การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ

โดย

นางสาวฌาณิยา รายนานนท์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข แบบ ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ

โดย
นางสาวฌาณิยา รายนานนท์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข แบบ ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

PLUG-IN DEVELOPMENT FOR AUTOMATIC WALL POSITIONING OF BLOCK OUTS

By

MISS Chaniya RAYANANONDA

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 2021
Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ
โดย	นางสาวฌาณิยา รายนานนท์
สาขาวิชา	คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข แบบ ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปรีชญา มหัทธนทวี)

.... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์)

.... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(รองศาสตราจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ)

61059302 : คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม แผน ข แบบ ระดับปริญญามหาบัณฑิต

คำสำคัญ : สัญลักษณ์ช่องเปิด, การใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด, สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก

นางสาว ฌาณิยา รายนานนท์: การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศาสตราจารย์ ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์

การทำงานเขียนแบบในปัจจุบันมีการใช้งานระบบ BIM (Building Information Modeling) ซึ่งเป็นการทำโมเดล 3 มิติ แต่มีข้อมูลของโมเดลและการแยกองค์ประกอบของโมเดลชัดเจน โดยใช้เครื่องมือสร้างโมเดลเรียกว่า (BIM Application) ทำให้การทำงานสะดวกมากขึ้น ซึ่งโครงการค้นคว้าอิสระนี้ได้หยิบยกปัญหาจากการทำงานในส่วนการเขียนโมเดล 3 มิติเพื่อใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) สำหรับท่อของงานระบบสุขภิบาล และระบบดับเพลิง ด้วยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) โดยการทำงานนั้นงานทางสถาปัตยกรรมจะทำการสร้างโมเดลจำลอง 3 มิติ ขึ้นก่อนแล้วจึงตามด้วยงานระบบที่สร้างโมเดลให้สอดคล้องกัน หากโมเดลของงานทางสถาปัตยกรรมมีการปรับเปลี่ยนแบบ งานระบบจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนแบบตามไปด้วย และเนื่องจากการทำงานนี้เป็นรูปแบบของดีไซน์ บิ้ว (Design Build) เป็นการออกแบบไปพร้อมกับการก่อสร้าง แน่นอนว่าจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงโมเดลอยู่ตลอดจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ การใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดต้องมีการปรับเปลี่ยนหลายครั้ง ใช้เวลานานและมองหาได้ยาก เพราะโมเดลแต่ละงานมีความซับซ้อนและมีจำนวนไม่น้อย จึงพบว่าควรมีโปรแกรมเสริมในการค้นหาและใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดได้อัตโนมัติเพื่อมาช่วยแก้ปัญหานี้ได้

ส่วนของการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อใช้งานร่วมกับโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) คือสร้างโปรแกรมเสริมในการตรวจสอบหาจุดที่ชนกันโดยอัตโนมัติและจัดทำรายงานจุดที่ชนกันได้โดยอัตโนมัติ ให้การใช้งานซับซ้อนน้อยที่สุด ใช้งานง่ายขึ้น โดยใช้พื้นฐานภาษาซีชาร์ป C# ซึ่งเป็นภาษาหลักที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเสริมของโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ในการสร้างชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม

ผลลัพธ์ที่ได้นั้นคือโปรแกรมเสริมสามารถช่วยตรวจสอบ ใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด และปรับขนาดช่องเปิดได้โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังสามารถรายงาน (Report) ตำแหน่งความผิดปกติของโมเดลที่ไม่สามารถใส่สัญลักษณ์ช่องแบบทรงกระบอก (Sleeve) ได้ เพื่อให้นำข้อมูลเหล่านั้นส่งต่อไปยังผู้ออกแบบได้พิจารณาแนวทางแก้ไขต่อไป ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการทำงาน

แบบเดิม พบว่า การมีโปรแกรมเสริมดังกล่าวเข้ามาช่วยทำให้ประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้นกว่าเดิม ใช้งานสะดวก ประหยัดเวลาขึ้นประมาณ 8 เท่าของเวลาเดิมและช่วยลดความผิดพลาดจากการทำงานภายใต้โมเดลที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี

61059302 : Major (Computer-aided Architectural Design)

Keyword : Sleeve, Block out, opening

MISS CHANIYA RAYANANONDA : PLUG-IN DEVELOPMENT FOR AUTOMATIC WALL POSITIONING OF BLOCK OUTS THESIS ADVISOR : PROFESSOR THITIPAT PRATHARNSAP

Nowadays, working on drafting is implemented with BIM (Building Information Modeling) which is a 3D modeling, but with separation of model elements and clear model information. Using a modeling tool called BIM Application. It makes work more convenient. Whereof this independent research project has identified problems with working in a 3D model to insert a symbol for a cylindrical type of opening (Sleeve) for pipes of sanitary system and fire protection system by Autodesk Revit Program. By working, the architecture will create a 3D model separately from the system work. Starting from the architectural work, the model will be created first, and then followed by the system work that creates a model following the structure of the architecture. If the architectural model is modified System's work, therefore, needs to be modified accordingly. And because this work is a form of design-build. It is designed along with construction which of course will be changed until complete.Inserting the opening symbol requires several adjustments. It's quite time-consuming and hard to find because each model is complicated and there are not a few.Therefore found that there should be a plug-in to verify for intersect point and insert the opening symbol automatically to solve the problem.

The development of a plug-in program for use with Autodesk Revit program is to create a plug-in to automatically detect collision points and generate automatic collision reports with minimal complexity and so easy to use. Based on C Sharp (C#) which is the main language of Autodesk Revit program to create a set of instructions to control the operation of the program.

The result is a plug-in program can verify for intersecting point, insert the opening symbol, and have the opening size-adjusted automatically. In addition, a plug-in is able to report the abnormal position of a model that can't insert a cylindrical slot symbol (Sleeve) for transfer detail of data to the designer and for further consideration of alternative solutions. The comparison between traditional work processes and plug-in programs found that there are plug-in

programs to increase the efficiency of the work than before, convenient to use, save time, and greatly reduce errors from working under complex models.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและพัฒนาโปรแกรมเสริมของโครงการค้นคว้าอิสระนี้มีความประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ช่วยลดระยะเวลาในการทำงาน และลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ทั้งนี้โครงการค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จตามเป้าหมายได้นั้น เพราะได้รับความกรุณาจาก ศาสตราจารย์ฐิติพัฒน์ ประทานทรัพย์ ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่มอบความรู้ และให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา ทำให้ผู้ศึกษาได้เรียนรู้และเปิดมุมมองใหม่เกี่ยวกับด้านเทคโนโลยีและการพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยในการออกแบบ รวมถึงท่านอาจารย์ธนะพันธุ์ อินทรเกสร อาจารย์ธารา จำเนียรดำรงการ ที่ท่านได้มอบความรู้และความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาโปรแกรมเสริมในครั้งนี้ จึงขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่าน

ขอขอบพระคุณประธานกรรมการและคณะกรรมการผู้ตรวจสอบโครงการค้นคว้าอิสระ ที่ให้แนวทางและคำแนะนำที่ดีเพื่อการปรับปรุงแก้ไขการพัฒนาโปรแกรมครั้งนี้ให้สมบูรณ์แบบมากขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณยุทธนา คงคารัตน์ วิศวกรงานระบบ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำและวิธีการแก้ไขปัญหาเรื่องการพัฒนาโปรแกรมเสริมมาโดยตลอด คุณวรัญญู ทองขาว หัวหน้าวิศวกรงานระบบอาวุโส และพี่ๆทีมผู้เขียนแบบ 3 มิติ งานระบบจากบริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะจากการทดลองใช้งานโปรแกรมเสริมในครั้งนี้ เพื่อนำไปปรับปรุงพัฒนาต่อไป

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัวที่สนับสนุน ผลักดันให้กล้าที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่และฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆมาจนประสบความสำเร็จบรรลุตามเป้าหมาย อีกทั้งเพื่อนทุกคนที่เป็นกำลังใจสำคัญ

จะไม่มีวันนี้ได้หากไม่ได้รับการอบรมสั่งสอนของท่านอาจารย์ การสนับสนุนจากครอบครัวและกำลังใจจากทุกท่าน

นางสาว ฌาณิยา รายนานนท์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... ฉ
กิตติกรรมประกาศ .... ซ
สารบัญ .... ญ
สารบัญตาราง .... ฐ
สารบัญภาพ .... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา 2
1.4 ขอบเขตการศึกษา 3
1.5 ขั้นตอนของการศึกษา 3
1.6 นิยามและคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง 4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ขั้นตอนและกระบวนการเขียนแบบโมเดล (ภาพรวม) 6
2.2 มาตรฐานการติดตั้งช่องเปิด (ใช้อ้างอิงในปัจจุบัน) 7
2.3 ขั้นตอนการตรวจสอบจุดชนกันระหว่างงานสถาปัตยกรรมและงานระบบ ก่อนจะทำการใส่ตำแหน่งช่องเปิด (วิธีที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน) 8
2.4 ลักษณะของสัญลักษณ์ช่องเปิด (ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน) 27
2.5 การสร้างแฟมิลี่ (Family) (ในปัจจุบันที่ใช้งานอยู่) 30
2.6 ขั้นตอนและลักษณะการวาง Element ของช่องเปิด (Sleeve) (ปัจจุบันใช้งานอยู่) 32

2.7 ปัญหาที่พบในการทำงาน 35
2.8 การศึกษาทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..44
2.9 คุณสมบัติของเครื่องมือที่คาดว่าจะช่วยแก้ไขปัญหาได้ 54
บทที่3 การออกแบบโปรแกรมเสริม..56
3.1 การกำหนดความสามารถของโปรแกรมเสริม 56
3.2 การพัฒนาโปรแกรมเสริม...58
3.3 การออกแบบโปรแกรมเสริม (Plugin Design)..58
บทที่ 4 วิธีติดตั้งและการใช้งานโปรแกรมเสริม...79
4.1 การจัดเก็บไฟล์ (File) ของโปรแกรมเสริม...79
4.2 วิธีการติดตั้งโปรแกรมเสริมและหน้าต่างของโปรแกรมเสริม 80
4.3 การใช้งานโปรแกรมเสริม 86
4.4 ตัวอย่างภาพการทดสอบโปรแกรมเสริมกับโมเดลงานบางส่วนในปัจจุบัน 89
4.5 การเปรียบเทียบระหว่างการทำงานวิธีเดิมกับการทำงานด้วยโปรแกรมเสริมกับไฟล์งานจริง
95
4.6 ลักษณะไฟล์งานที่ส่งออกไปให้กับด้านสถาปัตยกรรม 96
4.7 สรุปบทสัมภาษณ์การทดสอบใช้งานโปรแกรมเสริมและข้อเสนอแนะ....................................97
บทที่ 5 สรุปผลการพัฒนาและข้อเสนอแนะ..106
5.1 ผลสรุปความสามารถของโปรแกรมเสริม 106
5.2 อุปสรรคและปัญหา 106
5.3 แนวทางการพัฒนาโปรแกรมเสริมในอนาคต (Future extension) 107
ภาคผนวก ก...108
ระบบงานสุขาภิบาล..108
ระบบงานดับเพลิง 109
คู่มือการตั้งค่าสีของท่อของงานระบบสุขาภิบาล และงานระบบดับเพลิง 110

รายการอ้างอิง 111

ประวัติผู้เขียน 113

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 นิยามและคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง 4

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบระหว่างการทำงานวิธีเดิมกับการทำงานด้วยโปรแกรมเสริม 96

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ขั้นตอนและกระบวนการการเขียนแบบโมเดล (ภาพรวม).....6

ภาพที่ 2 ขั้นตอนและกระบวนการทำงานวางสัญลักษณ์ช่องเปิด (Opening Drawings) ในปัจจุบัน ที่เกิดปัญหาขึ้น.....7

ภาพที่ 3 การตรวจสอบจุดชนกันของโมเดล(Model)โดยโปรแกรม Revit และ Naviswork.....8

ภาพที่ 4 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่1.....9

ภาพที่ 5 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่2.....10

ภาพที่ 6 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่3.....11

ภาพที่ 7 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่4.....11

ภาพที่ 8 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่5.....12

ภาพที่ 9 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่6.....13

ภาพที่ 10 ตรวจสอบจุดชนกันโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่7.....13

ภาพที่ 11 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่8.....14

ภาพที่ 12 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่9.....15

ภาพที่ 13 ตรวจสอบจุดชนกันโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่10.....15

ภาพที่ 14 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่11.....16

ภาพที่ 15 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่12.....16

ภาพที่ 16 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่13.....17

ภาพที่ 17 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่14.....18

ภาพที่ 18 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่1.....19

ภาพที่ 19 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่2.....19

ภาพที่ 20 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่3.....20

ภาพที่ 21 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่4 20

ภาพที่ 22 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่5 21

ภาพที่ 23 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่6 21

ภาพที่ 24 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่7 22

ภาพที่ 25 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่8 22

ภาพที่ 26 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่9 23

ภาพที่ 27 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่10 23

ภาพที่ 28 ภาพแสดงสถานะต่างๆ ของจุดที่ชนกันของโมเดล (Clash)..24

ภาพที่ 29 ภาพแสดงการเลือกเปลี่ยนสถานะต่างๆ ของจุดที่ชนกันของโมเดล (Clash) 24

ภาพที่ 30 ตัวอย่างรายงานจุดชนกันของโมเดล (1)..25

ภาพที่ 31 ตัวอย่างรายงานจุดชนกันของโมเดล (2)..26

ภาพที่ 32 ลักษณะของช่องเปิดแบบทรงกระบอก..27

ภาพที่ 33 ลักษณะช่องเปิดแบบทรงกระบอกที่ทำการติดตั้งไปยังพื้น 27

ภาพที่ 34 ลักษณะตัวสัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) แบบที่ใช้งานในปัจจุบันเมื่อมีการปรับแบบ (เกิดปัญหา) 28

ภาพที่ 35 ลักษณะช่องเปิดแบบสี่เหลี่ยม...29

ภาพที่ 36 ลักษณะช่องเปิดแบบสี่เหลี่ยมที่ทำการติดตั้งไปยังผนัง 29

ภาพที่ 37 ลักษณะตัวสัญลักษณ์ช่องเปิดสี่เหลี่ยม (Block Out) ที่ใช้ในปัจจุบัน 29

ภาพที่ 38 สร้างแฟมิลี่ (Family) ทรงกระบอก(Sleeve) แบบเดิม ขั้นตอนที่ 1 30

ภาพที่ 39 สร้างแฟมิลี่ (Family) ทรงกระบอก(Sleeve) แบบเดิม ขั้นตอนที่ 2 31

ภาพที่ 40 แฟมิลี่ (Family)ทรงสี่เหลี่ยม(Block out) แบบเดิมขั้นตอนที่1 31

ภาพที่ 41 แฟมิลี่ (Family)ทรงสี่เหลี่ยม(Block out) แบบเดิมขั้นตอนที่2 32

ภาพที่ 42 ลักษณะการนำลิ้งค์ (Link) งานของทุกระบบเข้ามา..33

ภาพที่ 43 การวางตำแหน่งช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ทีละจุด.......................................33

ภาพที่ 44 ภาพขยายการวางตำแหน่งช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ที่ละจุด 34
ภาพที่ 45 การใส่ขนาดของช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve)...34
ภาพที่ 46 การทับซ้อนกันของโมเดลแต่ละระบบกับผนัง มุมมองจากด้านบน(Top View) 35
ภาพที่ 47 การทับซ้อนกันของโมเดลแต่ละระบบกับผนัง จากมุมทแยง 35
ภาพที่ 48 การทับซ้อนกันของโมเดลแต่ละระบบกับผนังเหนือฝ้า ภาพที่ 1 36
ภาพที่ 49 การทับซ้อนกันของโมเดลแต่ละระบบกับผนังเหนือฝ้า ภาพที่ 2 36
ภาพที่ 50 งานขนาดใหญ่ ทับซ้อนกัน มองยาก มุมมองจากด้านข้าง (Side View) 37
ภาพที่ 51 งานขนาดใหญ่ ทับซ้อนกัน มองยาก จากมุมทแยง (MRTOrangeLine, 2018) 38
ภาพที่ 52 แผนผังเวลาในการทำงานเดิม 39
ภาพที่ 53 โมเดลงานสถาปัตยกรรมเดิม และตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดเดิม 40
ภาพที่ 54 โมเดลงานสถาปัตยกรรมเดิมด้านข้าง 40
ภาพที่ 55 โมเดลงานสถาปัตยกรรมหลังปรับเคลื่อนย้าย แต่ตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดยังอยู่ที่เดิม 41
ภาพที่ 56โมเดลงานสถาปัตยกรรมและสัญลักษณ์ช่องเปิดหลังปรับเคลื่อนย้ายตำแหน่ง 41
ภาพที่ 57 โมเดล 2 มิติ งานสถาปัตยกรรม (แนวผนังเดิมและสัญลักษณ์ช่องเปิดตำแหน่งเดิม).......42
ภาพที่ 58โมเดล 2 มิติ งานสถาปัตยกรรม (แนวผนังใหม่ และสัญลักษณ์ช่องเปิดตำแหน่งใหม่) 42
ภาพที่ 59 โมเดล 2 มิติ บอกตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดของงานระบบเดิม 43
ภาพที่ 60 โมเดล 2 มิติ บอกตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดของงานระบบ หลังมีการปรับเปลี่ยน 43
ภาพที่ 61 โปรแกรมอาชิแคด (ARCHICAD 21) ตั้งค่าใน View Setting 45
ภาพที่ 62 ขั้นตอนการเปิดที่อยู่ของ Hotlink..45
ภาพที่ 63 ขั้นตอนการเปิดที่อยู่ของ Hotlink..46
ภาพที่ 64 เลือกไฟล์ใหม่ 46
ภาพที่ 65 เลือกไฟล์งาน MEP เป็นสกุลไฟล์ IFC 47
ภาพที่ 66 กดปุ่มเลือก (Select) 47

ภาพที่ 67 เลือกชุดข้อมูล 48
ภาพที่ 68 เปิดชั้น (Layer) 49
ภาพที่ 69 เลือก Layer ที่ต้องการแสดง 49
ภาพที่ 70 เปิดเครื่องมือ 50
ภาพที่ 71 จัดกลุ่มสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ 50
ภาพที่ 72 แสดงรายการชนกันของงาน 51
ภาพที่ 73 เมนู Mark-Up Tools 51
ภาพที่ 74 ปุ่มแสดงการเปิด-ปิดการมองเห็น 52
ภาพที่ 75 การทำระดับสีแดงที่เข้มกว่าจุดอื่น (Highlight) 52
ภาพที่ 76 เครื่องมือพิเศษ (Functions) 53
ภาพที่ 77 บันทึกความคิดเห็นให้แก้ไข และส่งออกไฟล์งาน (Export) 53
ภาพที่ 78 แผนผังเวลาในการทำงานเมื่อมีอุปกรณ์เสริมเข้ามาช่วย 57
ภาพที่ 79 ลักษณะแฟมิลี่ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) ประเภทปรับค่าได้ ขั้นตอนที่1 59
ภาพที่ 80 ลักษณะการตั้งค่าแฟมิลี่ช่องเปิดทรงกระบอก(Sleeve) ประเภทปรับค่าได้ ขั้นตอนที่2 ...59
ภาพที่ 81 ลักษณะการตั้งค่าแฟมิลี่ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) ประเภทปรับค่าได้ ขั้นตอนที่ 3 .61
ภาพที่ 82 ลักษณะการตั้งค่าแฟมิลี่ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) ประเภทปรับค่าได้ ขั้นตอนที่ 4 .61
ภาพที่ 83 หน้าต่างแสดงผลค่าระยะ (Diameter) ที่สามารถปรับค่าได้ 62
ภาพที่ 84 รูปตารางบอกระยะห่างระหว่างท่อเพื่อการใส่หน้าแปลน และการติดตั้งท่อ 63
ภาพที่ 85 การกำหนดระยะห่างการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด 64
ภาพที่ 86 การสร้างแฟมิลี่สัญลักษณ์แจ้งเตือนทรงกลม (Sphere) ขั้นตอนที่ 1 66
ภาพที่ 87 การสร้างแฟมิลี่สัญลักษณ์แจ้งเตือนทรงกลม (Sphere) ขั้นตอนที่ 2 66
ภาพที่ 88 การสร้างแฟมิลี่สัญลักษณ์แจ้งเตือนทรงกลม (Sphere) ขั้นตอนที่ 3 67
ภาพที่ 89 แผนผังการทำงานระหว่างงานระบบและงานทางสถาปัตยกรรม 69
ภาพที่ 90 ส่วนประกอบและกระบวนการทำงานโปรแกรมเสริม (Add Element Tool Module) 70

ภาพที่ 91 การออกแบบโปรแกรมเสริมส่วนของ Check Clash Process และ Add Sleeve Process..71

ภาพที่ 92 เงื่อนไข 25 ข้อ ของการพัฒนาโปรแกรมเสริม....72

ภาพที่ 93 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมส่วนของการถ่ายภาพบนหน้าจอ (Capture Process)....75

ภาพที่ 94 Flow Chart ส่วนของการสร้างรายงาน (Issue Report Process)....76

ภาพที่ 95 ภาพจำลองการแสดงหน้าตาโปรแกรมเสริม....77

ภาพที่ 96 การวางไฟล์ของโปรแกรมเสริม....79

ภาพที่ 97 เปิดโปรแกรม Autodesk Revit....80

ภาพที่ 98 การยืนยันการดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรมเสริม....80

ภาพที่ 99 ติดตั้งโปรแกรมเสริมสำเร็จ....81

ภาพที่ 100 ภาพแถบเครื่องมือ (Ribbon Add Element)....81

ภาพที่ 101 ปุ่ม" Check Pipe Sleeve Element"....81

ภาพที่ 102 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Check Pipe Sleeve Element (1)....82

ภาพที่ 103 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Check Pipe Sleeve Element (2)....82

ภาพที่ 104 ปุ่ม"Capture Image"....83

ภาพที่ 105 แถบหน้าต่างการตั้งชื่อภาพ....83

ภาพที่ 106 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Capture....84

ภาพที่ 107 ปุ่ม "Issue Report"....85

ภาพที่ 108 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Issue Report....85

ภาพที่ 109 ตัวอย่างภาพไฟล์งานหลัก (MEP)....86

ภาพที่ 110 ตัวอย่างภาพไฟล์งานลิ้งค์ (Architecture)....86

ภาพที่ 111 คลิกแถบเครื่องมือ Add Elements....86

ภาพที่ 112 คลิกที่ปุ่มชื่อ Check Pipe Sleeve Element....87

ภาพที่ 113 ใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) และทรงกลม (Sphere) อัตโนมัติ....87

ภาพที่ 114 ภาพขยายใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve)และ ทรงกลม (Sphere) อัตโนมัติ 88
ภาพที่ 115 คลิกที่ปุ่มชื่อ Capture 88
ภาพที่ 116 คลิกที่ปุ่มชื่อ Issue Report...89
ภาพที่ 117 ตัวอย่างภาพที่ 1 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่มชื่อ “Check Pipe Sleeve Element” ลักษณะสัญลักษณ์ของทรงกลม (Sphere)...90
ภาพที่ 118 ตัวอย่างภาพที่ 2 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่มชื่อ “Check Pipe Sleeve Element” ลักษณะสัญลักษณ์ของทรงกลม (Sphere)...90
ภาพที่ 119 ตัวอย่างภาพที่ 3 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่มชื่อ “Check Pipe Sleeve Element” ลักษณะสัญลักษณ์ของทรงกลม (Sphere)...91
ภาพที่ 120 ตัวอย่างภาพที่ 4 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่มชื่อ “Check Pipe Sleeve Element” ลักษณะสัญลักษณ์ของทรงกระบอก (Sleeve) 91
ภาพที่ 121 ตัวอย่างภาพที่ 5 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่มชื่อ “Check Pipe Sleeve Element”ลักษณะสัญลักษณ์ของทรงกระบอก (Sleeve) 92
ภาพที่ 122 ตัวอย่างภาพที่ 1 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Capture Image 92
ภาพที่ 123 ตัวอย่างภาพที่ 2 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Capture Image 93
ภาพที่ 124 ตัวอย่างภาพที่ 1 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Issue Report...94
ภาพที่ 125 ตัวอย่างภาพที่ 2 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Issue Report...94
ภาพที่ 126 โมเดลงานอาคารจริง (โครงการรถไฟฟ้าใต้ดินสายสีส้มตะวันออก).............................95
ภาพที่ 127 ตัวอย่างภาพงานระบบสุขาภิบาลที่ให้ทางสภาปัตยกรรมทำการลิ้งค์เข้าไปใช้งาน........96
ภาพที่ 128 รายชื่อผู้ที่ได้รับการสัมภาษณ์และทดสอบโปรแกรมเสริม 97

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระบวนการทำงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เริ่มจากการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ(3D Model) งานระบบ(MEP) ขึ้นมาตามแบบของผู้ออกแบบ (MEP Model) โดยการสร้างแบบจำลอง 3 มิติกับแบบโครงสร้างอาคาร (Structural Engineer) และแบบทางสถาปัตยกรรม (Architectural Model) จากนั้นจึงทำการนำแบบจำลอง 3 มิติ ของงานระบบมาตรวจสอบการชนกัน (Combine) ซึ่งในการตรวจสอบการชนกันของแบบจะแบ่งเป็น 2 กรณี คือ 1.การที่งานระบบชนกับโครงสร้างหลักของอาคาร เช่น คาน เสา เป็นต้น กรณีนี้จะต้องทำการย้ายงานระบบ เช่น ท่อ ไม่ให้ชนกับโครงสร้างหลักของอาคาร 2. กรณีชนกับงานทางสถาปัตยกรรม เช่น ผนัง เป็นต้น กรณีนี้จะต้องวางสัญลักษณ์ (Element) ของช่องเปิดทั้งรูปแบบสี่เหลี่ยมและทรงกระบอก ซึ่งเรียกทั้ง 2 ลักษณะนี้ว่า “Block out” หรือเรียกว่า การทำ Opening Drawings แต่ในการทำงานนั้นเพื่อเป็นการแยกประเภททั้ง 2 ลักษณะนี้ให้เข้าใจง่ายขึ้นทางโครงการจึงเรียกช่องเปิดสี่เหลี่ยมเป็น “Block out” และทรงกระบอกเป็น “Sleeve”

โปรแกรมที่ใช้ในปัจจุบันนั้นสามารถแสดงผลการตรวจสอบการชนกันระหว่างโมเดล (Model)ได้ในรูปแบบภาพ3 มิติ (3D) แต่เนื่องจากโมเดลบางจุดจะมีการชนกันค่อนข้างซับซ้อนมองยาก และมีจุดที่ชนกันจำนวนมาก การค้นหาจึงยากขึ้นไปอีก ประกอบกับผู้ใช้งานนั้นสามารถเรียกดูจุดที่ชนกันได้ทีละจุดจากรายการรหัสประจำตัวของวัตถุนั้นๆ(Element ID)ที่โปรแกรมค้นหาได้ ส่งผลให้การวางสัญลักษณ์ (Element) ของช่องเปิด (Sleeve, Block out) ในโมเดลนั้นค่อนข้างยาก ใช้เวลานาน อาจทำให้การวางแต่ละครั้งระยะห่างจากขอบท่อถึงสัญลักษณ์ (Element) ของช่องเปิด (Sleeve) มีความคลาดเคลื่อน ใส่ไม่ครบจุด และขนาดไม่ถูกต้อง เป็นต้น สำหรับในโครงการทำงานปัจจุบันนั้นคือโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มตะวันออกมีทั้งหมด 17 สถานี(Station) และ10 สถานีชาร์ฟ (Shaft) ระยะทางช่วงศูนย์วัฒนธรรม- มีนบุรี(สุวินทวงศ์) ระยะทางรวม 21.1 กิโลเมตร โดยผู้ศึกษาจะทำหน้าที่เขียนโมเดล3 มิติ ทั้ง 10 ชาร์ฟ(Shaft) ชาร์ฟละ 6 ชั้น พื้นที่ชั้นละประมาณ 600 ตารางเมตร เป็นงานระบบสุขาภิบาล (Sanitary System) และระบบดับเพลิง (Fire Protection System) เป็นหลัก เนื้องานทั้งหมดจะเป็นการเขียนแบบงานท่อเป็นหลัก อีกทั้งทำหน้าที่ใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด **“Opening Drawing”** ดังนั้น80-90% จึงใช้สัญลักษณ์บอกตำแหน่งช่องเปิดเป็น

ประเภททรงกระบอก (Sleeve) ใช้เวลาประมาณสถานีละ 12 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาที่ค่อนข้างมาก สำหรับการทำงานในขั้นตอนนี้ และหากจำเป็นต้องมีการแก้ไขแบบโมเดลเพิ่มเติม ก็จำเป็นต้องเพิ่มเวลาในการค้นหามากขึ้น จึงส่งผลต่อเนื่องไปยังกระบวนการก่อสร้างจริง เช่น

1. หาตำแหน่งของการชนกันได้ยาก เสียเวลาในการค้นหาค่อนข้างมาก การหาจุดชนกันไม่ครบถ้วน หรืออาจหาไม่เจอเนื่องจากความซับซ้อนของแบบ

2. อาจเกิดข้อผิดพลาดทำให้การวางตำแหน่งช่องเปิดผิดตำแหน่ง หรือไม่ตรงตามขนาด

3. ใช้เวลาพอสมควรกับการแก้ไขหน้างาน ทำให้งานล่าช้า อีกทั้งสิ้นเปลืองงบประมาณในการแก้ไข

จากปัญหาที่ได้กล่าวมา จึงมีความสนใจศึกษาพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ และสามารถทำได้พร้อมกันหลายๆจุด เพื่อแก้ไขปัญหาการหาจุดชนกันของโมเดลได้ไม่ครบถ้วน หรืออาจวางสัญลักษณ์ (Element) ของช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve)ได้ไม่ครบทุกจุด ลดการคลาดเคลื่อนของตำแหน่งช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) เวลาที่โมเดลมีการแก้ไขและต้องทำการเคลื่อนย้ายตาม อีกทั้งสามารถลดระยะเวลาการทำงานในขั้นตอนนี้ให้น้อยลง และลดความเสี่ยงในการเกิดข้อผิดพลาดจนต้องแก้ไขในงานก่อสร้างจริง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาพัฒนาชุดโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ ลดกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อนในการค้นหาจุดชนกันของชิ้นงาน ลดความคลาดเคลื่อน ลดระยะเวลาการทำงานให้สั้นลง และสามารถวางสัญลักษณ์ (Element) ของช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ได้พร้อมกันหลายจุดในเวลารวดเร็วขึ้น อีกทั้งลดความเสี่ยงการเกิดข้อผิดพลาดในการก่อสร้างจริง

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ในการตรวจสอบงานขั้นตอนนี้จะต้องค้นหาจุดที่มีการชนกันของชิ้นงานและมีการวางสัญลักษณ์ (Element) ของช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ทีละช่องจนครบทุกจุด ทุกชั้น และตรงตามระยะมาตรฐานที่กำหนดจากเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ ต้องใช้เวลามากพอสมควรในการทำแต่ละครั้ง ส่งผลให้ชิ้นงานมีความล่าช้า

จึงตั้งสมมติฐานว่าหากเราสามารถหาวิธีค้นหาจุดชนกันของชิ้นงานและสามารถใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดได้โดยอัตโนมัติ จะทำงานได้ง่ายและเร็วขึ้น เราจะสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 ขนาดของท่องานระบบสุขาภิบาล และงานระบบดับเพลิง

1.4.2 ทำการศึกษามาตรฐานและข้อกำหนดระยะห่างจากขอบท่อของระบบสุขาภิบาล และงานระบบดับเพลิง ในการวางสัญลักษณ์ช่องเปิด

1.4.3 ศึกษาวิธีการการหาจุดชนกันระหว่างโมเดล (Model) ท่อกับงานผนังทางสถาปัตยกรรม

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

1.5.1 ศึกษาทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยศึกษาการทำงานของโปรแกรมอาชิแคด (Archicad 21) และข้อกำหนดระยะห่างจากขอบท่อถึงขอบช่องเปิด และกระบวนการทำงานด้วยข้อมูลประจำโครงการทำงานในปัจจุบัน เพื่อให้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนา

1.5.2 พัฒนาโปรแกรมเสริม โดยให้สามารถใช้งานได้บนโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit)

1.5.3 ทดลองโปรแกรมเสริมที่สร้างขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานจริงในปัจจุบัน โดยนำโปรแกรมเสริมไปให้ผู้ปฏิบัติงานจริงจำนวน 7-10 ท่าน ได้ทำการทดสอบและแสดงความคิดเห็นต่อการใช้งานเพื่อนำข้อมูลมาสรุป

1.5.4 รวบรวมผลการทดลองมาทำการสรุปและนำมาปรับปรุงเพิ่มเติมในกระบวนการทำงานและพัฒนาโปรแกรมเสริม

1.6 นิยามและคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 1 นิยามและคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง

Sleeve	คือ	สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก สำหรับติดตั้งกับงานท่อ
Sphere	คือ	สัญลักษณ์ทรงกลม ใช้สำหรับการวางบอกตำแหน่งที่เกิดปัญหาเพื่อนำไปแสดงบนรายงาน
Block Out	คือ	สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภทสี่เหลี่ยม สำหรับติดตั้งกับท่อขนาดใหญ่ หรือดัก เหมาะสำหรับงานไฟฟ้า งานระบบปรับอากาศเป็นหลัก
Opening Drawings	คือ	กระบวนการทำสัญลักษณ์บอกตำแหน่งของช่องเปิด ที่ผู้รับเหมาจะทำการเจาะให้ท่อ ดัก หรือวัตถุต่างๆผ่านโครงสร้างหลัก หรือผนังไปได้
Element	คือ	องค์ประกอบ ส่วนประกอบ, ปัจจัย, ส่วนสำคัญ, จำนวนเล็กน้อย
Highlight	คือ	ทำให้มีความแตกต่างของสีเพิ่มขึ้น
Function	คือ	มีหน้าที่การใช้งาน ให้เกิดประโยชน์
Export	คือ	การส่งออกของงาน โดยมีการบันทึกสกุลงานเป็นสกุลของโปรแกรมนั้นๆ
Import	คือ	การนำเข้าของงาน โดยสกุลงานที่นำเข้าจะต้องสามารถใช้ร่วมกันในโปรแกรมนั้นๆได้
Zoom In	คือ	การขยายหน้าจอมุมมองให้เข้าใกล้วัตถุที่ต้องการดู
Transparency	คือ	การทำให้วัตถุนั้นมีความโปร่งแสง สามารถมองทะลุได้
Software	คือ	โปรแกรมหรือชุดคำสั่ง ที่สั่งให้ฮาร์ดแวร์ทำงาน รวมไปถึงการควบคุมการทำงาน ของอุปกรณ์แวดล้อมต่างๆ ซอฟต์แวร์ เป็นสิ่งที่มองไม่เห็นจับต้องไม่ได้ แต่รับรู้การทำงานของมันได้
Dynamo	คือ	Visual Programming ที่ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน สำหรับ ผู้ที่ไม่มีพื้นฐานทางด้านการเขียน โปรมแกรม แต่ผู้ใช้งานจะต้องเข้าใจการทำงานของคำสั่งที่เป็น Graphic (Node and Wire)
Family	คือ	สัญลักษณ์ 3 มิติ หรือ 2 มิติ รูปของวัตถุนั้นเช่น เสาคอนกรีต เป็นต้น
Link	คือ	ลิ้งค์ที่เป็นไฟล์ที่จัดเก็บไว้ภายในแฟ้มงานด้านนอกโปรแกรม ใช้งานโดยการเชื่อมต่อเข้ามาในไฟล์งานหลักภายในโปรแกรมแต่ไม่สามารถทำงานแก้ไขได้ (ในที่นี้ซึ่งหมายถึงไฟล์งานจากโปรแกรมเรวิท “Revit”)
Designer	คือ	ผู้ออกแบบงานระบบต่างๆ
Modeler	คือ	ผู้เขียนแบบจำลองลักษณะเป็นโมเดล 2 มิติ และ3มิติ ตามแบบที่ผู้ออกแบบได้ทำการออกแบบไว้
Model	คือ	แบบจำลองลักษณะเป็นภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรมเฉพาะสำหรับสร้างขึ้น
Combine	คือ	งานนำงานเขียนโมเดลจากทุกระบบมาเปิดใช้งานในโปรแกรมพร้อมๆกันเพื่อทำการตรวจสอบการชนกันของชิ้นงาน
Warning	คือ	การแจ้งเตือนถึงปัญหาหรือความผิดปกติบาอย่างทั้งในรูปแบบสี สัญลักษณ์ แถบหน้าต่าง และอื่นๆ บนชิ้นงาน
Capture	คือ	การถ่ายภาพหรือจับภาพจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยการใช้โปรแกรมเสริมหรือคำสั่งจากคอมพิวเตอร์โดยตรง
Report	คือ	รายงานผลความผิดปกติหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในรูปแบบของตาราง ภาพ หรือรายการข้อมูล เป็นต้น
Issues	คือ	ประเด็นต่างๆที่เกิดปัญหา
Generic Models	คือ	ประเภทของโมเดลชนิดหนึ่งซึ่งเป็นแบบโมเดลทั่วไป ใช้ในการสร้างแฟมิลี่ หรือโมเดลต่างๆ
User	คือ	ผู้ใช้งานโปรแกรม
Dimensions	คือ	การวัดค่าระยะของวัตถุต่างๆ
Parameter	คือ	ตัวแปรที่กำหนดขึ้นมาเพื่อเก็บข้อมูล เช่น ตัวเลข ค่าระยะ เป็นต้น

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทำงานในปัจจุบันนั้นอาศัยหลักการทำงานและขั้นตอนการทำงานตามข้อกำหนดของโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้มตะวันออก ดำเนินการตั้งแต่การออกแบบโดยวิศวกรผู้ออกแบบกระทั่งงานเขียนแบบโมเดล 3 มิติ โดยนักเขียนแบบจำลอง (BIM Modeler)

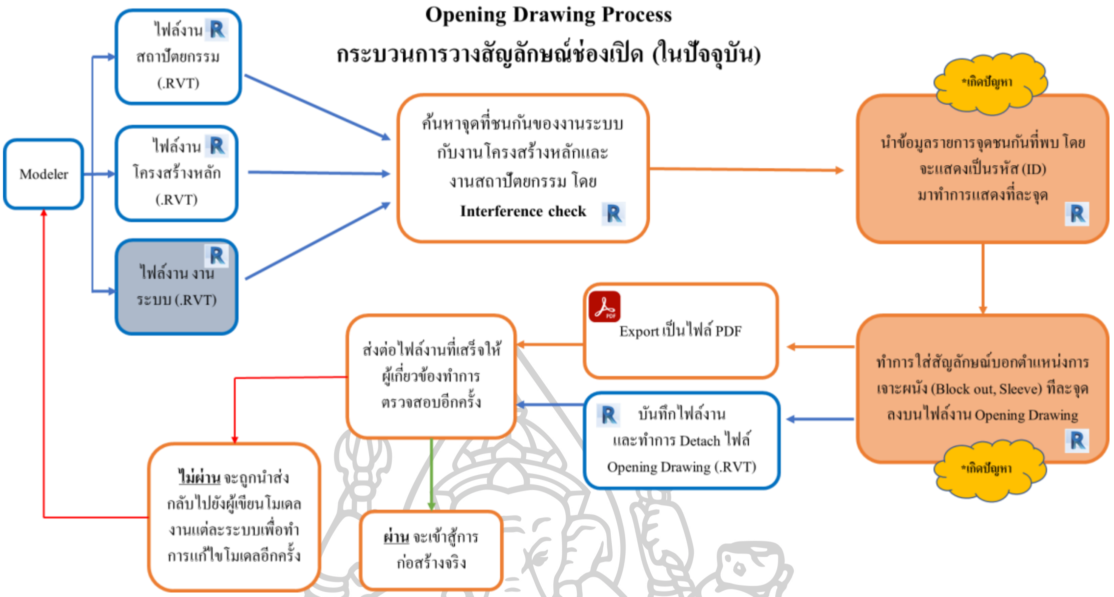
สำหรับการเขียนแบบของโครงการในปัจจุบันนี้แบ่งเป็น 4 ช่วงหลักๆ ซึ่งแต่ละช่วงจะแสดงรายละเอียดของงาน และเงื่อนไขที่แต่ละโครงการเป็นผู้กำหนด จะมีความสำคัญและความละเอียดที่ต่างกัน เริ่มด้วยงานแต่ละระบบนั้นจะต้องผ่านขั้นตอนของการเริ่มเขียนโมเดล 3 มิติ คือ ขั้นตอน Individual Serviced Drawing (ISD) ขั้นตอนถัดไปคือการนำโมเดล 3 มิติ ของแต่ละระบบมาทำการ Combine Serviced Drawing (CSD) หรือเรียกว่าการรวมงานกันเพื่อตรวจสอบการชนกันของแต่ละงาน จากนั้นเป็นขั้นตอนของการจัดเส้นทางการเข้าถึงอุปกรณ์ Equipment Access Route Drawing (DRD) เพื่อจัดการเส้นทางการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ การติดตั้ง และการให้บริการหลังการก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์เป็นไปอย่างเรียบร้อย และขั้นตอนสุดท้ายที่สำคัญซึ่งเป็นเนื้อหาหลักของงานค้นคว้าอิสระเล่มนี้ และพบปัญหาในช่วงการทำงานคือช่วงของ “Opening Drawings” เป็นช่วงการเขียนแบบเพื่อบอกตำแหน่งของช่องเปิดก่อนถึงขั้นตอนการก่อสร้างจริง ซึ่งขั้นตอนการทำงานนี้ต้องมีการวางแผนการวางตำแหน่งช่องเปิดเพื่อให้งานระบบต่างๆภายในโครงการดำเนินไปได้โดยไม่กระทบต่องานโครงสร้าง โดยทุกขั้นตอนที่กล่าวมาใช้โปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ในการสร้างโมเดล(Model) และการปรับแต่ง มีลำดับขั้นตอนการทำงานภาพรวมทั้งหมดดังนี้

2.1 ขั้นตอนและกระบวนการเขียนแบบโมเดล (ภาพรวม)

ภาพที่ 1 ขั้นตอนและกระบวนการการเขียนแบบโมเดล (ภาพรวม)

จะเห็นได้ว่าทั้ง 4 ขั้นตอนมีความต่อเนื่องกันดังนั้นหากมีการแก้ไขโมเดลงาน ก็จำเป็นต้องแก้ไขตามลำดับด้วยเช่นกัน ซึ่ง “Opening Drawings” เรียกว่าเป็นกระบวนการตรวจสอบโมเดลทุกระบบเพื่อความถูกต้องจากการ Combine Serviced Drawing CSD ไปแล้วในครั้งแรก และเพื่อทำการใส่สัญลักษณ์บอกตำแหน่งช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ก่อนจะทำการส่งต่อให้แก่ทางฝ่ายงานสถาปัตยกรรม(Architecture) ทำการเจาะผนังหรือพื้นในโมเดล 3 มิติให้ตรงกับสัญลักษณ์บอกตำแหน่งช่องเปิด และเมื่อทุกอย่างสมบูรณ์แล้วเสร็จ จึงส่งแบบทั้งหมดไปยังผู้รับเหมาเพื่อทำการก่อสร้างจริง มีรายละเอียดของขั้นตอนดังข้อที่ 2.1.2

2.1.2 ขั้นตอนและกระบวนการวางสัญลักษณ์ช่องเปิด (Opening Drawings)



ภาพที่ 2 ขั้นตอนและกระบวนการทำงานวางสัญลักษณ์ช่องเปิด (Opening Drawings) ในปัจจุบัน ที่เกิดปัญหาขึ้น

จากกระบวนการทำงานดังภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการทำงานมักจะมีโอกาสแก้ไขโมเดล(Model) อยู่บ่อยครั้งและใช้เวลาในการทำงานแต่ละครั้งค่อนข้างมากจนกระทั่งงานเสร็จสมบูรณ์ และในการทำขั้นตอนวางสัญลักษณ์ช่องเปิด (Opening Drawings) และพบช่วงปัญหาในระหว่างการทำงานอยู่ 2 จุดใหญ่คือ ช่วงการค้นหาจุดที่ชนกัน และช่วงการวางสัญลักษณ์ช่องเปิด

การวางสัญลักษณ์ช่องเปิดนั้นจำเป็นต้องใช้มาตรฐานการติดตั้งช่องเปิดเพื่ออ้างอิงให้ถูกต้อง รวมถึงขนาดของสัญลักษณ์ช่องเปิด เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกันในการก่อสร้างของแต่ละโครงการ จึงจำเป็นต้องวัดระยะในจุดต่างๆให้ถูกต้อง โดยมีมาตรฐานเป็นแนวทางดังนี้

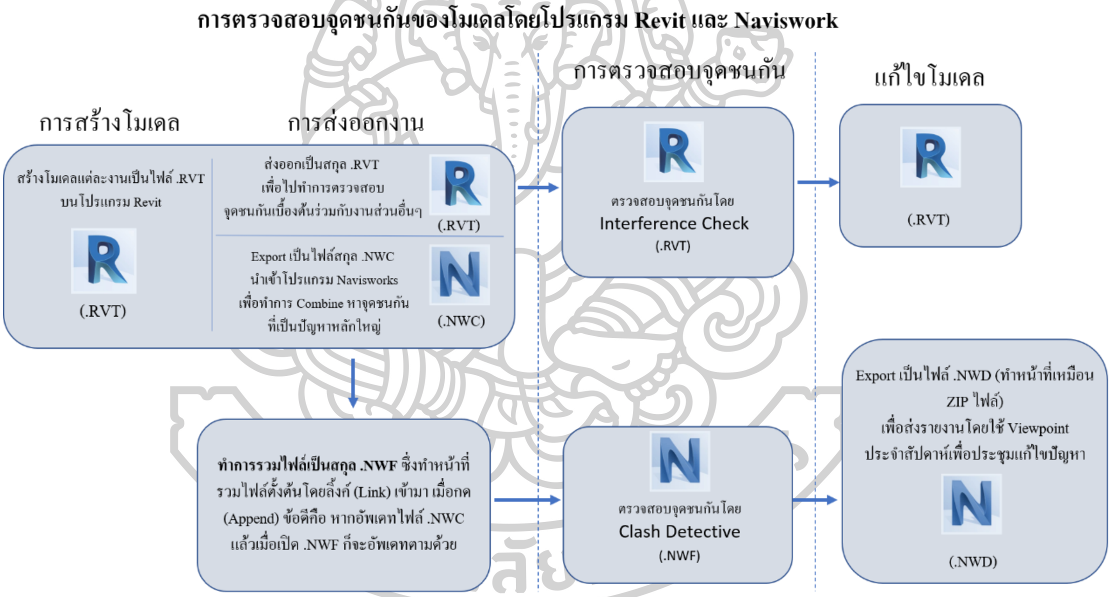
2.2 มาตรฐานการติดตั้งช่องเปิด (ใช้อ้างอิงในปัจจุบัน)

มาตรฐาน GOST (GOSSTANDRAD) GOST 11214-86 และ GOST 23166-99 จะกำหนดข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับการออกแบบประเภทชนิดเครื่องหมายและขนาดมาตรฐานของหน้าต่างและช่องเปิดสำหรับอาคารที่พักอาศัย

มาตรฐานกำหนดขนาดมาตรฐานสำหรับช่องเปิดและหน้าต่างที่มีความสูง 60, 90, 120, 135, 150, 180 ซม. และความกว้าง 60, 90, 100, 120, 150, 180 ซม. ตัวอย่างเช่นตามข้อกำหนดของ GOST คือ หากมีหน้าต่าง หรือขอบท่อที่เรียงใกล้กันวัดได้ขนาด 560 x 870 มม. ขนาดช่องเปิดจึงต้อง 610 x 910 มม. ; 560 x 1170 มม. ขนาดช่องเปิดจึงต้อง 610 x 1210 มม. ดังนั้นควรเผื่อระยะช่องเปิดมากกว่าขนาดวัตถุจริง 50 มิลลิเมตร *(Th-n.decroexpro.com, 2015-2019)*

2.3 ขั้นตอนการตรวจสอบจุดชนกันระหว่างงานสถาปัตยกรรมและงานระบบ ก่อนจะทำการใส่ตำแหน่งช่องเปิด (วิธีที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน)

ปัจจุบันมีการตรวจสอบจุดชนกันของโมเดลอยู่ 2 ประเภท คือการตรวจสอบเพื่อการแก้ไขโมเดล และการตรวจสอบเพื่อสรุปรายงาน โดยเลือกใช้งาน 2 โปรแกรมดังนี้



ภาพที่ 3 การตรวจสอบจุดชนกันของโมเดล(Model) โดยโปรแกรม Revit และ Naviswork

สาเหตุในการใช้งานทั้ง 2 โปรแกรม (Navisworks Manage & Autodesk Revit)

