพลิงเคมีแห้ง (ABC) เครื่องดับเพลิงแบบพกพาทั้งหมดจะได้รับตามข้อกำหนดของ NFPA 10 เครื่องดับเพลิงจะต้องติดตั้งอย่างแน่นหนา บนจุดยึดที่ทำขึ้น เครื่องดับเพลิงทั้งหมดจะต้องถูกเลือกตามข้อกำหนดของมาตรฐาน NFPA 10 สำหรับเครื่องดับเพลิงแบบพกพา

2.5.9.2 เครื่องดับเพลิงจะต้องได้รับการทดสอบประเภทกับความดัน 200 บาร์ในแต่ละประเภทของถังดับเพลิง

2.5.9.3 เอกสารของการทดสอบแรงดันและผลลัพธ์จะต้องจัดทำโดยผู้ผลิต

2.9.4 เครื่องดับเพลิงแบบพกพาจะต้องติดตั้งในกลุ่มเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ตาม NFPA 10 **ซึ่งอ้างถึงเอกสารข้อมูลระบบป้องกันอัคคีภัยของห้องต่างๆ**

เนื่องจากข้อมูลข้างต้นที่ได้อธิบายถึงข้อกำหนดต่างๆ และการติดตั้งระบบดับเพลิงตั้งแต่หัวข้อที่ 2.3 เกณฑ์การออกแบบและรายละเอียดของระบบดับเพลิง มานั้นจะเห็นได้ว่ามีข้อกำหนดและเกณฑ์มากมาย จึงมีการจัดทำตารางเพื่อใช้ในการตรวจสอบการออกแบบด้านล่างนี้

เอกสารข้อมูลระบบป้องกันอัคคีภัยของห้องต่างๆ

(Fire Protection System Room Data Sheets)

Room Ref.	Room Name	Fire Protection				
					Gas System	
		Sprinkler	Dry Pipe Sprinkler System	Hose Reel	Clean Agent Suppression	Portable Extinguisher
01	Unpaid Area / Passageway / Adit			Y		4.5kg ABC
02	Paid Area			Y		4.5kg ABC
03	Ticket Vending Machine (TVM.)					4.5kg ABC
04	ATM. / Telephone Booth					4.5kg ABC
05	Automatic Fare Collection (AFC.)					2.5kg CO2
06	Multi-Purpose Area	Y		Y		
07	Platform Area			Y		4.5kg ABC
08	Cash Handling Area	Y				
09	Cash Trolley Store	Y				
10	Ticket Storage Room	Y				4.5kg ABC
11	Walk in Vault					4.5kg ABC
12	Cleaner	Y				
13	Refuse	Y				
14	Maintenance	Y				
15	Station / Lost & Found	Y				
16	Flood-Board Storage	Y				
17	Escape Route	Y				
18	First Aid	Y				
19	Public / Handicapped Toilets	Y				
20	Staff Corridor	Y				
21	Staff Dormitory	Y				
22	Staff Locker Room	Y				
23	Staff Mess / Rest Room	Y				
24	Staff Toilet	Y				
25	Station Operation Room (SOR.)		Y			2.5kg CO2
26	Ticket Office	Y				4.5kg ABC
27	Duty Service Managers Office	Y				4.5kg ABC
28	Office	Y				4.5kg ABC
29	Inspectors Office	Y				
30	Train Staff Room	Y				4.5kg ABC
31	Unused Space					
32	Maintenance Access Opening					
E&M Room Area						
E01	A/C Plant Room	Y		Y		4.5kg ABC
E02	Cat Ladder Service Access					
E03	Cooling Tower					
E04	Draught Relief Plenum	Y				
E05	ECS Control Room	Y				4.5kg ABC