ในการทำงานโครงการปัจจุบันนั้นจะต้องดำเนินการตามมาตรฐานสำหรับการทำงานโครงการหรือเรียกว่า BEP (BIM EXECUTION PLAN FOR PROJECT) ซึ่งสำหรับโครงการนี้มีข้อกำหนดในด้านการใช้โปรแกรมนำเสนองาน รีวิว (Review) เพื่อตรวจสอบความคืบหน้าและปัญหาของชิ้นงานให้เป็นการทำผ่านโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) โดยให้ใช้สกุล

ไฟล์ .NWC , .NWF หรือ .NWD เท่านั้น เนื่องจากไฟล์งานสกุลเหล่านี้มีขนาดไฟล์ที่เล็ก สามารถเปิดใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กได้สะดวก ส่วนในการเขียนหรือแก้ไขโมเดล 2 มิติ และ 3 มิติกำหนดให้ใช้เป็นโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit 2017) ขึ้นไป จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบจุดชนกันของโมเดลอยู่ทั้ง 2 ประเภท คือ 1.) ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit 2017) ขึ้นไป เพื่อการแก้ไขชิ้นงานโดยตรงทั้งแก้ไขในเบื้องต้น และแก้ไขหลังจากการปรึกษาหาข้อสรุปของปัญหาจุดใหญ่ๆแล้ว 2.) ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) เพื่อจัดทำรายการปัญหาการชนกันที่เกิดขึ้น เรียบเรียงปัญหาที่เป็นจุดใหญ่และสำคัญเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ไขก่อน โดยต้องส่งเป็นแบบรายงาน (Report) เป็นสกุลไฟล์ที่ชี้แจงไว้ข้างต้นให้กับแต่ละแผนกเพื่อรับทราบตรงกันในทุกสัปดาห์

ซึ่งมีหลักการทำงานของทั้ง 2 โปรแกรมดังนี้

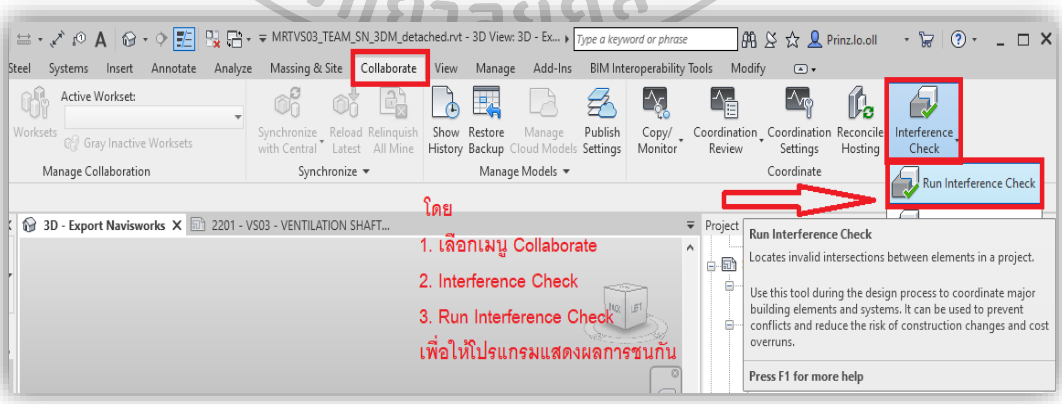
2.3.1 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit 2020)

2.3.1.1 นำโมเดลท่อ โครงสร้างอาคาร และสถาปัตยกรรม มาทำการตรวจสอบจุดชนกัน โดย

1.เลือกเมนู Collaborate

2.เลือก Interference Check

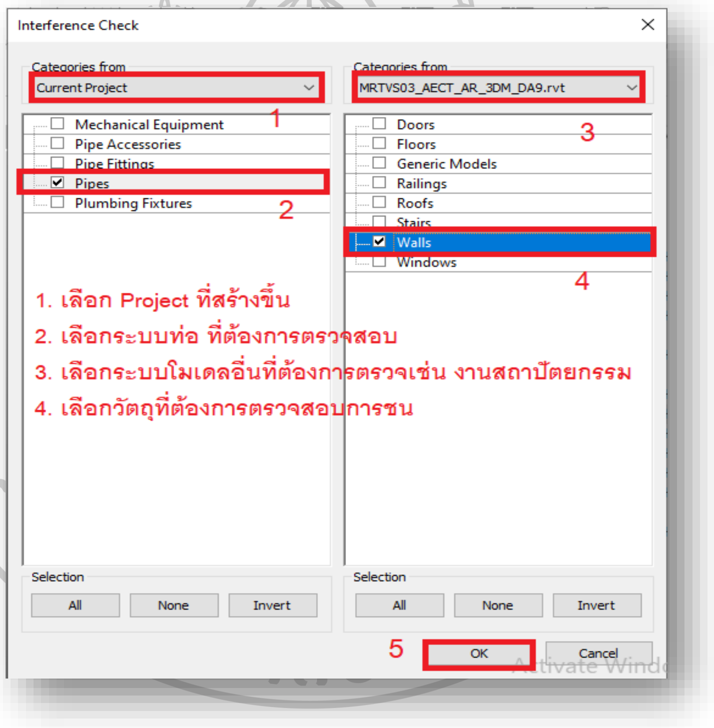
3.เลือก Run Interference Check ดังภาพ



ภาพที่ 4 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่1

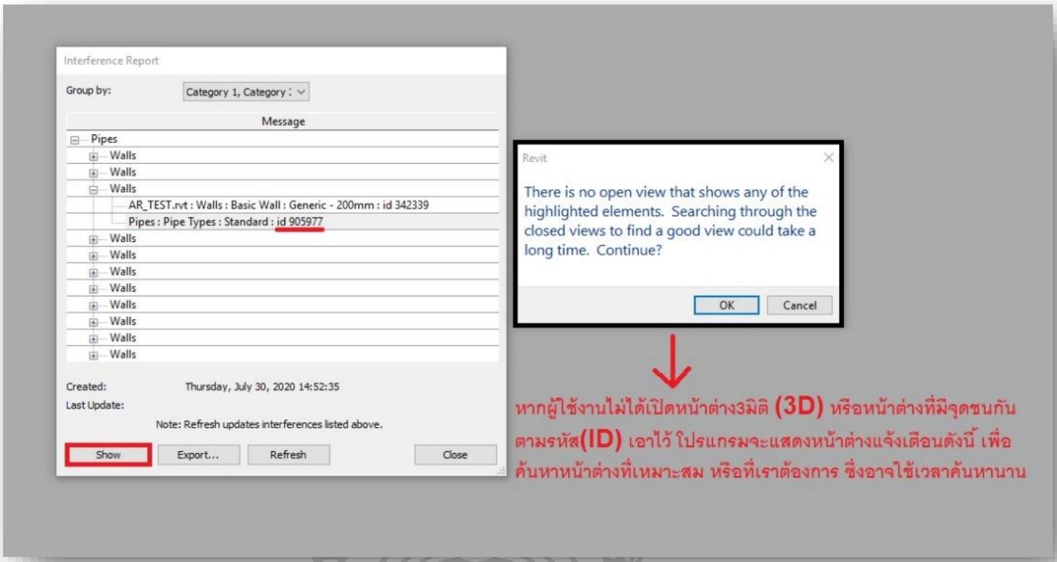
2.3.1.2 โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง ให้เลือกโปรเจค (Project) ที่ต้องการตรวจสอบ โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน ด้านหนึ่งเป็นการเลือกชิ้นงาน และหมวดหมู่ในชิ้นงานแรกที่ต้องการตรวจสอบ อีกด้านเป็นการเลือกอีกชิ้นงานและหมวดหมู่ที่จะตรวจสอบร่วมกัน

1. เมื่อเราเปิดงานระบบ งานระบบจะเป็นงานปัจจุบัน (Current Project)
2. เลือกหมวดหมู่ของงานสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ เช่น ท่อ (Pipe)
3. เลือกงานอีกงานซึ่งคืองานสถาปัตยกรรม
4. เลือกหมวดหมู่ของงานสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ เช่น ผนัง (Walls) แล้วเลือก OK



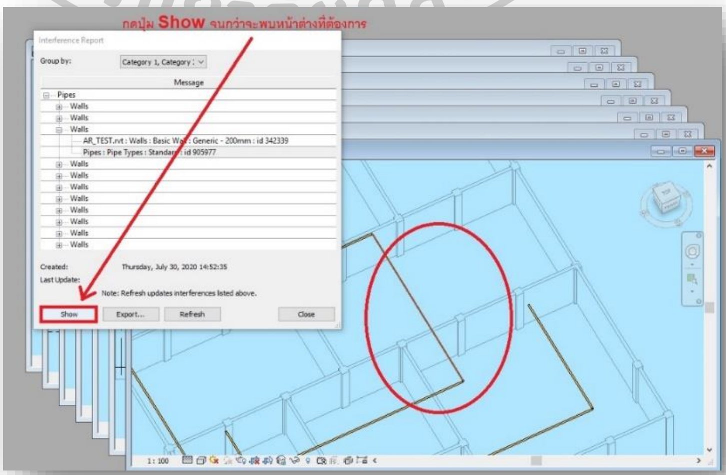
ภาพที่ 5 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่2

2.3.1.3 เลือก Element ที่ตรวจสอบแล้วพบจุดชนกันให้แสดงค่า จากนั้นให้เลือก Show เพื่อแสดงหน้าต่างของโมเดลที่เกิดการชนกัน แต่หากผู้ใช้งานไม่ได้เปิดหน้าต่าง 3 มิติ หรือหน้าต่างที่มีจุดชนกันตามรหัส (ID) เอาไว้โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างแจ้งเตือนเพื่อค้นหาหน้าต่างที่เหมาะสมหรือหน้าต่างที่ผู้ใช้งานต้องการ ให้เลือก OK ดังภาพ



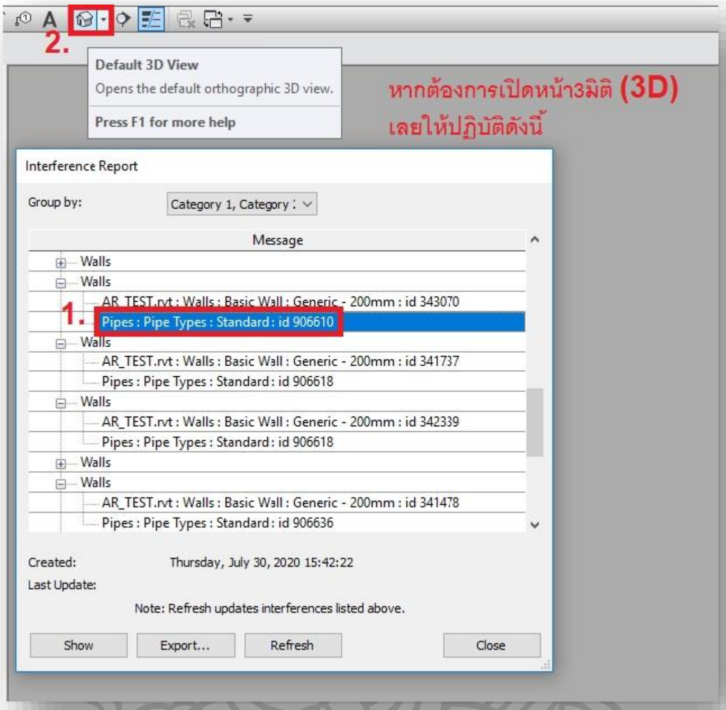
ภาพที่ 6 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่3

2.3.1.4 โปรแกรมจะแสดงแถบหน้าต่างดังภาพ โดยแต่ละรายการที่วัตถุชนกันนั้นจะมีเลขที่รหัส (ID) ของจุดนั้นๆ หากต้องการให้แสดงโมเดลจุดนั้นให้ทำการคลิกที่ปุ่ม Show แต่หากผู้ใช้งานไม่ได้เปิดหน้าต่าง 3 มิติ (3D) หรือหน้าต่างที่มีจุดชนกันตามรหัส (ID) เอาไว้ โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างแจ้งเตือนขึ้นมา ดังกรอบหน้าต่างด้านขวาของภาพเพื่อค้นหาหน้าต่างที่เหมาะสมหรือที่ผู้ใช้งานต้องการ ผู้ใช้งานคลิกปุ่ม Show ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งพบหน้าต่างที่ต้องการให้แสดง



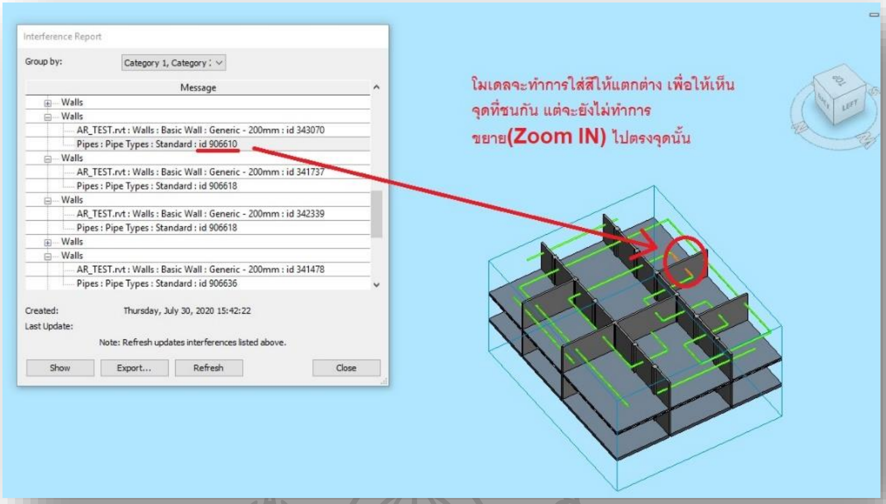
ภาพที่ 7 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่4

2.3.1.6 หากผู้ใช้งานต้องการเปิดดูวัตถุที่ชนกันในหน้า 3มิติ (3D) ทันที ให้ทำการคลิกรายการที่ต้องการ จากนั้นคลิกที่สัญลักษณ์รูปบ้าน (สัญลักษณ์ 3D VIEW)



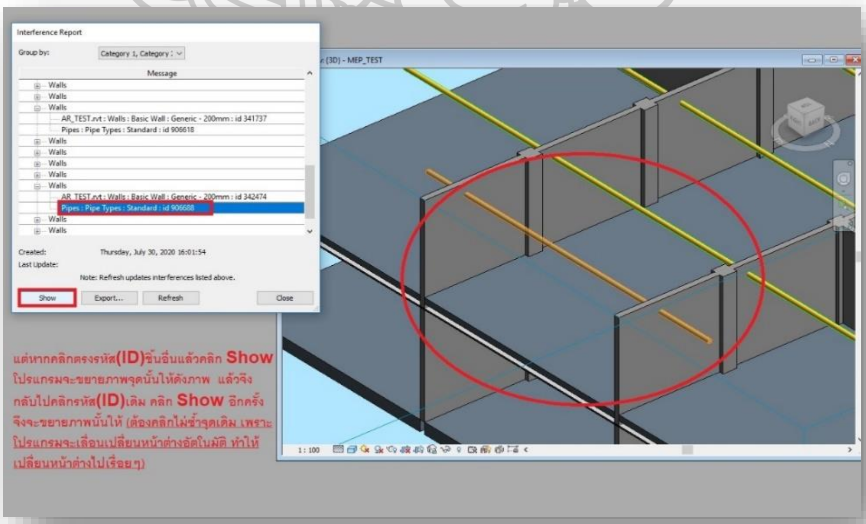
ภาพที่ 8 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่5

จากนั้นโปรแกรมจะแสดงหน้า 3 มิติ โดยโมเดลจะเป็นภาพรวมมุมกว้าง ยังไม่มีการขยายเข้าไปยังจุดที่มีการชนกัน แต่มีการใส่สีสันที่แตกต่างเพื่อให้เห็นชัดขึ้น ผู้ใช้งานจำเป็นต้องหมุนมุมมองเองดังภาพที่ 9



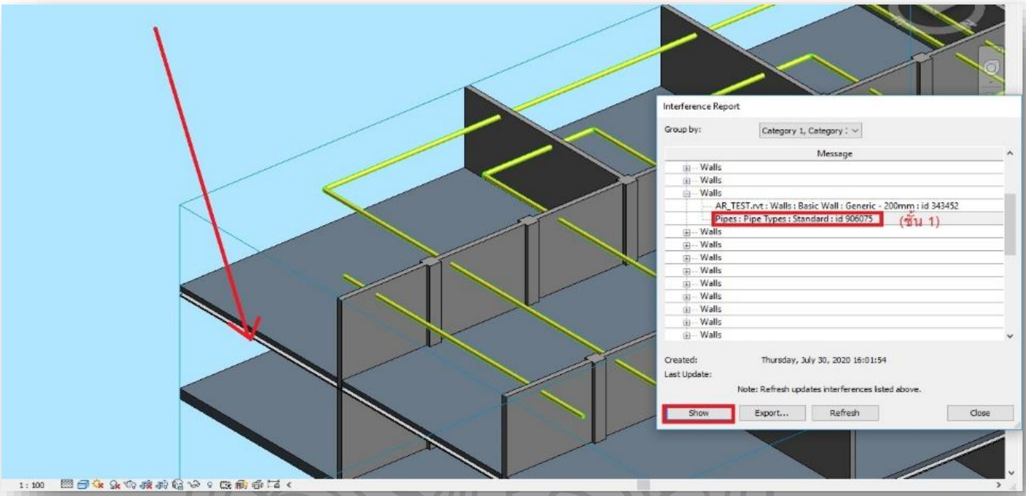
ภาพที่ 9 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่6

2.3.1.7 จากภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่ามีรายการยังคงแสดงอยู่ และมีโมเดลหน้า 3 มิติแสดงอยู่ ผู้ใช้งานต้องทำการขยายภาพ (Zoom In) และปรับมุมมองเอง



ภาพที่ 10 ตรวจสอบจุดชนกันโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่7

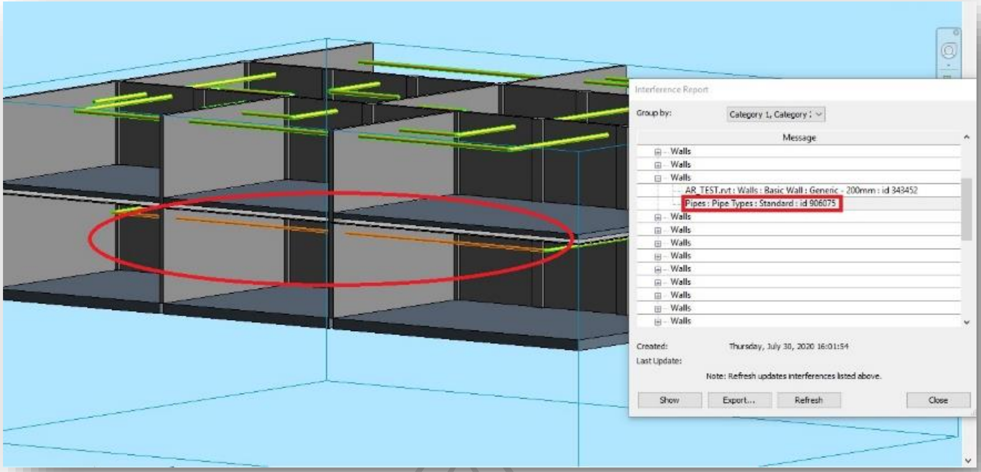
2.3.1.8 โปรแกรมจะสามารถขยาย(Zoom In)ได้ก็ต่อเมื่อ เลือกดูจุดชนกัน จุดอื่นก่อน ดังวิธีในภาพนี้ คือ คลิกตรงรายการรหัส(ID) จุดอื่น >> คลิก Show โปรแกรมจะทำการขยายภาพไปยังจุดนั้น แล้วจึงกลับไปคลิกรายการรหัส(ID) เดิมในครั้งแรกที่ต้องการค้นหา >> คลิก Show อีกครั้ง (เนื่องจากโปรแกรมได้ถูกตั้งค่าให้เลื่อนเปลี่ยนหน้าต่างอัตโนมัติไปเรื่อยๆ จึงทำให้หากคลิกซ้ำที่จุดเดิม โปรแกรมจะแสดงจุดเดิมแต่เปลี่ยนเป็นหน้าต่างอื่นที่ไม่ใช่หน้าต่าง 3 มิติ จนกระทั่งวนกลับมาหน้าต่าง 3 มิติอีกครั้ง ลักษณะตามภาพที่ 10 ที่กล่าวไว้ข้างต้น)



ภาพที่ 11 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่8

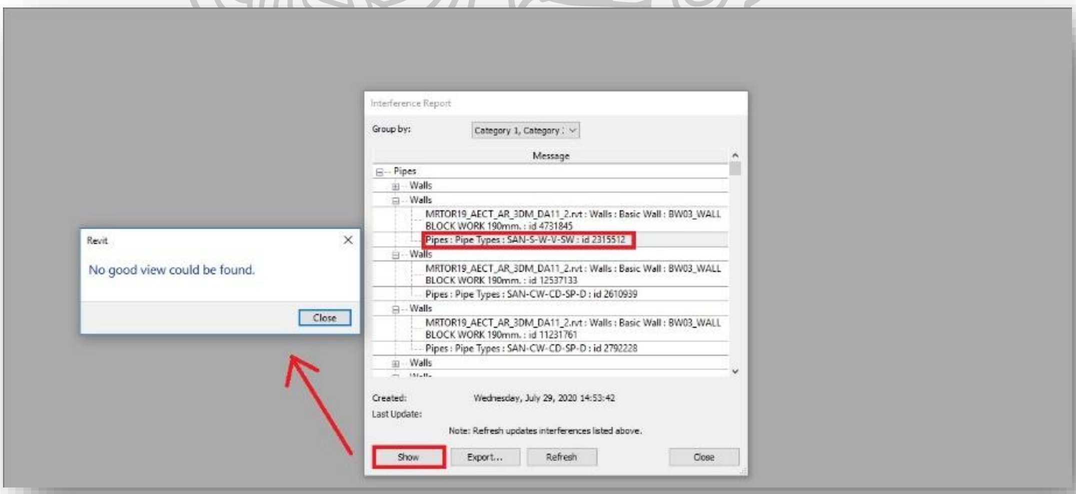
2.3.1.9 หากโมเดลอาคารมีหลายชั้น หรือค่อนข้างซับซ้อน (จากตัวอย่างมี 2 ชั้น)

ผู้ใช้งานต้องการค้นหาจุดชนกันแล้วตรงกับชั้นที่ 1 (ยกตัวอย่าง) หรือชั้นใดใดที่มองค่อนข้างยาก เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่รายการรหัส (ID) นั้นแล้ว โปรแกรมจะขยายภาพให้ระดับหนึ่ง แต่จะไม่แสดงให้เห็นวัตถุชิ้นนั้นๆหากมีส่วนอื่นๆของโมเดลบังอยู่ดังภาพ ผู้ใช้งานจึงต้องปรับหมุนโมเดลเองเพื่อหาวัตถุชิ้นนั้น ซึ่งจะแสดงตัวอย่างให้เห็นในภาพถัดไป



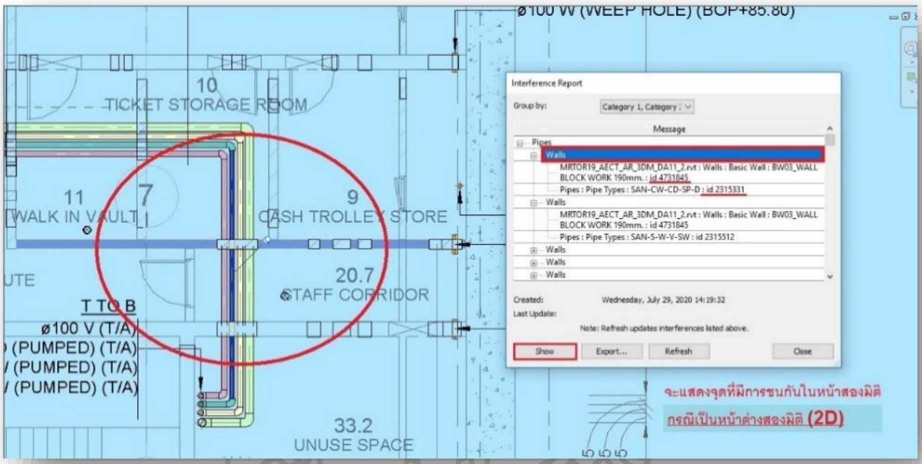
ภาพที่ 12 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่9

2.3.1.10 จากที่กล่าวไว้ภาพก่อนหน้า ผู้ใช้งานต้องทำการปรับหมุนโมเดลเพื่อหาวัตถุที่มีการชนกันด้วยตนเองดังภาพนี้ โดยโปรแกรมได้มีการใส่สีให้แตกต่างไว้ให้แต่ก็ยังคงไม่ได้ทำการขยายภาพโมเดล (Zoom In) ให้เช่นเดิม



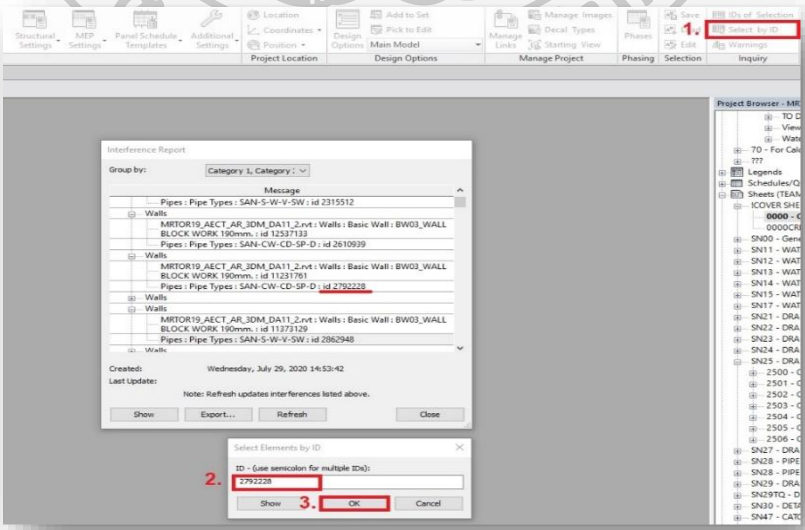
ภาพที่ 13 ตรวจสอบจุดชนกันโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่10

2.3.1.11 อีกหนึ่งกรณี คือหากผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบการชนกันบนหน้า 2 มิติ แต่ไม่ได้เปิดหน้าชิ้นงาน 2 มิติ (2D)ไว้ โปรแกรมจะไม่สามารถแสดงจุดที่ชนกันได้ โดยจะแสดงข้อความขึ้นแจ้งเตือน ให้เลือกปุ่ม Close



ภาพที่ 14 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่11

2.3.1.12 ผู้ใช้งานต้องเปิดหน้า2 มิติ ที่มีโมเดลนั้นๆอยู่ จากนั้นจึงทำการคลิก ปุ่มShow เพื่อให้โปรแกรมแสดงส่วนที่ชนกันของโมเดลในหน้านั้นๆได้



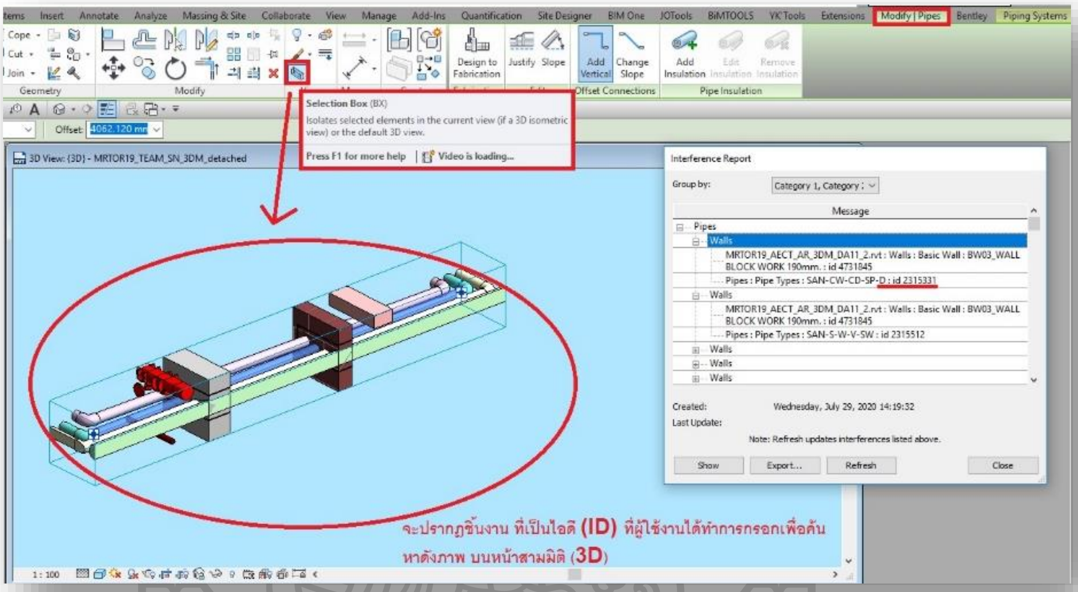
ภาพที่ 15 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่12

2.3.1.13 หากผู้ใช้งานต้องการดูโมเดล 3 มิติ (3D) บริเวณจุดที่ชนกันโดยให้ตัดเฉพาะส่วนใกล้เคียง (Selection Box) ต้องทำตามขั้นตอนดังนี้

1) เลือก Manage >> Select by ID

2) จะแสดงหน้าต่างใส่รหัส (ID) ให้นำเลขรหัสที่ต้องการค้นหาไปใส่

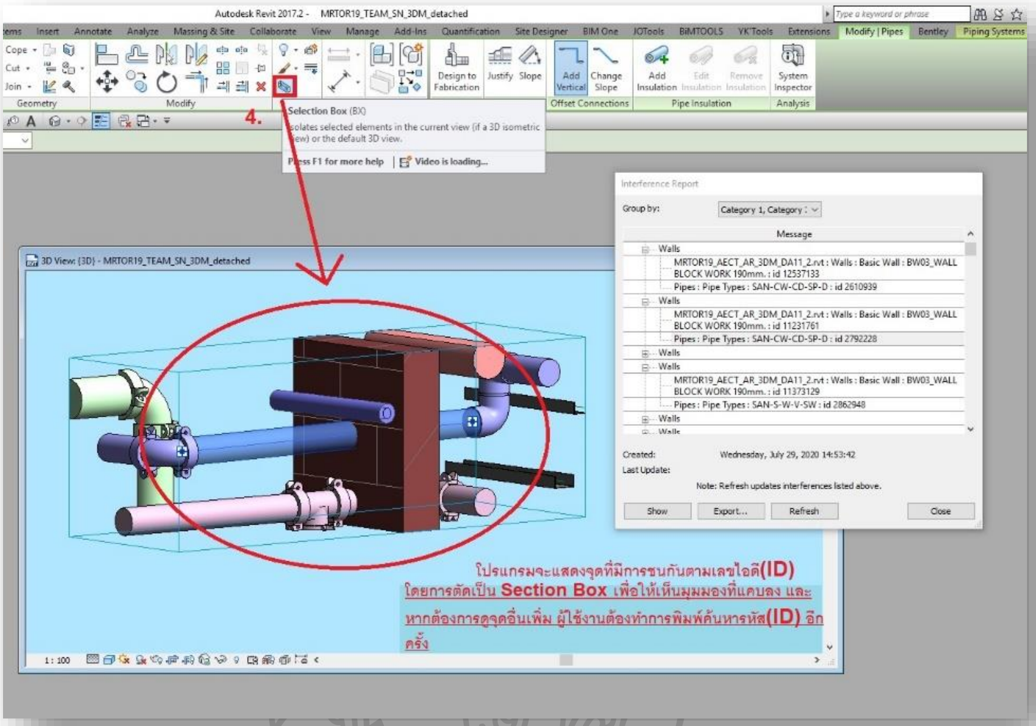
3) เลือก OK



ภาพที่ 16 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่13

4) เลือก Selection Box

จากนั้นในหน้า 3 มิติ (3D) จะแสดงโมเดลในลักษณะเฉพาะจุดตามที่เราต้องการ แต่หากต้องการค้นหาจุดอื่นๆ จะต้องทำการเลือกใช้เมนู Select by ID อีกครั้ง แต่จำเป็นต้องปิดหน้า Selection Box เดิมก่อน เนื่องจากโปรแกรมไม่สามารถเปิดจุดอื่นต่อเนื่องได้ทันที



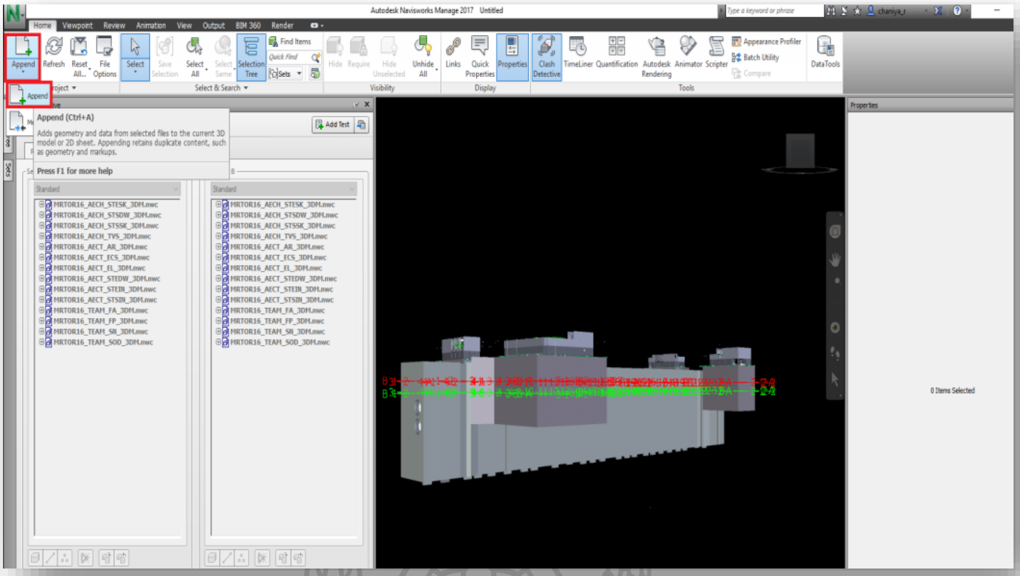
ภาพที่ 17 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ขั้นตอนที่14

จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการค้นหาจุดชนกัน สามารถเลือกดูได้ทีละจุด ซึ่งค่อนข้างซับซ้อนและใช้เวลานานพอสมควร

2.3.2 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรม Navisworks Manage

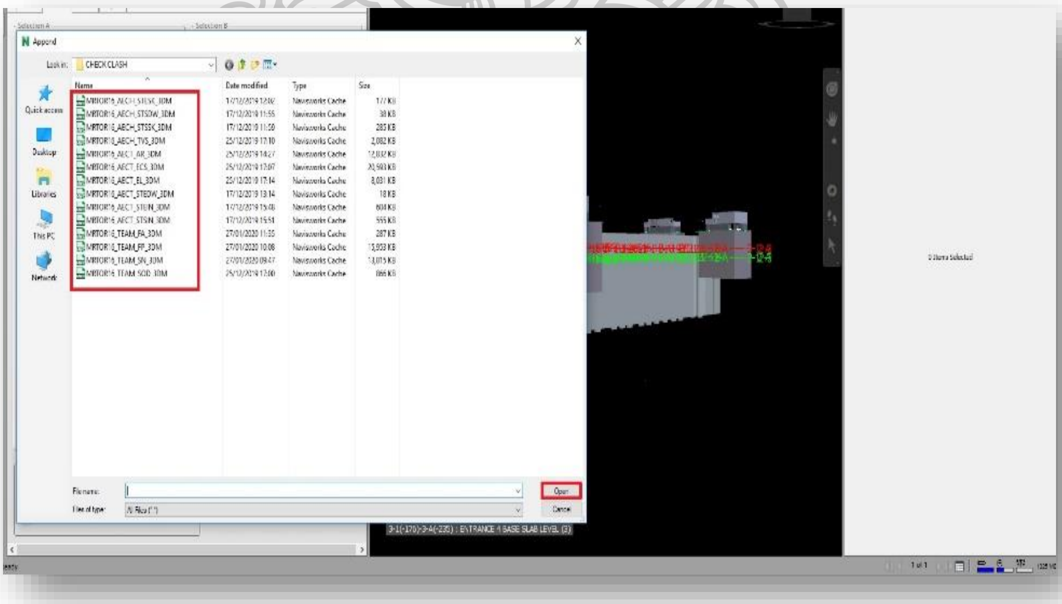
ก่อนจะทำการเริ่มโปรแกรม Navisworks ให้ทำการบันทึกไฟล์ (File) งานหลังจากที่ทำการขึ้นโมเดล 3 มิติเสร็จแล้วจากโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) โดยบันทึกเป็นไฟล์สกุล (.NWC)

2.3.2.1 เริ่มโปรแกรมโดยการเลือกที่เมนู Home จากนั้นเลือกคำสั่ง Append เพื่อนำไฟล์ (File) งานสกุล (.NWC) ของระบบที่ต้องการตรวจสอบจุดชนกันเข้ามาในตัวโปรแกรม



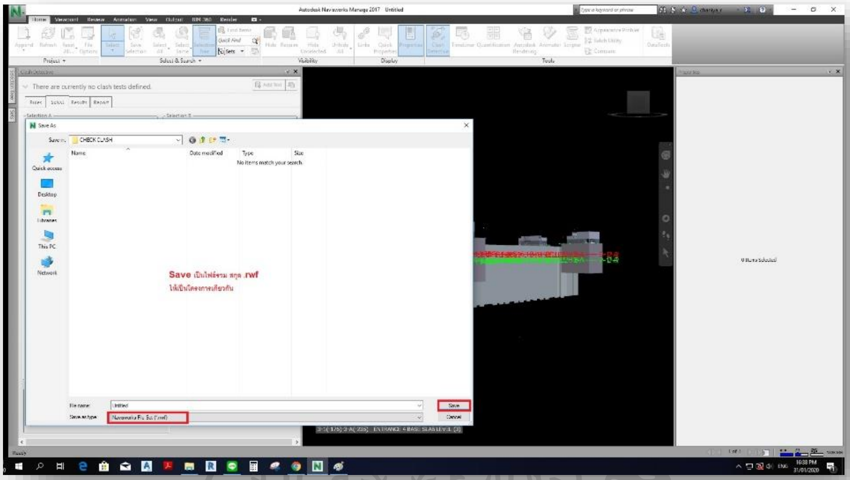
ภาพที่ 18 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่1

2.3.2.2 เลือกไฟล์ (File) งานทั้งหมดที่ต้องการ จากนั้นกด Open และ กด Ok



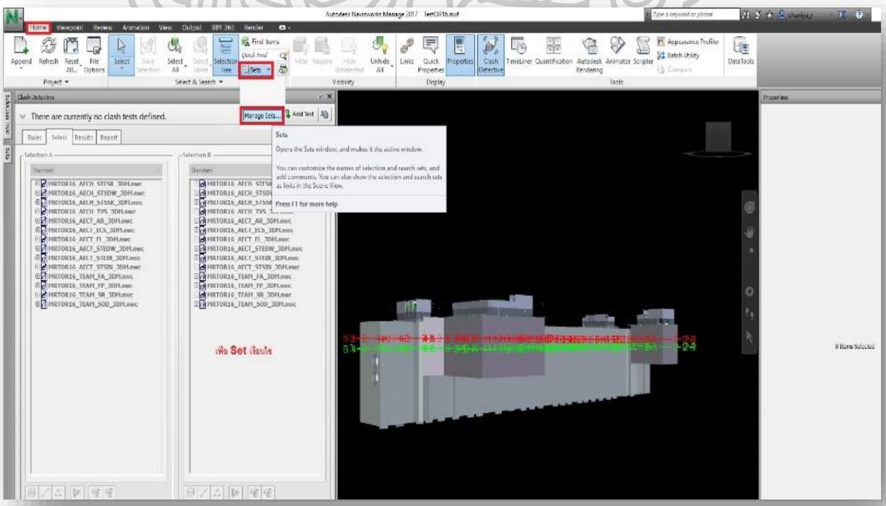
ภาพที่ 19 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่2

2.3.2.3 ทำการบันทึกเป็น (Save as) เพื่อรวมงานให้เป็นโครงการเดียวกัน โดยบันทึกเป็นสกุลไฟล์ (.NWF)



ภาพที่ 20 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่3

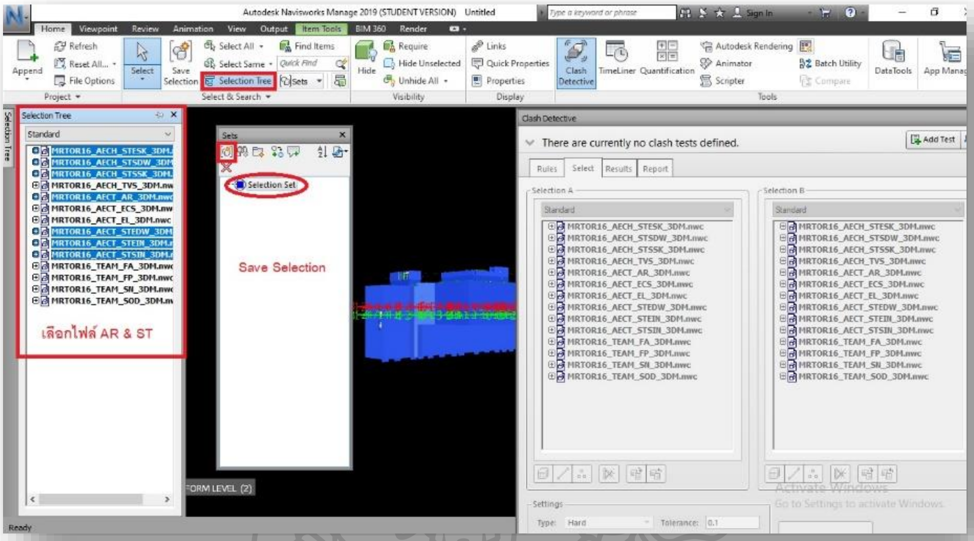
2.3.2.4 เข้าเมนู Home เลือก Set เลือก Manage Sets



*ภาพที่ **21** ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่4*

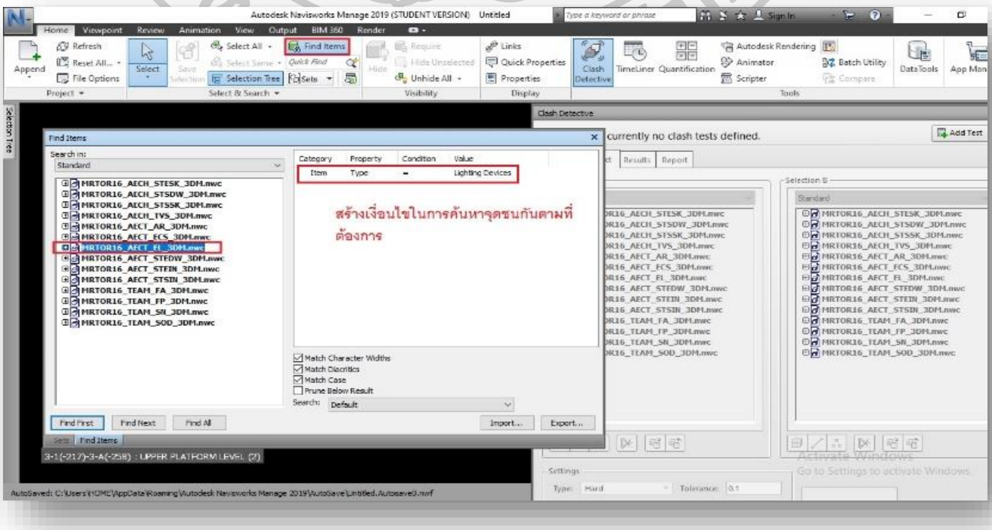
2.3.2.5 ทำการตั้งค่าเงื่อนไขของการตรวจสอบหากต้องการยกเว้น หรือเลือกสิ่งใดในไฟล์งานขั้นตอนนี้จะเป็นการตั้งค่าสิ่งเหล่านี้ โดยการเลือกเมนู Home เลือกที่ Selection Tree บน

หน้าต่างจะแสดงไฟล์งานต่างๆ ให้เลือกงานที่ต้องการตั้งเงื่อนไข จากนั้นกด Save Selection จากนั้นโปรแกรมจะสร้างโฟลเดอร์ (Folder) งานขึ้นมา ให้ตั้งชื่อตามที่ต้องการ



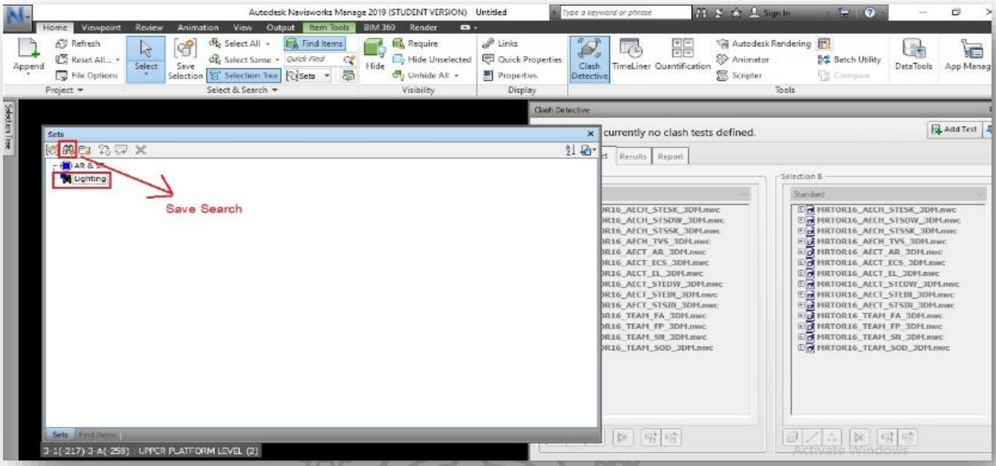
ภาพที่ 22 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่5

2.3.2.6 การตั้งค่าเงื่อนไขแบบค้นหาให้เลือก Find Items จากนั้น เลือกไฟล์งานที่ต้องการสร้างเงื่อนไข ด้านขวาของหน้าต่างจะมีหัวข้อให้ตั้งค่าเงื่อนไขตามที่เราต้องการดังรูป



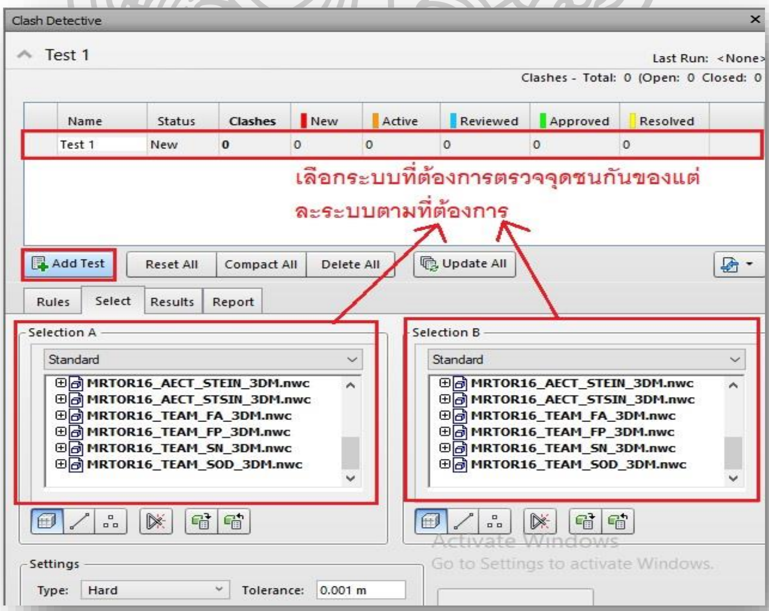
ภาพที่ 23 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่6

2.3.2.7 หลังจากตั้งค่าเรียบร้อย ให้ทำการบันทึกเป็นแบบ (Save Search)



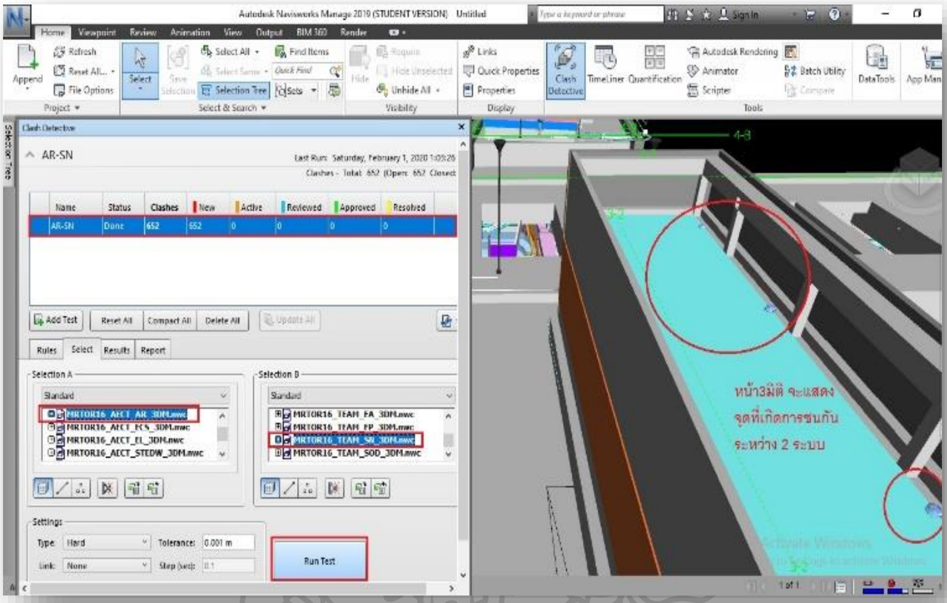
ภาพที่ 24 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่7

2.3.2.8 เริ่มการตรวจสอบจุดชนกันของงานแต่ละระบบ (Clash Detection) โดยการกดเลือกกลุ่มงานเป็น 2 กลุ่ม ระหว่างระบบแรก และระบบที่สองที่ต้องการตรวจสอบ จากนั้น Add Test



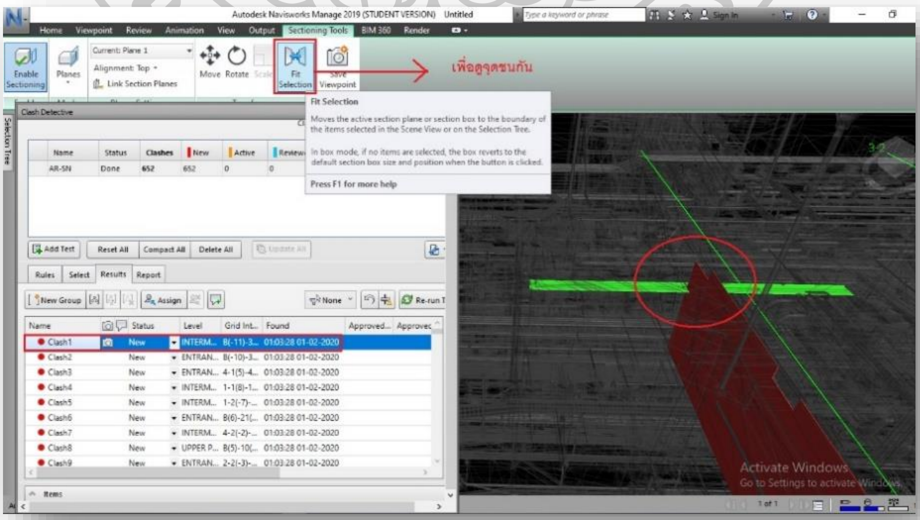
ภาพที่ 25 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่8

2.3.2.9 โปรแกรมจะตั้งกลุ่มระบบการชุดแรกขึ้นมา จากนั้นให้กดเลือก Run Test



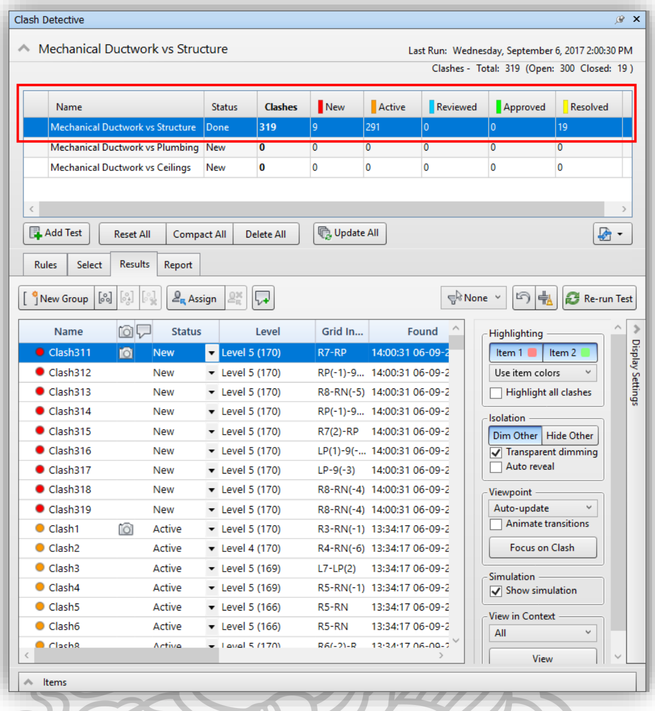
ภาพที่ 26 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่9

2.3.2.10 เมื่อโปรแกรมแสดงรายการที่มีการชนกันของระบบ ให้เราทำการเลือกทีละจุดเพื่อขยายดูส่วนที่มีการชนกัน โดยการกด Fit Selection เพื่อขยายเฉพาะส่วนที่มีการชนกัน

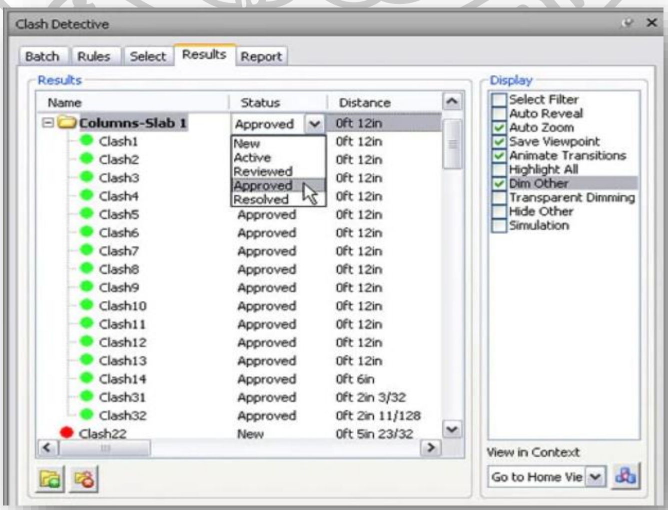


ภาพที่ 27 ตรวจสอบจุดชนกันโดยโปรแกรมนาวิสเวิร์ค (Navisworks Manage) ขั้นตอนที่10

เมื่อเจอจุดที่ชนกันแล้วโปรแกรมจะแสดงรหัส (ID) ของวัตถุชิ้นนั้นๆ และมีการแสดงสถานะของการชนกันของโมเดล



ภาพที่ 28 ภาพแสดงสถานะต่างๆ ของจุดที่ชนกันของโมเดล (Clash)



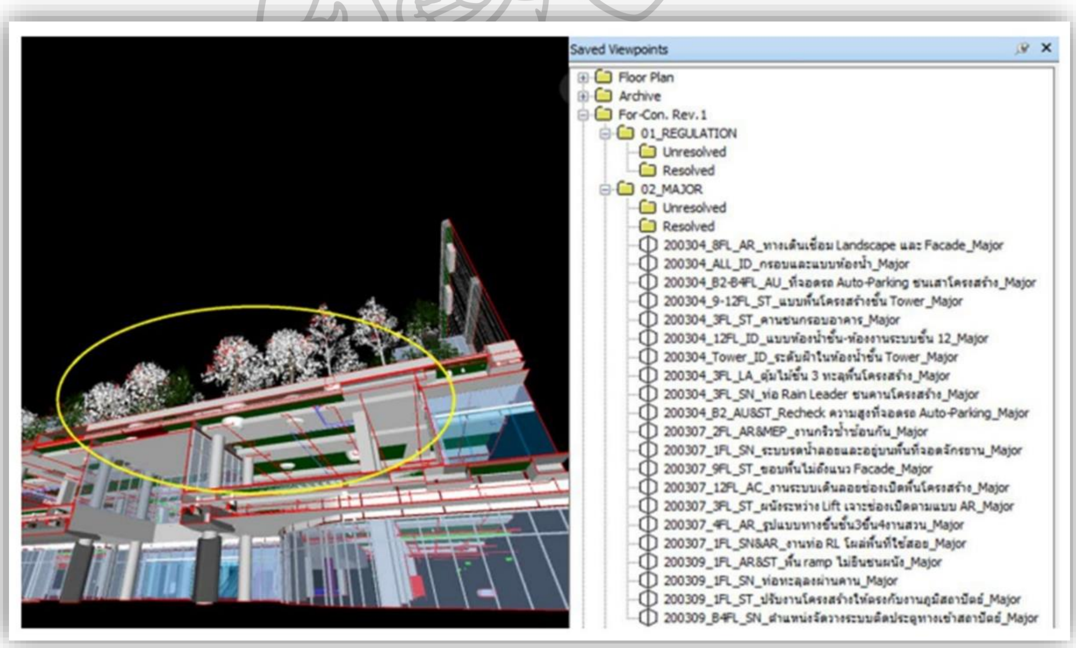
ภาพที่ 29 ภาพแสดงการเลือกเปลี่ยนสถานะต่างๆ ของจุดที่ชนกันของโมเดล (Clash)

จากภาพข้างต้นสถานะ(Status) ของการเช็คจุดชนกันของโมเดล มีทั้งหมด 5 สถานะ

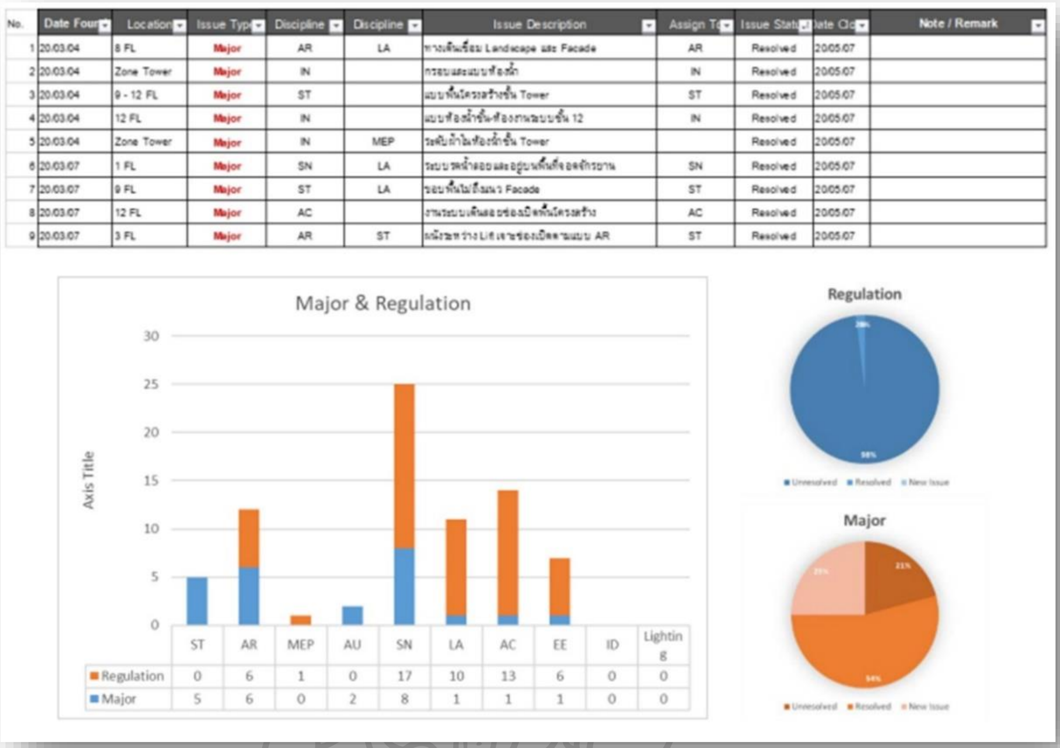
- New = จะขึ้นตอนพบจุดชนกัน (Clash) จุดใหม่
- Active = สำหรับจุดชนกัน (Clash) เก่าที่ยังไม่มีการแก้ไข
- Resolve = สำหรับจุดชนกัน (Clash) เก่าที่ทำการแก้ไขแล้ว
- Review = การรอตรวจสอบอีกครั้ง/หรือตรวจสอบแล้ว แต่ยังมีประเด็น
- Approve = ผ่านการอนุมัติ และไม่ต้องมีการแก้ไขใดๆ แล้ว

เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทำการเสนอรายงานต่อไปยังแผนกอื่นๆประจำทุกสัปดาห์เพื่อประชุมปรึกษาหาวิธีแก้ไขส่วนของการชนกันของโมเดลที่เกิดขึ้นโดยเลือก 20 ปัญหาหลักที่ต้องแก้ไขก่อน และยังส่งรายงานกลับไปยังผู้เขียนโมเดลให้ทำการตรวจสอบและแก้ไขต่อไป

2.3.2.11 ตัวอย่างรายงานจุดชนกัน (Clash Report)



ภาพที่ 30 ตัวอย่างรายงานจุดชนกันของโมเดล (1)



No.	Date Found	Location	Issue Type	Discipline	Discipline	Issue Description	Assign To	Issue Status	Date Closed	Note / Remark
1	20.03.04	8 FL	Major	AR	LA	ทางเดินเชื่อม Landscape และ Facade	AR	Resolved	20.05.07	
2	20.03.04	Zone Tower	Major	IN		กรอบและแบบห้องน้ำ	IN	Resolved	20.05.07	
3	20.03.04	9 - 12 FL	Major	ST		แบบพื้นโครงสร้างชั้น Tower	ST	Resolved	20.05.07	
4	20.03.04	12 FL	Major	IN		แบบห้องน้ำชั้น-ห้องงานระบบชั้น 12	IN	Resolved	20.05.07	
5	20.03.04	Zone Tower	Major	IN	MEP	ระดับฝ้าในห้องน้ำชั้น Tower		Resolved	20.05.07	
6	20.03.07	1 FL	Major	SN	LA	ระบบรดน้ำลอยและอยู่บนพื้นที่จอดจักรยาน	SN	Resolved	20.05.07	
7	20.03.07	9 FL	Major	ST	LA	ขอบพื้นไม่ถึงแนว Facade	ST	Resolved	20.05.07	
8	20.03.07	12 FL	Major	AC		งานระบบเดินลอยช่องเปิดพื้นโครงสร้าง	AC	Resolved	20.05.07	
9	20.03.07	3 FL	Major	AR	ST	ผนังระหว่าง Lift เจาะช่องเปิดตามแบบ AR	ST	Resolved	20.05.07	

ภาพที่ 31 ตัวอย่างรายงานจุดชนกันของโมเดล (2)

จากตัวอย่างรายงาน (Report) ข้างต้นนั้น จะเป็นการนำเสนอวิวรูปภาพ (View Point) ในจุดที่เกิดปัญหาหลักใหญ่และรายการปัญหาอื่นๆตามตารางจะบอกถึงตำแหน่งที่เกิด (Location) ลักษณะของปัญหา ชี้ว่าแผนกใดเป็นผู้รับผิดชอบชิ้นงาน และสถานะของงาน

2.3.3 การแก้ไขปัญหาการใช้งานโปรแกรมในปัจจุบันด้วยโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit)

2.3.3.1 เริ่มจากการตรวจสอบจุดชนกันโดยเบื้องต้นจะใช้การเปิดมุมมอง 3มิติ และมองด้วยสายตา หากมีจุดไหนชนกันแล้วจึงทำการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดด้วยมือ

2.3.3.2 ใช้เมนู Interference Check ในโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ช่วยในการหา จากนั้นเมื่อได้รหัส (ID) ของจุดที่ชนกันแล้ว จึงเข้าไปแก้ไขเป็นจุด ๆ ยังไม่มีการทำงานรูปแบบอื่นที่ช่วยให้เร็วขึ้น

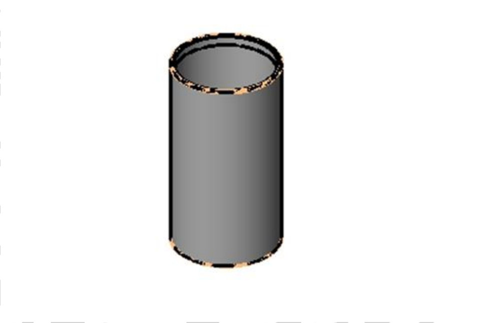
จากที่กล่าวมานั้นผู้เขียนโมเดลยังจำเป็นจะต้องทำการแก้ไขทีละจุดตามจำนวนรหัส (ID) ที่ค้นพบซึ่งค่อนข้างใช้เวลานาน หรือหากค้นหาด้วยตาเปล่าอาจทำให้มีการหาจุดชนกันได้ไม่ครบถ้วน มองข้ามไปในบางจุด เนื่องจากโมเดลค่อนข้างมีความซับซ้อน แต่ละระบบมีการเรียงซ้อนกันจำนวนมาก เพราะเหตุนี้อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดจากตัวผู้ทำโมเดลได้ โดยยังไม่มีเครื่องมือเสริมอื่นๆ เข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาในการทำงานนี้

2.4 ลักษณะของสัญลักษณ์ช่องเปิด (ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน)

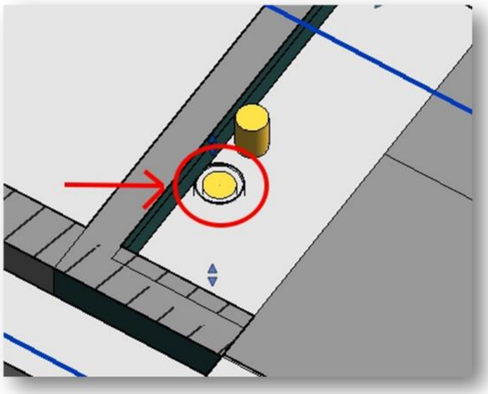
แบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะรูปร่างของวัตถุที่ต้องการเปิดช่องเพื่อให้วัตถุนั้นผ่านผนังหรือพื้นไปได้ ซึ่งวัตถุเหล่านี้ตัวอย่างเช่น ท่อ ดัก เป็นต้น

2.4.1 ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve)

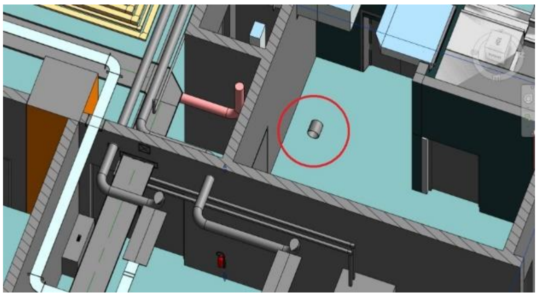
ลักษณะหน้าตัดเป็นวงกลม วัสดุที่ใช้ขึ้นอยู่กับทางโครงการกำหนด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจะใหญ่กว่าขนาดท่อ 50 มิลลิเมตร ตัวอย่างเช่น หากท่อมีขนาด 100 มิลลิเมตร ช่องเปิดนี้จะมีขนาด 150 มิลลิเมตร เป็นค่าเผื่อ และความหนาจะปรับให้หนาตามพื้น หรือผนัง ที่ต้องการเจาะ

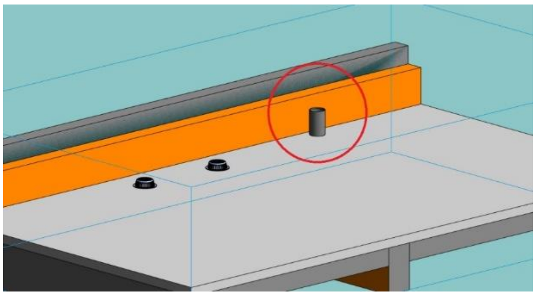


ภาพที่ 32 ลักษณะของช่องเปิดแบบทรงกระบอก



ภาพที่ 33 ลักษณะช่องเปิดแบบทรงกระบอกที่ทำการติดตั้งไปยังพื้น





ภาพที่ 34 ลักษณะตัวสัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) แบบที่ใช้งานในปัจจุบันเมื่อมีการปรับแบบ (เกิดปัญหา)

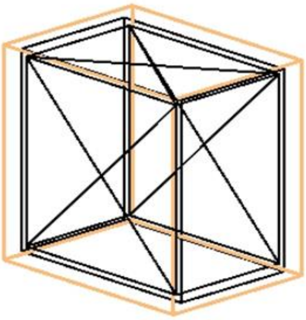
ลักษณะตัวสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) ส่วนใหญ่พบบ่อยในการใช้งานกับท่อกลม เช่น งานระบบสุขาภิบาล และระบบดับเพลิง แบบที่ใช้งานในปัจจุบัน เป็นการสร้างแฟมิลี่ (Family) แบบเฟสเบส (Face Based) หรือเรียกว่าแบบที่วางกับพื้นผิวของวัตถุที่ต้องการ โดยไม่ได้ให้แฟมิลี่นี้ยึดติดกับประเภท(Category)วัตถุใดวัตถุหนึ่ง จึงทำให้แฟมิลี่นั้นๆลอยตัวได้หรือหลุดจากโมเดลดังภาพหากเราทำการเคลื่อนย้ายแฟมิลี่

ข้อเสีย : เนื่องจากแฟมิลี่นั้นไม่ได้ยึดติดกับวัตถุใดวัตถุหนึ่ง จึงทำให้หากมีการเคลื่อนย้ายโมเดลงานผนังหรือพื้น จะทำให้แฟมิลี่นั้นไม่เคลื่อนย้ายตามไปด้วย ส่งผลให้ต้องมีการแก้ไขงานซ้ำซ้อน และหากหาแฟมิลี่ตัวนั้นๆไม่พบ และมีการหลงเหลือแฟมิลี่ไว้ในจุดที่เราอาจมองไม่เห็นก็จะส่งผลให้การใส่แฟมมิลี่มีข้อผิดพลาด ในทางกลับกันหากตั้งค่าแฟมิลี่เป็นแบบยึดติดกับวัตถุ (Hosted) เช่น ผนัง ก็ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ดี เนื่องจากลักษณะการทำงานในปัจจุบันเป็นแบบเปิดไฟล์งานแยกแล้วจึงวางสัญลักษณ์ดังที่ได้กล่าวไว้ในขั้นตอนและกระบวนการวางสัญลักษณ์ช่องเปิด (Opening Drawings) ข้อ 2.1.2 นั้น จึงทำให้แฟมิลี่ไม่สามารถยึดติดกับผนังที่อยู่คนละไฟล์งานกันได้นั้นเอง อีกทั้งเป็นแฟมิลี่ที่มีขนาดแบบตายตัว ปรับค่าไม่ได้ ใช้ได้เฉพาะขนาดที่สร้างไว้เท่านั้น

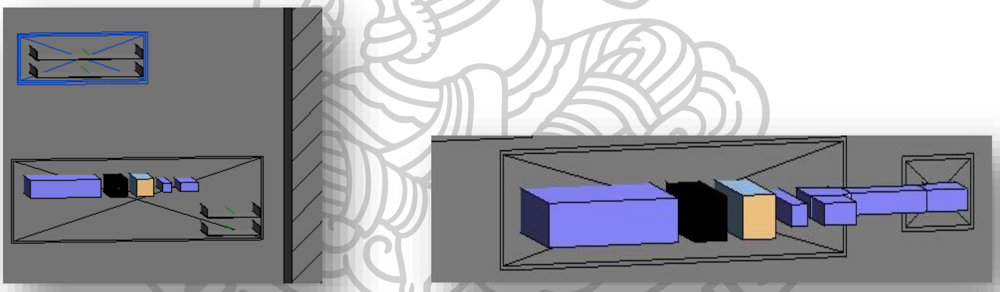
2.4.2 ช่องเปิดสี่เหลี่ยม (Block Out)

เป็นลักษณะสี่เหลี่ยม ปรับขนาดความกว้างความสูงได้ (การปรับระยะขึ้นอยู่กับผู้สร้างวัตถุช่องเปิดนี้) ส่วนมากความหนาจะปรับให้หนาตามพื้น หรือผนัง ที่ต้องการเจาะ

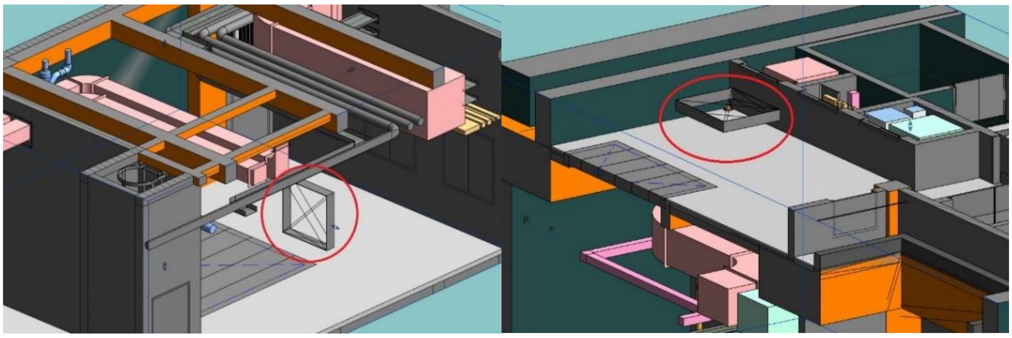
โดยการติดตั้งจะใช้ระยะให้ใหญ่กว่าขนาดโมเดลด้านละ 50 มิลลิเมตร เป็นค่าเผื่อ ตัวอย่างเช่น หากขนาดโมเดลท่อ หรือดักมีความกว้าง 100x 50 มิลลิเมตร ขนาดของช่องเปิดคือ 150x100 มิลลิเมตร เป็นต้น



*ภาพที่ **35** ลักษณะช่องเปิดแบบสี่เหลี่ยม*



ภาพที่ 36 ลักษณะช่องเปิดแบบสี่เหลี่ยมที่ทำการติดตั้งไปยังผนัง



ภาพที่ 37 ลักษณะตัวสัญลักษณ์ช่องเปิดสี่เหลี่ยม (Block Out) ที่ใช้ในปัจจุบัน

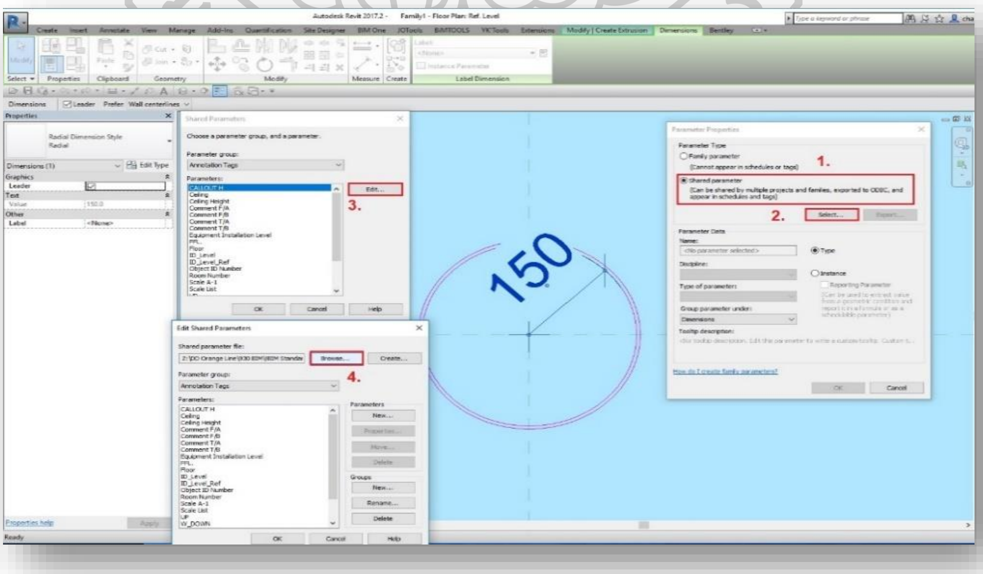
ลักษณะของตัวสัญลักษณ์ช่องเปิดสี่เหลี่ยม (Block Out) แบบที่ใช้งานในปัจจุบัน เป็นการใช้งานในกรณีที่มีท่อติดตั้งติดกันในระยะที่ไม่สามารถใส่ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve)ได้ หรือติดตั้งเรียงกันเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะง่ายต่อการเจาะในการก่อสร้างจริง แต่หากเป็นงานของระบบสุขาภิบาลและงานระบบดับเพลิงจะพบได้น้อย เนื่องจากเป็นท่อน้ำและการติดตั้งมักไม่เหมาะในการเดินระยะใกล้ร่วมกับงานระบบอื่นๆเช่น งานไฟฟ้า เป็นต้น จึงทำให้การใช้งาน *สัญลักษณ์ช่องเปิดสี่เหลี่ยม (Block Out) พบได้บ่อยในงานระบบไฟฟ้า และงานระบบปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่*

ด้วยเหตุนี้จึงมุ่งเน้นแก้ปัญหาในด้านสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) เป็นหลักเนื่องจากพบได้บ่อยในงานระบบสุขาภิบาล และระบบดับเพลิง

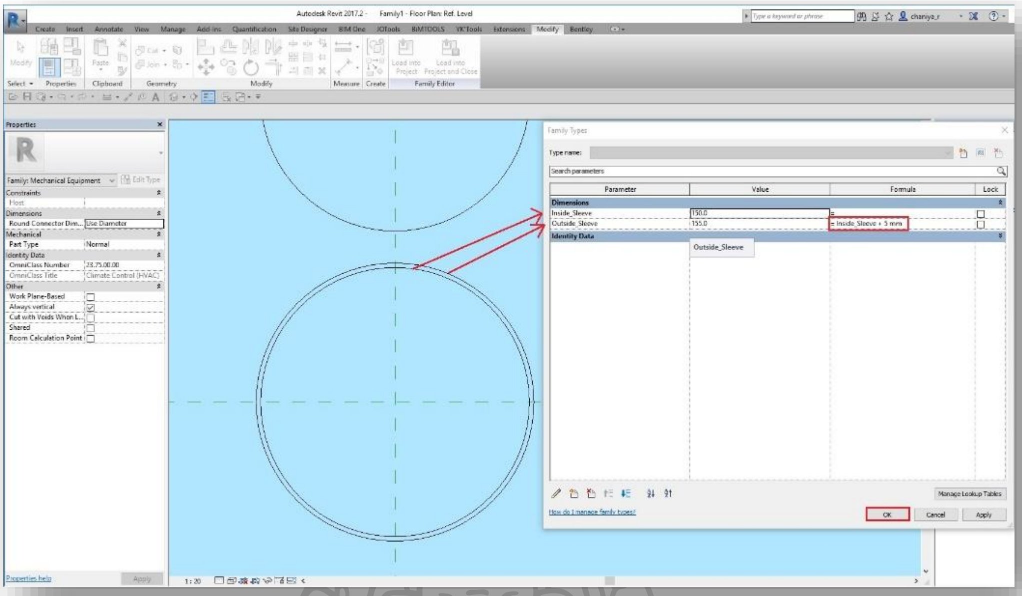
2.5 การสร้างแฟมิลี่ (Family) (ในปัจจุบันที่ใช้งานอยู่)

2.5.1 เลือกสร้างแฟมิลี่ (Family) ของสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve)

ให้เป็นแบบปรับค่าไม่ได้ แต่สร้างเป็นขนาดมาตรฐานที่พบบ่อย จะสามารถเลือกใช้งานได้ตามขนาดของท่อ โดยขนาดสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) ที่ใช้งานบ่อยคือ ขนาด 150, 200, 250 (มิลลิเมตร)



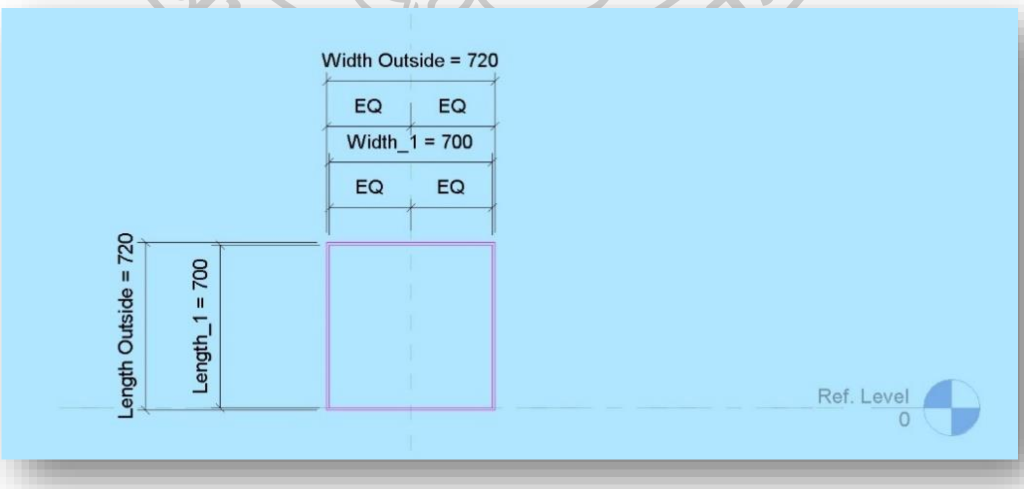
ภาพที่ 38 สร้างแฟมิลี่ (Family) ทรงกระบอก(Sleeve) แบบเดิม ขั้นตอนที่ 1



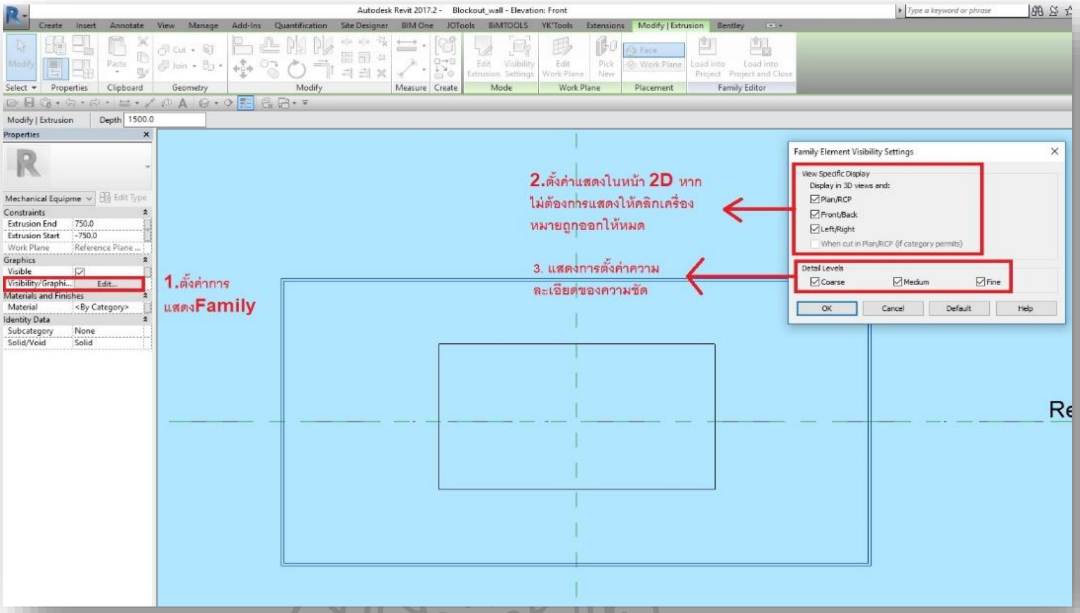
ภาพที่ 39 สร้างแฟมิลี่ (Family) ทรงกระบอก(Sleeve) แบบเดิม ขั้นตอนที่ 2

2.5.2 เลือกสร้างแฟมิลี่ Family ของสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบสี่เหลี่ยม (Block Out)

เป็นแบบปรับค่าได้จะสามารถปรับได้ตามขนาดของท่อที่มาอยู่รวมกัน โดยใช้จุดอ้างอิงเป็นจุดกลาง (Center)



ภาพที่ 40 แฟมิลี่ (Family)ทรงสี่เหลี่ยม(Block out) แบบเดิมขั้นตอนที่1



ภาพที่ 41 แฟมิลี่ (Family)ทรงสี่เหลี่ยม(Block out) แบบเดิมขั้นตอนที่2

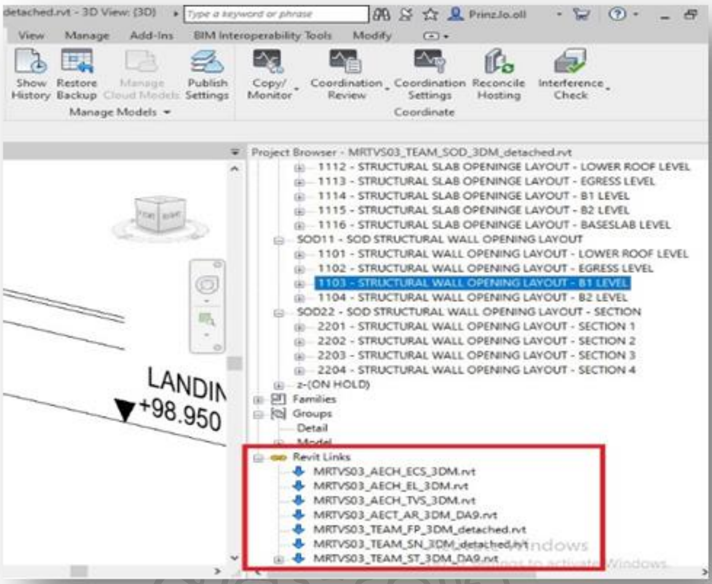
1. เลือกการตั้งค่าการแสดงโมเดล (Visibility/Graphic Overrides)
2. ตั้งค่าแสดงในหน้า 2 มิติ หากไม่ต้องการแสดงให้คลิกเลือกเครื่องหมายถูกออกให้หมด
3. ตั้งค่าความละเอียดของความชัด

2.6 ขั้นตอนและลักษณะการวาง Element ของช่องเปิด (Sleeve) (ปัจจุบันใช้งานอยู่)

2.6.1 ใช้โปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ในการวางตำแหน่งช่องเปิดโดยใช้การวางทีละชิ้น

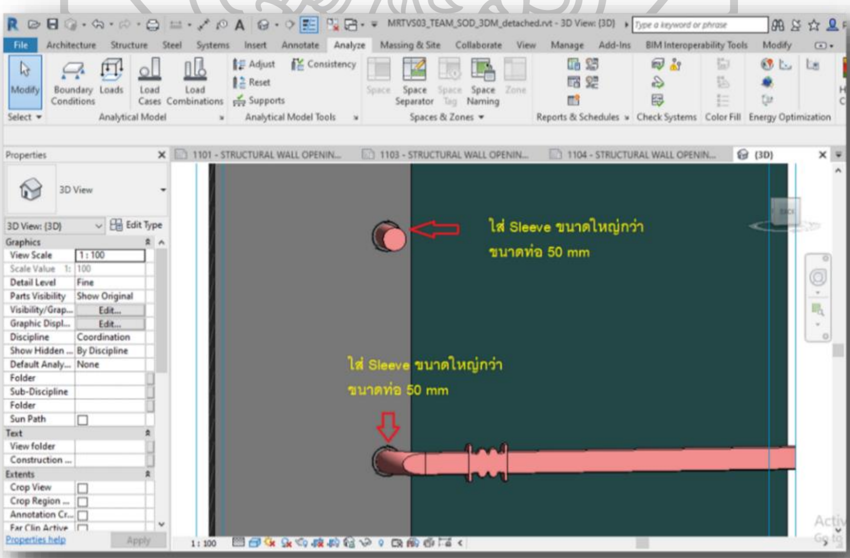
2.6.1.1 ทำการสร้างไฟล์ออโต้เดสเรวิท สกุลไฟล์ (.rvt) สำหรับการทำงานวางสัญลักษณ์ช่องเปิด (Opening Drawing) ขึ้นใหม่

2.6.1.2 ทำการนำลิ้งค์ (Link) งานของทุกระบบเข้ามา เพื่อทำการวาง Element ของช่องเปิด (Sleeve) หรือ ช่องเปิด (Block out) ต่อไป



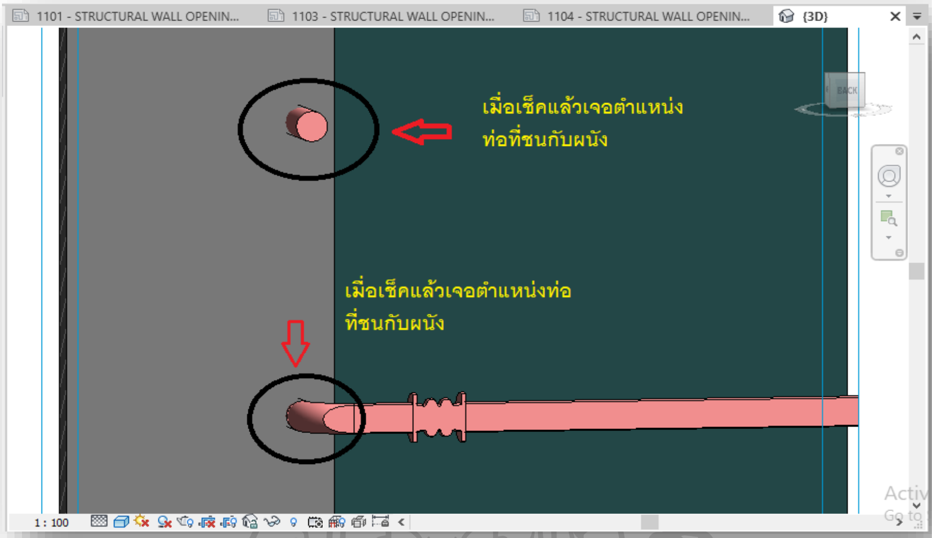
ภาพที่ 42 ลักษณะการนำลิ้งค์ (Link) งานของทุกระบบเข้ามา

2.6.1.3 หากเป็นท่อชิ้นเดียวหรือตำแหน่งท่อไม่ได้ติดกับท่ออื่นๆ ให้ทำการวาง ตำแหน่งช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ดังภาพ โดยทำทีละจุดจนครบทุกจุด



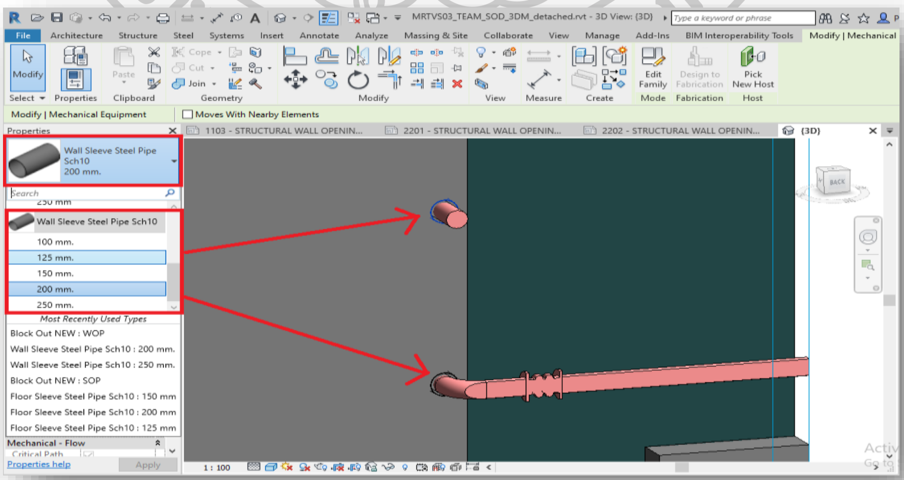
ภาพที่ 43 การวางตำแหน่งช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ทีละจุด

2.6.1.4 เมื่อทำการตรวจสอบจุดชนกันแล้ว พบตำแหน่งที่ต้องการ



ภาพที่ 44 ภาพขยายการวางตำแหน่งช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ทีละจุด

2.6.1.5 โดยตำแหน่งช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ถูกสร้างขึ้นเป็นแฟมิลี่ (Family) ที่มีขนาดมาตรฐานตามที่โครงการกำหนด ยกตัวอย่างเช่น ท่อระบบดับเพลิงใช้ขนาดท่อ 150 มิลลิเมตร การใส่ช่องเปิดจะเป็นขนาด 200 มิลลิเมตร เป็นต้น

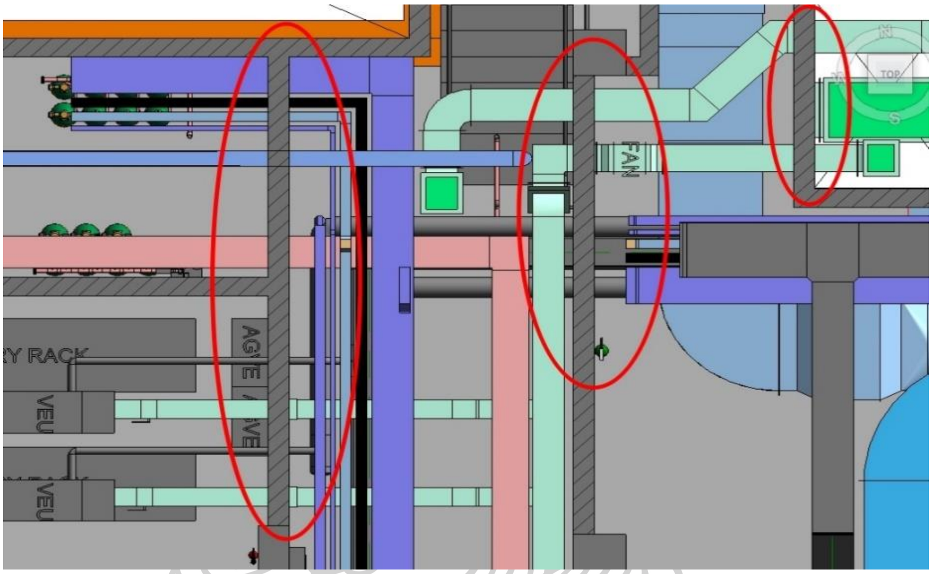


ภาพที่ 45 การใส่ขนาดของช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve)

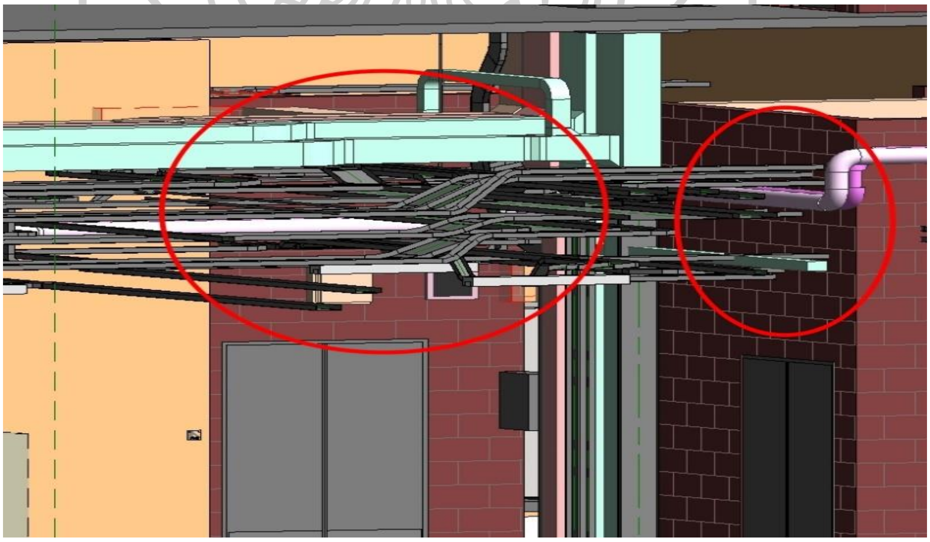
2.7 ปัญหาที่พบในการทำงาน

เป็นปัญหาที่พบในการทำงานเมื่อเปิดชิ้นงานขึ้นมาในหน้า3มิติ (3D) เพื่อมองหาจุดชนกันของชิ้นงาน

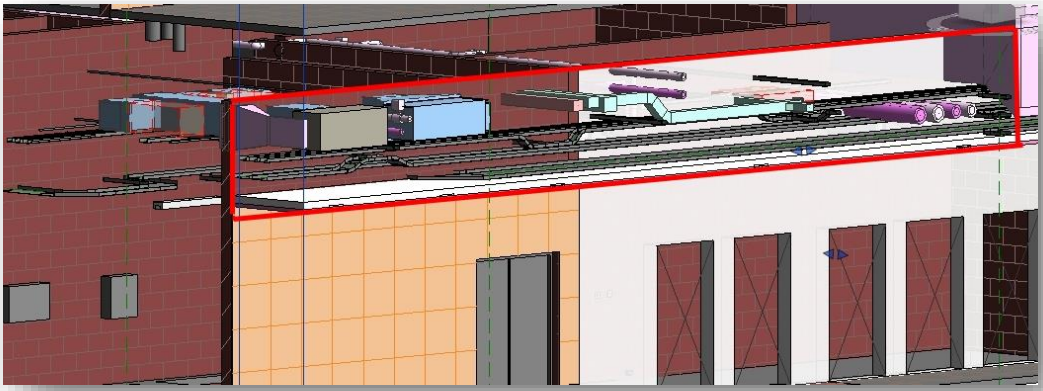
2.7.1 ยากต่อการมองหาจุดชนกันเพราะโมเดลแต่ละระบบกับผนังมีการทับซ้อนกัน