E06	Fresh Air Inlet					
E07	Pressurization Fan Room	Y				4.5kg ABC
E08	Pressurized Duct Plenum					
E09	Pump Sump Room	Y				4.5kg ABC
E10	Multi-Purpose A/C Plant	Y		Y		4.5kg ABC
E11	Multi-Purpose Distribute Boards / LV. Switch				Y	4.5kg CO2
E12	Multi-Purpose Substation				Y	4.5kg CO2
E13	RMU. & Substation				Y	4.5kg CO2
E14	Storm Water Pump Room	Y				4.5kg ABC
E15	Tunnel Ventilation Fan Room	Y				4.5kg ABC
E16	Underpass LV. Switch Room					4.5kg CO2
E17	TES Fan Room	Y				4.5kg ABC
E18	TES Plenum / Shaft					
E19	TVS Plenum / Shaft					
E20	E&M Shaft					
E21	Void Under Platform					
E22	Motor Control Center (MCC) Room					2.5kg CO2
E23	Battery Room				Y	2.5kg CO2
E24	Electrical Service Room					
E25	Fire Service Room	Y				4.5kg ABC
E26	Fire Water Tank Room	Y				
E27	Gas Bottle Room	Y				
E28	Hose Reel Storage	Y				
E29	LV Switch Room				Y	4.5kg CO2
E30	Water Pump Room	Y				4.5kg ABC
E31	Water Tank Room	Y				
E32	Commercial Communication Room				Y	2.5kg CO2
E33	PSD Room	Y				
M&E Room						
M1	Communication Equipment Room				Y	2.5kg CO2
M2	Permanent Way Store	Y				
M4	Signaling Battery Room				Y	2.5kg CO2
M5	Signaling Equipment Room				Y	2.5kg CO2
M6	Service Substation				Y	2.5kg CO2
M7	Traction Substation				Y	2.5kg CO2

Notes:

1. PS - Smoke Detector

   PS2 - Smoke Detector for Gas Suppression System

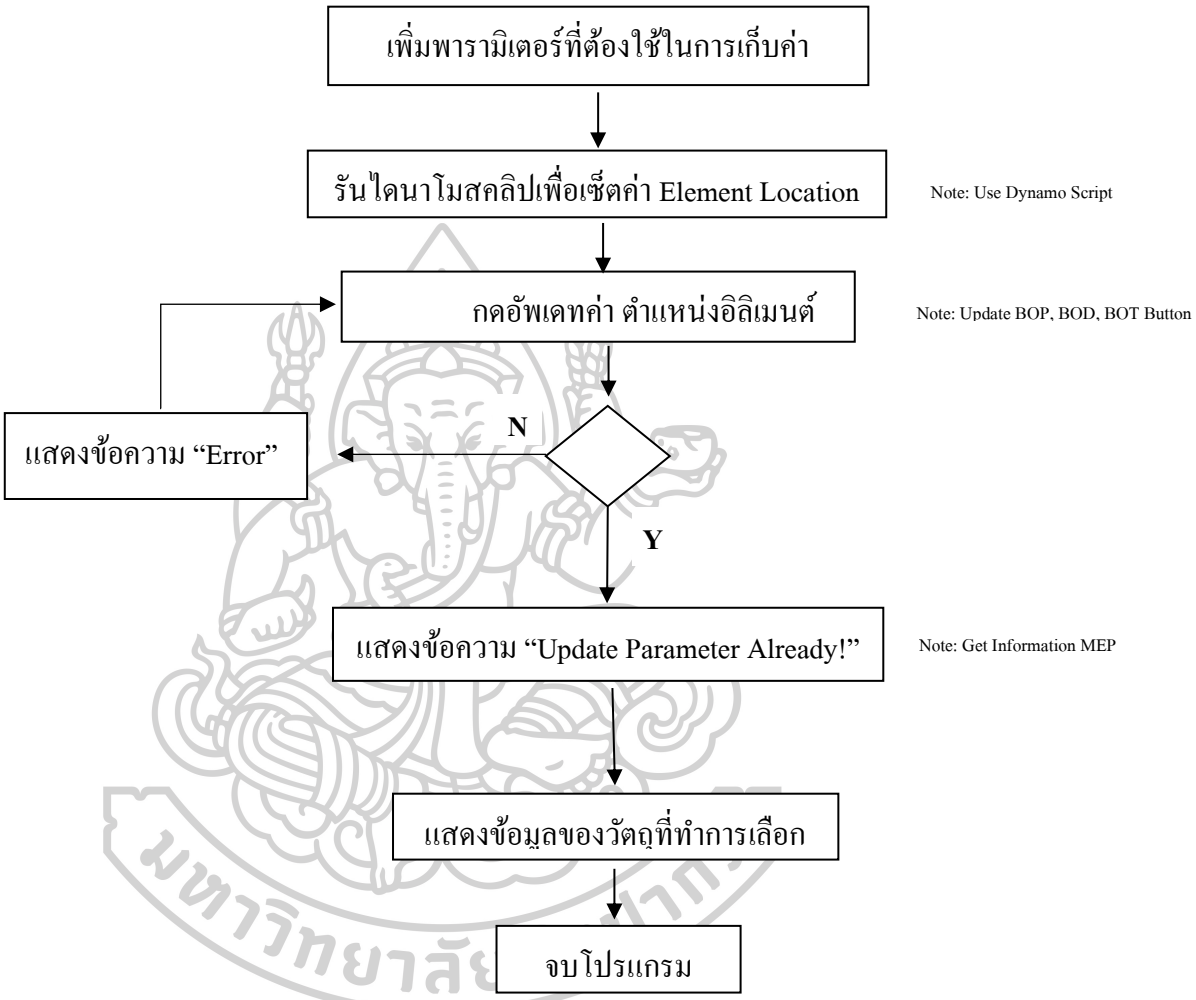
   N - Not provided

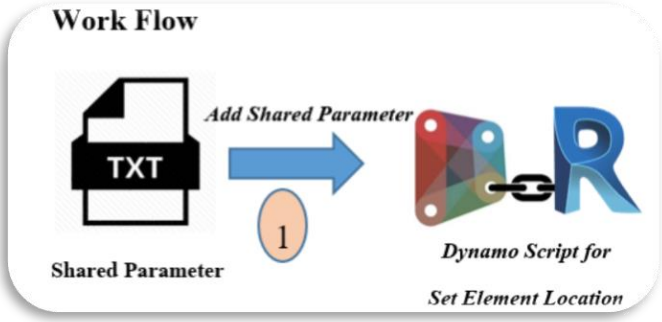
2. Figures indicated are based on Employers Requirements.

ภาคผนวก ข

1. Flow Chart โปรแกรมการหาตำแหน่งของอิลิเมนต์เทียบกับกริดไลน์

Flow Chart โปรแกรมแสดงข้อมูลของวัตถุในงานระบบประกอบอาคาร



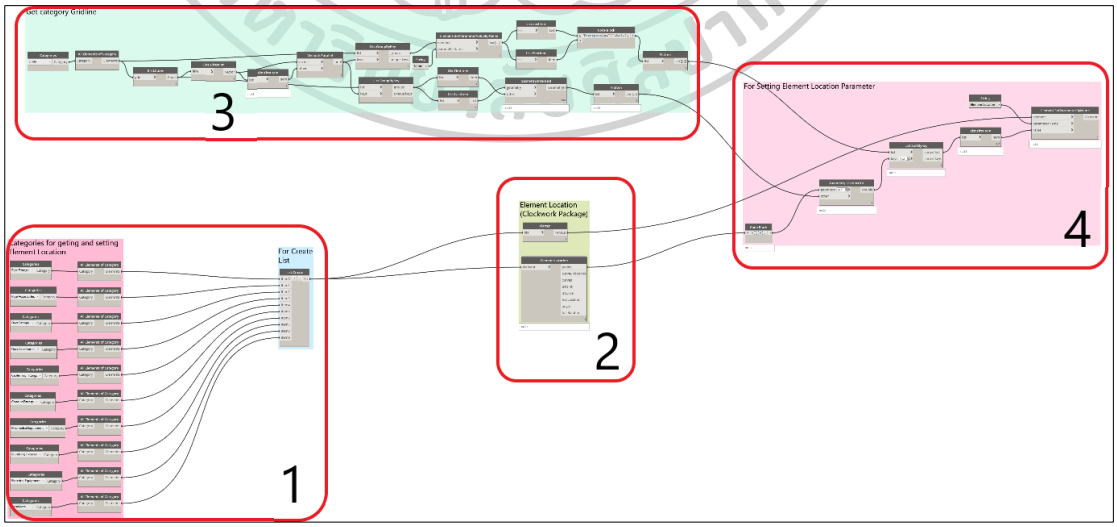


Item 1 คือเนื่องจากพารามิเตอร์บางอย่างไม่มีในโปรแกรมมาตรฐานหรือต้องไปคำนวณใหม่เพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการ โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