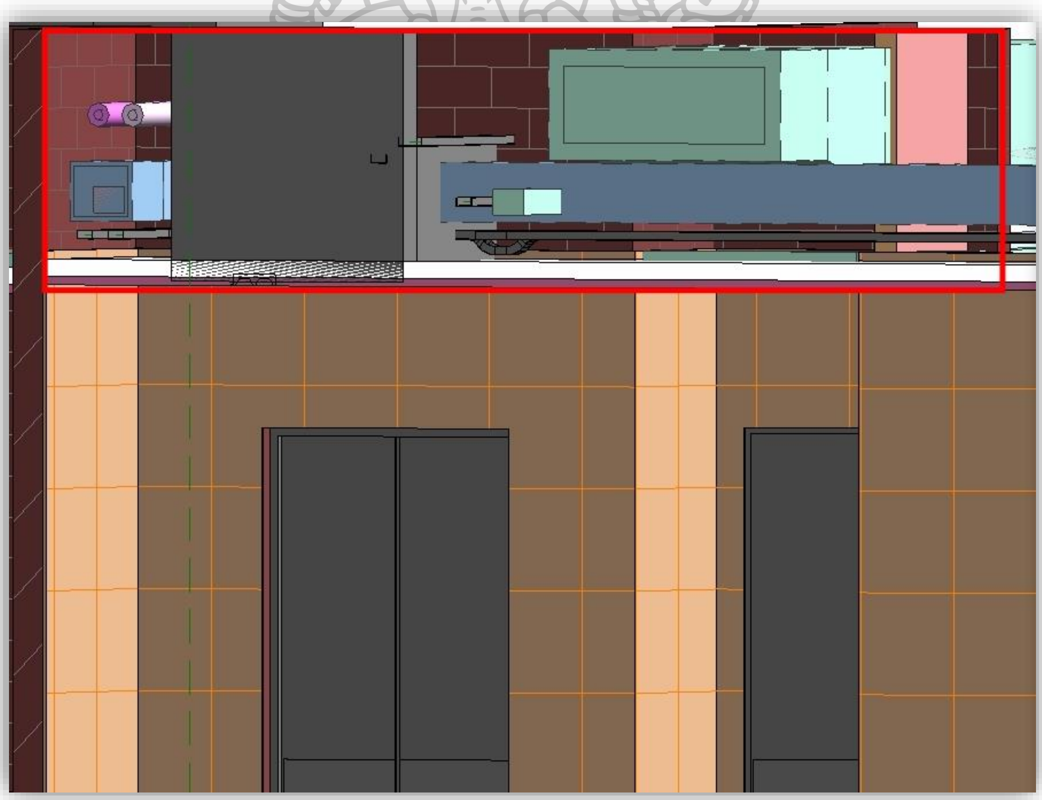
ภาพที่ 46 การทับซ้อนกันของโมเดลแต่ละระบบกับผนัง มุมมองจากด้านบน(Top View)



ภาพที่ 47 การทับซ้อนกันของโมเดลแต่ละระบบกับผนัง จากมุมทแยง



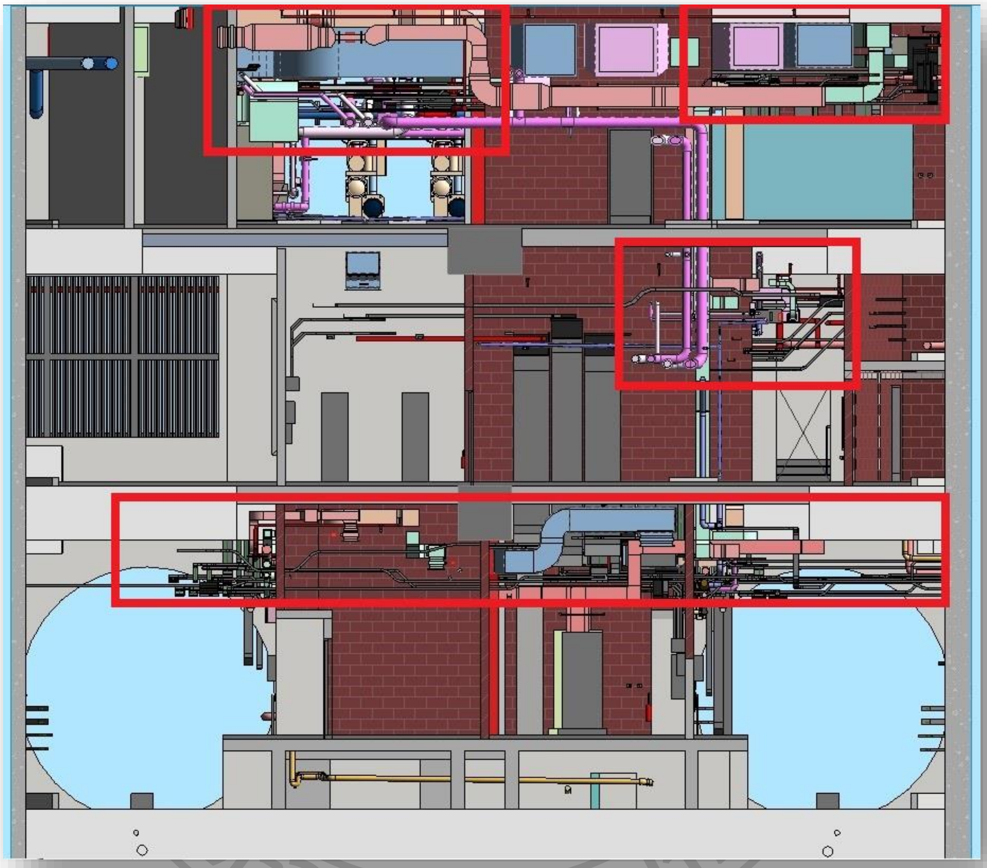
ภาพที่ 48 การทับซ้อนกันของโมเดลแต่ละระบบกับผนังเหนือฝ้า ภาพที่ 1



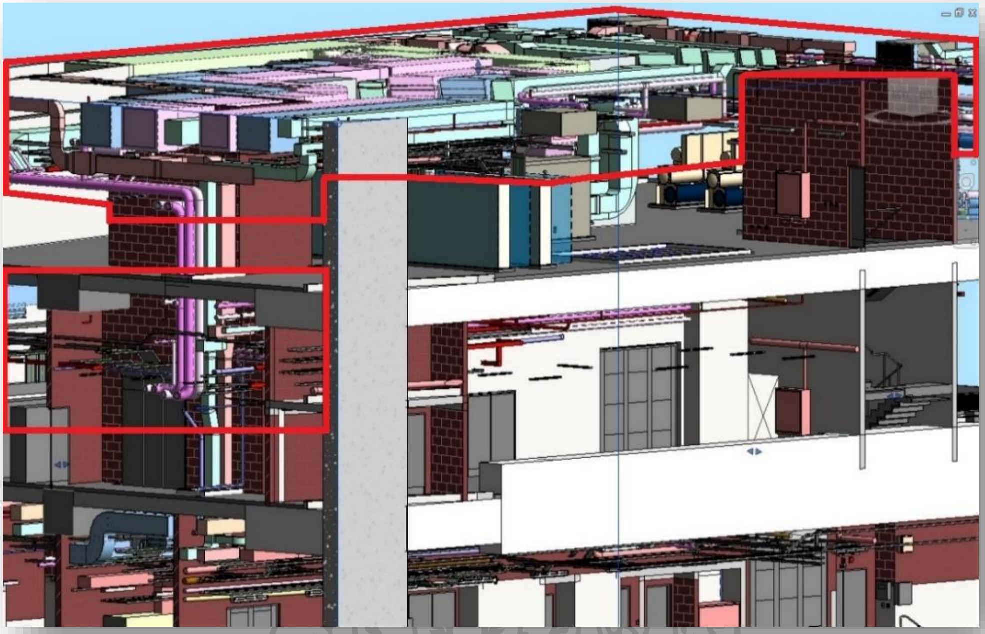
ภาพที่ 49 การทับซ้อนกันของโมเดลแต่ละระบบกับผนังเหนือฝ้า ภาพที่ 2

2.7.2 ลักษณะงานขนาดใหญ่ ทับซ้อนกัน มองยากหาก

ที่จำเป็นต้องทำการตัดภาพด้านข้าง (Section) ทีละแผ่นผนังหรือพื้นก่อนจะเริ่มทำงานจึงจะมองเห็น



ภาพที่ 50 งานขนาดใหญ่ ทับซ้อนกัน มองยาก มุมมองจากด้านข้าง (Side View)



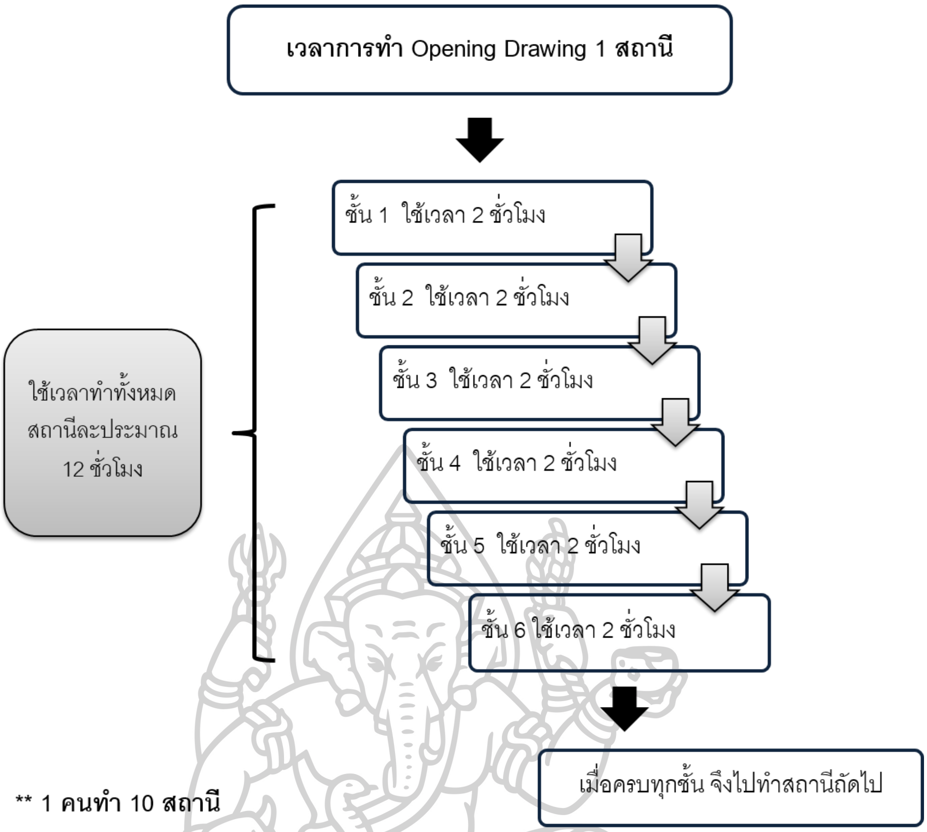
ภาพที่ 51 งานขนาดใหญ่ ทับซ้อนกัน มองยาก จากมุมทแยง (MRTOrangeLine, 2018)

จากภาพตัวอย่างของปัญหานั้น คือหาตำแหน่งของการชนกันได้ยาก เสียเวลาในการทำงานค่อนข้างมาก และมีการเชื่อมต่อของท่อที่ซับซ้อนทำให้อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายในระหว่างขั้นตอนการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve)

2.7.3 ใช้เวลาในการทำงานค่อนข้างมากเมื่อต้องแก้ไขทีละจุด

เนื่องจากงานโครงการที่ทำอยู่ในปัจจุบันคืองานประเภท Design build ความหมายคือออกแบบยังไม่เสร็จแต่มีการสร้างควบคู่ไปด้วย กระบวนการนี้มักจะมีการแก้ไขอยู่ตลอดเวลาซึ่งถือเป็นปกติ ช่วงของการใส่สัญลักษณ์บอกตำแหน่งนี้จึงมีการแก้ไขตามโมเดลอยู่เรื่อย ๆ ทีละจุดจนกว่าแบบจะเสร็จสมบูรณ์และพร้อมก่อสร้าง จึงทำให้งานเกิดความล่าช้าและใช้เวลาแก้ไขนาน หากมีการเคลียร์แบบได้เร็วขึ้นก็จะช่วยลดระยะเวลาทำงานส่วนนี้ได้

ระยะเวลาในการทำงานในปัจจุบันนั้นหากคิดเป็นสัดส่วน 1 คน ต่อ 10 สถานี จะเป็นดังนี้

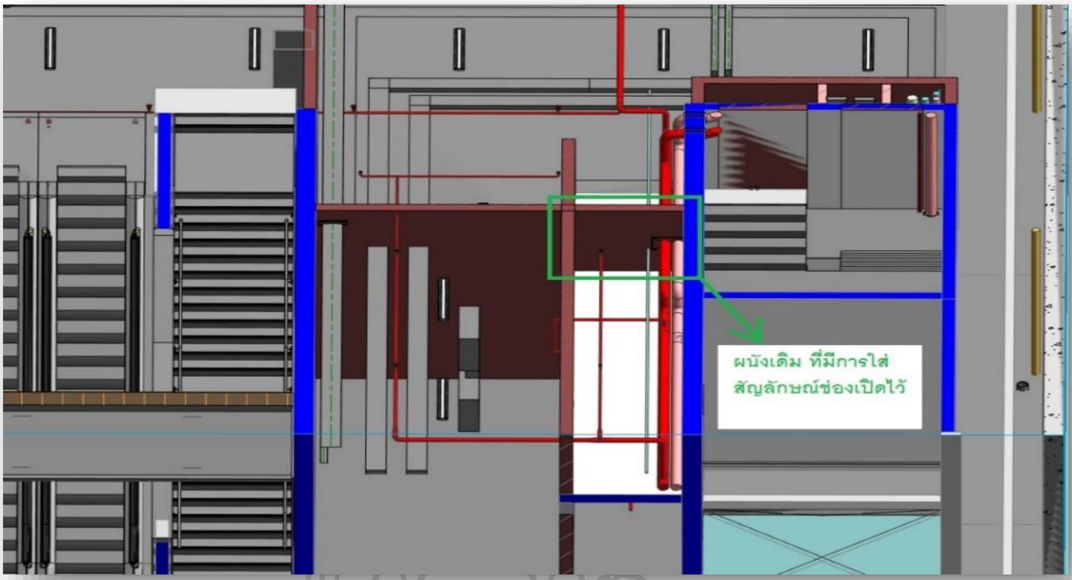


ภาพที่ 52 แผนผังเวลาในการทำงานเดิม

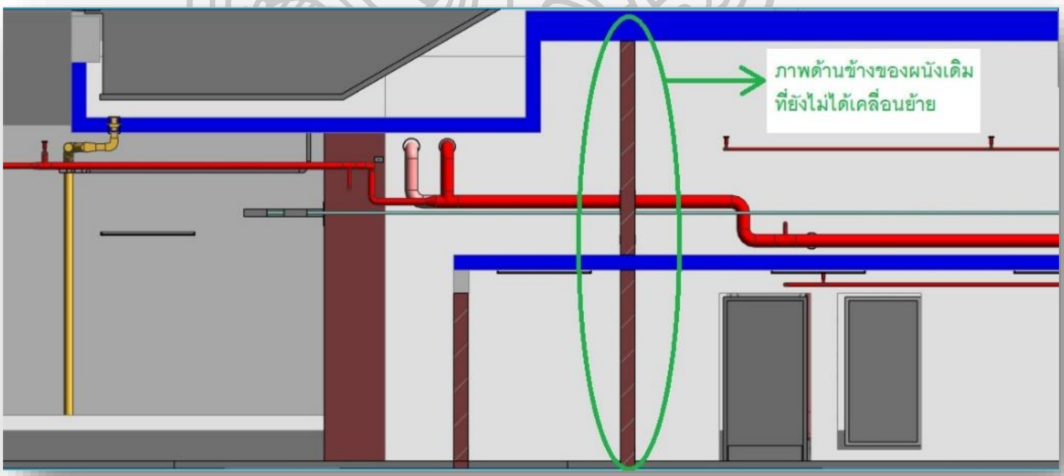
2.7.4 การใส่สัญลักษณ์ไม่ตรงกับแบบโมเดล (Model)

ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเคลื่อนย้ายโมเดล (Model) (ที่ทำอยู่ในปัจจุบัน) เป็นกระบวนการส่วนหนึ่งก่อนจะเริ่มทำแบบโมเดล 2 มิติ (2D Model) หรือเป็นสาเหตุหนึ่งที่จะต้องทำการเคลื่อนย้ายสัญลักษณ์ช่องเปิดให้ตรงกับแบบ เพราะในแต่ละระบบจะมีการแก้ไขโมเดล(Model) อยู่ตลอดเวลาจนกว่าแบบจะสมบูรณ์ เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการก่อสร้างจริง ซึ่งต้องอาศัยตำแหน่งที่ถูกต้องครบถ้วน เนื่องจากหากเกิดข้อผิดพลาดขึ้นในการก่อสร้างจะทำให้แก้ไขได้ยากและอาจสูญเสียต้นทุนในการก่อสร้างเพิ่มขึ้น

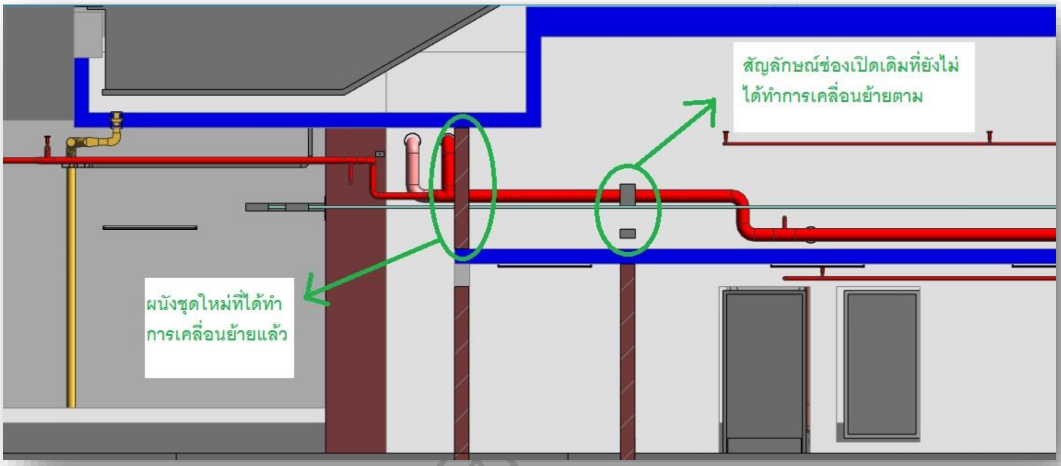
จากปัญหาที่กล่าวมา จึงได้ยกตัวอย่างการปรับเปลี่ยนโมเดล 3 มิติ(3D Model) ว่าส่งผลกระทบอย่างไรกับขั้นตอนการจัดวางสัญลักษณ์ช่องเปิด โดยจะแสดงดังภาพต่อไปนี้



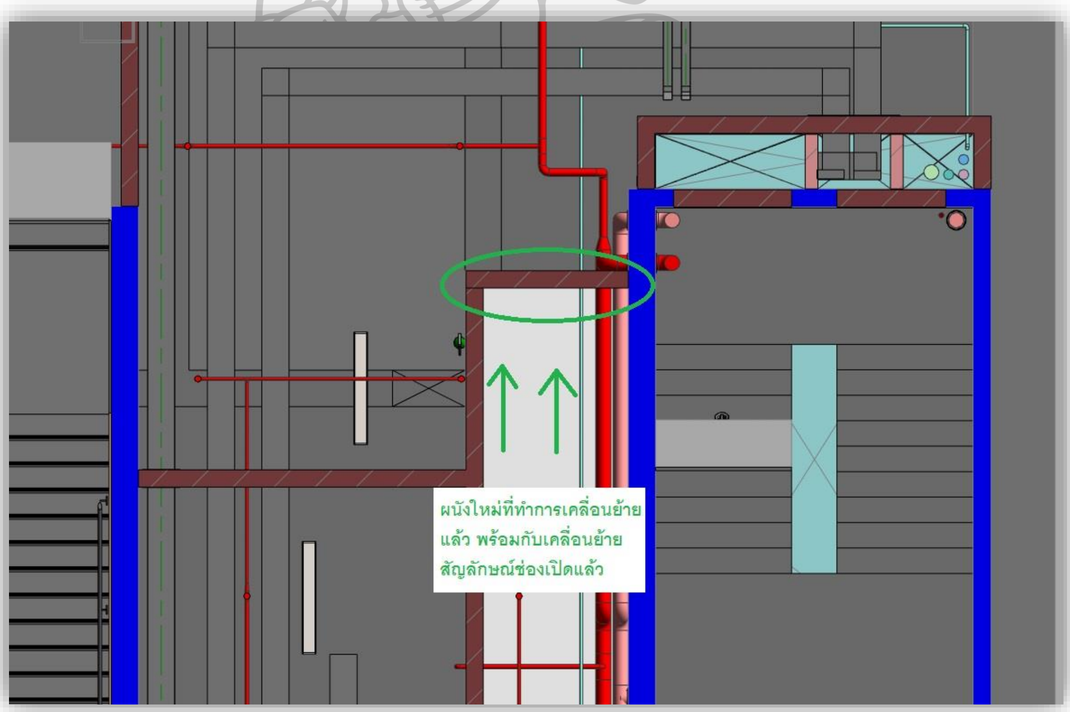
ภาพที่ 53 โมเดลงานสถาปัตยกรรมเดิม และตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดเดิม



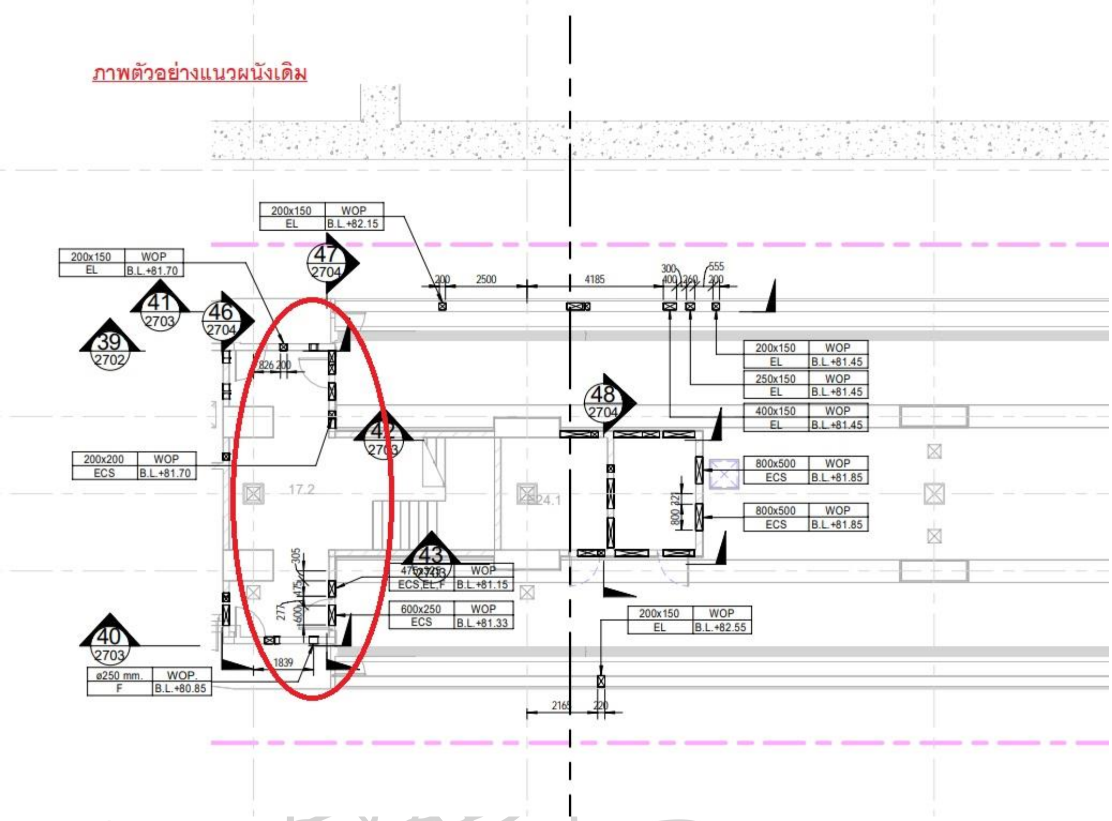
ภาพที่ 54 โมเดลงานสถาปัตยกรรมเดิมด้านข้าง



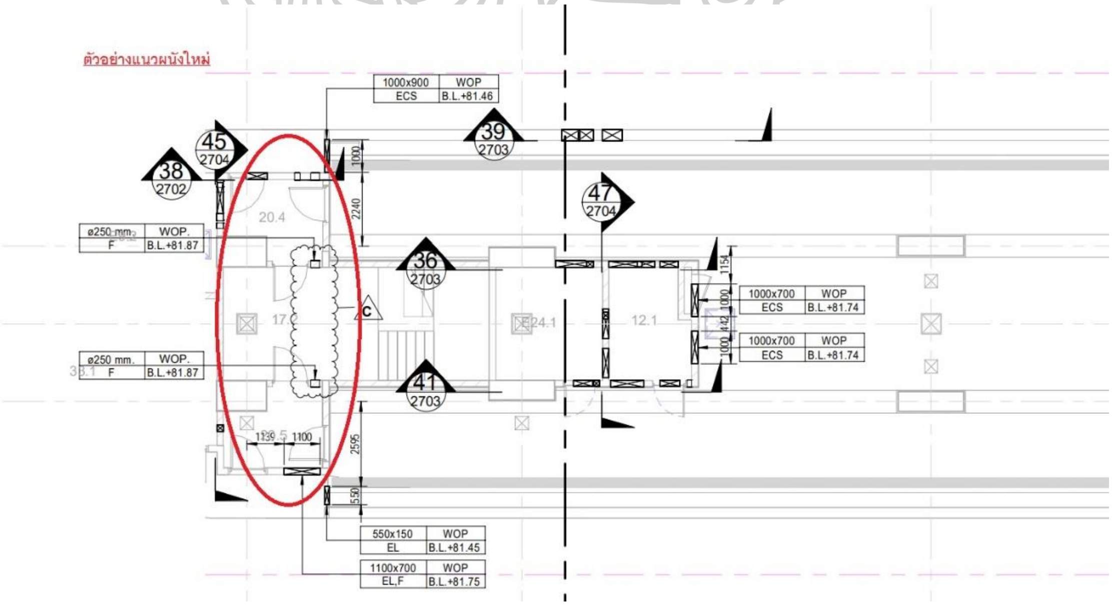
ภาพที่ 55 โมเดลงานสถาปัตยกรรมหลังปรับเคลื่อนย้าย แต่ตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดยังอยู่ที่เดิม



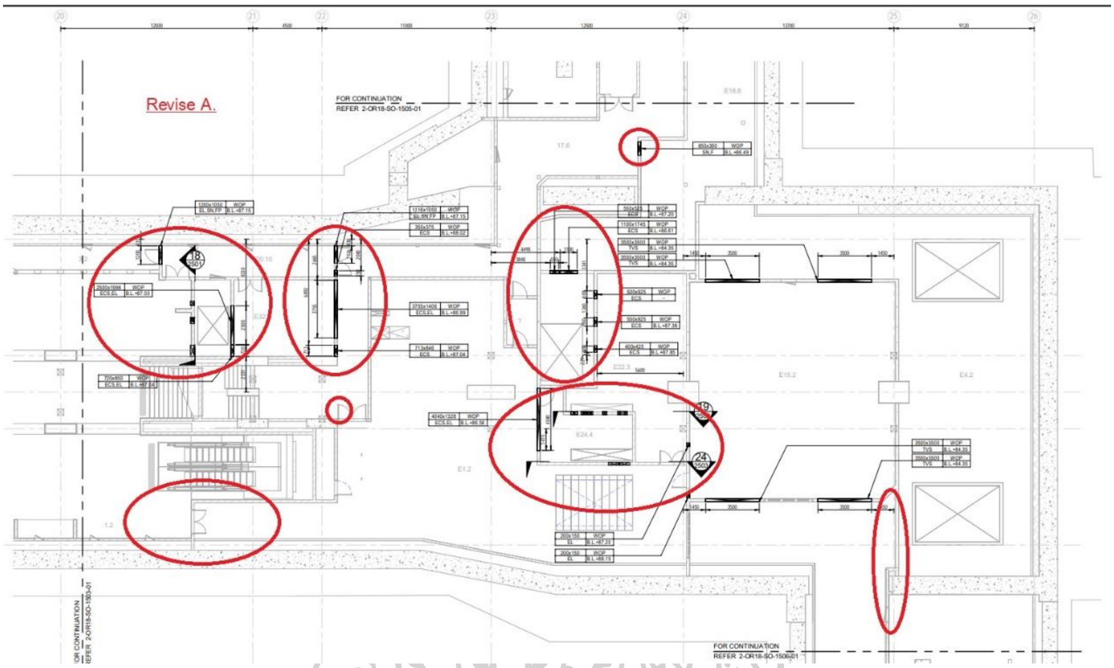
ภาพที่ 56โมเดลงานสถาปัตยกรรมและสัญลักษณ์ช่องเปิดหลังปรับเคลื่อนย้ายตำแหน่ง



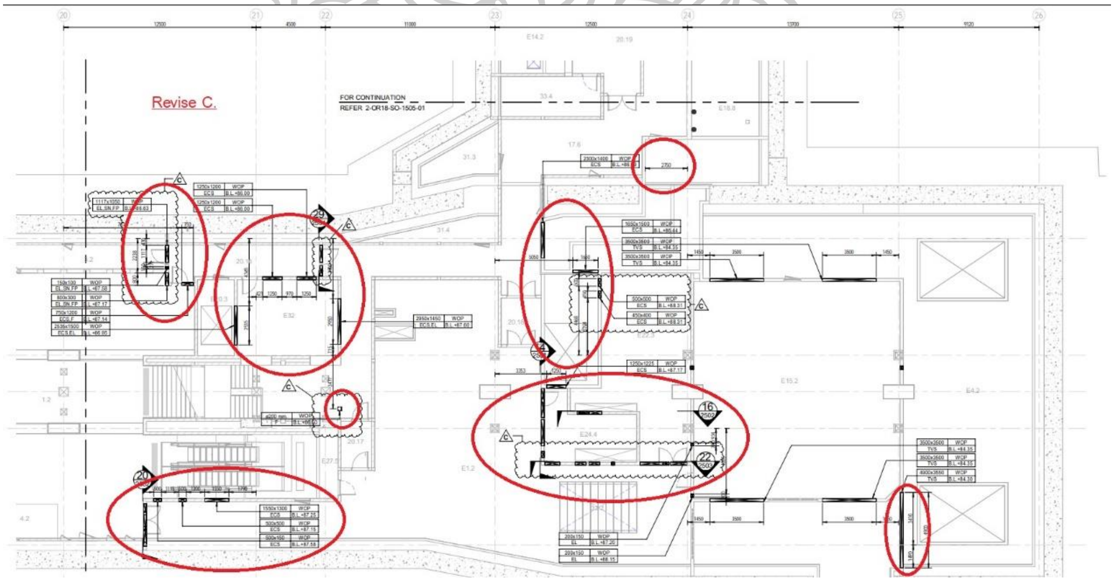
ภาพที่ 57 โมเดล 2 มิติ งานสถาปัตยกรรม (แนวผนังเดิมและสัญลักษณ์ช่องเปิดตำแหน่งเดิม)



ภาพที่ 58โมเดล 2 มิติ งานสถาปัตยกรรม (แนวผนังใหม่ และสัญลักษณ์ช่องเปิดตำแหน่งใหม่)



ภาพที่ 59 โมเดล 2 มิติ บอกตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดของงานระบบเดิม



ภาพที่ 60 โมเดล 2 มิติ บอกตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดของงานระบบ หลังมีการปรับเปลี่ยน

รูปแบบการทำงานในปัจจุบันนั้น ทุกครั้งที่มีการปรับเปลี่ยนแบบไม่ว่าจะเป็นงานระบบ งานโครงสร้างหลัก หรืองานทางสถาปัตยกรรมก็ตาม จำเป็นจะต้องทำการเคลื่อนย้ายสัญลักษณ์ช่องเปิดตามไปยังในตำแหน่งที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นการยากถ้าหากจะทยอยหาจุดที่ชนกันทีละจุด และค่อนข้างยุ่งยากหากตำแหน่งนั้นๆมีการเพิ่มของงานหรือลดขนาดลง เพราะขนาดช่องเปิดจะต้องมีการปรับเปลี่ยนตามไปด้วย หากมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนมาก ก็เหมือนเป็นการเริ่มต้นทำงานใหม่นั้นเอง

ปัญหาต่างๆที่กล่าวมานั้น เนื่องจากยังไม่มีโปรแกรมที่สามารถช่วยให้ขั้นตอนนี้มีความรวดเร็วขึ้น และลดความเสี่ยงของการผิดพลาดจากการทำงาน จึงได้มีความสนใจสร้างโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยแก้ปัญหา คือโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ **ทั้งนี้ได้มีการศึกษาการทำงานของโปรแกรมอื่นๆเพื่อหาข้อดี หรือจุดที่น่าสนใจและคาดว่าจะช่วยลดปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในปัจจุบันได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมเสริมต่อไป**

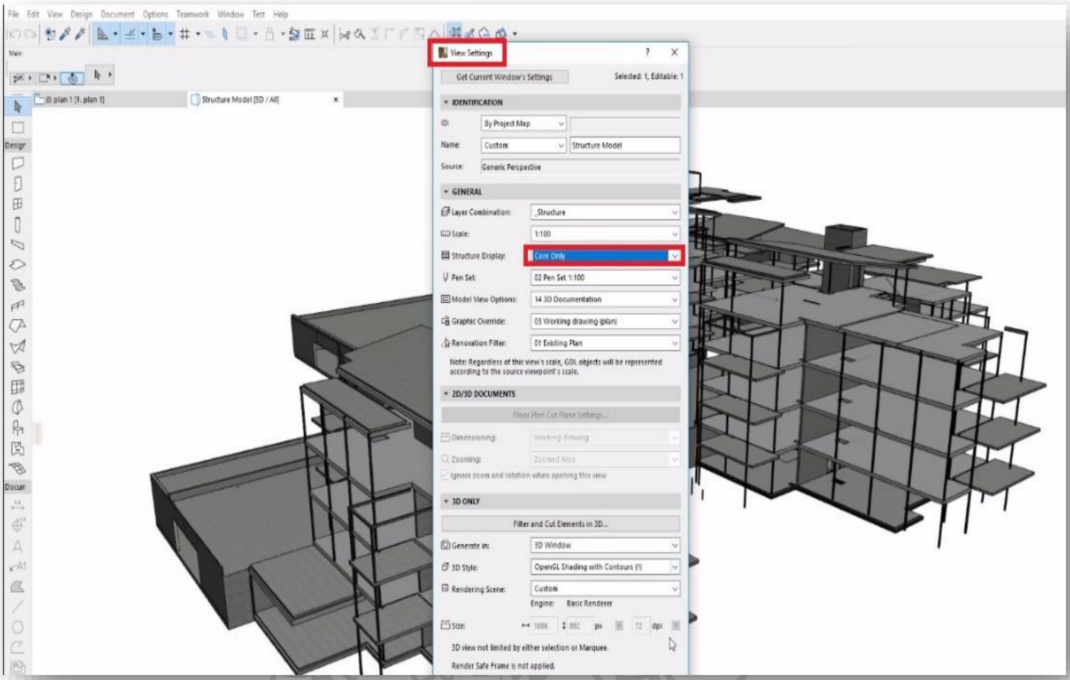
2.8 การศึกษาทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาการใช้งานโปรแกรมอื่นๆ เพื่อเรียนรู้การทำงานต่างๆและค้นหาข้อดีที่น่าสนใจมาเป็นแนวทางเพื่อปรับใช้และพัฒนาเครื่องมือเสริม โดยเลือกศึกษาโปรแกรม ARCHICAD 21 รายละเอียดดังนี้

2.8.1 แนวทางการตรวจสอบการชนกันโดยโปรแกรมอื่นๆ

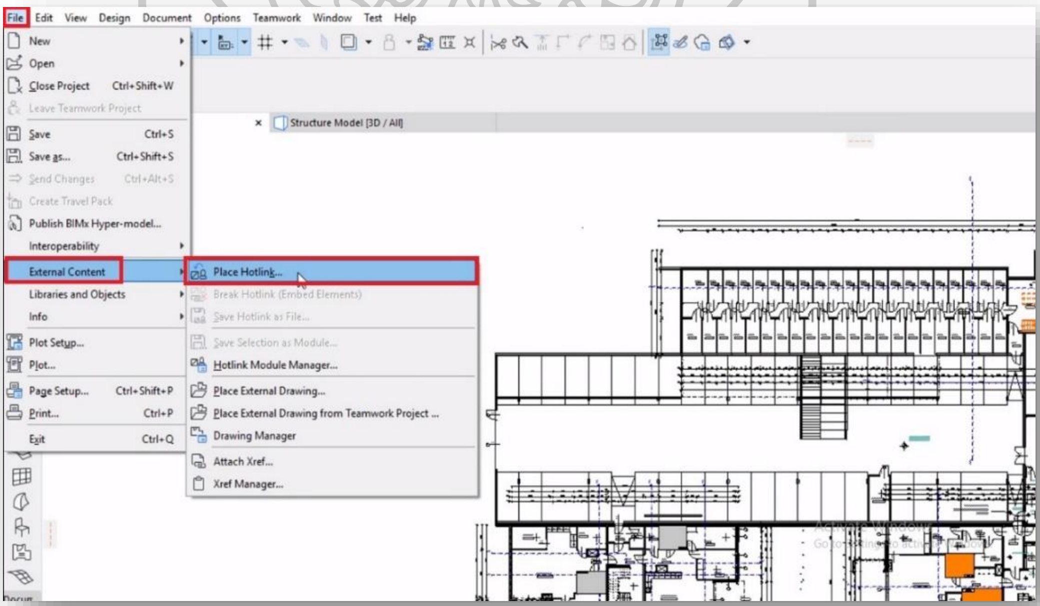
ในโปรแกรมอาชิแคด (ARCHICAD 21) สามารถทำการตรวจสอบการชนกันของวัตถุได้โดยใช้ Collision Detection ในโปรแกรมเพื่อช่วยในการตรวจสอบ โปรแกรมอาชิแคด (ARCHICAD 21) รองรับไฟล์ IFC ตามขั้นตอนดังนี้

2.8.1.1 ทำการตั้งค่าใน View Setting ของโปรแกรม

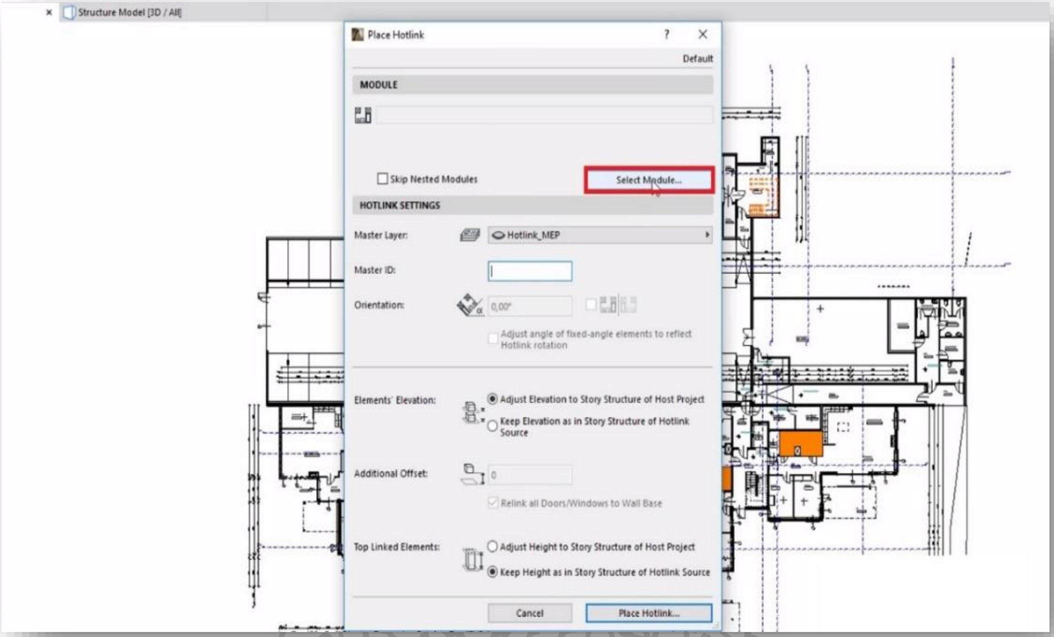


ภาพที่ 61 โปรแกรมอาชิแคด (ARCHICAD 21) ตั้งค่าใน View Setting

2.8.1.2 ทำการเปิดที่อยู่ของ Hotlink

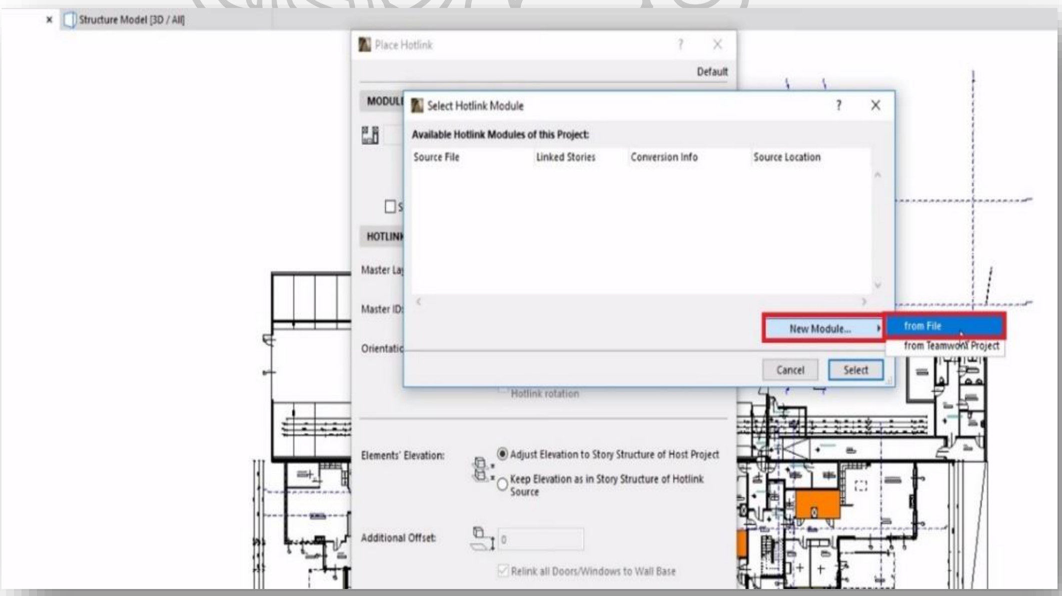


ภาพที่ 62 ขั้นตอนการเปิดที่อยู่ของ Hotlink



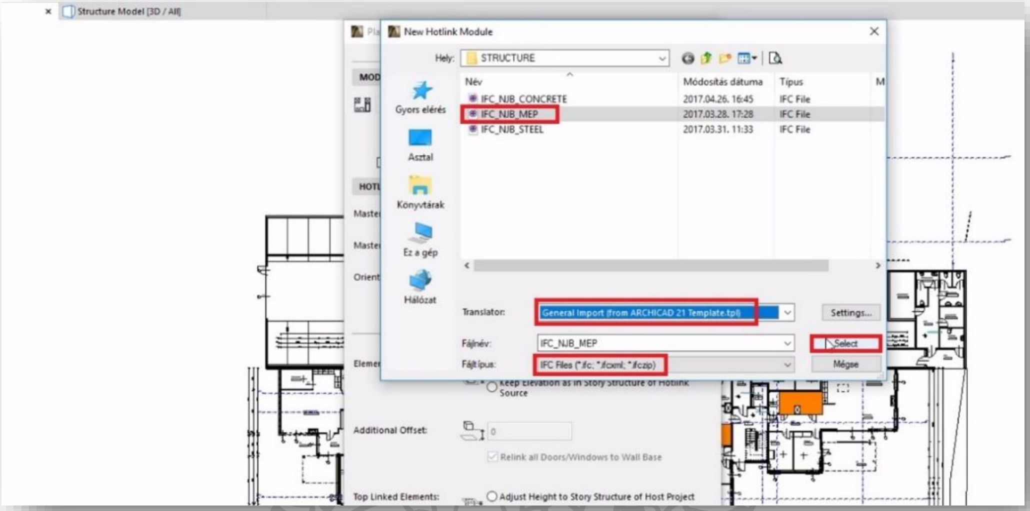
ภาพที่ 63 ขั้นตอนการเปิดที่อยู่ของ Hotlink

2.8.1.3 เลือกไฟล์ใหม่

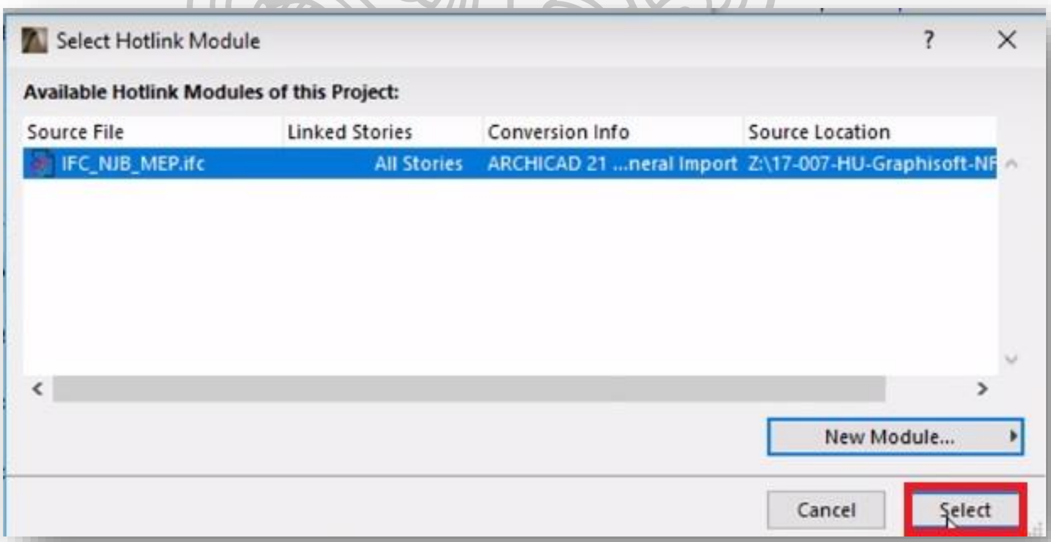


ภาพที่ 64 เลือกไฟล์ใหม่

2.8.1.4 เลือกไฟล์งาน MEP ที่ทำการบันทึกมาจากโปรแกรมอื่นๆที่ใช้สร้างโมเดล เป็นสกุลไฟล์ IFC

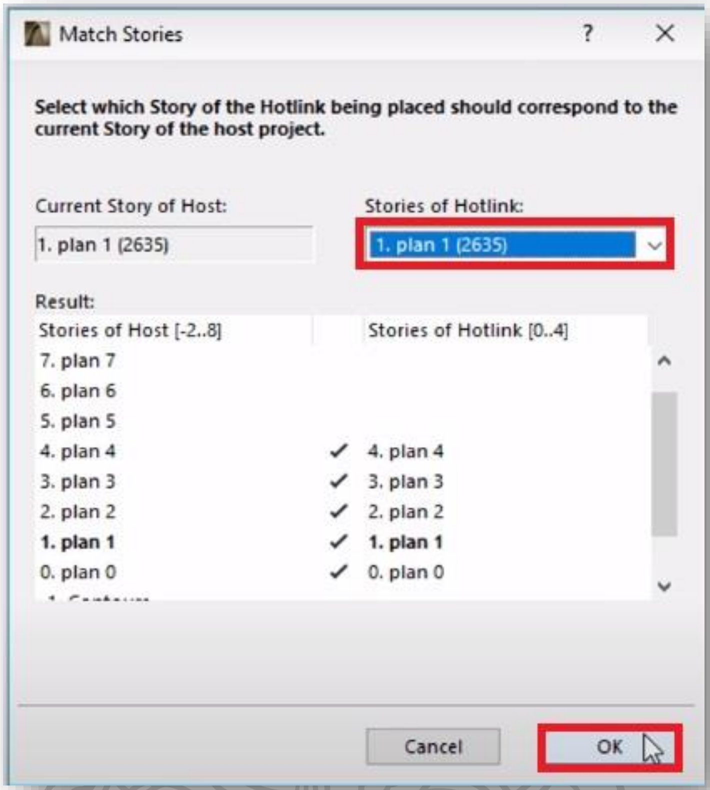


ภาพที่ 65 เลือกไฟล์งาน MEP เป็นสกุลไฟล์ IFC



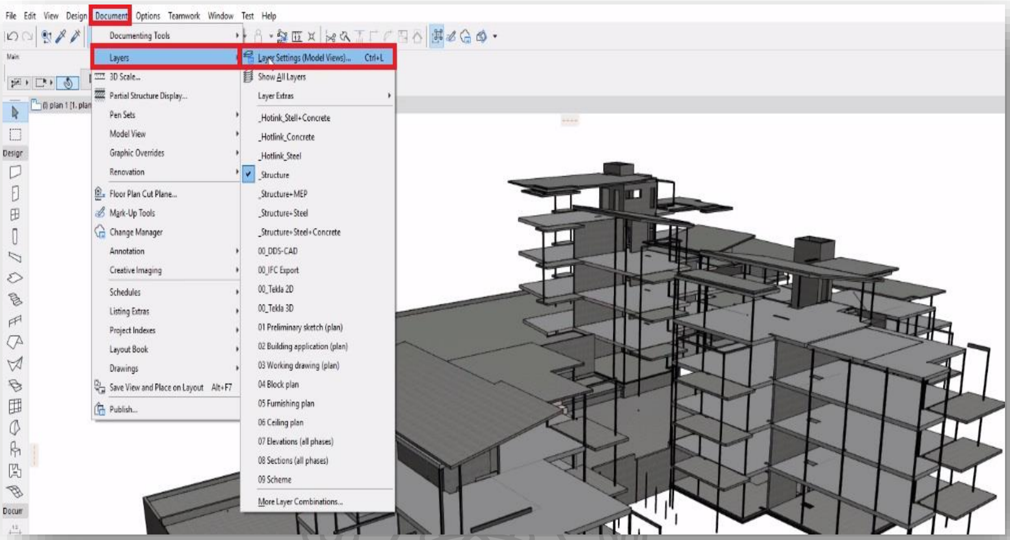
ภาพที่ 66 กดปุ่มเลือก (Select)

2.8.1.5 ทำการเลือกชุดข้อมูลให้ตรงกับค่าที่โปรแกรมตั้งไว้

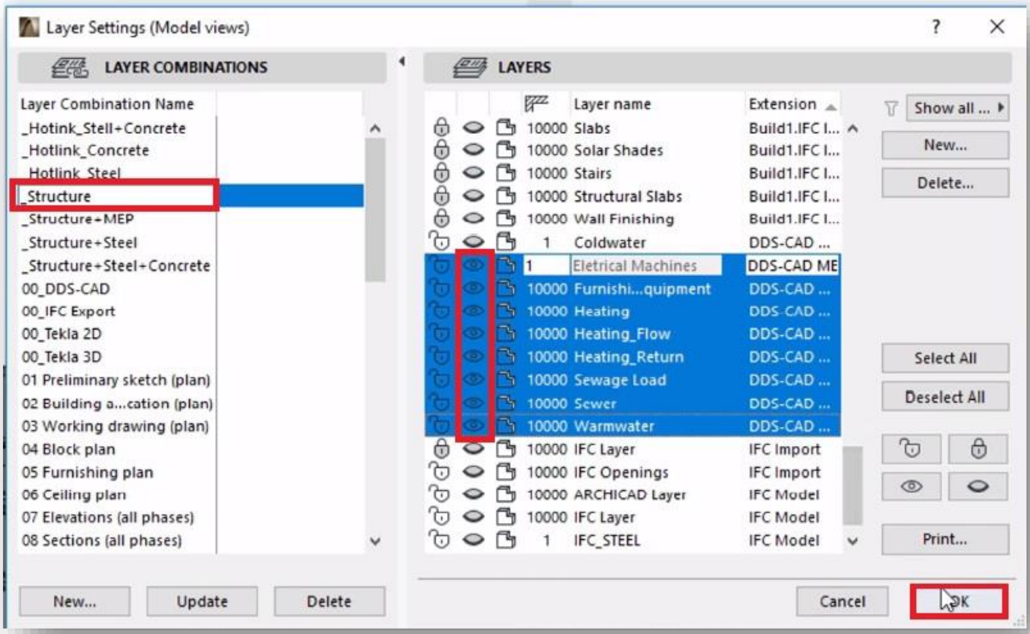


ภาพที่ 67 เลือกชุดข้อมูล

2.8.1.6 ทำการเปิดชั้น (Layer) ของไฟล์งานสกุล IFC โดยเลือก Document >>Layer>> Layer Setting (Model Views) จากนั้นเลือก Layer ที่ต้องการแสดง

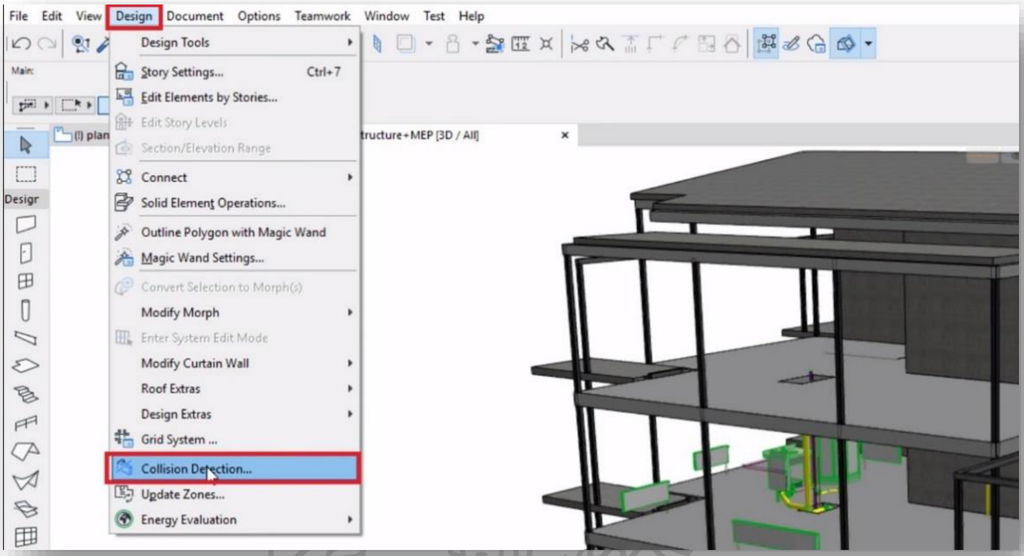


ภาพที่ 68 เปิดชั้น (Layer)



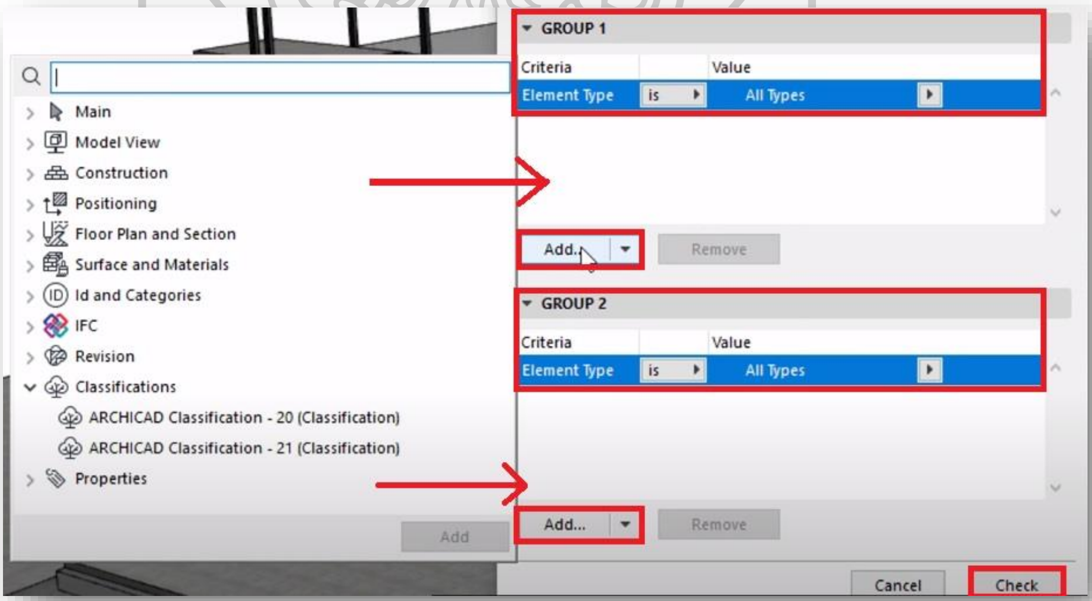
ภาพที่ 69 เลือก Layer ที่ต้องการแสดง

2.8.1.7 ทำการเปิดเครื่องมือที่ช่วยในการตรวจสอบการชนกันโดยคลิก Design >> Collision Detection

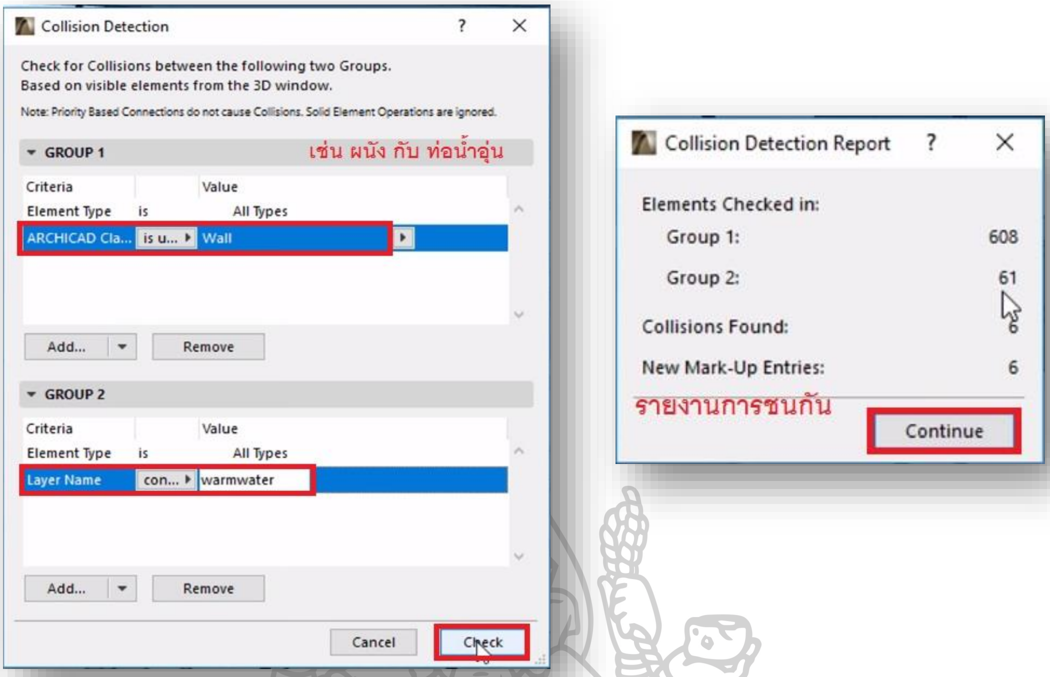


ภาพที่ 70 เปิดเครื่องมือ

2.8.1.8 เลือกจัดกลุ่มสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ

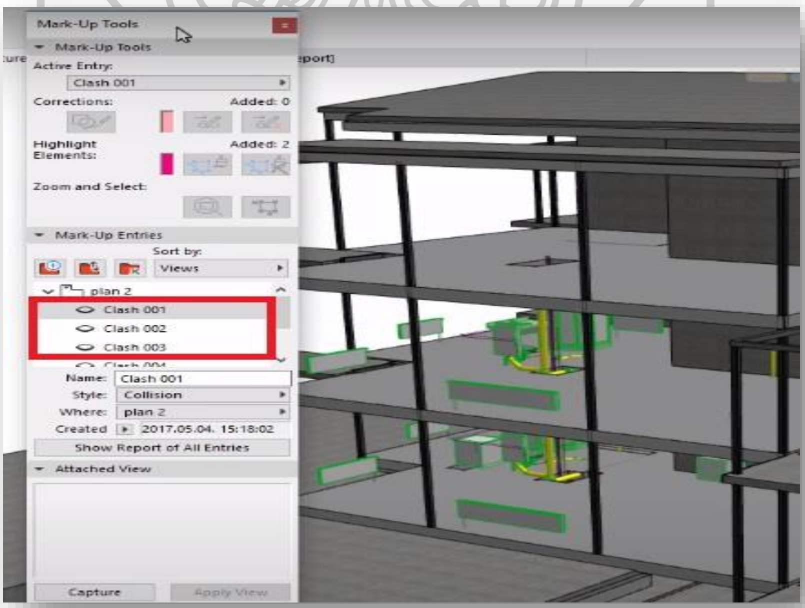


ภาพที่ 71 จัดกลุ่มสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ



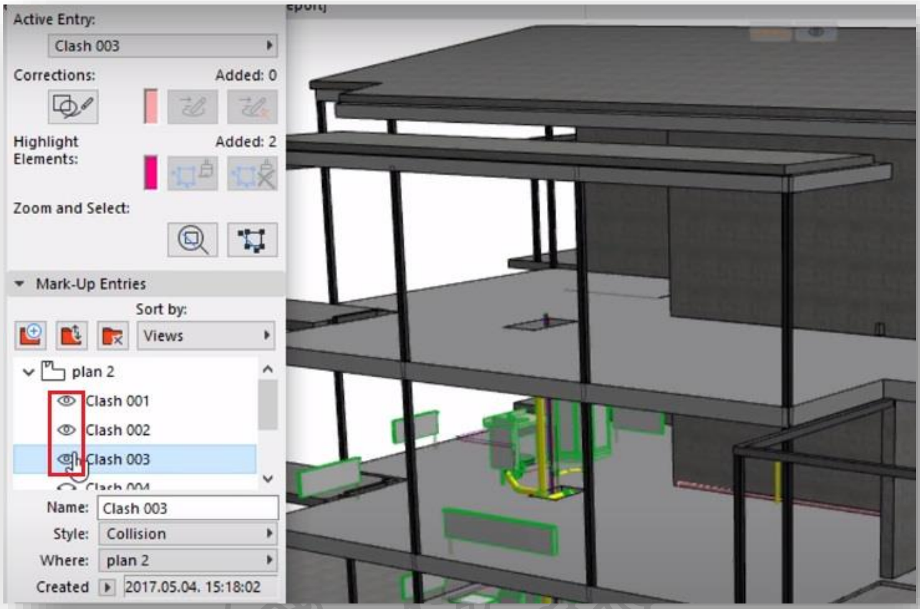
ภาพที่ 72 แสดงรายการชนกันของงาน

2.8.1.9 เมนู Mark-Up Tools หน้าต่างจะแสดงรายการทั้งหมดกลุ่มที่มีการชนกันตามลำดับ



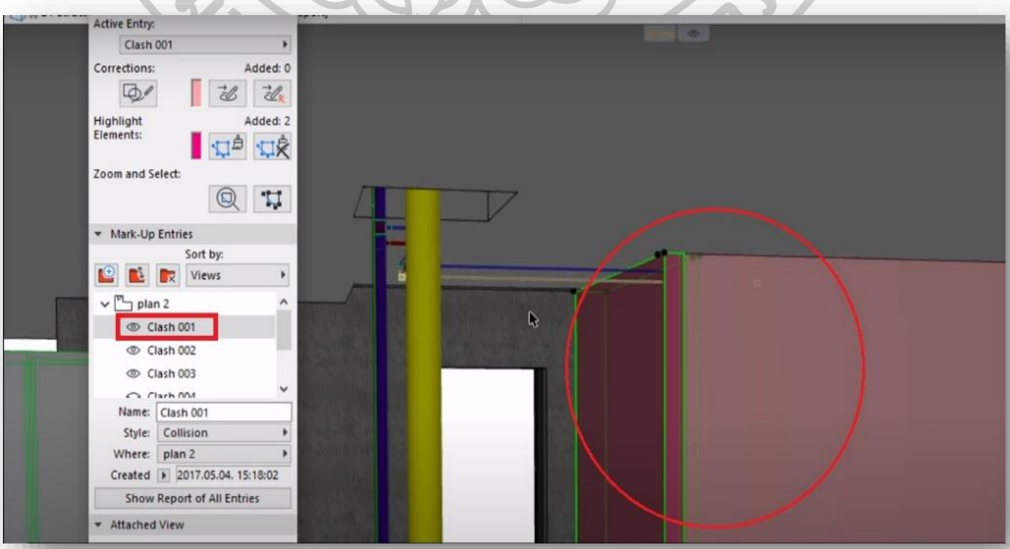
ภาพที่ 73 เมนู Mark-Up Tools

2.8.1.10 กดเปิดการมองเห็น



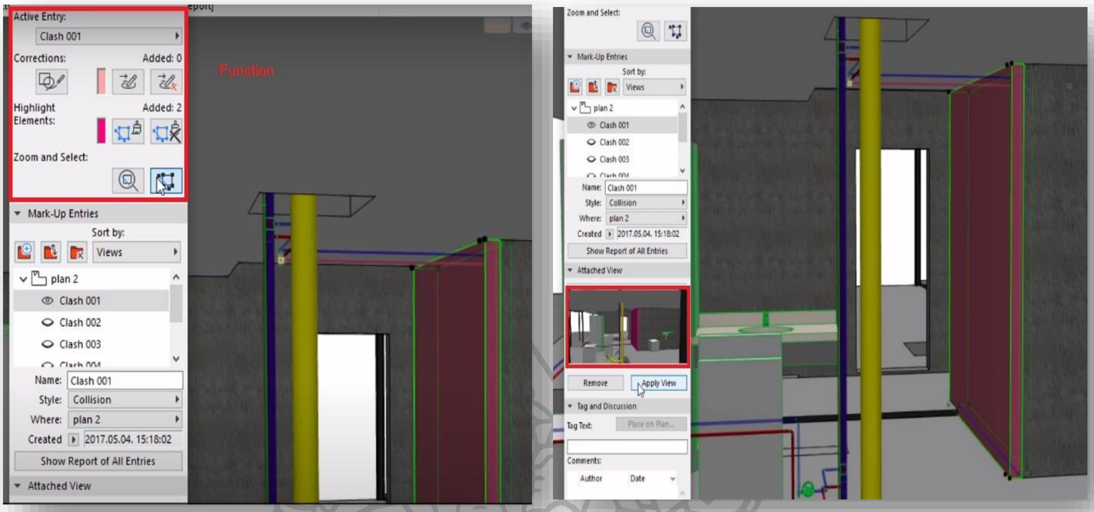
ภาพที่ 74 ปุ่มแสดงการเปิด-ปิดการมองเห็น

2.8.1.11 หากเราคลิกที่รายการชนกัน จะปรากฏจุดที่ชนกันในหน้าสามมิติ (3D) และจุดที่ชนกันจะมีการทำระดับสีแดงที่เข้มกว่าจุดอื่น (Highlight) เพื่อมองเห็นได้ง่าย



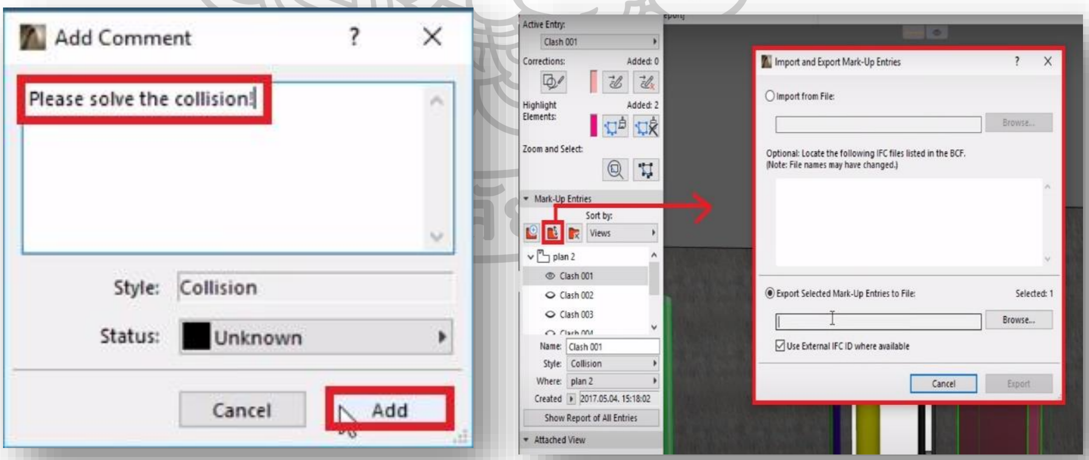
ภาพที่ 75 การทำระดับสีแดงที่เข้มกว่าจุดอื่น (Highlight)

2.8.1.12 มีเครื่องมือพิเศษ (Functions) ในการช่วยลงสีเพื่อแยกชิ้นวัตถุให้มองง่ายขึ้น และสามารถเก็บภาพบันทึกไว้สำหรับจุดที่มีการชนกัน



ภาพที่ 76 เครื่องมือพิเศษ (Functions)

2.8.1.13 สามารถบันทึกความคิดเห็นให้แก้ไข และส่งออกไฟล์งาน (Export) ออกไปได้



ภาพที่ 77 บันทึกความคิดเห็นให้แก้ไข และส่งออกไฟล์งาน (Export)

(ARCHICAD, 2017)

2.8.2 จากการศึกษาทฤษฎีโปรแกรมอื่นๆจากข้อ 2.8 นั้น พบว่ามีขั้นตอนที่น่าสนใจดังนี้

การทำสีให้เข้มขึ้น(Highlight) หรือใส่สีที่ต้องการไว้ ณ จุดที่เกิดการชนกันของวัตถุ และทำสีโมเดลส่วนอื่นเป็นแบบโปร่งใส(Transparency) เพื่อให้มองปัญหาได้ชัดเจน

แถบเครื่องมือเฉพาะการตรวจสอบจุดชนกัน เพื่อให้การทำงานง่ายขึ้นไม่ปะปนกับเครื่องมืออื่นๆ

ความน่าสนใจต่างๆเหล่านี้ของโปรแกรมอาชิแคด (ARCHICAD 21) ทำให้มีการใช้งานที่ง่ายขึ้นมาก ไม่ซับซ้อน เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมออโต้เดส (Autodesk Revit) และสามารถมองหาวัตถุที่เป็นปัญหาได้ง่ายและชัดเจนขึ้นจากการคัดแยกสีซึ่งหากผู้ใช้งานต้องการแก้ไข หากมีชิ้นงานที่ใกล้เคียงหรือซ้อนกันหลายๆชิ้น ก็สามารถทำได้ถูกต้องโดยไม่ต้องกังวลว่าจะแก้ไขผิดชิ้นงาน จึงมีความสนใจที่จะนำข้อดีนี้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือเสริมของโปรแกรมออโต้เดส (Autodesk Revit) ต่อไป

2.9 คุณสมบัติของเครื่องมือที่คาดว่าจะช่วยแก้ไขปัญหาได้

2.9.1 ควรจะสามารถรายงานจุดที่เกิดปัญหา และเลือกใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ได้อัตโนมัติ

2.9.2 ควรจะสามารถเน้นสี (Highlight) ให้วัตถุชิ้นนั้นๆเป็นสีสันที่แตกต่างจากส่วนอื่นๆ และส่วนอื่นๆให้เป็นการลดสีลงเป็นสีโปร่งแสง (Transparency) เพื่อให้ง่ายต่อการมองเห็นและการแก้ไข

หากสามารถดำเนินการตามกระบวนการเหล่านี้ได้ จะทำให้แก้ไขปัญหาต่างๆได้ ดังนี้

1) ค้นหาจุดชนกันของโมเดล(Model) ได้ง่ายขึ้น

2) ช่วยให้ใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น หรือเป็นการลดระยะเวลาการทำงานให้สั้นลง

3) ทำให้การผิดพลาดในการทำงานลดน้อยลง เพราะสามารถมองเห็นส่วนต่างๆของโมเดล (Model) งานในระบบต่างๆได้สะดวกขึ้น แยกความซับซ้อนของโมเดล(Model) ออกจากกันจึงทำให้แก้ไขงานได้ถูกต้อง

4) สามารถลดกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน การทำงานซ้ำๆอาจจะทำให้ผู้ใช้งานสับสนว่าสิ่งใดที่ทำไปแล้วหรือสิ่งใดยังไม่ได้ทำ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่3

การออกแบบโปรแกรมเสริม

จากการที่ได้ศึกษาข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น จึงได้เริ่มคิดและออกแบบโปรแกรมนี้ซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) ด้วยการคิดพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งสัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังโดยอัตโนมัติ เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยมีแนวความคิดที่ว่า “เครื่องมือช่วยลดระบวนการทำงานซ้ำซ้อน ให้งานเสร็จเร็วขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน” ซึ่งมีการกำหนดรายละเอียดต่างๆดังนี้

3.1 การกำหนดความสามารถของโปรแกรมเสริม

ปัญหาต่างๆและข้อจำกัดของโปรแกรมการทำงานที่ใช้งานในปัจจุบันที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 นั้น กำหนดคุณสมบัติที่จะช่วยแก้ปัญหาได้ ดังต่อไปนี้

3.1.1 ผู้ใช้สามารถทราบถึงตำแหน่งและรายการจุดที่ชนกันระหว่างงานระบบสุขาภิบาลและงานระบบดับเพลิงกับงานทางสถาปัตยกรรม

3.1.2 โปรแกรมเสริมนี้จะช่วยให้โปรแกรมออโต้เดส (Autodesk Revit) สามารถทำการเน้นสี (Highlight) เฉพาะจุดที่ชุดกัน(สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก “Sleeve”)ได้เพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจนขึ้น

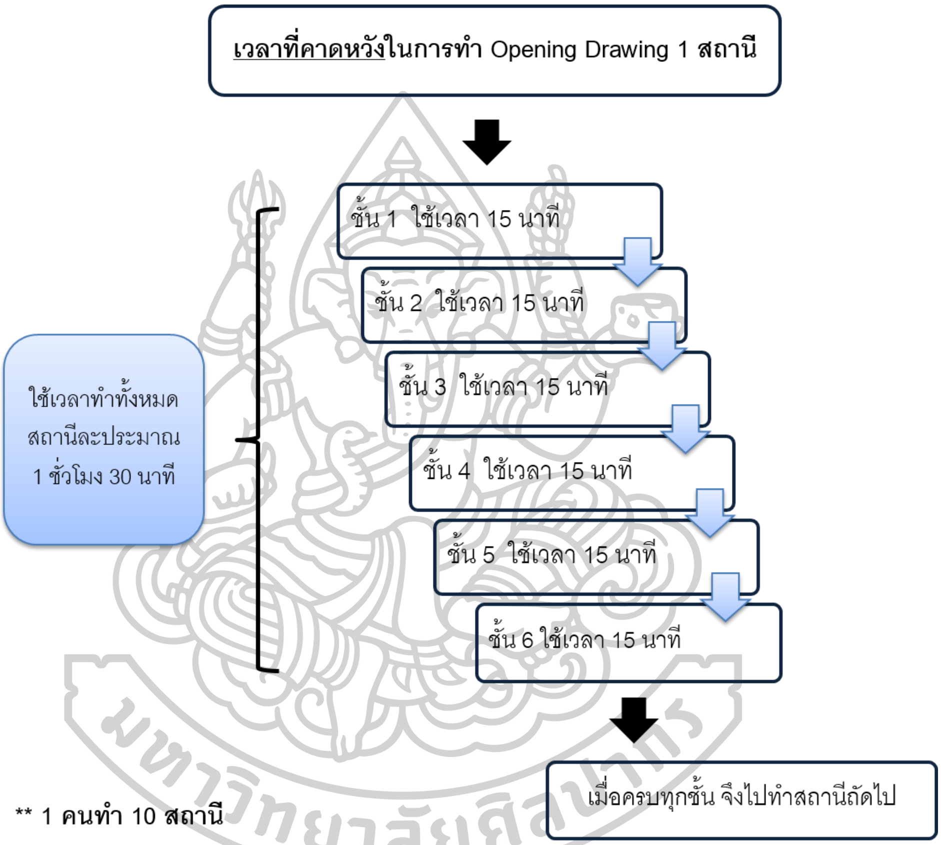
3.1.3 ผู้ใช้สามารถใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve)ได้ทั้งหมดพร้อมกันเพื่อลดระยะเวลาการทำงานให้สั้นลง

3.1.4 ผู้ใช้สามารถรับรู้จุดที่เกิดปัญหา เช่น มีงานระบบรวมตัวติดกันเกินระยะห่างที่กำหนดหรือพบแนวผนังเอียงไม่ตั้งฉากกับงานระบบ จนไม่สามารถใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve)ได้ โดยจะมีการเตือน(Warning) ซึ่งจะใส่สัญลักษณ์ประเภทอื่น และสีอื่นแทนที่จุดที่เกิดปัญหา เพื่อให้มองเห็นได้ง่ายขึ้น

3.1.5 จากข้อมูลจุดที่เกิดปัญหาดังกล่าว ผู้ใช้สามารถสร้างรายงาน (Report) ได้ทันที เพื่อนำไปปรึกษาผู้ออกแบบเพื่อพิจารณาก่อนทำการตัดสินใจแนวทางการแก้ไขอีกครั้ง

3.1.6 สามารถถ่ายภาพจากหน้าจอ (Capture) ตรงจุดที่เกิดปัญหาเพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการทำรายงานหรือส่งต่อได้อย่างง่ายดายทั้งแบบผู้ใช้งานตั้งมุมมองเอง และแบบโปรแกรมเสริมจัดการอัตโนมัติ

3.1.7 ความเร็ว/เวลา หลังการใช้เครื่องมือเสริมนั้นหากคิดเป็นสัดส่วน 1 คน ต่อ 10 สถานี จะเป็นดังนี้



ภาพที่ 78 แผนผังเวลาในการทำงานเมื่อมีอุปกรณ์เสริมเข้ามาช่วย

ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าเวลาที่คาดหวังไว้มีความเร็วขึ้นมากถึงประมาณ 8 เท่า ของเวลาการทำงานปัจจุบัน ด้วยเหตุผลที่ว่าไม่ต้องทำงานซ้ำซ้อนและสามารถทำได้พร้อมๆกันหลายจุด

3.2 การพัฒนาโปรแกรมเสริม

แนวคิดเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมนั้น สืบเนื่องจากปัจจุบันบริษัทได้ใช้งานโปรแกรม Revit ในการทำงานอยู่ จึงมีช่องทางการพัฒนาอยู่ 2 ช่องทาง คือ 1.ไดนาโม (Dynamo) 2. ภาษาซีชาร์ป (C#)

จากที่ได้กล่าวมาผู้ศึกษาใช้ภาษาซีชาร์ป (C#) ในการพัฒนาเครื่องมือเสริมชิ้นนี้ต่อไป เนื่องจากโปรแกรม Revit มีพื้นฐานของภาษาซีชาร์ป (C#) เป็นหลัก และสามารถออกแบบพัฒนาหน้าตาของเครื่องมือเสริม(Interface Tool)ให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถใช้งานได้ไม่ซับซ้อน จึงใช้ช่องทางนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้พัฒนาประกอบกับโปรแกรม Visual Studio 2019 ในการช่วยตรวจสอบข้อผิดพลาดของการเขียนโปรแกรมและพัฒนา

ในส่วนของไดนาโม (Dynamo) นั้นค่อนข้างมีการใช้งานที่ซับซ้อนขึ้นมาอีก ต้องอาศัยผู้ที่มีความเข้าใจและชำนาญในระดับหนึ่งก่อนจึงจะสามารถใช้งานได้สะดวก ทางผู้ศึกษาจึงไม่ได้ใช้ช่องทางนี้ในการพัฒนา

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเสริม

รายละเอียดอุปกรณ์และซอฟแวร์ (Software) พื้นฐาน ดังนี้

3.2.1.1 คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 10 64-bit

3.2.1.2 โปรแกรมออโต้เดสเรวิท 2020 (Autodesk Revit 2020) ขึ้นไป

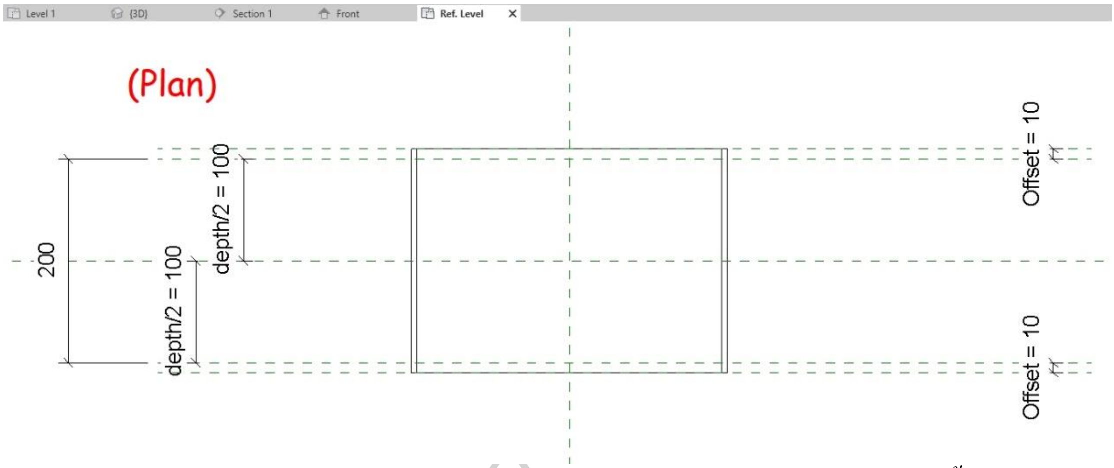
3.2.1.3 โปรแกรม Visual Studio 2019

3.3 การออกแบบโปรแกรมเสริม (Plugin Design)

3.3.1 การจัดเตรียมข้อมูล (Data set)

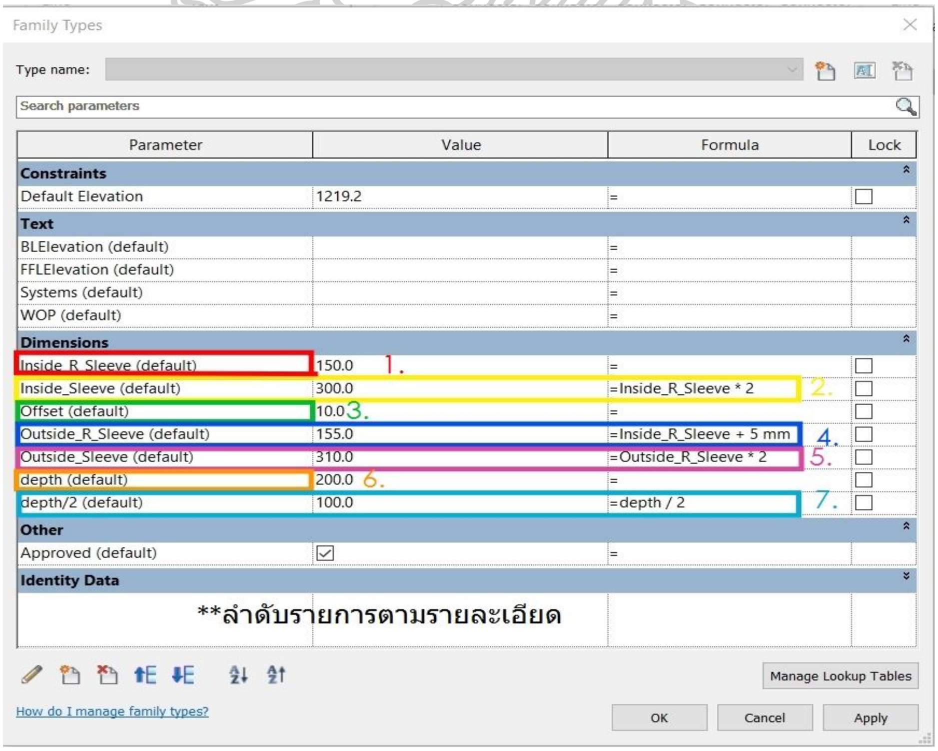
3.3.1.1 จัดเตรียมแฟมิลี่ (Family) ของสัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve)

การสร้างแฟมิลี่ (Family) แบบปรับค่าได้ เพื่อมาช่วยแก้ไขปัญหาท่อเปลี่ยนขนาด และผนังเปลี่ยนแปลงความหนา โดยมีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 79 ลักษณะแฟมิลี่ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) ประเภทปรับค่าได้ ขั้นตอนที่1

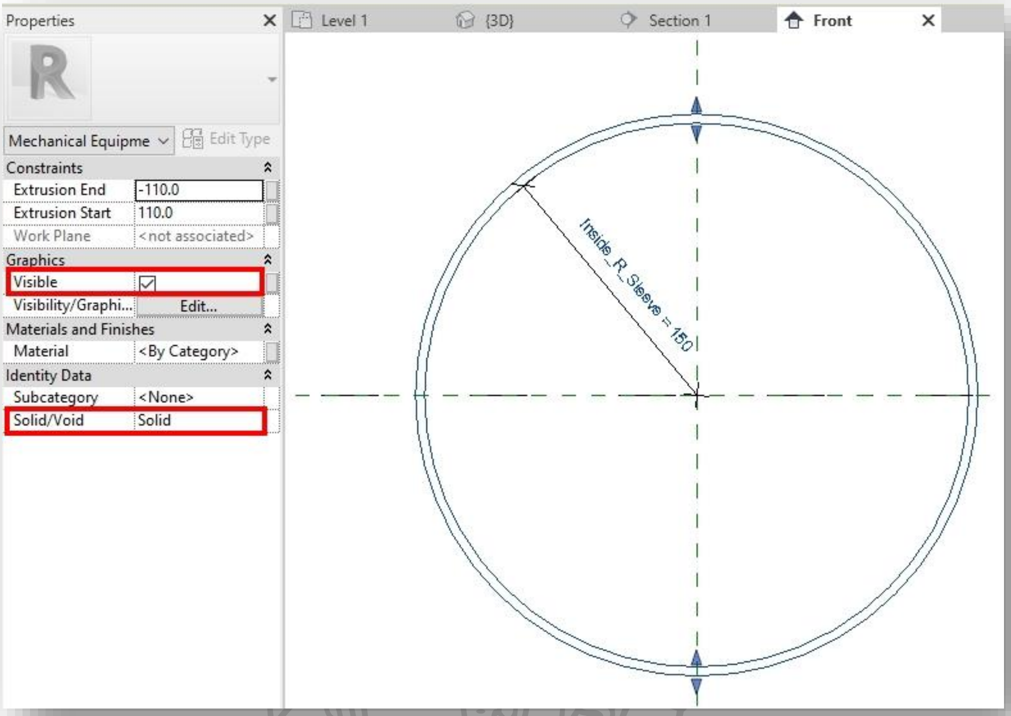
ลักษณะของแฟมิลี่ประเภทนี้คือ สร้างโดยใช้แบบโมเดลทั่วไป (Generic Models) โดยตั้งค่าให้แฟมิลี่มีความลึกที่ปรับค่าได้ จึงทำการตั้งทั้ง 2 ฝั่งของแฟมิลี่ให้เป็นค่า EQ คือถ้าด้านใดด้านหนึ่งขยาย อีกด้านก็จะขยายในความลึกที่เท่ากันเสมอ เพื่อมาแก้ปัญหาการปรับขนาดของท่อ และผนัง



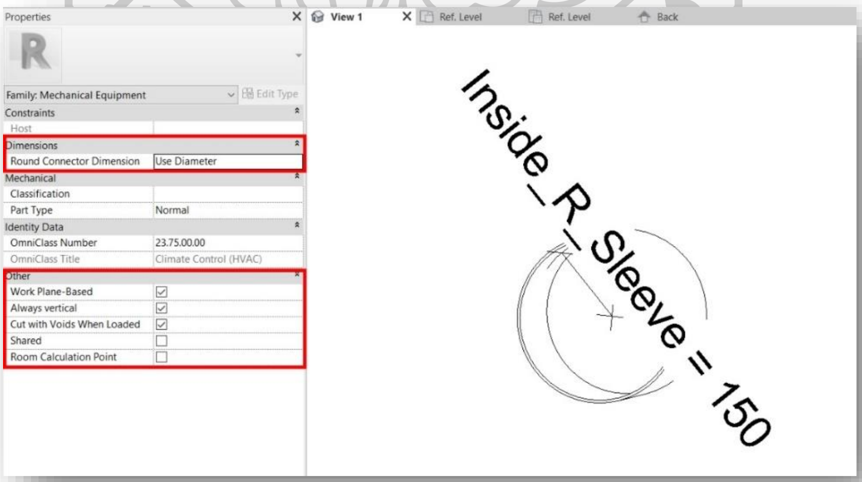
ภาพที่ 80 ลักษณะการตั้งค่าแฟมิลี่ช่องเปิดทรงกระบอก(Sleeve) ประเภทปรับค่าได้ ขั้นตอนที่2

จากภาพข้างต้นรายละเอียดของแฟมิลี่ประเภทปรับค่าได้นี้ จะทำการสร้างพารามิเตอร์ (Parameter) ของการวัดค่าระยะ (Dimensions) ขึ้นมาดังนี้

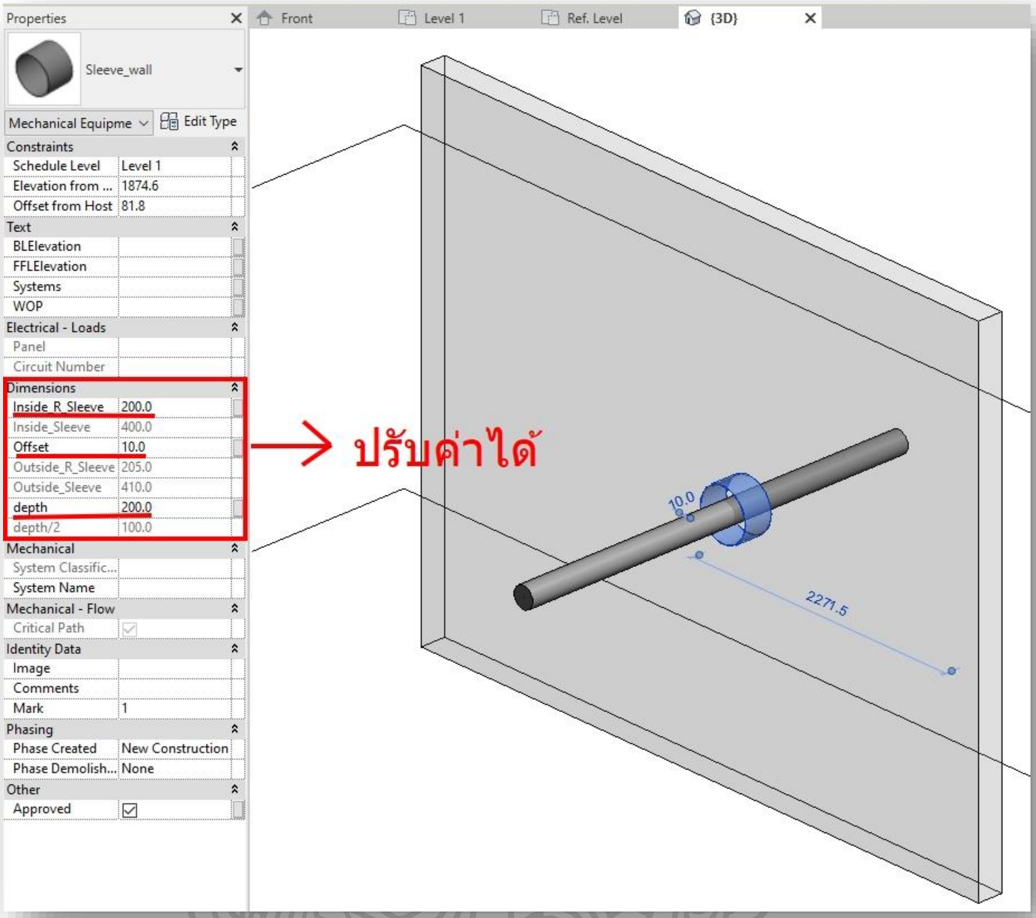
1. ค่ารัศมีของแฟมิลี่ด้านใน (Radius “Inside_R_Sleeve”)
2. ค่าเส้นรอบวงด้านใน ให้ตั้งค่าเป็น 2 เท่าของค่ารัศมี เสมอ (Inside diameter “Inside_ Sleeve”)
3. ค่าบอกระยะการยืดของสัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) จากแนวผนังหรือค่าเผื่อ (Offset)
4. ค่าความหนาของแฟมิลี่ ให้ตั้งค่าเป็นค่ารัศมีบวกจำนวนที่ต้องการ เสมอ (Outside Depth “Outside_R_Sleeve”)
5. ค่าเส้นรอบวงด้านนอก ให้ตั้งค่าเป็น 2 เท่าของความหนาของแฟมิลี่ เสมอ (Outside diameter “Outside_Sleeve”)
6. ค่าความลึกหรือความหนา (Depth)
7. ค่าความลึกหรือความหนาครึ่งหนึ่งของสัญลักษณ์ช่องเปิด Sleeve (Depth/2) เพื่อให้ความลึกเท่ากันทั้ง 2 ข้าง



ภาพที่ 81 ลักษณะการตั้งค่าแฟมิลี่ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) ประเภทปรับค่าได้ ขั้นตอนที่ 3



ภาพที่ 82 ลักษณะการตั้งค่าแฟมิลี่ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) ประเภทปรับค่าได้ ขั้นตอนที่ 4



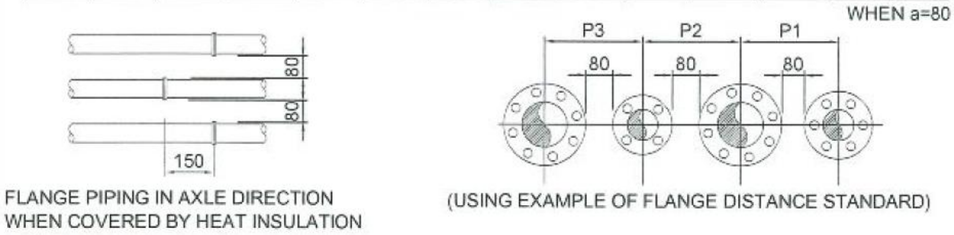
ภาพที่ 83 หน้าต่างแสดงผลค่าระยะ (Diameter) ที่สามารถปรับค่าได้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.3.1.2 จัดเตรียมตั้งค่าข้อกำหนดในการเลือกใช้สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก "Sleeve" (Parameter Setting)

โดยอ้างอิงการตั้งค่าระยะห่างดังตารางนี้

MINIMUM PIPE PITCH DIMENSION (mm)													
250	200	150	125	100	80	65	50	40	32	25	20	15A	PIPE DIA.
315	280	255	240	220	210	200	185	180	180	170	165	160	15A
315	285	255	240	225	215	200	190	185	180	170	165	165	20
320	290	260	245	230	220	205	195	190	185	175	170	170	25
330	300	270	255	240	230	215	205	200	195	185	180	180	32
335	300	275	260	240	240	220	205	200	200	190	185	180	40
340	305	280	265	245	245	225	210	205	205	195	190	185	50
350	320	290	275	260	250	235	225	220	215	205	200	200	65
365	330	305	290	270	260	250	245	240	230	220	215	210	80
375	340	315	300	280	270	260	245	240	240	230	225	220	100
390	370	340	315	300	290	275	265	260	255	245	240	240	125
405	375	345	330	315	305	290	285	275	270	260	255	255	150
435	400	375	360	340	330	320	305	300	300	290	285	280	200
485	435	405	390	375	365	350	340	335	330	320	315	315	250



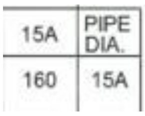
ภาพที่ 84 รูปตารางบอกระยะห่างระหว่างท่อเพื่อการใส่หน้าแปลน และการติดตั้งท่อ

ขนาด (SIZE) ของท่อที่ต้องมีการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) คือท่อขนาด 100 มิลลิเมตร (mm) ขึ้นไป ซึ่งการติดตั้งท่อใดที่ต้องมีการใส่หน้าแปลน (Flange) ดังตาราง แต่ละท่อที่มีการเรียงกันจะต้องมีระยะห่างจากขอบนอกของหน้าแปลนหนึ่งไปยังอีกหน้าแปลนหนึ่งอย่างน้อยในระยะ 80 มิลลิเมตร (mm) หรือ ตามตารางข้างต้น หรือระยะ P1,P2,P3 เป็นระยะ 1.8 เท่าของขนาด Diameter ท่อที่ใหญ่ที่สุดเมื่อมีท่อหลายขนาดอยู่ใกล้เคียงกัน

หากเป็นท่อที่ไม่มีการใส่หน้าแปลน (Flange) จะมีระยะห่างคิดตาม 1.8 เท่าของขนาด Diameter ท่อที่ใหญ่ที่สุดเมื่อมีท่อหลายขนาดอยู่ใกล้เคียงกัน

การอ่านตาราง

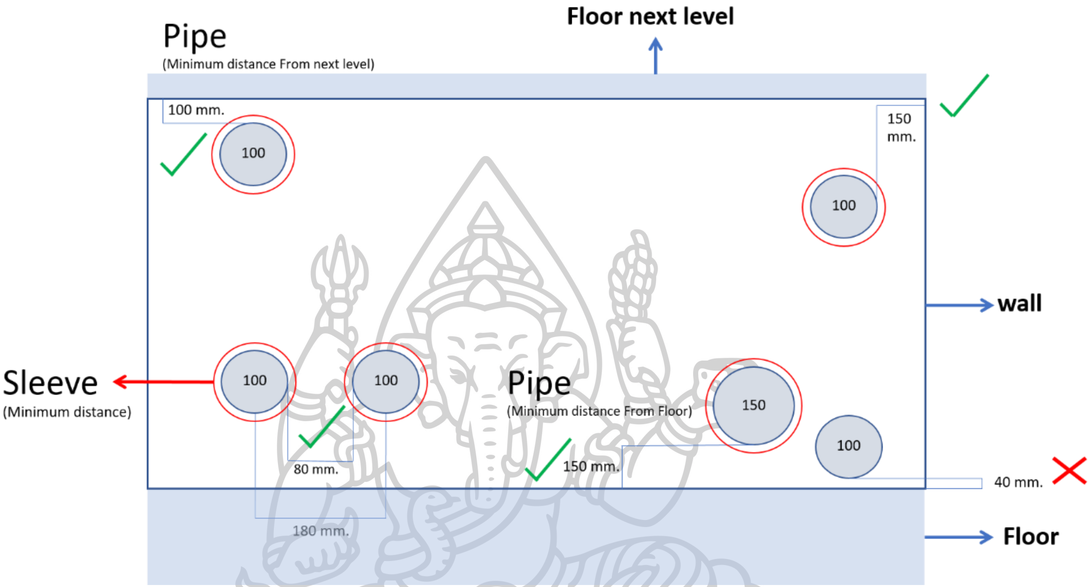
1. ด้านขวาสุดของตารางในแนวตั้ง เป็นการบอกค่าขนาดของท่อเส้นแรก(Pipe Dimension)
2. ด้านแถวบนในแนวนอน เป็นการอ่านค่าขนาดของท่อเส้นถัดมา(Pipe Dimension)

3. 