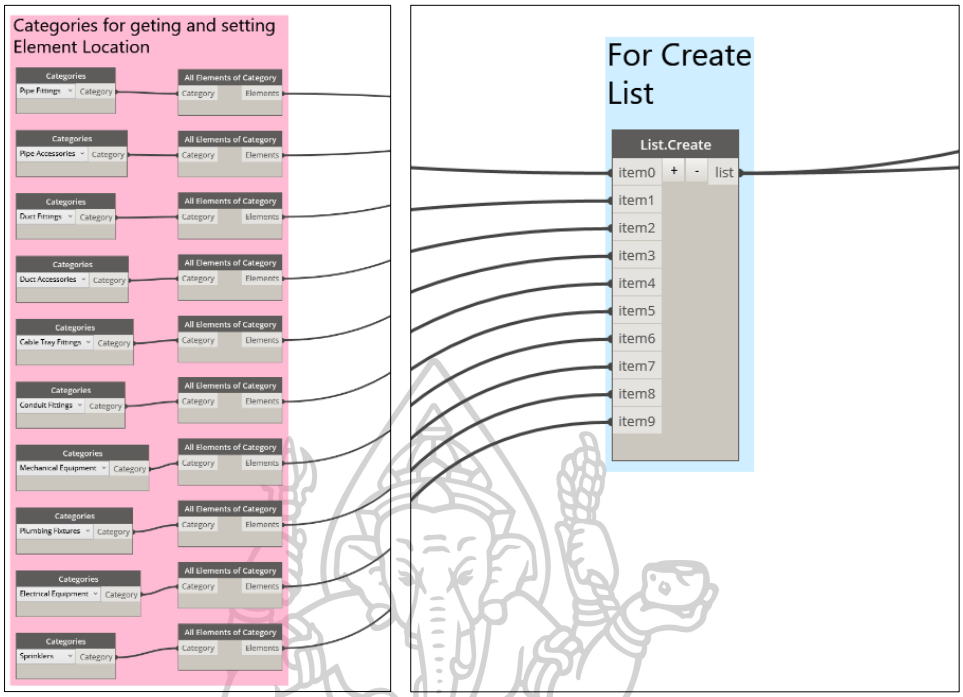
1.1 พารามิเตอร์ชื่อ Element Location

1.1 Dynamo Script set ค่า Element Location

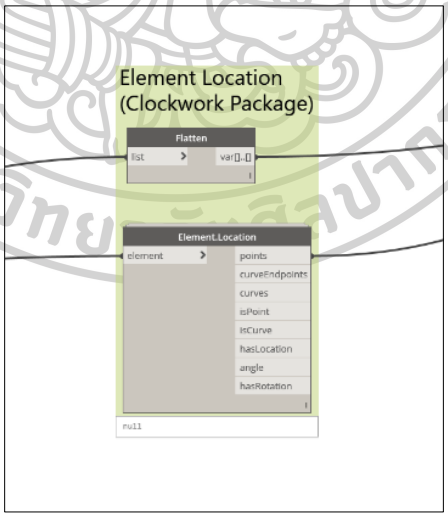
เพื่อให้การทำงานง่ายขึ้นจึงได้ทำการสร้าง Dynamo Script เพื่อทำหา Set ค่าให้กับ Element Location เพื่อบอกว่า Element นั้นๆ อยู่ในตำแหน่งใดของอาคาร เช่น อยู่ระหว่าง Gridline G/5 อยู่ที่ gridline แนวนอนชื่อ G และอยู่ที่ gridline แนวตั้งชื่อ 5 เพื่อให้ง่ายการหาในแบบ โดยมีรายละเอียดของ Dynamo script ดังนี้



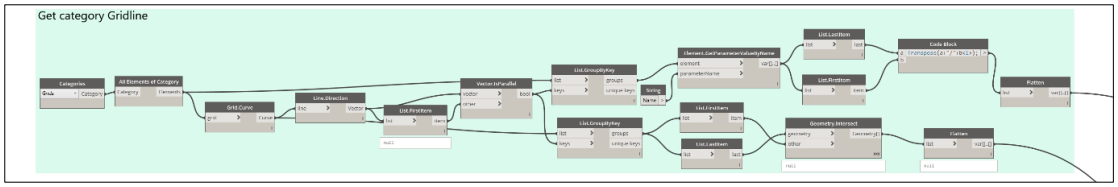
ภาพรวมของโปรแกรม Dynamo Script



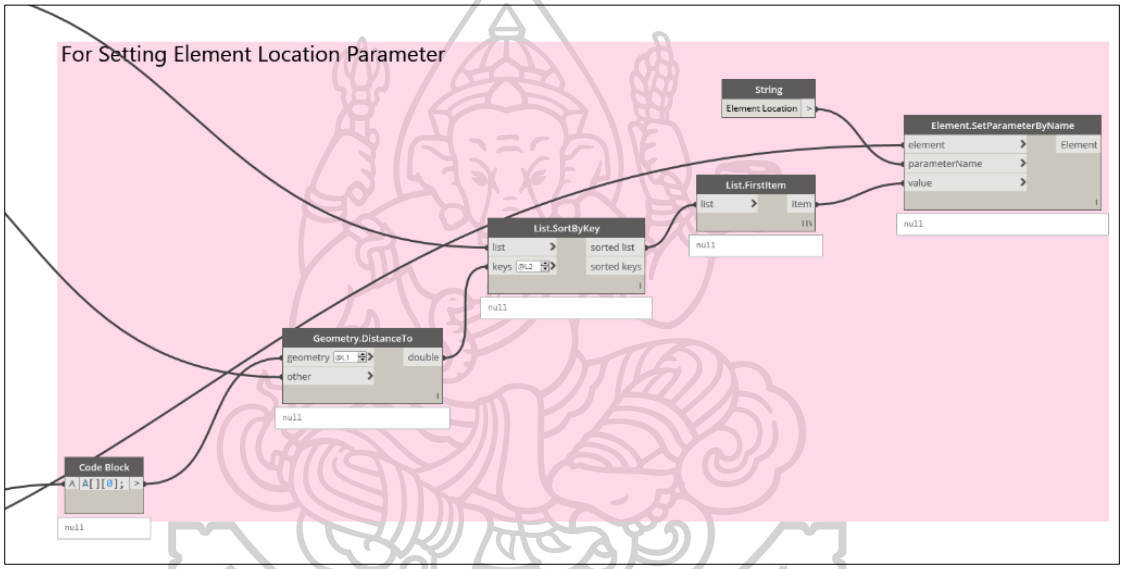
ภาพหมายเลข 1 แสดงการเลือก Categories ทั้งหมดที่ต้องการใช้งานและการใช้ Node ชื่อ List.Create เพื่อรวม Categories ทั้งหมดที่ต้องการ



ภาพหมายเลข 2 แสดง Node ที่ใช้ในการบอกตำแหน่งขององค์ประกอบ (Elements) ที่ต้องการหาตำแหน่ง



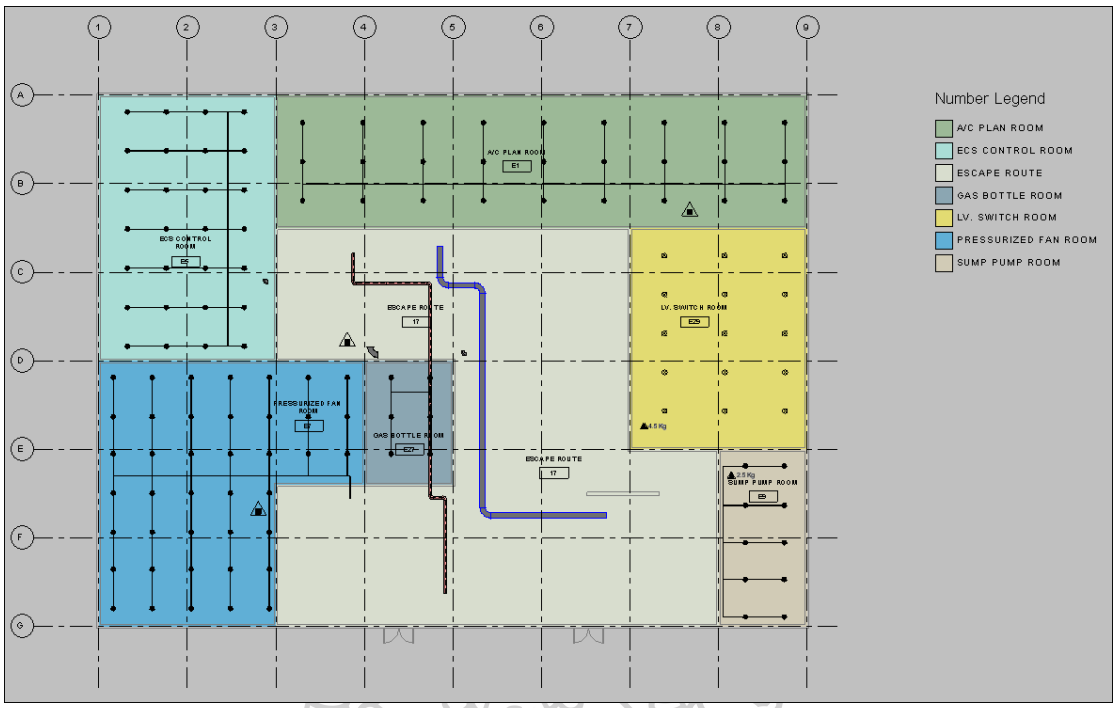
ภาพหมายเลข 3 แสดง Node ต่างๆ ที่ใช้ในการหาตำแหน่งของ Gridline เพื่อใช้เปรียบเทียบและบอกตำแหน่งของ อิลิเมนต์ (Elements) ที่ต้องการ