15A	PIPE DIA.
160	15A

จากภาพนี้ 15A คือขนาดของท่อทั้ง 2 เส้น และ160 (mm) คือระยะห่างอย่างน้อยที่ควรติดตั้งระหว่างท่อ 2 เส้น โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของท่อหนึ่งไปยังอีกท่อ

4. ดูตารางไปตามลำดับ



ภาพที่ 85 การกำหนดระยะห่างการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด

จากภาพจะเห็นได้ว่ามีข้อกำหนดในการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) และระยะที่ถูกต้องในการเดินท่อ ดังนี้

1)การวางสัญลักษณ์ช่องเปิดได้นั้น ขนาดของท่อจะต้องเริ่มต้นจาก 100 มิลลิเมตร (mm.) ขึ้นไป

2)ระยะห่างระหว่างท่อหากต้องติดตั้งท่อใกล้กันจะต้องห่างกันไม่น้อยกว่า 80 มิลลิเมตร (mm.) โดยวัดจากขอบนอกของท่อ หรือ (Outside diameter "OD") หากน้อยกว่าแปลว่าไม่ตรงกับเงื่อนไขในการติดตั้งส่งผลให้อาจมีการแก้ไข หรือเลือกใช้สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภทอื่น

3)ระยะห่างของท่อวัดจากขอบนอกของท่อ หรือ (Outside diameter "OD" ไปยังผนังด้านพื้นไม่ควรน้อยกว่า 150 มิลลิเมตร (mm.)

4) ระยะห่างของท่อวัดจากขอบนอกของท่อ หรือ (Outside diameter "OD" ไปยังขอบผนังด้านฝ้าหรือพื้นชั้นถัดไปไม่ควรน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (mm.) เนื่องจากท่ออาจจะติดตั้งใกล้คานหรือชนกับงานโครงสร้างอื่นๆได้ และต้องเว้นระยะเผื่อให้กับขั้นตอนการวางสัญลักษณ์ช่องเปิดให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดท่อ 50 มิลลิเมตรอีกด้วย จึงจำเป็นต้องเว้นระยะไว้ อย่างน้อย 100 มิลลิเมตร

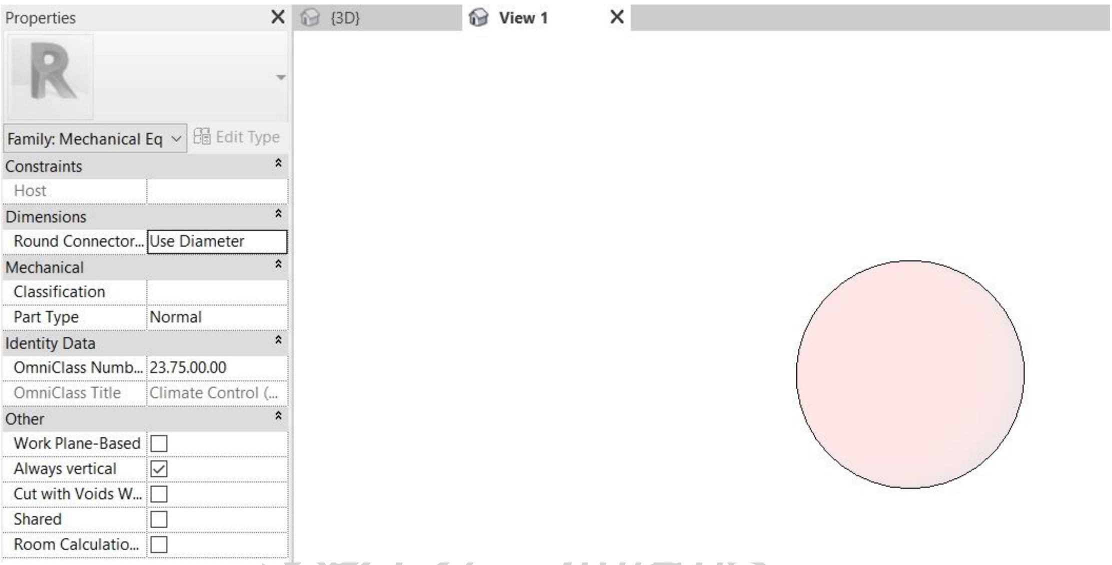
5)การวางสัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) จะต้องมีระยะขอบสัญลักษณ์ห่างจากขอบนอกของท่อ 50 มิลลิเมตร(mm.)ดังภาพด้านบน หรือขนาดของสัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) จะต้องใหญ่กว่าขนาดท่อ 50 มิลลิเมตร(mm.) นั้นเอง

****ทั้งนี้การตั้งค่าดังกล่าว ขึ้นอยู่กับระยะและขนาดที่โครงการนั้นๆกำหนดด้วย ปรับเปลี่ยนไปตามข้อตกลงระหว่างโครงการ**

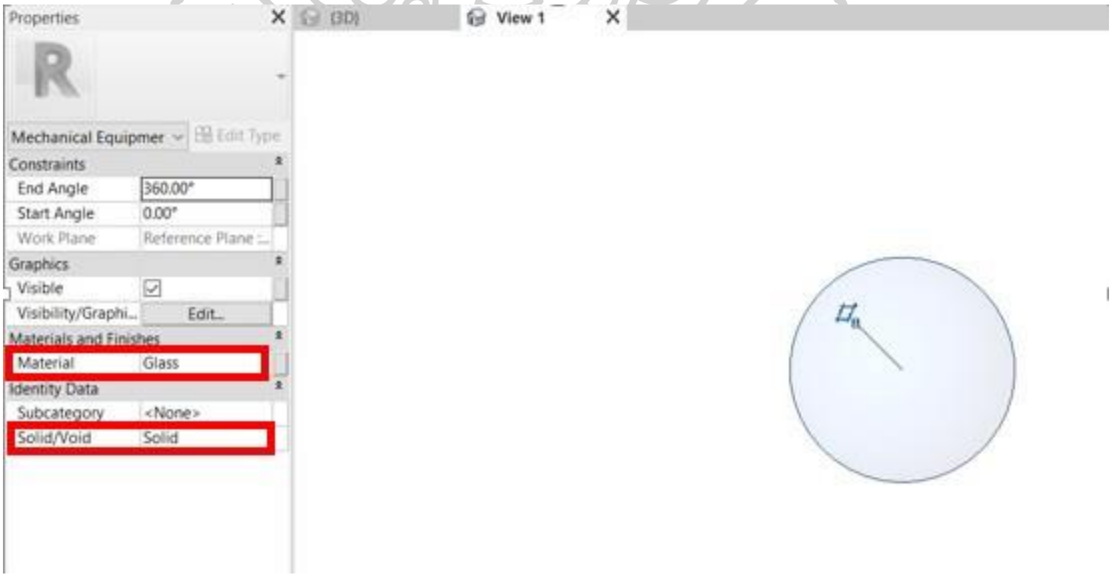
มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.3.1.3 จัดเตรียมแฟมิลี่ (Family) ของสัญลักษณ์แจ้งเตือนทรงกลม (Sphere)

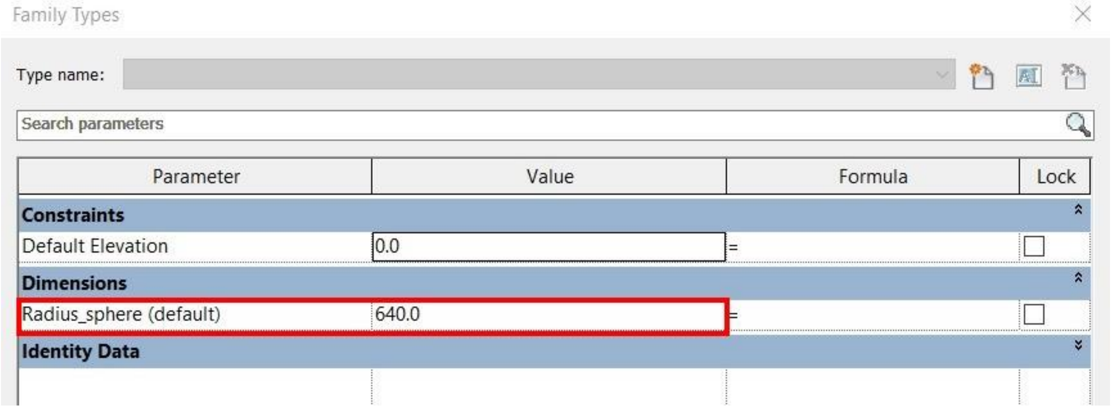
โดยการสร้างแฟมิลี่ (Family) เป็นลักษณะทรงกลม ตั้งค่าวัสดุ(Materials)ให้เป็นกระจก (Glass) เพื่อให้มีลักษณะโปร่งแสงเล็กน้อย และมีสีแดง(Red) ทำให้เมื่อมองในมุมมอง 3 มิติ จะสามารถมองได้ง่าย ดังนี้



ภาพที่ 86 การสร้างแฟมิลี่สัญลักษณ์แจ้งเตือนทรงกลม (Sphere) ขั้นตอนที่ 1



ภาพที่ 87 การสร้างแฟมิลี่สัญลักษณ์แจ้งเตือนทรงกลม (Sphere) ขั้นตอนที่ 2



ภาพที่ 88 การสร้างแฟมิลี่สัญลักษณ์แจ้งเตือนทรงกลม (Sphere) ขั้นตอนที่ 3

จากภาพเป็นการตั้งค่ารัศมีของวงกลม (Radius_sphere) โดยสามารถปรับค่าได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน (User)

โดยหลักการของเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างโมเดล (BIM Application) ประกอบด้วยข้อมูลของโมเดล การแยกองค์ประกอบของโมเดล และหน้าที่การทำงานที่แยกจากกันอย่างชัดเจน ซึ่งงานระบบและงานทางสถาปัตยกรรมในการสร้างโมเดลงานก็จะมีขอบเขตของงานนั้นๆอยู่ ซึ่งจะเป็นการทำงานบนไฟล์งานของตนเอง หากต้องการเปรียบเทียบกับงานอื่นๆถึงความถูกต้องของตำแหน่ง จึงจะทำการลิ้งค์ไฟล์งานของอีกฝ่ายเข้ามา เราเรียกว่า “Revit Links” แต่จะไม่สามารถแก้ไขงานบน “Revit Links” ได้

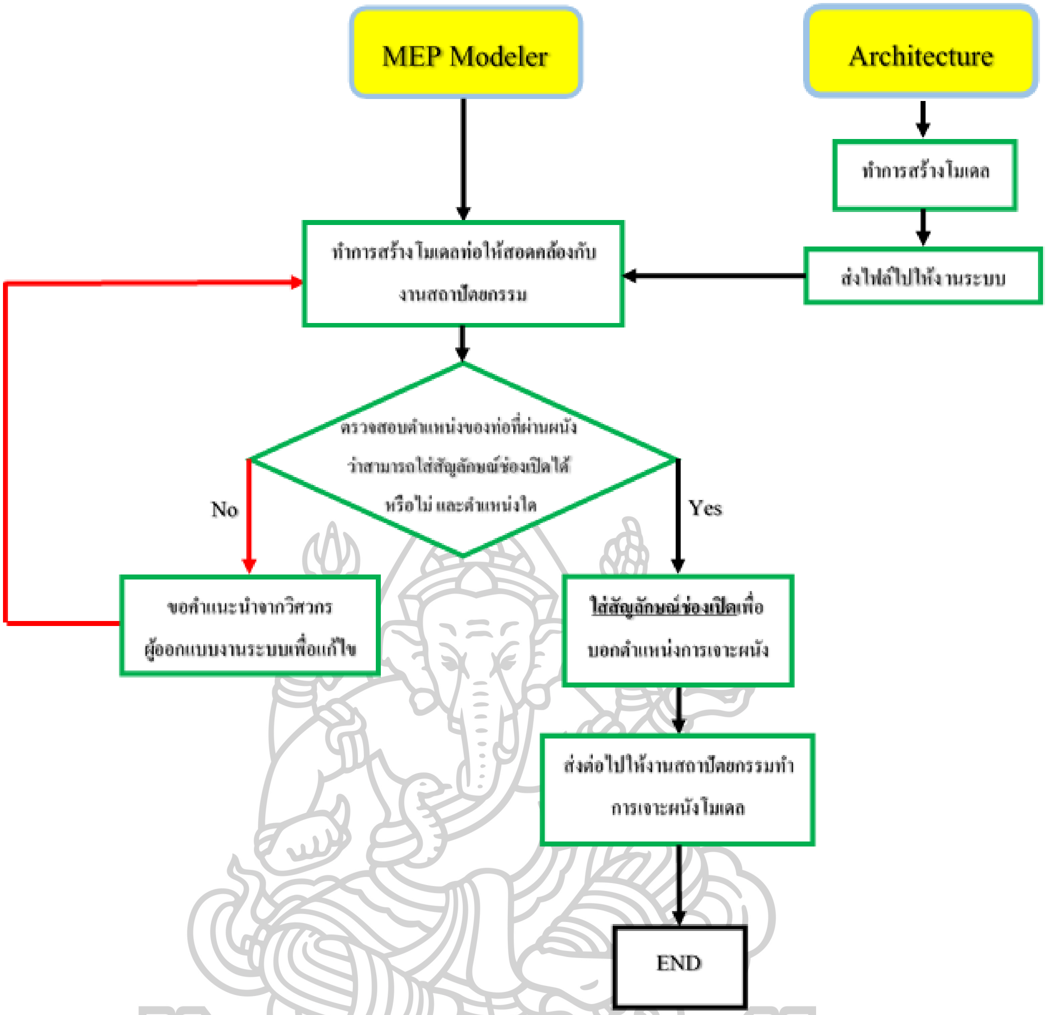
การใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดบนผนังนั้นหากตามหลักการของเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างโมเดล (BIM Application) นั้นควรจะเป็นการทำงานในฝั่งของงานสถาปัตยกรรมเนื่องจากการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดจะอยู่ในรูปแบบของแฟมิลี่ที่อาศัยการยึดติดกับชิ้นงาน (Host) เช่น ผนัง พื้น เป็นต้น เพราะหากมีการเคลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนแปลงผนังก็จะทำให้สัญลักษณ์ช่องเปิดเหล่านั้นเคลื่อนย้ายตามไปด้วยได้ แต่หากทำการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดในฝั่งของงานระบบ เมื่อผนังซึ่งเป็นการลิ้งค์ไฟล์งานเข้ามา (Architecture Revit Links) มีการเคลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนแปลง สัญลักษณ์ช่องเปิดที่ได้ทำการใส่ไว้จะไม่สามารถเคลื่อนย้ายตามได้เนื่องจากไม่ได้มีการยึดติดกับผนังนั้นเอง อีกทั้งยังลอยอยู่บนอากาศโดยไม่มีจุดยึดติดอีกด้วย

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แต่ในการทำงานปัจจุบันผู้ที่มีหน้าที่ใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดสำหรับท่อที่ผ่านผนังจะยกให้เป็นความรับอบของงานระบบ เนื่องจากงานระบบเป็นผู้สร้างโมเดลงานท่อทั้งหมดจะทราบถึงตำแหน่งและขนาดของท่อเป็นอย่างดีเพราะเป็นขอบเขตของงานระบบ ซึ่งฝ่ายอื่นจะไม่สามารถทำการแก้ไขงานที่ไม่ใช่ขอบเขตของตนได้ ในส่วนของงานทางสถาปัตยกรรมก็เช่นกัน ซึ่งมีรายละเอียดหลักการทำงานของงานระบบและงานทางสถาปัตยกรรมดังนี้

ผู้เขียนแบบโมเดลงานระบบ (MEP Modeler) จะทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งของท่อ (งานระบบดับเพลิง, งานระบบสุขาภิบาล) ที่ผ่านผนังของงานทางสถาปัตยกรรม โดยจะตรวจสอบด้วยตาเปล่าจากการใช้งานโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit) ผ่านการลิ้งค์ไฟล์งานทางสถาปัตยกรรมเข้ามา (Architecture Revit links) จากนั้นทำการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) บนตำแหน่งนั้นๆ หากมีตำแหน่งใดที่ไม่สามารถใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดได้ ผู้เขียนแบบโมเดลงานระบบจะขอคำปรึกษาจากผู้ออกแบบ(Design Engineer) เพื่อทำการแก้ไขปัญหา กระทั่งครบถ้วนทุกตำแหน่ง เพื่อเป็นการบอกตำแหน่งและขนาดของช่องเปิดให้แก่ฝ่ายงานทางสถาปัตยกรรมเป็นผู้ทำการเจาะโมเดลผนังของฝ่ายสถาปัตยกรรมต่อไป แต่หากฝ่ายสถาปัตยกรรมให้ความคิดเห็นว่าจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง เคลื่อนย้าย หรือปรับขนาดโมเดลเพิ่มเติมก็จะแจ้งกับทางผู้เขียนโมเดลงานระบบให้รอทำการแก้ไขเพิ่มเติมอีกครั้งก่อนจะทำการเจาะโมเดลผนังได้ จึงจะสิ้นเสร็จขั้นตอนการตรวจสอบและการใส่สัญลักษณ์บอกตำแหน่งช่องเปิด

มหาวิทยาลัยศิลปากร



ภาพที่ 89 แผนผังการทำงานระหว่างงานระบบและงานทางสถาปัตยกรรม

ด้วยเหตุนี้จึงได้ออกแบบโปรแกรมเสริมนี้ขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาการทำงานได้ตรงขอบเขต โดยที่ไม่กระทบต่องานฝ่ายอื่น เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เขียนโมเดลงานระบบให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวก ลดขั้นตอนการทำงานซ้ำซ้อน ลดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบงานได้มากขึ้น และยังทำให้การส่งต่องานไปยังฝ่ายสถาปัตยกรรมรวดเร็วมากขึ้นอีกด้วย ซึ่งมีการออกแบบส่วนประกอบของโปรแกรมดังต่อไปนี้

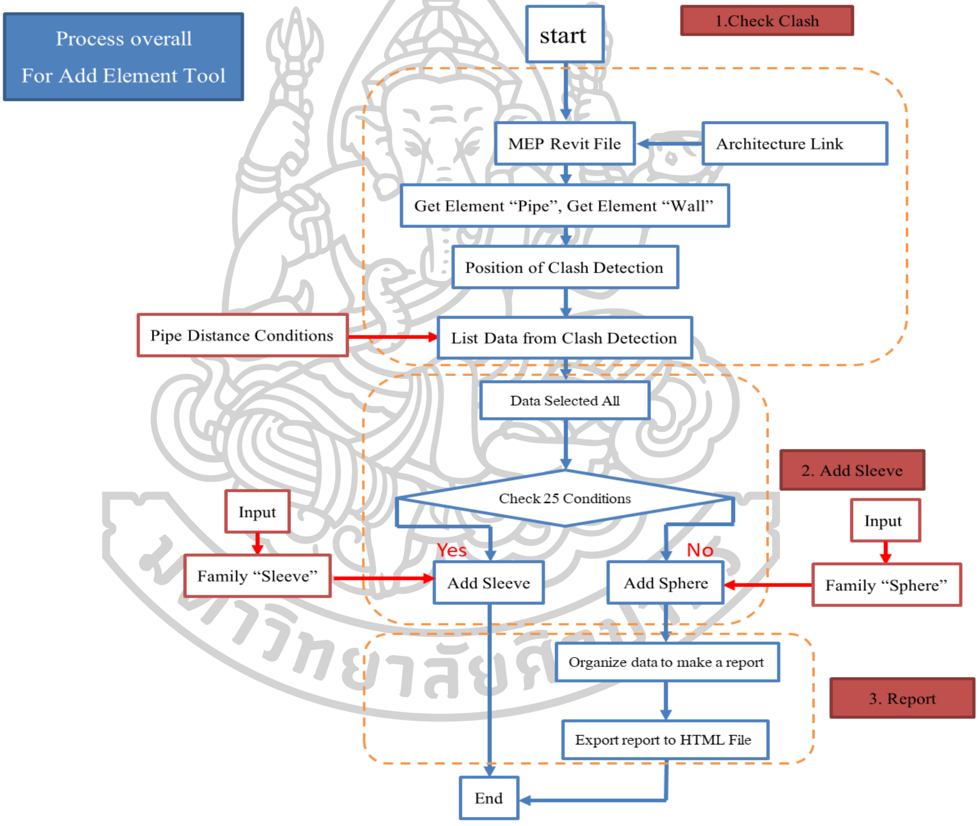
3.3.2 การออกแบบส่วนประกอบของโปรแกรมเสริม (Tool Module)

โปรแกรมเสริมเพื่อช่วยค้นหาจุดชนกันและเลือกใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดนั้น จะแบ่งการทำงานของโปรแกรมเป็น 3 กระบวนการ คือ

- ส่วนของการตรวจสอบจุดชนกันของโมเดล (Check Clash Process) และการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Add Sleeve Process)
- ส่วนของการถ่ายภาพบนหน้าจอ (Capture Process)
- ส่วนของการสร้างรายงาน (Issue Report Process)

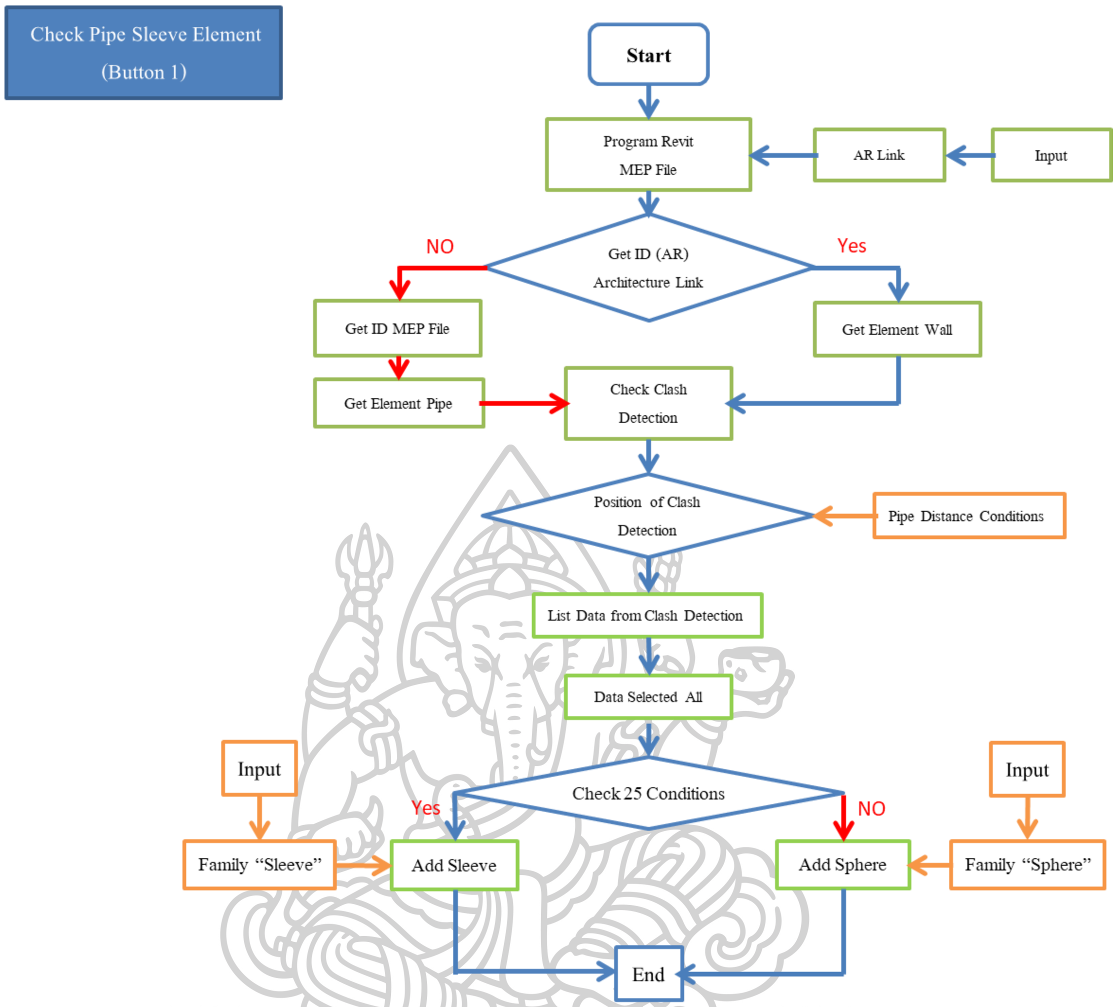
ในแต่ละส่วนจะทำหน้าที่แตกต่างกันแต่จะปรากฏเป็นแถบเครื่องมือที่ช่วยในเรื่องเดียวกันคือเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน Opening Drawing ซึ่งจะมีชื่อโปรแกรมเสริมว่า “Add Element”

แผนผังการทำงานของโปรแกรมเสริมภาพรวม ดังนี้



ภาพที่ 90 ส่วนประกอบและกระบวนการทำงานโปรแกรมเสริม (Add Element Tool Module)

3.3.2.1 การออกแบบโปรแกรมเสริมส่วนของการตรวจสอบจุดชนกันของโมเดล (Check Clash Process) และ ส่วนของการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Add Sleeve Process)



ภาพที่ 91 การออกแบบโปรแกรมเสริมส่วนของ Check Clash Process และ Add Sleeve Process

ส่วนนี้คือ จะเป็นการเปิดใช้งานโปรแกรมออโต้เดส (Autodesk Revit) โดยเปิดไฟล์งานหลักคือไฟล์งานระบบ (MEP Revit file) แล้วทำการเปิดไฟล์ลิ้งค์งานทางสถาปัตยกรรมขึ้นมา (Architecture Revit Link) จากนั้นจะดึงค่าลิ้งค์ (ID Link) งานสถาปัตยกรรมมาเพื่อค้นหาที่อยู่ของไฟล์นั้นๆ จากนั้นโปรแกรมเสริมจะดึงค่ารหัสของส่วนประกอบ (Element) ประเภทผนัง (Wall) จากงานของฝั่งสถาปัตยกรรม และดึงค่ารหัสของส่วนประกอบ (Element) ประเภทท่อ (Pipe) จากงานของฝั่งงานระบบเพื่อมาตรวจสอบจุดที่มีการชนกันของโมเดล (Model)

ถัดมาโปรแกรมเสริมจะทำการค้นหาจุดที่ชนกันทั้งหมดระหว่างทั้ง 2 ส่วนประกอบ (Element) มาเพื่อทำการเช็คเงื่อนไข 25 ข้อ ดังนี้

	Case No.	Pipe Sleeve		Action
		Wall	Pipe	
1	Case 1.1	still in the same position	still in the same position	Don't put pipe sleeve again
2	Case 1.2		change position, rotate	Delete Old pipe sleeve and add new pipe sleeve
3	Case 1.3		change size Diameter	Change size pipe sleeve
4	Case 1.4		change height	Delete Old pipe sleeve and add new pipe sleeve
5	Case 1.5		deleted	Delete pipe sleeve
6	Case 2.1	change position, rotate	still in the same position	Delete Old pipe sleeve and add new pipe sleeve
7	Case 2.2		change position, rotate	Delete Old pipe sleeve and add new pipe sleeve
8	Case 2.3		change size Diameter	Delete Old pipe sleeve and add new pipe sleeve and Change size pipe sleeve
9	Case 2.4		change height	Delete Old pipe sleeve and add new pipe sleeve
10	Case 2.5		deleted	Delete pipe sleeve
11	Case 3.1	change size thickness	still in the same position	Change pipe sleeve depth + offset from wall 25mm both side
12	Case 3.2		change position, rotate	Change pipe sleeve depth + offset from wall 25mm both side and Delete Old pipe sleeve and add new pipe sleeve
13	Case 3.3		change size Diameter	Change pipe sleeve depth + offset from wall 25mm both side and Delete Old pipe sleeve and add new pipe sleeve and Change size pipe sleeve
14	Case 3.4		change height	Change pipe sleeve depth + offset from wall 25mm both side and Delete Old pipe sleeve and add new pipe sleeve
15	Case 3.5		deleted	Delete pipe sleeve
16	Case 4.1	change height	still in the same position	Delete Old pipe sleeve or add new pipe sleeve
17	Case 4.2		change position, rotate	Delete Old pipe sleeve or add new pipe sleeve
18	Case 4.3		change size Diameter	Delete Old pipe sleeve or add new pipe sleeve and Change size pipe sleeve
19	Case 4.4		change height	Delete Old pipe sleeve or add new pipe sleeve
20	Case 4.5		deleted	Delete pipe sleeve
21	Case 5.1	deleted	still in the same position	Delete pipe sleeve
22	Case 5.2		change position, rotate	Delete pipe sleeve
23	Case 5.3		change size Diameter	Delete pipe sleeve
24	Case 5.4		change height	Delete pipe sleeve
25	Case 5.5		deleted	Delete pipe sleeve

ภาพที่ 92 เงื่อนไข 25 ข้อ ของการพัฒนาโปรแกรมเสริม

1. ผนังอยู่ตำแหน่งเดิม ท่ออยู่ตำแหน่งเดิมหมายถึงไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve)
2. ผนังอยู่ตำแหน่งเดิม ท่อย้ายตำแหน่งหรือหมุนหมายถึงลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
3. ผนังอยู่ตำแหน่งเดิม ท่อเปลี่ยนขนาดหมายถึง เปลี่ยนขนาดสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ตามขนาดท่อและเผื่อระยะอีก 50 มิลลิเมตร (mm)
4. ผนังอยู่ตำแหน่งเดิม ท่อเปลี่ยนระดับความสูงหมายถึง ลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
5. ผนังอยู่ตำแหน่งเดิม ท่อถูกลบออกหมายถึง ลบสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ออก
6. ผนังย้ายตำแหน่งหรือหมุน ท่ออยู่ตำแหน่งเดิมหมายถึงลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
7. ผนังย้ายตำแหน่ง หรือหมุน ท่อย้ายตำแหน่งหรือหมุนหมายถึงลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
8. ผนังย้ายตำแหน่ง หรือหมุน ท่อเปลี่ยนขนาดหมายถึงลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่ และเปลี่ยนขนาดสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ตามขนาดท่อและเผื่อระยะอีก 50 มิลลิเมตร (mm)

9. ผนังย้ายตำแหน่ง หรือหมุน ท่อเปลี่ยนระดับความสูงหมายถึง ลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
10. ผนังย้ายตำแหน่ง หรือหมุน ท่อถูกลบออกหมายถึง ลบสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ออก
11. ผนังเปลี่ยนขนาด, ความหนา ท่ออยู่ตำแหน่งเดิมหมายถึง เปลี่ยนความลึกของ Sleeve โดยให้ขยายจากผนังออกมา 25 มิลลิเมตร ทั้งสองด้านและ ลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
12. ผนังเปลี่ยนขนาด, ความหนา ท่อย้ายตำแหน่งหรือหมุนหมายถึง เปลี่ยนความลึกของ Sleeve โดยให้ขยายจากผนังออกมา 25 มิลลิเมตร ทั้งสองด้านและ ลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
13. ผนังเปลี่ยนขนาด, ความหนา ท่อเปลี่ยนขนาดหมายถึง เปลี่ยนความลึกของ Sleeve โดยให้ขยายจากผนังออกมา 25 มิลลิเมตร ทั้งสองด้านและลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่และเปลี่ยนขนาด สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ตามขนาดท่อและเผื่อระยะอีก 50 มิลลิเมตร (mm)
14. ผนังเปลี่ยนขนาด, ความหนา ท่อเปลี่ยนระดับความสูงหมายถึง เปลี่ยนความลึกของ Sleeve โดยให้ขยายจากผนังออกมา 25 มิลลิเมตร ทั้งสองด้านและ ลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
15. ผนังเปลี่ยนขนาด, ความหนา ท่อถูกลบออกหมายถึง ลบสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ออก
16. ผนังเปลี่ยนระดับความสูง ท่ออยู่ตำแหน่งเดิมหมายถึง ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
17. ผนังเปลี่ยนระดับความสูง ท่อย้ายตำแหน่งหรือหมุนหมายถึงลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
18. ผนังเปลี่ยนระดับความสูง ท่อเปลี่ยนขนาดหมายถึงลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่ และเปลี่ยนขนาด สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ตามขนาดท่อและเผื่อระยะอีก 50 มิลลิเมตร (mm)
19. ผนังเปลี่ยนระดับความสูง ท่อเปลี่ยนระดับความสูงหมายถึงลบออก ไม่ต้องใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) เก่าและใส่ Sleeve ตัวใหม่
20. ผนังเปลี่ยนระดับความสูง ท่อถูกลบออกหมายถึง ลบสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ออก
21. ผนังถูกลบออก ท่ออยู่ตำแหน่งเดิมหมายถึง ลบสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ออก

22. ผนังถูกลบออก ท่อย้ายตำแหน่งหรือหมุนหมายถึง ลบสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ออก
23. ผนังถูกลบออก ท่อเปลี่ยนขนาดหมายถึง ลบสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ออก
24. ผนังถูกลบออก ท่อเปลี่ยนระดับความสูงหมายถึง ลบสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ออก
25. ผนังถูกลบออก ท่อถูกลบออกหมายถึง ลบสัญลักษณ์ช่องเปิด (Sleeve) ออก

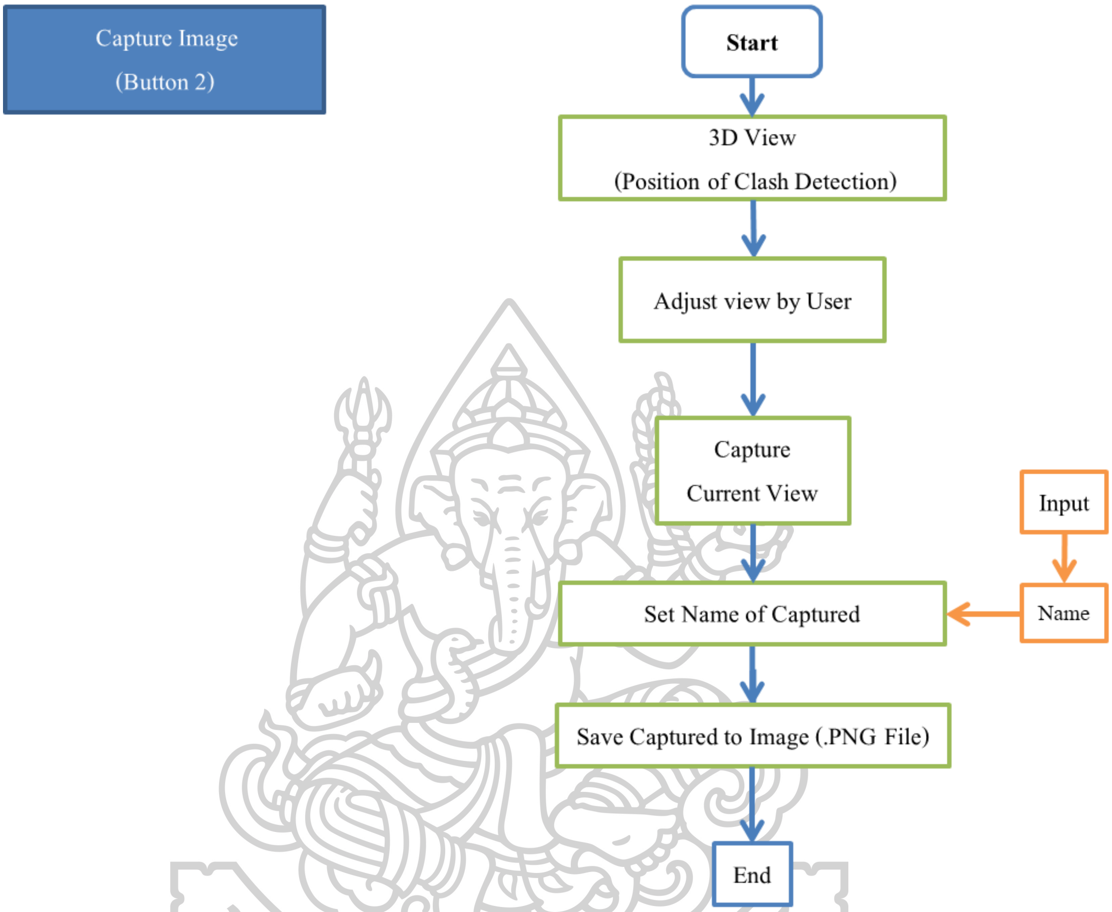
เงื่อนไขที่โปรแกรมเสริมจะทำการใส่สัญลักษณ์แบบทรงกลม (Sphere) ได้นั้นมีทั้งหมด 5 เงื่อนไขเพื่อให้สอดคล้องกับกรณีไม่เข้า 25 เงื่อนไขข้างต้นของโมเดลงานใหม่ ดังนี้

1) ท่อชิดขอบผนังน้อยกว่าระยะที่กำหนด
2) ท่อเอียงน้อยกว่าระยะที่กำหนด
3) ท่อผ่านผนังที่มันความเอียง และท่อกับแนวผนังไม่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน
4) ท่อใกล้กันเกิน 1.8 เท่าของของขนาดท่อ
5) ท่อใกล้พื้นชั้นบนกว่าระยะที่กำหนด

หากตรงตามเงื่อนไขจึงใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) แต่หากไม่ตรงเงื่อนไข โปรแกรมเสริมจะเลือกใส่สัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) แทนที่เพื่อเป็นการแจ้งเตือนว่าจุดดังกล่าวอาจต้องมีการแก้ไข

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3.3.2.2 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมส่วนของการถ่ายภาพบนหน้าจอ (Capture Process)

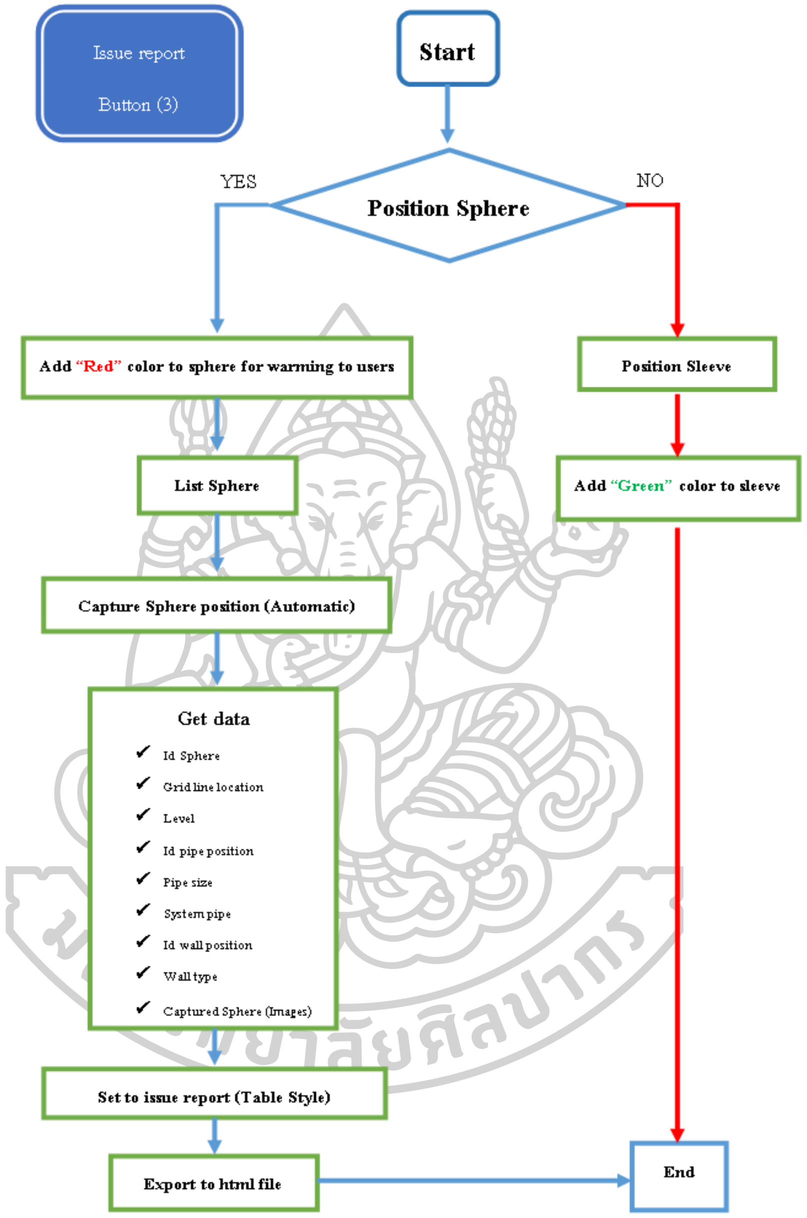


ภาพที่ 93 Flow Chart การออกแบบโปรแกรมเสริมส่วนของการถ่ายภาพบนหน้าจอ (Capture Process)

โปรแกรมเสริมส่วนนี้เพื่อช่วยในการบันทึกภาพจุดที่มีการชนกันด้วยมุมมองที่ผู้ใช้งาน (User) สามารถเลือกเองได้ เมื่อผู้ใช้งานต้องการถ่ายภาพบนมุมมอง 3 มิติ (3D View) โดยต้องการถ่ายภาพเฉพาะจุด หรือภาพรวมก็สามารถทำได้

กระบวนการนี้เริ่มต้นจากการเปิดมุมมอง 3 มิติ จากนั้นผู้ใช้งานเริ่มทำการหมุนมุมมอง ย่อหรือขยายตามที่ต้องการแล้วทำการถ่ายภาพ (Capture) ด้วยปุ่ม (Capture Image) โดยโปรแกรมเสริมส่วนนี้จะจับภาพที่เป็นมุมมองล่าสุดที่ผู้ใช้งานเลือกไว้ จากนั้นโปรแกรมจะขึ้นแถบมาเพื่อให้ผู้ใช้งานตั้ง “ชื่อ” ของรูปภาพนั้นๆ จากนั้นโปรแกรมเสริมจะทำการบันทึกภาพเป็นไฟล์สกุล (.PNG) ก็เป็นการเสร็จสิ้นกระบวนการ ผู้ใช้งานสามารถนำภาพเหล่านี้ไปประกอบการประชุมหรือชี้แจงประเด็นต่อผู้เกี่ยวข้องได้อย่างสะดวก

3.3.2.3 Flow Chart ส่วนของการสร้างรายงาน (Issue Report Process)

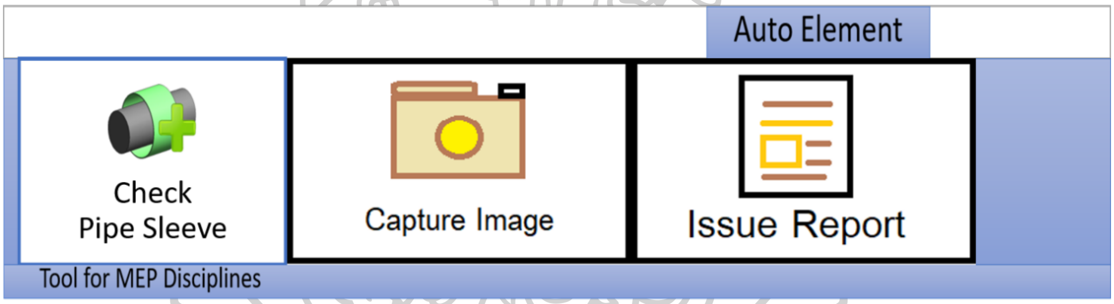


ภาพที่ 94 Flow Chart ส่วนของการสร้างรายงาน (Issue Report Process)

โปรแกรมเสริมส่วนนี้คือการทำงานต่อเนื่องจากส่วนของการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด เมื่อโปรแกรมเสริมใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดเรียบร้อยแล้ว จะทำการเลือกเฉพาะสัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) เท่านั้นที่เป็นสัญลักษณ์ของการแจ้งเตือนเพื่อนำรายการเหล่านั้นมาจัดเรียงตามลำดับ

จากนั้นโปรแกรมเสริมจะทำการถ่ายภาพจุดที่มีสัญลักษณ์ทรงกลม(Sphere) โดยอัตโนมัติ (Automatic Capture) ตามลำดับที่ได้จัดเตรียมไว้ข้างต้น ถัดมาโปรแกรมเสริมจะดึงข้อมูลต่างๆตามหัวข้อที่ระบุในภาพที่ 92 คือ รหัสสัญลักษณ์ทรงกลม (Id Sphere), กริดไลน์บอกตำแหน่ง (Grid line location), ชั้น (Level), รหัสของท่อที่ชน (Id pipe position), ระบบของท่อ (System pipe), รหัสของผนังที่ชน (Id wall position), ประเภทของผนัง (Wall type) รวมถึงภาพ (Captured Sphere) เพื่อโปรแกรมเสริมจะทำการจัดทำตารางโดยอัตโนมัติ สุดท้ายจึงออกมาเป็นรูปแบบของรายงานด้วยไฟล์สกุล (.HTML) ซึ่งข้อดีของไฟล์ชนิดนี้คือไม่ว่าผู้ใช้งานจะอยู่ที่ไหนก็สามารถเปิดดูได้โดยไม่ต้องลงโปรแกรมต่างๆที่ใช้สำหรับเปิดงาน เนื่องจากคอมพิวเตอร์ทั่วๆไปสามารถเปิดไฟล์สกุล (.HTML) ได้

3.3.3 การออกแบบหน้าต่างการทำงานของโปรแกรมเสริม (Interface Design)



ภาพที่ 95 ภาพจำลองการแสดงหน้าตาโปรแกรมเสริม

3.3.3.1 ปุ่มตรวจสอบและเพิ่มสัญลักษณ์ช่องเปิด (Check Pipe Sleeve Tool)

การจำลองลักษณะของปุ่มนี้จะอยู่ภายใต้แถบเครื่องมือที่มีชื่อว่า "Auto Element" ซึ่ง ปุ่มนี้จะใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบหาจุดชนกันของท่อและผนัง จากนั้นต้องการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดลงในโมเดล(Model) ซึ่งสามารถใช้งานได้โดยอัตโนมัติและพร้อมกันครั้งละหลายๆจุด อยู่ในกระบวนการข้อที่ 3.3.2.1 คือการออกแบบโปรแกรมเสริมส่วนของการตรวจสอบจุดชนกันของโมเดล (Check Clash Process) และ ส่วนของการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Add Sleeve Process) ตอบโจทย์ตามวัตถุประสงค์ในการจัดทำโปรแกรมเสริมนี้

3.3.3.2 ปุ่มถ่ายภาพจากหน้าจอ (Capture Image Tool)

การจำลองลักษณะของปุ่มนี้จะอยู่ภายใต้แถบเครื่องมือที่มีชื่อว่า "Auto Element" ซึ่ง ปุ่มนี้จะใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งาน(User) ต้องการเก็บภาพจุดสำคัญต่างๆของโมเดลบนหน้ามุมมอง 3 มิติ(3D View) โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกปรับมุมมองได้เอง และสามารถตั้งชื่อภาพเองได้ตามความต้องการ อยู่ในกระบวนการข้อที่ 3.3.2.2 คือการออกแบบโปรแกรมเสริมส่วนของการถ่ายภาพบนหน้าจอ (Capture Process)

3.3.3.3 ปุ่มรายงาน (Issue Report Tool)

การจำลองลักษณะของปุ่มนี้จะอยู่ภายใต้แถบเครื่องมือที่มีชื่อว่า "Auto Element" ซึ่ง ปุ่มนี้จะใช้ในกรณีที่โปรแกรมเสริมนั้นได้ทำการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดเรียบร้อยแล้ว จากนั้นปุ่มนี้จะทำหน้าที่ดึงข้อมูลเฉพาะของสัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) ที่ถือว่าเป็นสัญลักษณ์สำหรับการแจ้งเตือนว่าอาจเกิดปัญหา ณ จุดนั้น เพื่อนำข้อมูลไปจัดเรียงและทำเป็นตารางรายงานผลที่เกิดขึ้น ซึ่งอยู่ในกระบวนการข้อที่ 3.3.2.3คือการออกแบบโปรแกรมเสริมส่วนของการสร้างรายงาน (Issue Report Process)

บทที่ 4
วิธีติดตั้งและการใช้งานโปรแกรมเสริม

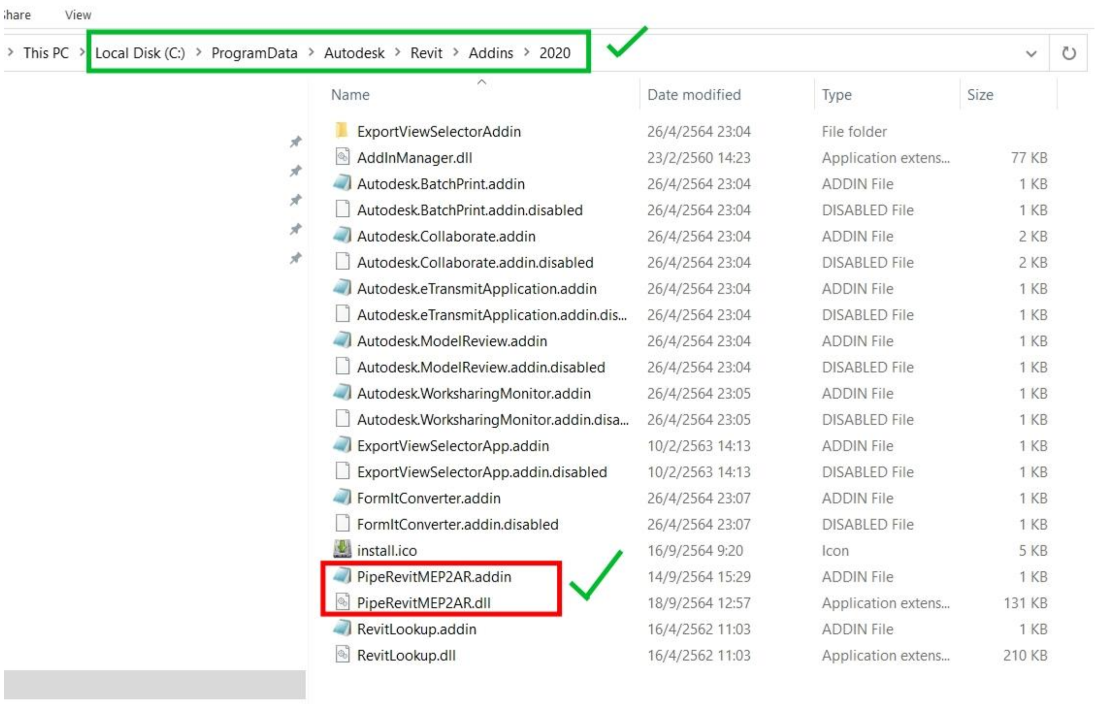
อธิบายถึงวิธีการติดตั้งโปรแกรมเสริมรวมไปถึงการใช้งานโปรแกรมเสริม เพื่อช่วยค้นหาจุดชนกันของท่อและผนัง อีกทั้งช่วยใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดอัตโนมัติ ให้เป็นไปตามที่ได้ทำการออกแบบไว้

4.1 การจัดเก็บไฟล์ (File) ของโปรแกรมเสริม

นำไฟล์(File)ของโปรแกรมเสริมที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้นไปวางไว้ในโฟลเดอร์(Folder) ที่เป็นที่อยู่ของโปรแกรมเสริม Add in ต่างๆ ของโปรแกรมออโต้เดส (Autodesk Revit) ดังต่อไปนี้

C:\ProgramData\Autodesk\Revit\Addins\Version Revit

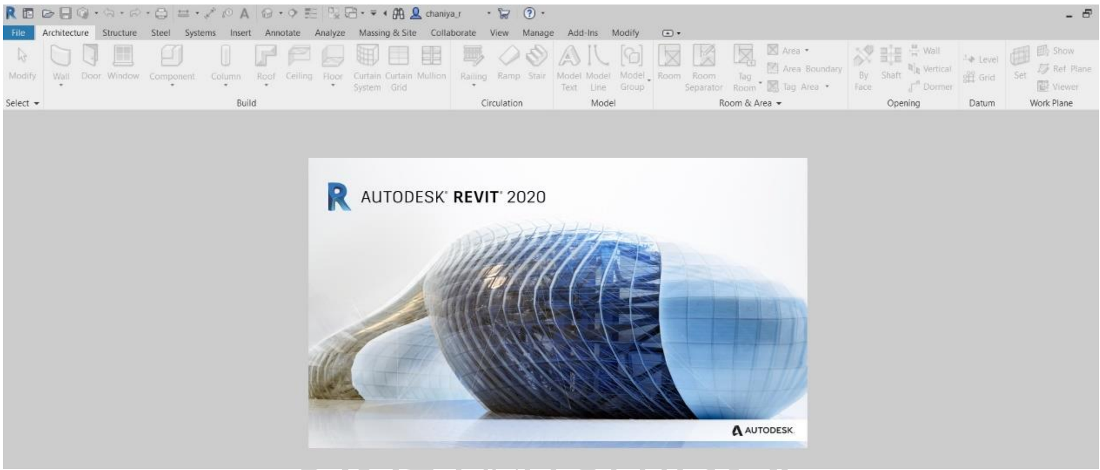
ไฟล์ของโปรแกรมเสริมมีจำนวน 2 ไฟล์ แบ่งเป็นไฟล์ที่ใช้สกุล .addin และ .dll ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 96 การวางไฟล์ของโปรแกรมเสริม

4.2 วิธีการติดตั้งโปรแกรมเสริมและหน้าต่างของโปรแกรมเสริม

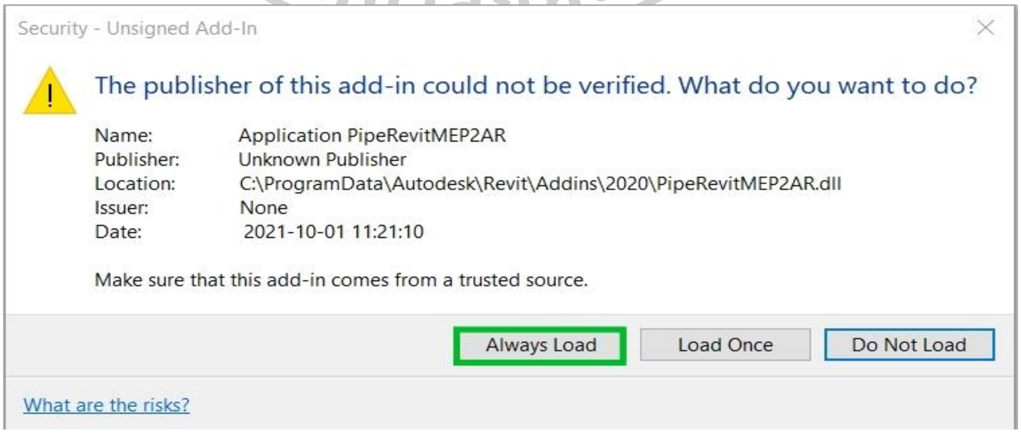
4.2.1 ทำการเปิดโปรแกรมออโต้เดส (Autodesk Revit) ขึ้นมา (จากตัวอย่างใช้เวอร์ชั่น 2020)



ภาพที่ 97 เปิดโปรแกรม Autodesk Revit

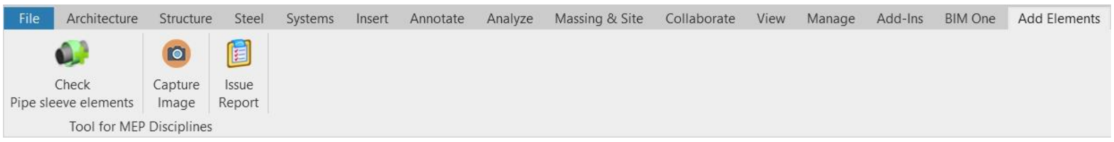
4.2.2 จากการจัดเก็บไฟล์(File)ของโปรแกรมเสริมในข้อ 4.1

เมื่อเปิดโปรแกรมออโต้เดส (Autodesk Revit) ขึ้นมา จะมีแถบแจ้งเตือนแสดงขึ้นมาเพื่อเป็นการให้ผู้ใช้งานยืนยันการดาวน์โหลด (Download) และติดตั้งโปรแกรมเสริม โดยให้คลิก Always Load



ภาพที่ 98 การยืนยันการดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรมเสริม

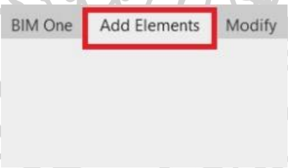
4.2.3 เมื่อติดตั้งโปรแกรมสำเร็จจะแสดงหน้าต่างของโปรแกรมเสริมดังภาพนี้



ภาพที่ 99 ติดตั้งโปรแกรมเสริมสำเร็จ

ส่วนประกอบของหน้าต่างของโปรแกรมเสริม มีด้วยกัน 4 ส่วนหลักๆ คือ

ส่วนที่ 1 Ribbon เป็นแถบเครื่องมือที่ใช้ชื่อว่า "Add Elements" จะทำการสร้างและเก็บปุ่มของโปรแกรมเสริมที่ไว้สำหรับใช้งาน (App.cs) ดังภาพ

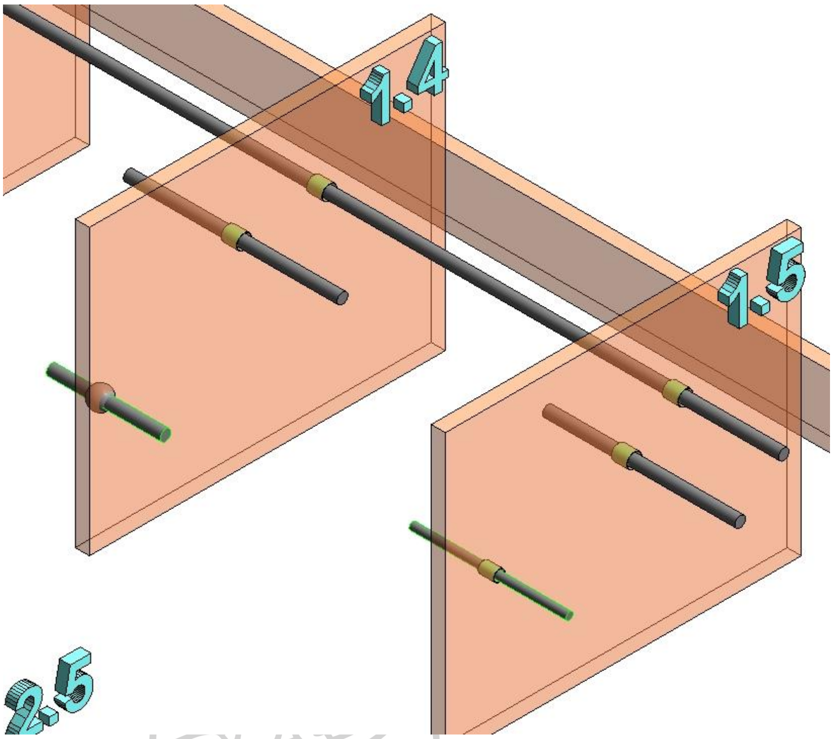


ภาพที่ 100 ภาพแถบเครื่องมือ (Ribbon Add Element)

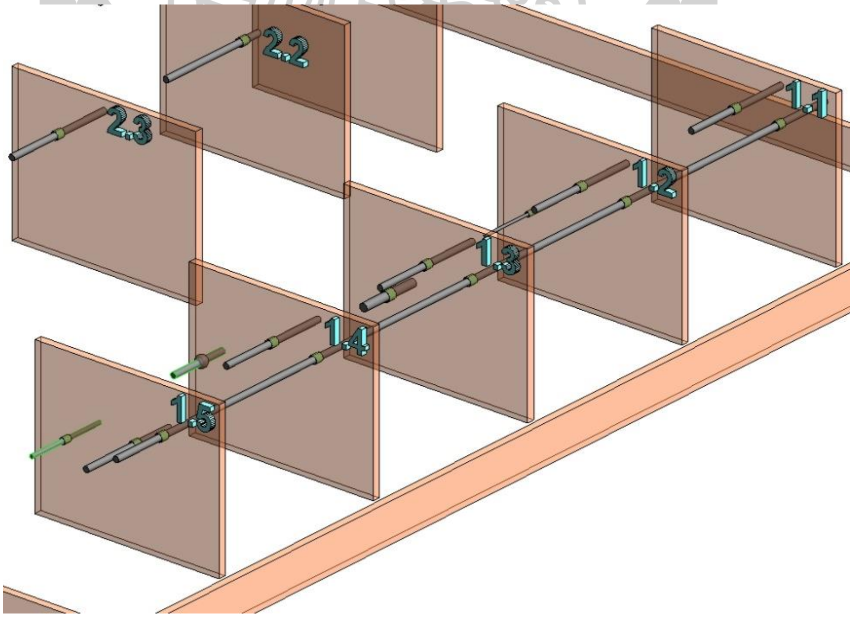
ส่วนที่ 2 Button 1(ปุ่มที่ 1) เป็นปุ่มการทำงานของโปรแกรมเสริมที่ใช้ชื่อว่า Check Pipe Sleeve Element ปุ่มนี้เมื่อทำการเริ่มใช้งานจะมีหน้าที่ตรวจหาจุดชนกันระหว่างท่อในไฟล์งานระบบซึ่งเป็นไฟล์หลัก(MEP File) กับผนังจากลิ้งไฟล์(AR Link File) เมื่อพบ จะทำการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) และหากไม่ตรงตามเงื่อนไขการติดตั้งท่อจะใส่สัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) แทน โดยทั้งสองแบบจะทำโดยอัตโนมัติ

ภาพที่ 101 ปุ่ม" Check Pipe Sleeve Element"

ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Check Pipe Sleeve Element ดังต่อไปนี้

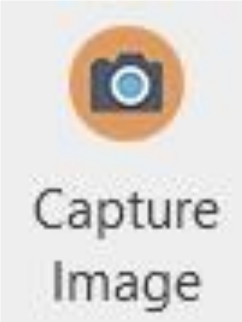


ภาพที่ 102 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Check Pipe Sleeve Element (1)



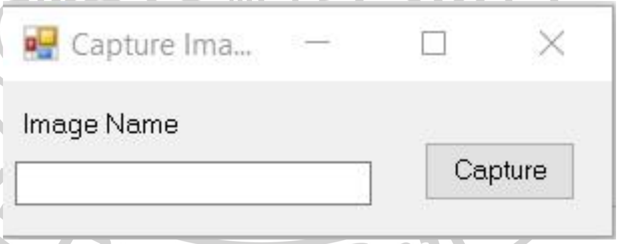
ภาพที่ 103 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Check Pipe Sleeve Element (2)

ส่วนที่ 3 Button 2 (ปุ่มที่ 2) เป็นปุ่มการทำงานของโปรแกรมเสริมที่ใช้ชื่อว่า Capture Image



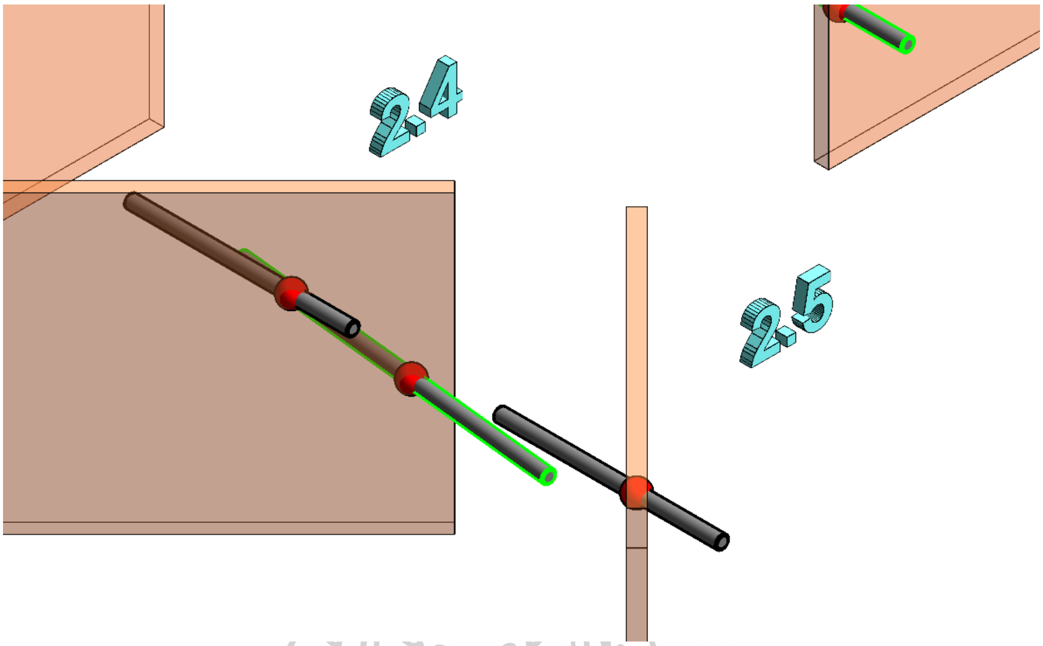
ภาพที่ 104 ปุ่ม"Capture Image"

ปุ่มนี้เมื่อทำการเริ่มใช้งานจะมีหน้าที่ถ่ายภาพจุดที่ผู้ใช้งานต้องการ โดยผู้ใช้งานสามารถปรับมุมมองที่ต้องการหรือแม้กระทั่งขยายหรือย่อภาพก็ตาม และก่อนโปรแกรมเสริมจะทำการบันทึกภาพ จะมีแถบหน้าต่างแสดงขึ้นมาดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 105 แถบหน้าต่างการตั้งชื่อภาพ

เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทำการตั้งชื่อภาพที่ต้องการ จากนั้นโปรแกรมเสริมจะบันทึกภาพเป็นสกุล (.PNG) โดยผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Capture ดังต่อไปนี้

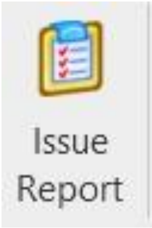


ภาพที่ 106 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Capture

ส่วนที่ 4 Button 3 (ปุ่มที่ 3) เป็นปุ่มการทำงานของโปรแกรมเสริมที่ใช้ชื่อว่า Issue Report ปุ่มนี้เมื่อทำการเริ่มใช้งานจะมีหน้าที่สร้างรายงานจากการดึงข้อมูลจุดที่แจ้งเตือนปัญหาหรือที่ทราบกันว่าเป็นตำแหน่งที่มีสัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) อยู่นั้นเอง โดยข้อมูลต่างๆที่นำมาใช้สร้างรายงานก็คือ

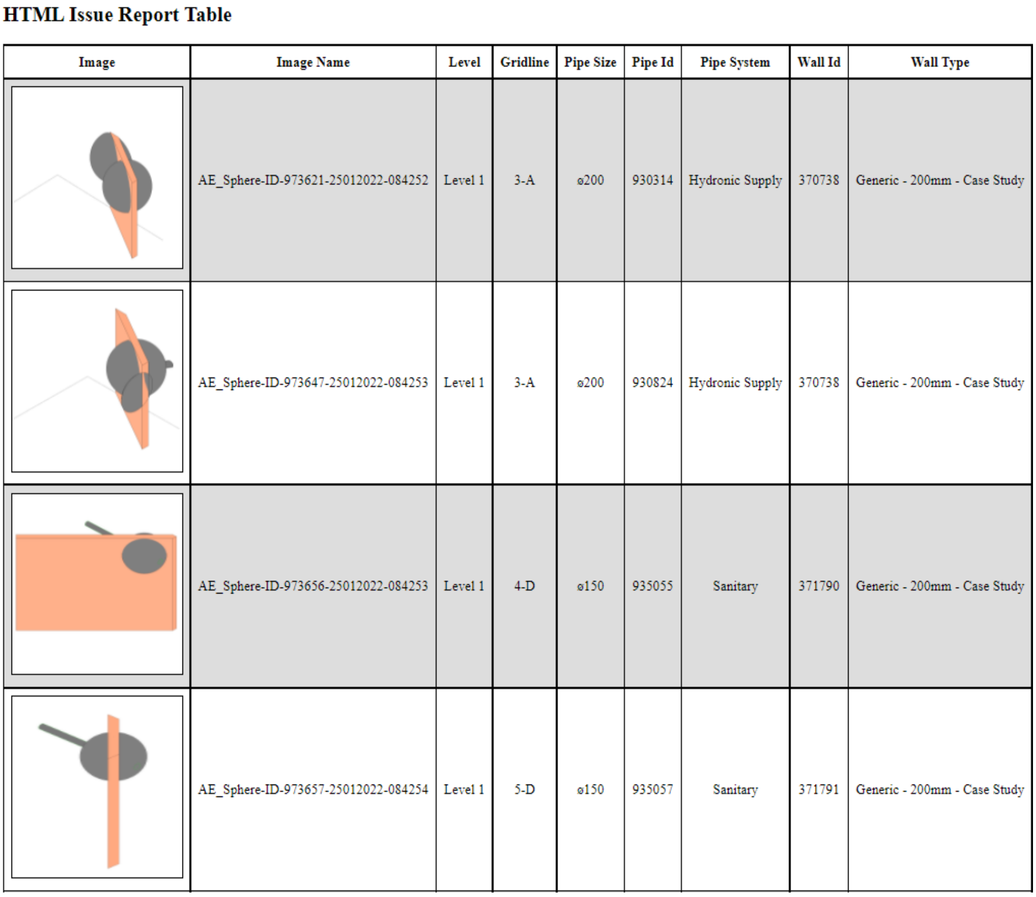
- รหัสสัญลักษณ์ทรงกลม (Id Sphere)
- กริดไลน์บอกตำแหน่ง (Grid line location)
- ชั้น (Level)
- รหัสของท่อที่ชน (Id pipe position)
- ระบบของท่อ (System pipe)
- รหัสของผนังที่ชน (Id wall position)
- ประเภทของผนัง (Wall type)
- ภาพ (Captured Sphere)

ซึ่งในส่วนของภาพ (Captured Sphere) นั้น ปุ่มนี้จะช่วยถ่ายภาพให้โดยอัตโนมัติตามลำดับของสัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) ถัดปุ่มนี้จะทำหน้าที่สร้างรายงานให้เป็นรูปแบบของตาราง เพื่อจัดเรียงข้อมูลให้ผู้ใช้งานหรือผู้ออกแบบนั้นอ่านและตรวจสอบรายละเอียดได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น



ภาพที่ 107 ปุ่ม “Issue Report”

ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Issue Report จะแสดงตารางรายงานดังต่อไปนี้



HTML Issue Report Table

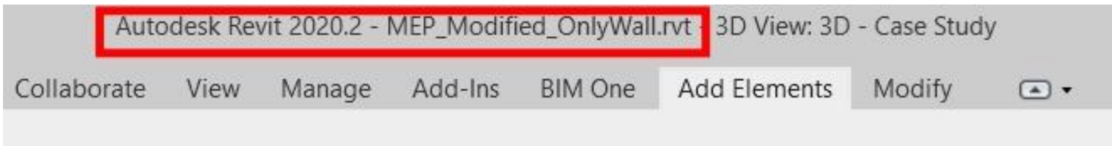
Image	Image Name	Level	Gridline	Pipe Size	Pipe Id	Pipe System	Wall Id	Wall Type
	AE_Sphere-ID-973621-25012022-084252	Level 1	3-A	ø200	930314	Hydronic Supply	370738	Generic - 200mm - Case Study
	AE_Sphere-ID-973647-25012022-084253	Level 1	3-A	ø200	930824	Hydronic Supply	370738	Generic - 200mm - Case Study
	AE_Sphere-ID-973656-25012022-084253	Level 1	4-D	ø150	935055	Sanitary	371790	Generic - 200mm - Case Study
	AE_Sphere-ID-973657-25012022-084254	Level 1	5-D	ø150	935057	Sanitary	371791	Generic - 200mm - Case Study

ภาพที่ 108 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้หลังจากการกดใช้งานปุ่ม Issue Report

4.3 การใช้งานโปรแกรมเสริม

4.3.1 เปิดไฟล์งานของงานระบบ (MEP) ขึ้นมา

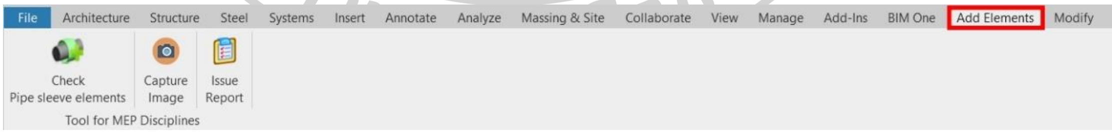
โดยในขอบเขตของงานนี้เป็นงานระบบสุขาภิบาล(Sanitary System) และระบบดับเพลิง (Fire Protection System) แล้วทำการลิ้งไฟล์ (Link File) งานทางสถาปัตยกรรม(Architecture) เข้ามา



ภาพที่ 109 ตัวอย่างภาพไฟล์งานหลัก (MEP)

ภาพที่ 110 ตัวอย่างภาพไฟล์งานลิ้งค์ (Architecture)

4.3.2 หากต้องการค้นหาจุดชนกันของท่อและผนังเพื่อทำการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิด ให้คลิกตรงแถบเครื่องมือ Add Elements ดังภาพ

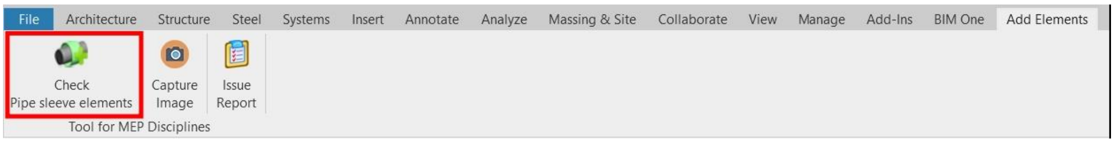


ภาพที่ 111 คลิกแถบเครื่องมือ Add Elements

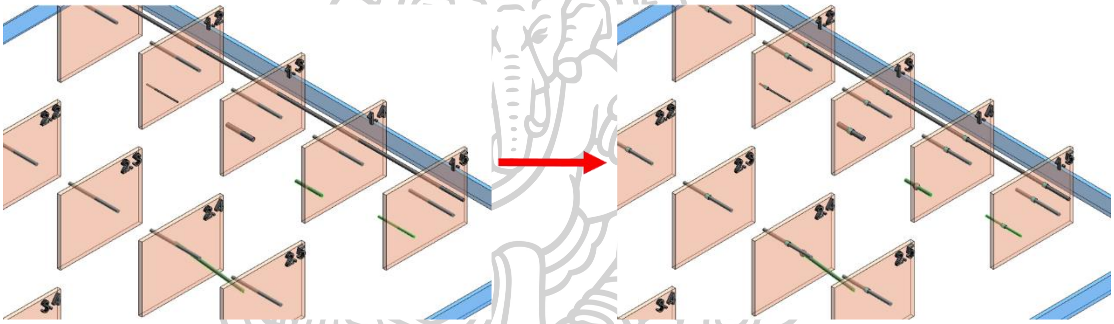
4.3.3 คลิกที่ปุ่มชื่อ Check Pipe Sleeve Element

เพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำการค้นหาจุดชนกันของท่อและผนัง เมื่อโปรแกรมค้นหาสำเร็จจะทำการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดให้โดยอัตโนมัติ โดยที่ขนาดของสัญลักษณ์ช่องเปิดจะเป็นไปตามที่โปรแกรมตั้งค่าไว้คือมากกว่าขนาดท่อ 50 มิลลิเมตร และหนาออกจากแนวผนังข้างละ 10

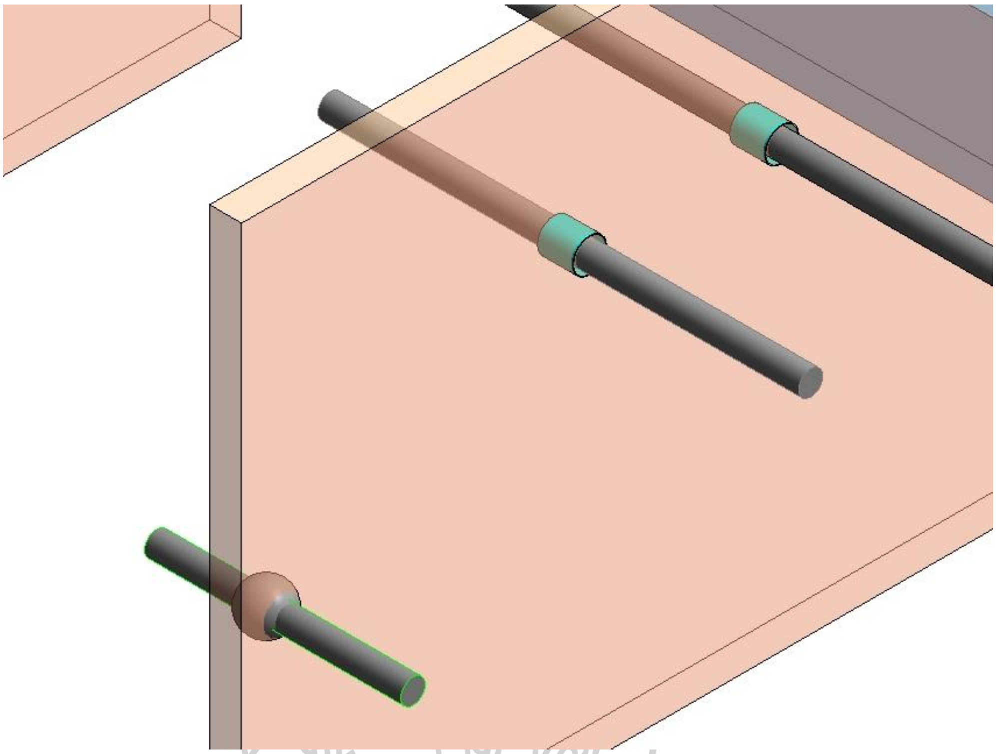
มิลลิเมตร และสามารถปรับเปลี่ยนไปตามขนาดของท่อได้ อีกทั้งแสดงเฉดสีเขียวเพื่อบ่งบอกว่าการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก(Sleeve)ได้เป็นปกติ และใส่สัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) หากไม่เป็นไปตามเงื่อนไขหลักการติดตั้งท่อ และแสดงเฉดสีแดง เพื่อแจ้งเตือนว่าบริเวณจุดนั้นเกิดความผิดปกติให้นำจุดนี้ไปพิจารณาอีกครั้ง



ภาพที่ 112 คลิกที่ปุ่มชื่อ Check Pipe Sleeve Element



ภาพที่ 113 ใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) และทรงกลม (Sphere) อัตโนมัติ

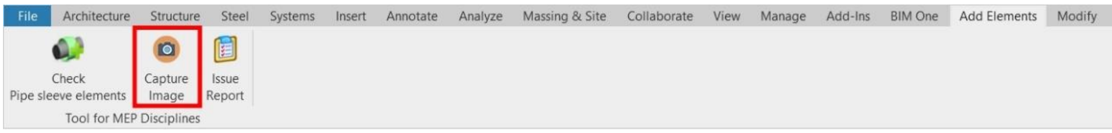


ภาพที่ 114 ภาพขยายใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve)และ ทรงกลม (Sphere) อัตโนมัติ

เงื่อนไขที่โปรแกรมเสริมจะทำการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดประเภททรงกระบอก (Sleeve) ได้นั้นมีทั้งหมด 25 เงื่อนไขเพื่อให้ครอบคลุมการใช้งานในกรณีปรับเปลี่ยนโมเดลงานใหม่ ดังที่กล่าวไว้ในรายการเงื่อนไข 25 ข้อ

4.3.4 คลิกที่ปุ่มชื่อ Capture

หากผู้ใช้งานต้องการบันทึกภาพด้วยตนเอง ให้คลิกที่ปุ่มนี้เพื่อให้โปรแกรมจับภาพในมุมที่ผู้ใช้งานต้องการ เพื่อนำไปสร้างรายงานต่อไปในปุ่มที่ 3 หรือต้องการนำภาพดังกล่าวไปใช้งานด้านอื่นๆต่อไป

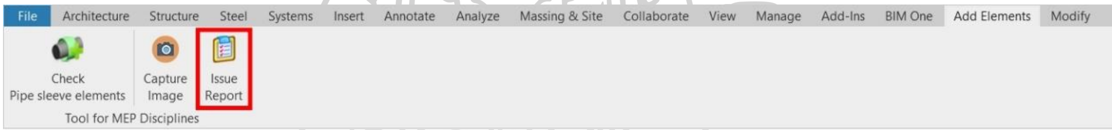


ภาพที่ 115 คลิกที่ปุ่มชื่อ Capture

4.3.5 คลิกที่ปุ่มชื่อ Issue Report

เพื่อให้โปรแกรมจัดทำรายงานชี้แจงรายละเอียดปัญหาที่เกิดขึ้น และสามารถส่งรายงานดังกล่าวต่อไปยังผู้ออกแบบ (Designer) เพื่อให้ผู้ออกแบบได้วิเคราะห์และพิจารณาตัดสินใจเลือกวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าวอีกครั้ง ปุ่มนี้จึงทำการช่วยสร้างตารางรายงานและจัดเรียงข้อมูลที่จำเป็นพร้อมทั้งจับคู่ข้อมูลต่างๆกับรูปภาพจุดที่เกิดปัญหา โดยที่ปุ่มนี้ยังทำหน้าที่ถ่ายภาพให้อัตโนมัติอีกด้วย

ผู้เขียนแบบจำลอง (Modeler) สามารถส่งต่อข้อมูลรายงานไปยังผู้ออกแบบได้อย่างรวดเร็วขึ้น โดยไม่ต้องเสียเวลาในการจัดตารางด้วยตนเอง



ภาพที่ 116 คลิกที่ปุ่มชื่อ Issue Report

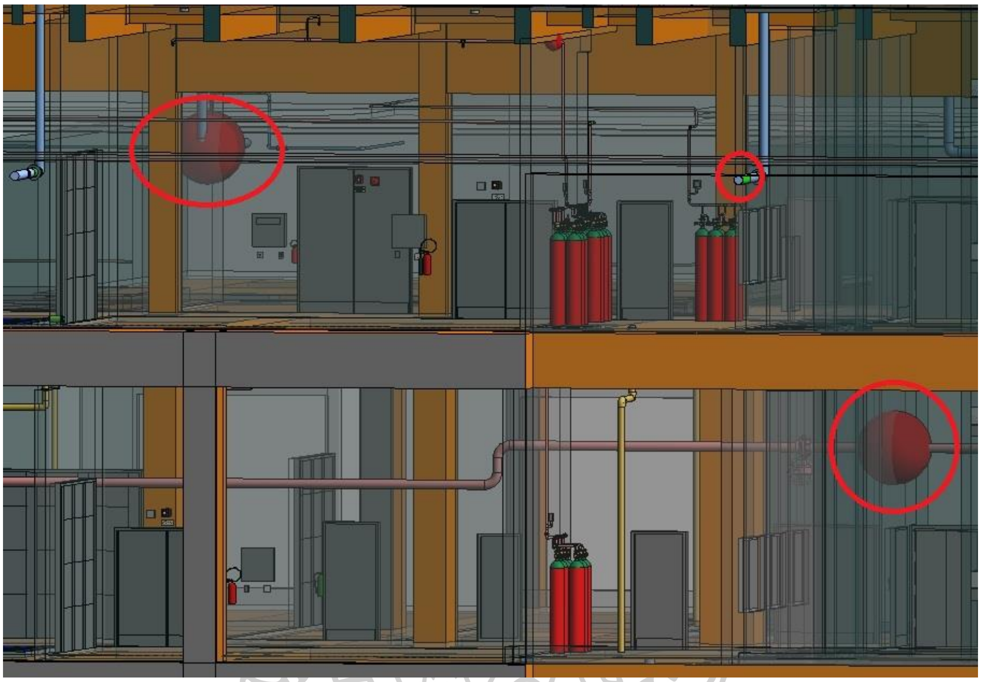
จะเห็นได้ว่าขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมา มีเพียง 4 ขั้นตอนหลักที่สามารถช่วยให้การทำงานเกี่ยวกับกระบวนการวางสัญลักษณ์ช่องเปิด (Opening Drawing Process) ภายใต้ขอบเขตของงานระบบสุขาภิบาลและระบบดับเพลิงมีความสะดวกและรวดเร็วขึ้นมาก อีกทั้งช่วยลดข้อผิดพลาดจากการค้นหาจุดชนกันที่ค่อนข้างลำบากและอาจไม่ทั่วถึง

4.4 ตัวอย่างภาพการทดสอบโปรแกรมเสริมกับโมเดลงานบางส่วนในปัจจุบัน

4.4.1 การใช้งานปุ่ม Check Pipe Sleeve Element จะได้ผลดังนี้

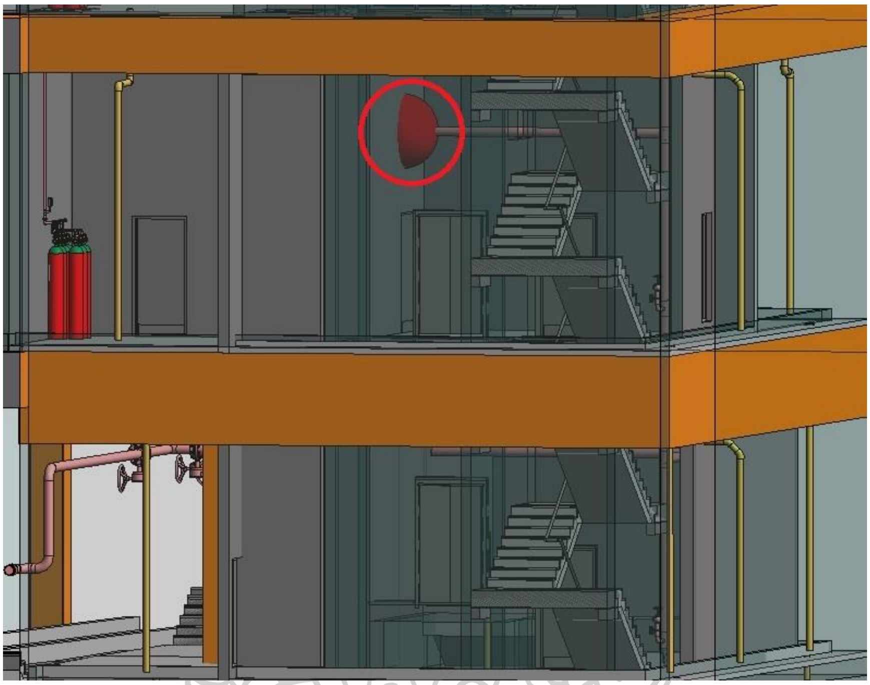
1) ตำแหน่งที่มีทรงกลมสีแดง (Sphere) ปรากฏคือ ตำแหน่งที่ท่อผ่านผนังแต่ไม่สามารถวางสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) ได้ ด้วยข้อกำหนดของโปรแกรมเสริม เพื่อเป็นการแจ้งเตือน

2) ตำแหน่งที่มีสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) สีเขียว คือตำแหน่งที่มีท่อผ่านผนังแล้วสามารถวางสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) ได้

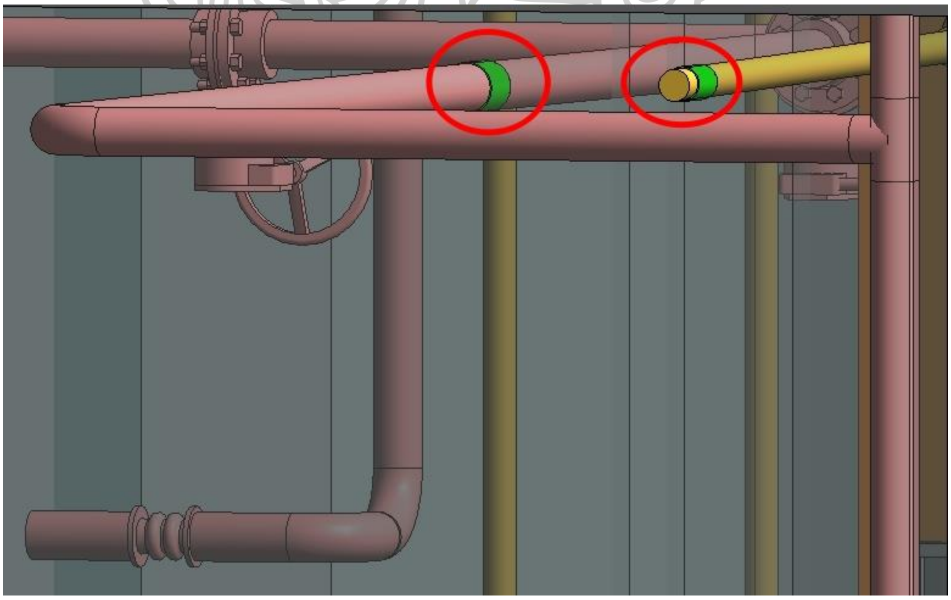


ภาพที่ 117 ตัวอย่างภาพที่ 1 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่มชื่อ "Check Pipe Sleeve Element" ลักษณะสัญลักษณ์ของทรงกลม (Sphere)

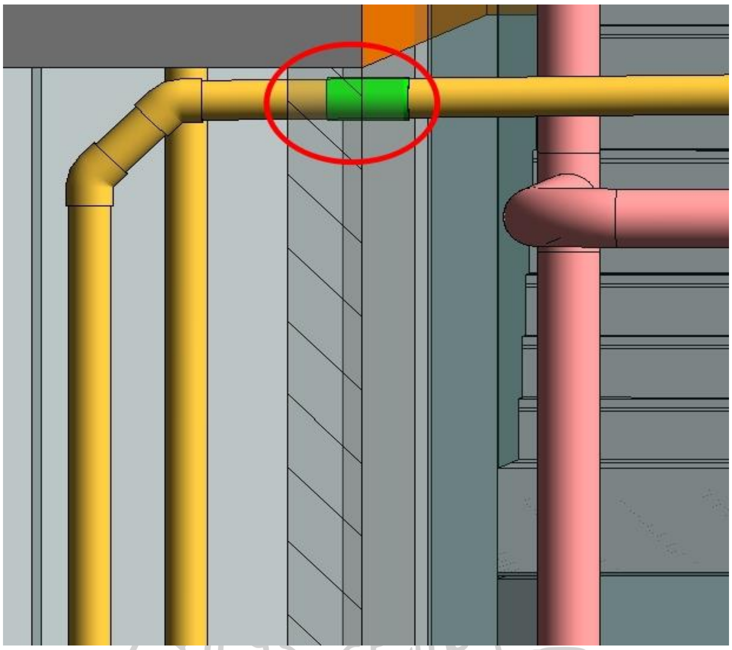
ภาพที่ 118 ตัวอย่างภาพที่ 2 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่มชื่อ "Check Pipe Sleeve Element" ลักษณะสัญลักษณ์ของทรงกลม (Sphere)



ภาพที่ 119 ตัวอย่างภาพที่ 3 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่มชื่อ "Check Pipe Sleeve Element" ลักษณะสัญลักษณ์ของทรงกลม (Sphere)



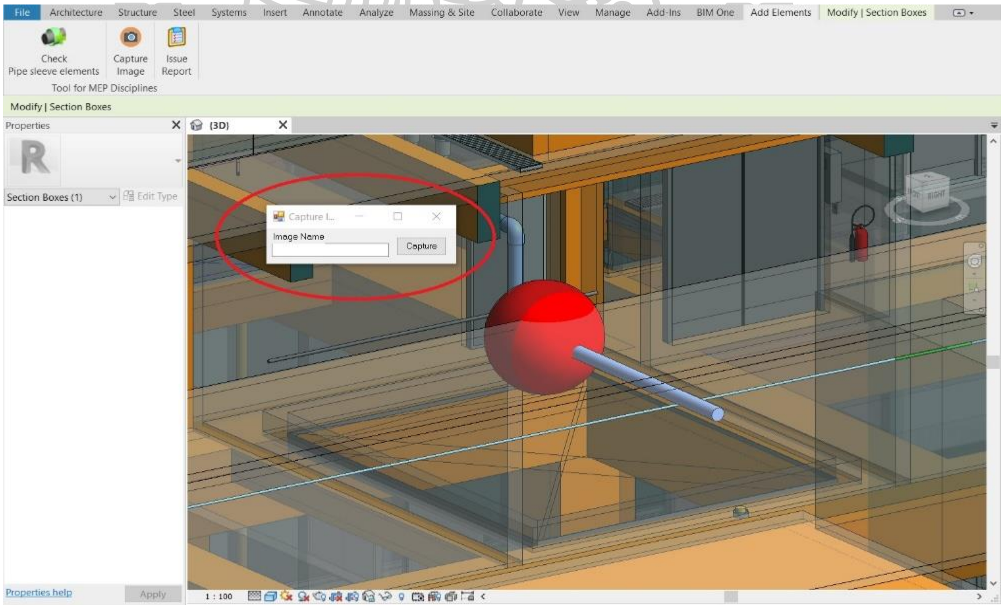
ภาพที่ 120 ตัวอย่างภาพที่ 4 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่มชื่อ "Check Pipe Sleeve Element" ลักษณะสัญลักษณ์ของทรงกระบอก (Sleeve)



ภาพที่ 121 ตัวอย่างภาพที่ 5 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่มชื่อ "Check Pipe Sleeve Element"ลักษณะสัญลักษณ์ของทรงกระบอก (Sleeve)

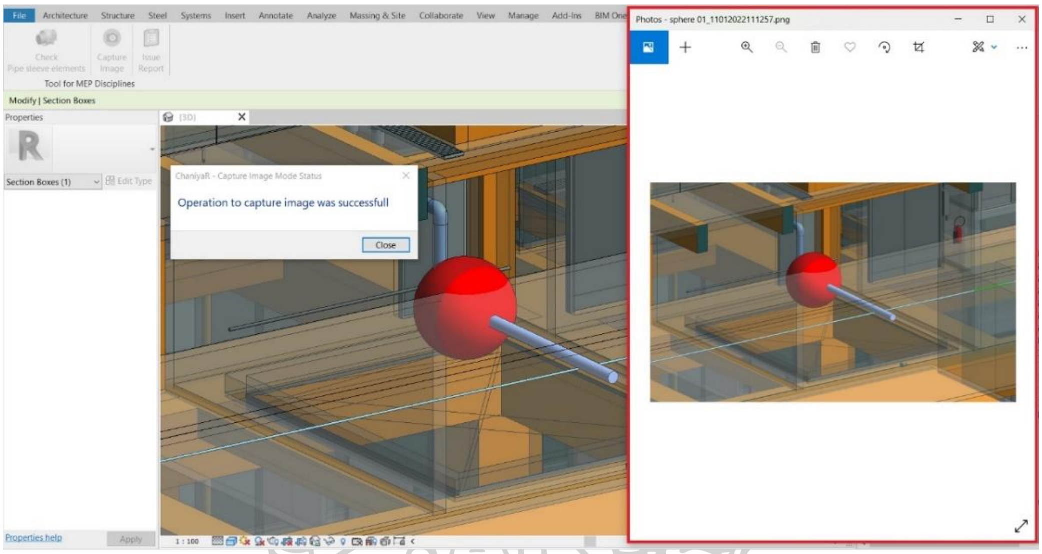
4.4.2 การใช้งานปุ่ม Capture Image จะได้ผลดังนี้

มีแถบหน้าต่างปรากฏขึ้นมาให้ตั้งชื่อของภาพที่ต้องการ



ภาพที่ 122 ตัวอย่างภาพที่ 1 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Capture Image

เมื่อโปรแกรมเสริมทำการบันทึกภาพเสร็จสิ้น จะปรากฏเป็นภาพในมุมมองที่เราต้องการ โดยไฟล์ภาพจะเป็นสกุล (.PNG)



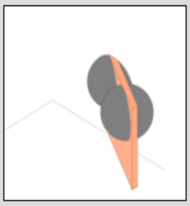
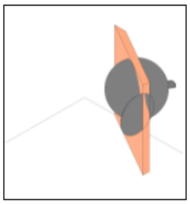
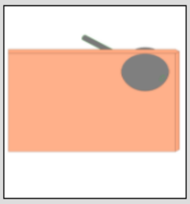
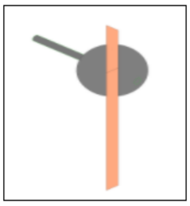
ภาพที่ 123 ตัวอย่างภาพที่ 2 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Capture Image