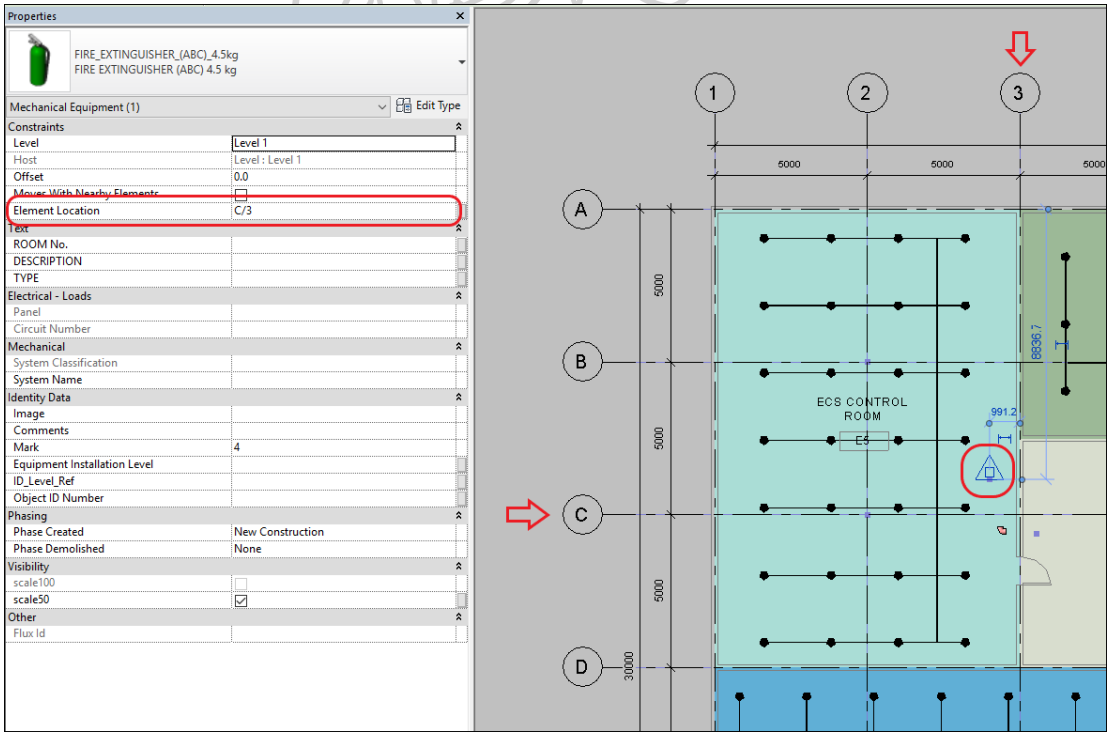
ภาพหมายเลข 4 แสดง Node ต่างๆ ที่ใช้ในการ Set ค่าให้กับ Parameter ชื่อ Element Location

1.2 การใช้งานโปรแกรม Element Location

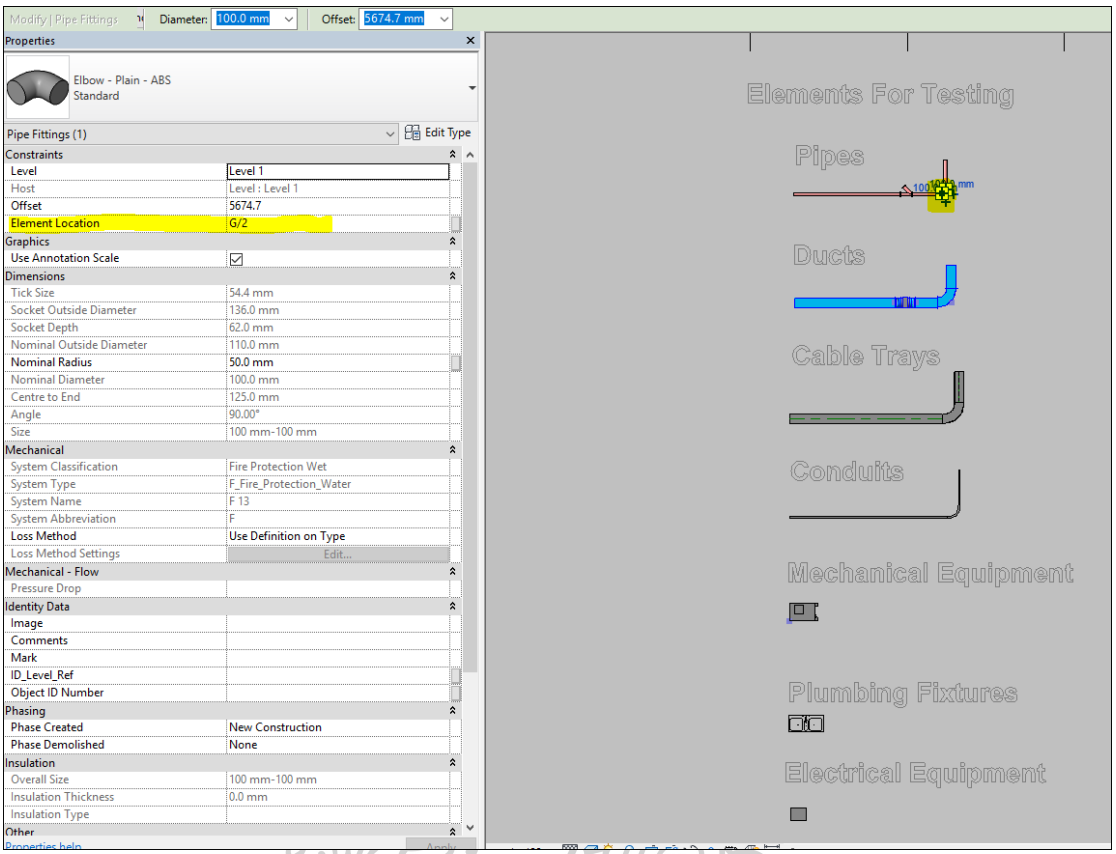
สำหรับการใช้งานโปรแกรมที่ได้ทำการสร้างขึ้นมานั้น จะมีหน้าต่างและปุ่มกดตามภาพด้านล่าง