4.4.3 การใช้งานปุ่ม Issue Report จะได้ผลดังนี้

1)โปรแกรมจะแสดงผลรายงานในรูปแบบของ HTML ไฟล์ โดยที่อยู่ของไฟล์จะอยู่ที่ C:/User/ชื่อผู้ใช้งาน/AppData/Roaming/Autodesk/Revit/Addins/2020(Versionของโปรแกรมเรวิท)/Resources/ชื่อไฟล์งาน.html

2) โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างแจ้งเตือนว่าทำการสร้างรายงานสำเร็จแล้วดังภาพที่ 125

HTML Issue Report Table

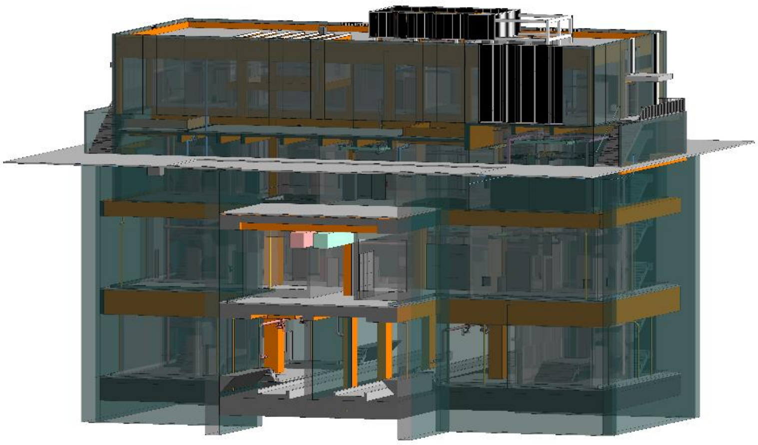
Image	Image Name	Level	Gridline	Pipe Size	Pipe Id	Pipe System	Wall Id	Wall Type
	AE_Sphere-ID-973621-25012022-084252	Level 1	3-A	ø200	930314	Hydronic Supply	370738	Generic - 200mm - Case Study
	AE_Sphere-ID-973647-25012022-084253	Level 1	3-A	ø200	930824	Hydronic Supply	370738	Generic - 200mm - Case Study
	AE_Sphere-ID-973656-25012022-084253	Level 1	4-D	ø150	935055	Sanitary	371790	Generic - 200mm - Case Study
	AE_Sphere-ID-973657-25012022-084254	Level 1	5-D	ø150	935057	Sanitary	371791	Generic - 200mm - Case Study

ภาพที่ 124 ตัวอย่างภาพที่ 1 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Issue Report

ภาพที่ 125 ตัวอย่างภาพที่ 2 ผลลัพธ์จากการใช้งานปุ่ม Issue Report

4.5 การเปรียบเทียบระหว่างการทำงานวิธีเดิมกับการทำงานด้วยโปรแกรมเสริมกับไฟล์งานจริง

ผู้ศึกษาทำการทดลองการทำงานด้วยวิธีเดิม คือการวางสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงกระบอก (Sleeve) ด้วยมือกับงานระบบสุขาภิบาลที่มีไฟล์ขนาดใหญ่ประมาณ 17,472 กิโลไบต์ (KB) รวมกับไฟล์อื่นๆที่มีขนาดประมาณ 117,328 กิโลไบต์ (KB) โดยงานที่ทำการลิ้งค์ (Link) เข้ามาคืองานระบบดับเพลิงและงานทางสถาปัตยกรรม มีพื้นที่อาคาร 6 ชั้น (โครงการรถไฟฟ้าใต้ดินสายสีส้มตะวันออก)



ภาพที่ 126 โมเดลงานอาคารจริง (โครงการรถไฟฟ้าใต้ดินสายสีส้มตะวันออก)

ผลการทดลองการทำงานด้วยวิธีเดิมใช้เวลาทำชั้นล่างสุด (BASE SLAB LEVEL) 15 นาที เนื่องจากมีงานน้อยกว่าชั้นบน ชั้นB3 ใช้เวลา 45 นาที ชั้น B2 ใช้เวลา 68 นาที ชั้น B1 ใช้เวลา 95 นาที ชั้นเสมอพื้นดิน (EGRESS LEVEL) ใช้เวลา 110 นาที และชั้น (LOWER ROOF SLAB LEVEL)ใช้เวลา 15 นาที เนื่องจากมีงานด้านบนอาคารน้อยกว่าฉันก่อนหน้า รวมแล้วใช้เวลาในการทำงานทั้งสิ้น 348 นาที หรือ 5 ชั่วโมง 48 นาที ต่อ 1 สถานีชาร์ป หากมีจำนวนงานที่มากกว่านี้ใน 1 สถานี จะใช้เวลามากขึ้นตามลำดับ

ผลการทดลองการทำงานด้วยโปรแกรมเสริมเพื่อการวางตำแหน่งช่องเปิดบนผนังอัตโนมัตินั้น ใช้ไฟล์งานเดียวกันในการทดลองซึ่งใช้เวลาในการทำงานของโปรแกรมรวมทั้งสถานีทั้งสิ้นเป็นเวลา 15 นาที ทำให้การทำงานด้วยโปรแกรมเสริมมีความรวดเร็วกว่า 333 นาที หรือ 5 ชั่วโมง 33 นาที คิดเป็นความเร็ว 23.2 เท่าของการทำงานปกติ

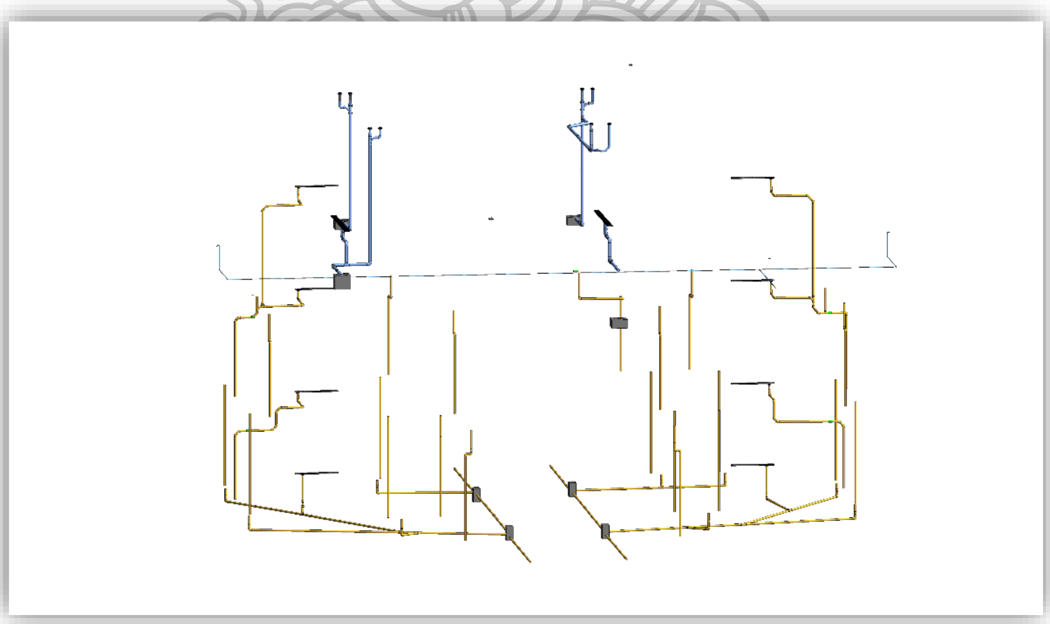
ลักษณะการทำงาน	ระยะเวลาทั้งสิ้น	เฉลี่ย 6 ชั้น ชั้นละ
วิธีเดิม (ด้วยมือ)	348 นาที	58 นาที
วิธีใช้โปรแกรมเสริม	15 นาที	2.5 นาที
รวมเวลาในการทำงานด้วยโปรแกรมเสริมเร็วกว่าวิธีเดิม 333 นาที หรือ 5 ชั่วโมง 33 นาที คิดเป็น 23.2 เท่า ของเวลาการทำงานทั้งหมด		

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบระหว่างการทำงานวิธีเดิมกับการทำงานด้วยโปรแกรมเสริม

4.6 ลักษณะไฟล์งานที่ส่งออกไปให้กับด้านสถาปัตยกรรม

4.6.1 ลักษณะไฟล์งานออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit)

ที่มีตำแหน่งของสัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) อยู่บนไฟล์งานระบบที่ผู้ใช้งานได้ทำการใส่ไว้ทั้งงานระบบสุขาภิบาลและงานระบบดับเพลิง ซึ่งด้านงานทางสถาปัตยกรรมสามารถกดโหลดลิ้งค์ (Link) ได้ตามปกติที่ใช้งาน แล้วทำการกดปุ่มซิงโครไนส์ (Synchronize) เพื่อเป็นการเรียกข้อมูลปัจจุบันมาดู และทำการแก้ไขงานได้ต่อไป



ภาพที่ 127 ตัวอย่างภาพงานระบบสุขาภิบาลที่ให้ทางสถาปัตยกรรมทำการลิ้งค์เข้าไปใช้งาน

4.6.2 ลักษณะไฟล์งาน HTML ซึ่งก็คือรายงาน (Report)

ที่ได้จากการใช้โปรแกรมเสริมในปุ่มที่ 3 เพื่อให้บอกตำแหน่งหรือจุดที่ไม่สามารถวางสัญลักษณ์ช่องเปิดได้ตามคาดการณ์ จึงต้องมีรายงานฉบับนี้ด้วย ภายในจะมีหัวข้อเช่น รหัสประจำผนัง (Wall ID), กริดไลน์ (Grid Line) เพื่อให้งานทางสถาปัตยกรรมทำการแก้ไขได้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น

4.7 สรุปบทสัมภาษณ์การทดสอบใช้งานโปรแกรมเสริมและข้อเสนอแนะ

รายชื่อผู้ที่ได้รับการสัมภาษณ์และทดสอบโปรแกรมเสริม

ชื่อ-นามสกุล	ตำแหน่ง	สถานที่ทำงาน
คุณวิภาวรรณ ราชแก้ว	นักเขียนแบบจำลอง (Modeler)	บริษัท ไทยคาจิมา จำกัด (Thai kajima)
คุณทิฆัมพร ศรีกรุงพลี	สถาปนิก (BIM Architect)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
คุณภาณุพณ จารุจำรูญ	ผู้เชี่ยวชาญเขียนแบบจำลอง (Professional Modeler)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
คุณจิรายุทธ กิจกล้า	ผู้เชี่ยวชาญเขียนแบบจำลอง (Professional Modeler)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
คุณหัสนัย ช่วยพิมาย	ผู้เชี่ยวชาญเขียนแบบจำลอง (Professional Modeler)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
คุณจักรกฤษณ์ งามสง่า	วิศวกรเครื่องกล (Mechanical Engineer)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
คุณพันธกานต์ แสนสุข	ผู้เชี่ยวชาญเขียนแบบจำลอง (Professional Modeler)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
คุณบรรพต มงคลสกุลกิจ	วิศวกรออกแบบ (Design Engineer)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด
คุณชลธี เอื้อเมธิยางกูล	วิศวกรออกแบบ (Design Engineer)	ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเมนท์ จำกัด (มหาชน)
คุณวรัญญ ทองขาว	หัวหน้าวิศวกรออกแบบ (Chief Design Engineer)	บริษัท วิศวกรรมธรณีและฐานราก จำกัด

ภาพที่ 128 รายชื่อผู้ที่ได้รับการสัมภาษณ์และทดสอบโปรแกรมเสริม

<u>**ผู้ทดสอบโปรแกรมเสริม**</u>

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 1

คุณวิภาวรรณ ราชแก้ว ซึ่งท่านเป็นนักเขียนแบบจำลอง (Modeler) เป็นผู้ที่ทำงานด้านการใช้โปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ โดยตรง มีส่วนร่วมเกี่ยวกับงานด้านงานระบบและงานทางสถาปัตยกรรม มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มากกว่า 5 ปี

ผลการตอบรับจากการทดสอบการใช้โปรแกรมเสริม

โดยรวมโปรแกรมเสริมนั้นมีการใช้งานที่สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีประโยชน์ต่อการทำงานค่อนข้างมาก ช่วยลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนได้ดี ผลลัพธ์การใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดค่อนข้างแม่นยำ ผลรายงานชัดเจน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ข้อเสนอแนะ

หากสามารถเพิ่มฟังก์ชั่นการส่งออกรายงาน (Export Issue) เป็นรูปแบบของไฟล์ประเภทเอ็กเซล (Excel) ได้ด้วยก็จะดียิ่งขึ้น

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 2

คุณทิฆัมพร ศรีกรุงพลี ซึ่งท่านเป็นสถาปนิกผู้ออกแบบ และ ยังเป็นนักเขียนแบบจำลองฝั่งงานสถาปัตยกรรม (BIM Architect) เป็นผู้ที่ทำงานด้านการใช้โปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ โดยตรง มีส่วนร่วมเกี่ยวกับงานทางสถาปัตยกรรม งานโครงสร้าง และประสานงานที่เกี่ยวข้องด้าน BIM มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มากกว่า 5 ปี

ผลการตอบรับจากการทดสอบการใช้โปรแกรมเสริม

โดยรวมโปรแกรมเสริมนั้นมีหน้าตาของแถบเมนู และปุ่มกด (User Interface) ที่ใช้งานง่าย ทำให้เข้าใจและเรียนรู้ได้ในเวลาอันรวดเร็ว การใช้งานที่สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น มีประโยชน์ต่อการนำข้อมูลไปใช้งานได้ต่อ

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 3

คุณภาณุพณ จารุจำรูญ ซึ่งท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเขียนแบบจำลอง (Professional Modeler) เป็นผู้ที่ทำงานด้านการใช้โปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ โดยตรง มีส่วนร่วมเกี่ยวกับงานด้านงานระบบ มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มากกว่า 5 ปี

ผลการตอบรับจากการทดสอบการใช้โปรแกรมเสริม

โดยรวมโปรแกรมเสริมนั้นมีการใช้งานที่สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีประโยชน์ต่อการทำงานมาก ช่วยลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนได้ดี การสรุปผลรายงานที่ออกมาค่อนข้างสะดวก มีข้อมูลเพียงพอที่จะนำไปแก้ไขต่อได้

ข้อเสนอแนะ

หากส่วนของการระบุชื่อระบบของท่อ (System Pipe) เปลี่ยนจากชื่อย่อเป็นชื่อเต็มได้ก็จะทำให้เข้าใจง่ายขึ้น

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 4

คุณจิรายุทธ กิจกล้า ซึ่งท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเขียนแบบจำลอง (Professional Modeler) เป็นผู้ที่ทำงานด้านการใช้โปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ โดยตรง มีส่วนร่วมเกี่ยวกับงานด้านงานระบบ มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มากกว่า 5 ปี

ผลการตอบรับจากการทดสอบการใช้โปรแกรมเสริม

โดยรวมโปรแกรมเสริมนั้นมีการใช้งานที่สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีประโยชน์ต่อการทำงานมาก ช่วยลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนได้ดี

ข้อเสนอแนะ

หากเพิ่มเติมการแสดงค่าระดับความสูงจากพื้นถึงท้องของสัญลักษณ์ช่องเปิด (Bottom of sleeve) ด้วย ก็จะสามารถนำค่านี้ไปใช้งานต่อได้อีกด้วย

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 5

คุณหัสนัย ช่วยพิมาย ซึ่งท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเขียนแบบจำลอง (Professional Modeler) เป็นผู้ที่ทำงานด้านการใช้โปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ โดยตรง มีส่วนร่วมเกี่ยวกับงานด้านงานระบบ และเป็นผู้ประสานงานที่เกี่ยวข้องกับ BIM มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มากกว่า 5 ปี

ผลการตอบรับจากการทดสอบการใช้โปรแกรมเสริม

โดยรวมโปรแกรมเสริมนั้นมีการใช้งานที่สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีประโยชน์ต่อการทำงานในระดับปานกลาง ช่วยลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนได้ดี ขั้นตอนการใช้งานของแถบเมนูและปุ่ม (User Interface) อยู่ในระดับดีมากไม่ซับซ้อน

ข้อเสนอแนะ

1. หากมีทางเลือกเพิ่มในการใช้งานว่าจะให้มีการใส่สัญลักษณ์โดยอัตโนมัติ (Automatic update sleeve) หรือจะเลือกแบบใส่สัญลักษณ์เองด้วยมือ (Manual) ได้ก็จะดีมากยิ่งขึ้น เนื่องจากในบางพื้นที่ไม่ต้องการให้เปลี่ยนแปลง

2. หากมีการอัพเดท (Update) งานบางส่วน อีกบางส่วนยังคงเป็นตำแหน่งเดิม จึงต้องการให้สัญลักษณ์ช่องเปิดนั้นเป็นเลขรหัสเดิม (ID) เพื่อประโยชน์ในกระบวนการทำงานต่อจากนี้
3. หากมีการรายงานผลจุดที่สัญลักษณ์ช่องเปิดมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งใหม่ด้วย ก็จะดีมากยิ่งขึ้น

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 6

คุณจักรกฤษณ์ งามสง่า ซึ่งท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเขียนแบบจำลอง (Professional Modeler) เป็นผู้ที่ทำงานด้านการใช้โปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ โดยตรง มีส่วนร่วมเกี่ยวกับงานด้านงานระบบ มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มากกว่า 5 ปี

ผลการตอบรับจากการทดสอบการใช้โปรแกรมเสริม

โดยรวมลักษณะหน้าตาของปุ่มกดของเครื่องมือเสริม ขั้นตอนการใช้งาน ผลลัพธ์ของการใช้งาน การแจ้งเตือน และการแก้ไข สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น ช่วยให้งานเสร็จได้รวดเร็วขึ้นมาก ลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนได้ดี ช่วยค้นหาจุดที่มองยากได้ง่ายขึ้น

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 7

คุณพันธกานต์ แสนสุข ซึ่งท่านเป็นนักเขียนแบบจำลอง (Modeler) เป็นผู้ที่ทำงานด้านการใช้โปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ โดยตรง มีส่วนร่วมเกี่ยวกับงานด้านงานระบบ มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มากกว่า 5 ปี

ผลการตอบรับจากการทดสอบการใช้โปรแกรมเสริม

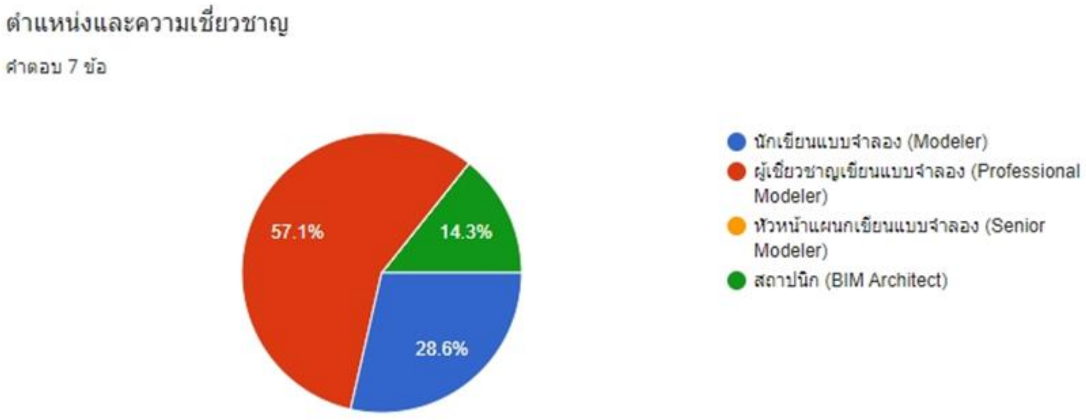
ทำงานได้จริง โดยรวมลักษณะของปุ่มกดและชื่อของปุ่มกดบนเครื่องมือเสริม ขั้นตอนการใช้งาน ผลลัพธ์ของการใช้งาน การแจ้งเตือน และการแก้ไข สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น ช่วยให้งานเสร็จได้รวดเร็วขึ้นมาก ลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนได้ดี ช่วยค้นหาจุดที่มองยากได้ง่ายขึ้น

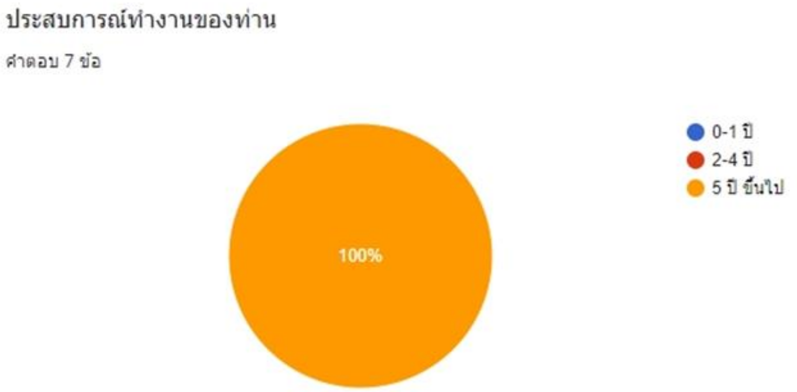
โดยมีผลสรุปจากกราฟแสดงผลของการสอบถามจากผู้ใช้งานจริงในการทดสอบโปรแกรมเสริมทั้ง 7 ท่าน ดังนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

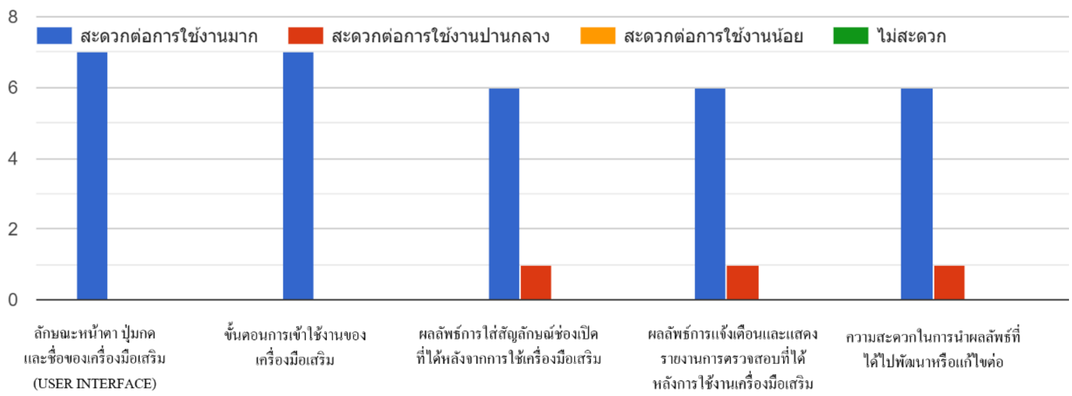
5.2.3 การทำตามเงื่อนไข 25 ข้อ

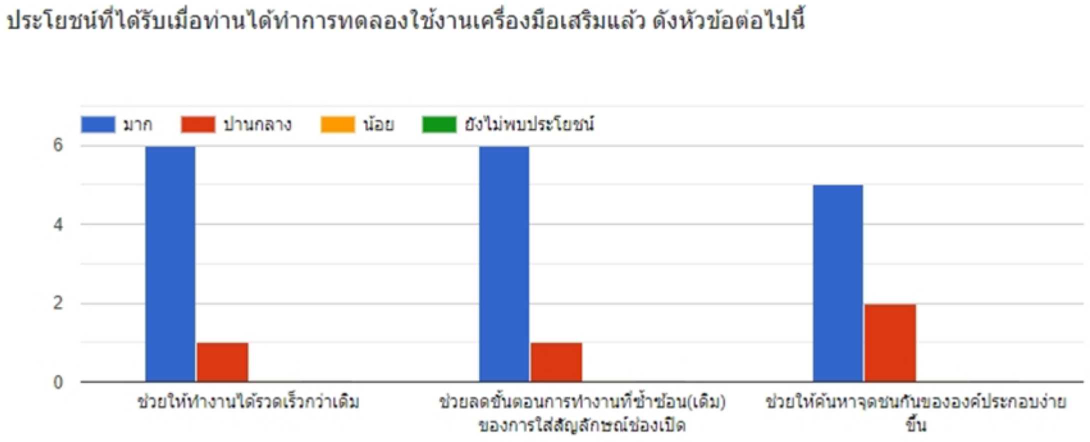
ที่เป็นการทดสอบโปรแกรมเสริมว่าสามารถใช้งานได้ครอบคลุมปัญหาการเปลี่ยนแปลงของโมเดลได้ครบทุกรูปแบบที่กำหนดไว้หรือไม่ จึงค่อนข้างใช้เวลานาน





ความพึงพอใจเมื่อท่านได้ทำการทดลองใช้งานเครื่องมือเสริมแล้ว ดังหัวข้อต่อไปนี้





สรุปได้ว่าผู้ทำการทดสอบโปรแกรมเสริมทั้งหมด 7 ท่าน เป็นผู้ใช้งานโปรแกรมออโต้เดสเรวิท (Autodesk Revit)โดยตรง ที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 5 ปีขึ้นไป มีความพึงพอใจและได้รับประโยชน์จากการใช้งานในระดับค่อนข้างมาก

<u>ผู้วิเคราะห์รูปแบบรายงาน</u>

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 8

คุณบรรพต มงคลสกุลกิจ ซึ่งท่านเป็นวิศวกรออกแบบ (Design Engineer) เป็นผู้เชี่ยวชาญการออกแบบงานระบบ (MEP) โดยท่านไม่ได้ใช้งานโปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ โดยตรง แต่ท่านมีการประสานงานที่เกี่ยวข้องกับงาน BIM และเป็นผู้ออกแบบเพื่อส่งมอบงานต่อให้กับนักออกแบบจำลอง (Modeler) เป็นผู้สร้างแบบงาน 3 มิติต่อไปท่านจึงเป็นผู้ตรวจสอบงานโดยตรงและเป็นผู้รับรายงานการเกิดปัญหาเพื่อการวิเคราะห์งานและแสดงความคิดเห็นต่องานดังกล่าว มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มากกว่า 10 ปี

ผลการตอบรับจากการวิเคราะห์รายงานจากโปรแกรมเสริม

โดยรวมรูปแบบรายงานมีความครบถ้วนเพียงพอในระดับปานกลางต่อการนำไปพิจารณา เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มองได้ชัดเจน ทำงานได้รวดเร็วขึ้น ช่วยให้ผู้ออกแบบรับทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับปานกลางและส่งต่อให้ฝ่ายอื่นๆได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

หากเครื่องมือเสริมสามารถระบุรายละเอียดของปัญหารวมถึงแนวทางแก้ไขด้วยก็จะสามารถช่วยการทำงานให้รวดเร็วมากขึ้น

ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 9

คุณชลธี เอื้อเมธิยางกูล ซึ่งท่านเป็นวิศวกรออกแบบ (Design Engineer) เป็นผู้เชี่ยวชาญการออกแบบงานระบบ (MEP) โดยท่านไม่ได้ใช้งานโปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ โดยตรง แต่ท่านมีการประสานงานที่เกี่ยวข้องกับงาน BIM และเป็นผู้ออกแบบเพื่อส่งมอบงานต่อให้กับนักออกแบบจำลอง (Modeler) เป็นผู้สร้างแบบงาน 3 มิติต่อไป ท่านจึงเป็นผู้ตรวจสอบงานโดยตรงและเป็นผู้รับรายงานการเกิดปัญหาเพื่อการวิเคราะห์งานและแสดงความคิดเห็นต่องานดังกล่าว มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มากกว่า 10 ปี

ผลการตอบรับจากการวิเคราะห์รายงานจากโปรแกรมเสริม

โดยรวมรูปแบบรายงานมีความครบถ้วนเพียงพอต่อการนำไปพิจารณา เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มองได้ชัดเจน ช่วยให้ผู้ออกแบบรับทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและส่งต่อให้ฝ่ายอื่นๆได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

หากเพิ่มเติมส่วนการแสดงผลควรจำแนกประเภทของปัญหาเพิ่มเติม นอกเหนือจากภาพเพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถวิเคราะห์เบื้องต้นได้ว่า ปัญหาที่เกิดขึ้น เป็นปัญหาใหญ่ (Major) ขนาดกลาง (Moderate) หรือขนาดเล็ก (Minor)

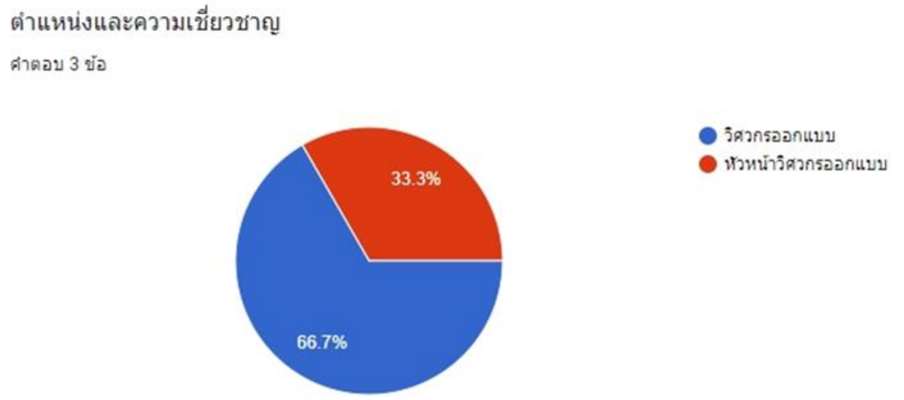
ข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องคนที่ 10

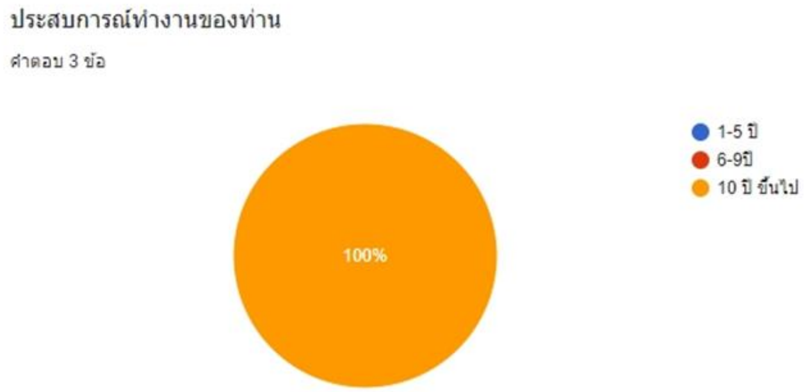
คุณวรัญญู ทองขาว ซึ่งท่านเป็นหัวหน้าวิศวกรออกแบบ (Chief Design Engineer) เป็นผู้เชี่ยวชาญการออกแบบงานระบบ (MEP) โดยท่านไม่ได้ใช้งานโปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ โดยตรง แต่ท่านมีการประสานงานที่เกี่ยวข้องกับงาน BIM และท่านเป็นที่ปรึกษาให้กับผู้ออกแบบเพื่อส่งมอบงานต่อให้กับนักออกแบบจำลอง (Modeler) เป็นผู้สร้างแบบงาน 3 มิติต่อไป ท่านจึงเป็นผู้ตรวจสอบงานโดยตรงและเป็นผู้รับรายงานการเกิดปัญหาเพื่อการวิเคราะห์งานและแสดงความคิดเห็นต่องานดังกล่าว มีประสบการณ์ทำงานด้านนี้มากกว่า 10 ปี

ผลการตอบรับจากการวิเคราะห์รายงานจากโปรแกรมเสริม

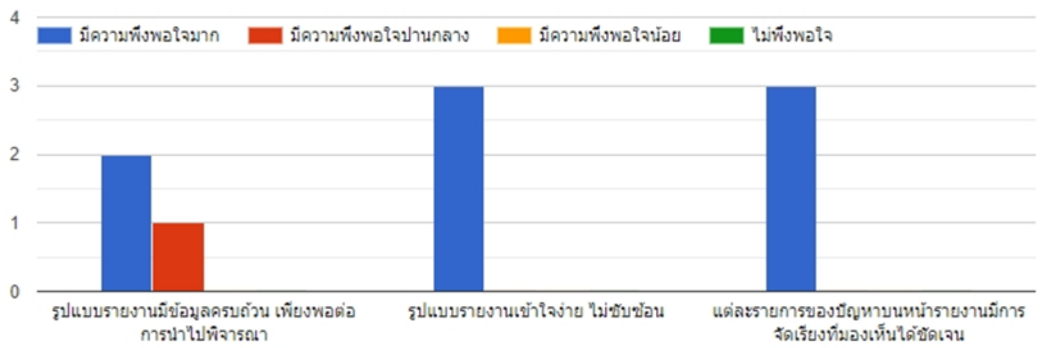
โดยรวมรูปแบบรายงานมีความครบถ้วนเพียงพอต่อการนำไปพิจารณา เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มองได้ชัดเจน ทำงานได้รวดเร็วขึ้น ช่วยให้ผู้ออกแบบรับทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและส่งต่อให้ฝ่ายอื่นๆได้สะดวกมากยิ่งขึ้นซึ่งพึ่งพอใจในรูปแบบรายงาน

โดยมีผลสรุปจากกราฟแสดงผลของการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เกี่ยวกับรูปแบบรายงาน ดังนี้

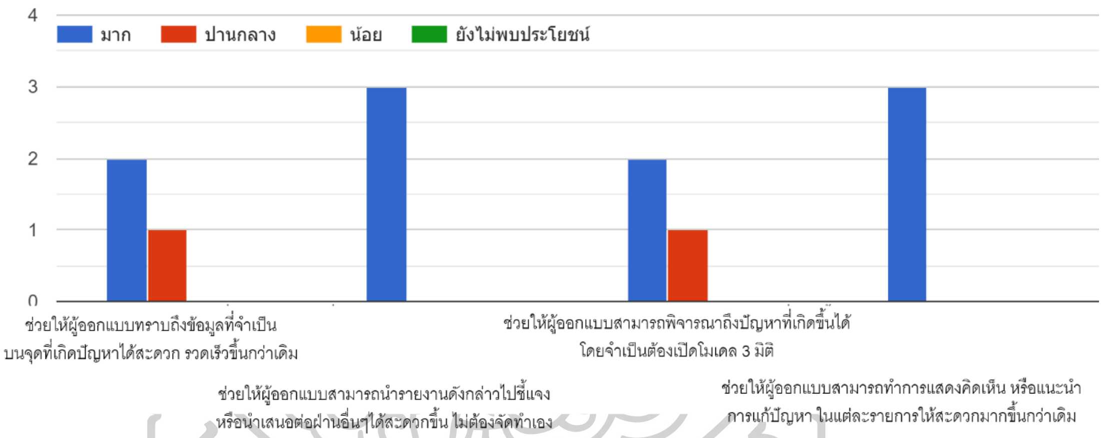




ความพึงพอใจเมื่อท่านได้รับตัวอย่างของรายงาน(Report)จากเครื่องมือเสริม



ประโยชน์ที่ได้รับเมื่อท่านได้รับตัวอย่างรายงานจากเครื่องมือเสริมแล้ว ดังหัวข้อต่อไปนี้



สรุปได้ว่าผู้ทำการวิเคราะห์รูปแบบของรายงานทั้งหมด 3 ท่าน เป็นผู้รับแบบรายงาน (ผู้ออกแบบงานระบบ) โดยตรง ที่มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 10 ปีขึ้นไป มีความพึงพอใจและได้รับประโยชน์ในระดับค่อนข้างมากจากการได้รับผลรายงานตัวอย่าง

บทที่ 5

สรุปผลการพัฒนาและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาโปรแกรมเสริมเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น การช่วยลดขั้นตอนในการทำงานให้สั้นลง ลดระยะเวลาในการทำงาน ลดปัญหาความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้างจริงนั้น ได้ทำการสร้างโปรแกรมเสริมและให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีหน้าที่หลักในการเขียนโมเดล3มิติ(3D Model) ทำการทดลองใช้งานจึงมีผลสรุปและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 ผลสรุปความสามารถของโปรแกรมเสริม

ความสามารถของโปรแกรมเสริมแบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

5.1.1 ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดล สามารถตรวจสอบหาจุดชนกันของโมเดลท่อจากงานระบบ และโมเดลผนังของงานทางสถาปัตยกรรมได้พร้อมกันทีละหลายจุด

5.1.2 ด้านการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) ที่เป็นแฟมิลี่ (Family) เพื่อการบอกตำแหน่งจุดเจาะของผนัง และสามารถใส่พร้อมกันได้หลายๆจุดภายใต้เงื่อนไขการใส่ 25 ข้อ

5.1.3 ด้านการรายงานผลกรณีไม่เข้าเงื่อนไข และอาจเกิดข้อสงสัยในการใส่สัญลักษณ์ช่องเปิดทรงกระบอก (Sleeve) จึงได้แจ้งเตือน (Warning) ในรูปแบบของสัญลักษณ์ทรงกลม (Sphere) พร้อมกับแสดงสีแดงเพื่อการมองเห็นปัญหาตรงจุดนั้นอย่างง่ายดาย ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลนี้ไปจัดทำรายงานเพื่อส่งต่อไปยังผู้ออกแบบ (Designer) พิจารณาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

จากการทดลองใช้งานโปรแกรมเสริมกับงานจริง และผลการทำแบบสอบถามพบว่าโปรแกรมเสริมสามารถใช้งานได้จริง ทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจและได้รับประโยชน์จากการใช้งานในระดับค่อนข้างมาก

5.2 อุปสรรคและปัญหา

อุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาโปรแกรมเสริม

5.2.1 เป็นช่วงแรกของการเริ่มดึงค่าต่างๆที่ต้องการนำมาใช้จากไฟล์งานหลัก และไฟล์ลิ้งค์งาน (Link File) โดยส่วนใหญ่จะค่อนข้างซับซ้อนในส่วนของไฟล์ลิ้งค์งาน (Link File) เพราะโปรแกรมเสริมจะต้องดึงค่าจากตัวไฟล์ จากนั้นจึงดึงค่าประเภท (Type)ของ อิลิเมนต์ (Element) นั้นๆออกมาก่อนจึงจะเข้าไปดึงค่าตัวอิลิเมนต์ (Element) ที่เราต้องการจริงๆออกมาได้

5.2.2 การหาค่าจุดชนกัน (Intersection Point) เนื่องจากการหาค่าจุดตัดจากในไฟล์งานเดียวกัน และจากไฟล์งานที่ทำการลิ้งค์ (Link) เข้ามามีขั้นตอนบางส่วนที่แตกต่างกันอยู่จึงต้องใช้เวลาสักระยะหนึ่งในการแก้ไขและปรับเปลี่ยนเพื่อให้หาค่าออกมาได้ตรง อีกทั้งต้องทำการปรับหน่วยของโปรแกรมที่จากเดิมเป็นหน่วยฟุตให้เป็นหน่วยมิลลิเมตรเนื่องจากในการวัดค่าจริงใช้เป็นหน่วยมิลลิเมตร เป็นสาเหตุที่ช่วงแรกทำการทดสอบหาจุดที่ชนกันแล้วยังมีค่าที่แตกต่างและไม่ตรงกัน

5.3 แนวทางการพัฒนาโปรแกรมเสริมในอนาคต (Future extension)

เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมเสริมในครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตในการสร้างสัญลักษณ์ช่องเปิดประเภทเดียวคือแบบทรงกระบอก (Sleeve) เพื่อนำไปใช้กับงานระบบสุขาภิบาลและระบบดับเพลิง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นลักษณะงานที่ใช้ท่อทั้งสิ้นจึงเริ่มจากการพัฒนาสิ่งนี้

หลังจากพัฒนาโปรแกรมเสริมครั้งนี้ ได้ทำการทดสอบการใช้งานโปรแกรมเสริมและได้รับการแสดงความคิดเห็นจากทั้งผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและผู้ทดลองใช้โปรแกรมจริงพบว่าโปรแกรมเสริมยังสามารถพัฒนาเพิ่มได้อีก ดังต่อไปนี้

1. การบอกระดับของใต้ท้องท่อ (Bottom of pipe) โดยอัตโนมัติบนหน้ารายงาน (Report) เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติม
2. การแยกประเด็นของปัญหาตามความสำคัญ เพื่อเป็นประโยชน์ในการลำดับแก้ไขปัญหาก่อนและหลังบนหน้ารายงาน (Report)
3. แนวทางการสร้างสัญลักษณ์ช่องเปิดแบบทรงสี่เหลี่ยม (Block Out) เพื่อให้สามารถขยายขอบเขตการทำงานเพิ่มขึ้น โดยให้สามารถใช้กับงานระบบอื่นๆได้ เช่น งานระบบปรับอากาศ ที่มีลักษณะงานเป็นการใช้ดัก (Duct) ซึ่งเป็นทรงสี่เหลี่ยมและสามารถใช้งานสำหรับท่อที่มีจำนวนมากๆเรียงกันหรือไม่เรียงกันมารวมกันในช่องเดียวเพื่อการวางสัญลักษณ์ช่องเปิดขนาดใหญ่
4. การเพิ่มสัญลักษณ์แสดงสถานะ (Flag) ของรายการจุดชุดกันในแต่ละรายการว่ามีการแก้ไขแล้วหรือยังไม่แก้ไข เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่าต้องทำการแก้ไขต่อในจุดใด

จากทั้ง 4 ข้อ ที่กล่าวมานั้นคาดว่าหากสามารถพัฒนาต่อไปได้จะเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อยต่อผู้ใช้งานโปรแกรมเสริมและผู้รับรายงาน จึงนำมาสู่แนวทางการพัฒนาโปรแกรมเสริมในอนาคต

ภาคผนวก ก

ระบบงานสุขาภิบาล

โดยจากการศึกษาข้อมูลพบว่า ระบบสุขาภิบาล สามารถแบ่งออกได้ 7 ระบบหลัก เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจำแนกประเภทของท่อและแบ่งตามระบบของท่อในการเขียนโมเดล 3 มิติ เพื่อให้โมเดล 3 มิติ มีความแตกต่างและมองได้ง่าย ซึ่งมีระบบต่างๆดังนี้

1) ระบบน้ำดีหรือน้ำประปา (Cold water pipe system) เพื่อใช้ในการอุปโภคและบริโภค ท่อไม่มีความลัดชัน

2) ระบบระบายน้ำเสีย (Soil pipe system) ที่นำน้ำเสียจากโถสุขภัณฑ์ ระบายสู่แหล่งบำบัดน้ำก่อนออกสู่ธรรมชาติ ท่อมีความลาดชัน

3) ระบบระบายน้ำทิ้ง (Waste pipe system) เป็นระบบท่อที่นำน้ำเสีย นำสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก่อนระบายออกสู่ภายนอกอาคาร ท่อมีความลาดชัน

4) ระบบบำบัดน้ำเสีย (Water treatment system) เป็นการบำบัดน้ำโดยทำให้นำมีค่าตามมาตรฐานก่อนสู่ธรรมชาติ ท่อมีความลาดชัน

5) ระบบท่อระบายอากาศ (Vent pipe system) คือท่ออากาศ หากเป็นงานใต้ดินมักจะมีความลาดชัน 1:200

6) ระบบท่อระบายน้ำฝน (Rain drainage pipe system) เพื่อใช้ระบายน้ำฝน ท่อมีความลาดชัน

7) ระบบระบายน้ำภายนอกอาคาร (Building sewer system) ท่อมีความลาดชัน

ซึ่งนอกจากจะมีชื่อเรียกและระบบของท่อที่แตกต่างกันแล้ว ลักษณะการเขียนท่อ, การใส่ความลาดชัน (Slope), และขนาดของท่อก็แตกต่างกัน มีทั้งท่อที่อยู่เหนือฝ้าเพดาน, อยู่ใต้พื้นและบนพื้นของชั้นนั้น ๆ ดังนั้นการรู้จักประเภทของท่อและและหน้าที่ของท่อต่าง ๆ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้งานที่ออกมาถูกต้องตามท่อจริง

(นิพนธ์_ลักขณาอดิศร, 2016) และ (เอกราช_อาจวิจิตร, 2015)

ระบบงานดับเพลิง

โดยสรุปแล้วท่อของงานระบบดับเพลิงจะเป็นการเขียนโมเดลท่อที่ไม่มีความลัดชัน (Slope) เนื่องจากท่อของงานระบบดับเพลิงเป็นท่อที่ต้องใช้แรงดันน้ำ และใช้ในกรณีฉุกเฉินเท่านั้น

ท่อระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัยภายในอาคารมาการใช้งานอยู่ 2 ประเภทดังนี้

- ระบบท่อแนวตั้ง (Riser) และตู้หัวฉีดดับเพลิง

แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือระบบท่อเปียกโดยอัตโนมัติ (Automatic wet) และระบบท่อเปียกควบคุมด้วยมือ (Manual wet) และจำเป็นต้องเป็นท่อเหล็กผิวเรียบ ทาสีแดง (ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 33) และได้มาตรฐาน ASTM, JIS และ BS เท่านั้น จึงจะใช้งานได้

- ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ ระบบท่อเปียก (Wet pipe system) และระบบท่อแห้ง (Dry pipe system) โดยมีหลักเกณฑ์เดียวกับระบบท่อแนวตั้ง (Riser)

ท่อระบบงานดับเพลิงแต่ละประเภทมีการขนาดที่แตกต่างกันตามระยะการติดตั้งและประเภทของท่อ แต่สิ่งที่เหมือนกันคือสีของท่อจึงทำให้ผู้ใช้งานนำข้อมูลเหล่านี้ไปประกอบการเขียนโมเดลและการตั้งค่าได้ถูกต้องตามท่อจริง

(บริษัทคอทโก้เมททอลเวอร์สจำกัด, 2020)

คู่มือการตั้งค่าสีของท่อของงานระบบสุขาภิบาล และงานระบบดับเพลิง

ผู้ใช้งานสามารถนำการตั้งค่าสีต่างๆเหล่านี้เพื่อเป็นแนวทางในการเริ่มต้นใช้งานให้งานแต่ละระบบมีการมองเห็นและแยกแยะได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

Appearance Profiler (Color Code) MRT					
	R	**G**	**B**	**RGB**	
Architect					
Walls	37	75	75		
Fire Protection System					
F_Fire_Protection_Water	255	150	150		
F_Fire_Protection_FSP	255	0	0		
F_Fire_Protection_DSP	120	0	0		
F_Fire_Protection_N2	255	150	150		
Sanitary System					
P_Supply_Pipe	110	190	255		Main Cold Water (Incoming +Transfer)
P_Incoming	110	190	255		
P_Feed_To_Fixtures(by Gravity)	85	180	255		Cold Water Supply (Gravity Feed)
P_Vent	220	180	210		
P_Soil(toilet)	150	100	0		
P_Waste(toilet)	235	250	135		Toilet
P_Waste	240	190	60		Seepage + Kitchen
P_Condensate	160	160	250		
P_Rain_Leader	140	180	255		
P_Hot_Water	255	177	140		ELECTRIC HOT WATER
P_Feed_To_Fixtures(by Pump)	150	250	235		Cold Water Supply (Pumped)
P_Feed_To_Softener(by ECS)	0	250	0		
P_Condensate(pumped)	100	215	205		
P_Seepage(pumped)	200	255	200		Seepage + Tunnel Drain
P_Sewage(pumped)	255	255	205		Soil + Waste From Toilet + Kitchen

**การตั้งชื่อและการตั้งค่าสีเป็นเพียงตัวอย่างการตั้งค่าการใช้งานเบื้องต้นซึ่งเป็นกรณีศึกษา ทั้งนี้การตั้งค่าต่างๆเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน

มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

- Collision Detection in ARCHICAD 21 - Between MEP Elements and the Architectural Model. เข้าถึงเมื่อ 20 มีนาคม 2563 เข้าถึงจาก www.youtube.com/watch?v=r-OzsFADZJg&list=PLIpiTS8qUNx7B7FsUv3y-M1ZoMHaSWWVF&index=2&t=29s
- MRTOrangeLine. (2018). 3D model making illustrations.
- Th-n.decroexpro.com. (2015-2019). Standard.
- ระบบสุขาภิบาลในงานอาคาร. เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2563 เข้าถึงจาก www.stalucon9.com/index.php?mo=3&art=42104822
- หลักเกณฑ์การพิจารณาพื้นที่สำหรับการออกแบบระบบดับเพลิง และป้องกันอัคคีภัยภายในอาคาร. เข้าถึงเมื่อ 26 มีนาคม 2563 เข้าถึงจาก www.wazzadu.com/article/4714
- เอกราช อาจวิจิตร. (2015). "วิธีการบำรุงรักษาและปรับปรุงสภาพงานท่อระบบสุขาภิบาลภายในอาคารเก่า เพื่อให้พร้อมใช้งาน : กรณีศึกษาอาคารสำนักงาน" วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวฌาณิยา รายนานนท์
วัน เดือน ปี เกิด	14 กรกฎาคม 2536
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลกรุงเทพ
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาธุรกิจวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนวิสุทธรังษี จังหวัดกาญจนบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 99/215 หมู่ที่7 หมู่บ้านอณาสิริ บางใหญ่ ซ.27 ตำบลบางแม่นาง อำเภอบางใหญ่ จ.นนทบุรี 11140