ภาพแสดงโดยรวมของโครงการทดสอบ

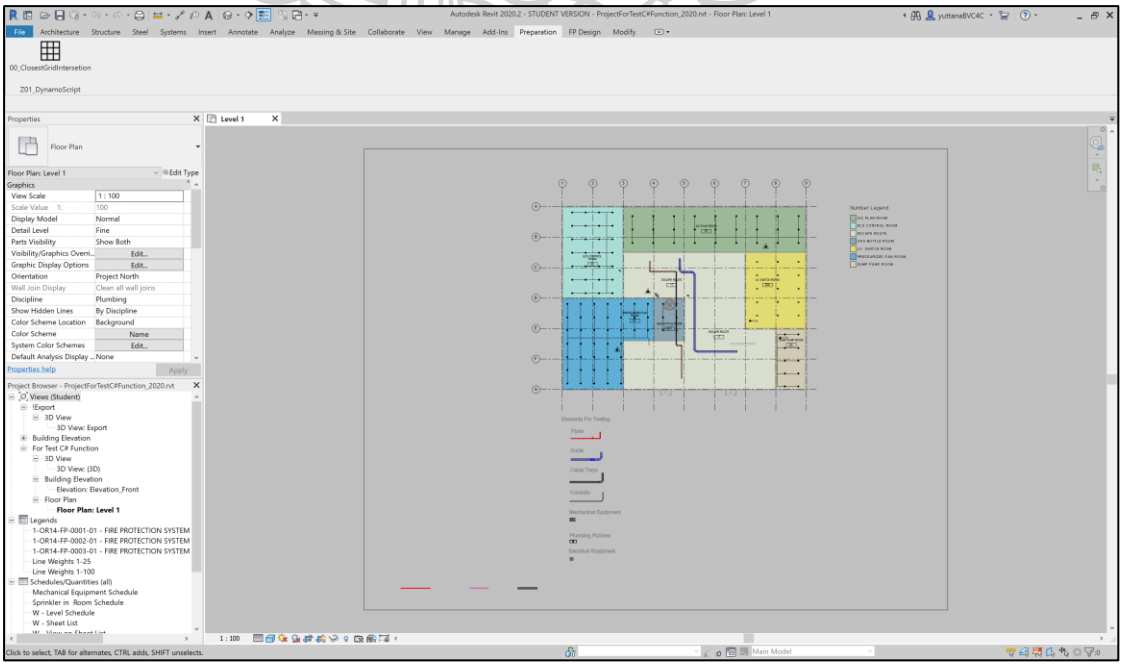


ตัวอย่างภาพที่แสดงตำแหน่งของ Element ว่าอยู่ระหว่าง Gridline ใดในโครงการ

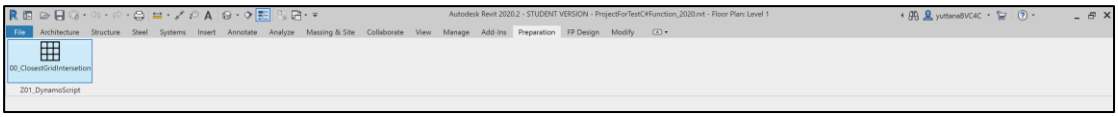


ตัวอย่างภาพที่แสดงตำแหน่งของ Element ว่าอยู่ระหว่าง Gridline ใดในโครงการ

สำหรับการใช้งานโปรแกรมที่ได้ทำการสร้างขึ้นมานั้น จะมีหน้าต่างและปุ่มกดตามภาพด้านล่า



ภาพแสดง โปรแกรมแสดงข้อมูลของวัตถุในงานระบบประกอบอาคารโดยรวม



ภาพแสดง แถบเครื่องมือและปุ่มกด

1.3 การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ได้จากการพัฒนา

การตรวจสอบความถูกต้องของการประมวลผลและการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับจากโปรแกรมเสริม โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบกับการทำงานแบบเดิม ซึ่งเป็นการทำงานแบบที่ต้องพิมพ์แบบออกมาเป็นกระดาษแล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องการออกแบบระบบดับเพลิง

1.4 การสาธิตโปรแกรมเสริมที่ได้พัฒนาขึ้นกับผู้ใช้งานจริง

ในขั้นตอนการสาธิตกับผู้ใช้งานจริงนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการพัฒนาเครื่องมือเพื่อให้การใช้งานโปรแกรมเสริมเป็นเครื่องมือที่สามารถแก้ไขปัญหาจากการทำงานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (BIM)

1.5 สรุปผลการใช้งานเครื่องมือที่พัฒนาโดยใช้ Dynamo script

ระเบียบวิธีวิจัยเป็นการแสดงขั้นตอนการศึกษากระบวนการและแนวทางการพัฒนาแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เพื่อตรวจสอบการออกแบบและเขียนแบบ ซึ่งประกอบไปด้วยการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานในส่วนต่างๆ ได้แก่ การศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง การทำงานแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกระบวนการพัฒนาเครื่องมือ การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้น และการสาธิตโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นกับผู้ใช้งานจริง โดยแต่ละขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นได้มาการอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความเข้าใจในกระบวนการทำงาน และสามารถนำไปต่อยอดการทำงานหรือนำไปสู่แนวทางการพัฒนาเครื่องมือนี้ได้ในอนาคตได้มากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

Association, N. F. P. (2010). NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems 24.

Charoensuttiyotin, M. A. (2017). Development of Building Information Modeling (BIM) to Calculate the Overall Thermal Transfer Value (OTTV) in schematic design stage. (2017).

Consortium, A. (2017). BIM Execution Plan (BEP).

Thailand, T. E. I. o. (2017). Building Information Modeling Guide. (1 November 2017), 28.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายยุทธนา คงคารัตน์
วัน เดือน ปี เกิด	01 ตุลาคม 2528
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลระยอง
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2560 ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2551 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ปัจจุบัน	189 หมู่ที่ 6 ตำบลบ้านแลง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง 21000
รางวัลที่ได้รับ	พ.ศ. 2560 รางวัลชนะเลิศ การประกวดผลงาน โครงการ BIM Think จัดโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร