



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การลดต้นทุนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง

กรณีศึกษาโครงการ คอนโดลุมพินีเดอะซีเล็คเต็ด (เกษตร-งามวงศ์วาน)

Reducing Cost of Piping Replication in Firefighting Systems, Case Study

Lumpini Condo Project the Select (Kaset-Ngamwongwan)

โดย

นายอรรถพงษ์ อ่อนพลี 5811100012

รายงานเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา สหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

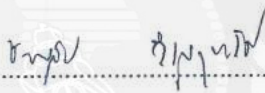
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

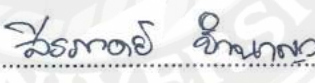
ภาคการศึกษา 3 ปีการศึกษา 2561

หัวข้อโครงการ การลดต้นทุนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง
กรณีศึกษาโครงการ คอนโดลุมพินีเดอะซีเล็คเต็ด (เกษตร-งามวงศ์วาน)
รายชื่อผู้จัดทำ นาย อรรถพงษ์ อ่อนพโล
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 3 / 2561
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย

อนุมัติให้รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชา
วิศวกรรมเครื่องกลคณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีการศึกษาที่ 3 / 2561

คณะกรรมการสอบโครงการ

 อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
(ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย)

 พนักงานที่ปรึกษาโครงการ
(นาย สรีภักย์ ชำนาญवाद)

 กรรมการกลาง
(อาจารย์ ชาณิดา พิทยานนท์)

 ผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(รศ.ดร.มารุจ ลิ้มปะวัฒน์นะ)

ชื่อโครงการ : การลดต้นทุนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง
กรณีศึกษาโครงการ คอนโดลุมพินีเดอะซีเล็คเต็ด (เกษตร-งามวงศ์วาน)

ชื่อนักศึกษา : นาย อรรถพงษ์ อ่อนพลี

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย

ระดับการศึกษา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา : 3/2561

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนด้วยการปรับปรุงกระบวนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง กรณีศึกษาโครงการคอนโดลุมพินีเดอะซีเล็คเต็ด (เกษตร-งามวงศ์วาน) ด้วยวิธีแบบใหม่ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (เนื่องจากบริษัทมีโปรแกรมอยู่แล้ว) โดยทั่วไปการถอดแบบท่อด้วยวิธีแบบเดิม จะใช้วิธีพิมพ์แบบใส่กระดาษแล้วทำการวัดความยาวตามแบบ เมื่อได้ความยาวท่อหนึ่งเส้น จะทำการจดบันทึกไว้ การถอดแบบโดยวิธีนี้มีโอกาสผิดพลาดสูงและเมื่อถอดแบบเสร็จแล้วจะได้ปริมาณท่อกว่าความเป็นจริง เพื่อแก้ปัญหา จึงเป็นที่มาของโครงการนี้ ด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการถอดแบบท่อ ซึ่งมีข้อดี คือ สามารถเขียนแบบได้เป็นแบบสามมิติและยังสามารถถอดปริมาณความยาวท่อที่เขียนไปทั้งหมดในโปรแกรมได้ ความยาวท่อที่ได้จะใกล้เคียงกับการสร้างจริงมากกว่าวิธีแบบเดิม ผลจากการศึกษาเปรียบเทียบ พบว่า การถอดแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ปริมาณท่อที่ตรงตามปริมาณที่ใช้จริง ทำให้ต้นทุนในการสั่งซื้อลดลงและยังได้แบบเป็นสามมิติทำให้ดูแบบแล้วเข้าใจการทำงานง่ายขึ้น ผู้ออกแบบ ช่าง รวมไปถึงลูกค้า สามารถดูแบบแล้วเข้าใจตรงกันและทราบถึงต้นทุนได้จากการถอดแบบ โดยผลที่ได้ คือ สามารถลดต้นทุนวัสดุและแรงงานในการลดต้นทุนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง กรณีศึกษาโครงการ คอนโดลุมพินีเดอะซีเล็คเต็ด (เกษตร-งามวงศ์วาน) 618,131 บาท คิดเป็นร้อยละ 14

คำสำคัญ : การลดต้นทุน , ท่อน้ำดับเพลิง , การถอดแบบ

ผู้ตรวจ

.....

Project Title : Reducing Cost of Piping Replication in Firefighting Systems:
Case Study Lumpini Condo Project the Select (Kaset-Ngamwongwan)
By : Mr. Attapong Ounplee
Project Advisor : Dr. Chanchai Wiroonritichai
Degree : Bachelor of Engineering
Major : Mechanical Engineering
Faculty : Engineering
Semester / Academic Year : 3/2018

Abstract

This project aimed to reduce costs by improving the process of removing the amount of pipes in the firefighting system. This project case study was in Lumpini Condo, the Select (Kaset-Ngamwongwan) with a new method using computer programs (Because the company already has the program). In general, the original method of pipe volume replication would use the paper type printing method, and then measure the length as according to the pattern. When obtaining one pipe length reproduction, it would be noted by this method that there is a high chance of making a mistake. Once the model was finished, it would get more volume than stated. To solve this problem, the aim of this project to use a computer program for pipe replication, has the advantage of being able to draw in three dimensions and can also remove the amount of all pipes length written in the program. The amount of pipe length would be closer to the actual construction than the traditional method. The results of the comparative study shows that the reproduction with a computer program gets the quantity of pipes that corresponds to the actual amount used, causing the cost of purchase to decrease and also being in three dimensions, making it look easier to understand designers and technicians, including customers are able to see and understand and the cost of replication. This can reduce material and labor costs, reduce the cost of pipe modeling in fire protection system cost to 618,131 Baht, which is 14 percent of the total cost.

Keywords: Cost Reduction, Firefighting pipes, Replication

Approved by


กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท อี.ซี.ที. กรุ๊ป ตั้งแต่ วันที่ 1 เมษายน 2562 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2562 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| 1. คุณชนธรณ์ เมล็ดแดง | หัวหน้าแผนกออกแบบและเขียนแบบ (BIM) |
| 2. คุณสิริภักย์ ชำนาญวาด | พนักงานแผนกออกแบบและเขียนแบบ (BIM) |
| 3. คุณวรัณธรา ขาวสอาด | พนักงานแผนกออกแบบและเขียนแบบ (BIM) |
| 4. คุณธิติพงษ์ คำภาบุตร | พนักงานแผนกออกแบบและเขียนแบบ (BIM) |

และบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงานผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจชีวิตการทำงานจริง ซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นายอรรถพงษ์ อ่อนพลี

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 วัสดุท่อน้ำระบบดับเพลิง	3
2.1.1 การติดตั้งท่อน้ำในระบบ	3
2.1.2 วัสดุท่อน้ำดับเพลิงและข้อต่อที่ติดตั้งภายในอาคารและอยู่เหนือระดับพื้นดิน	3
2.1.3 วัสดุท่อน้ำดับเพลิงและข้อต่อที่ติดตั้งฝังอยู่ใต้ดิน	3
2.1.4 ท่อระบายน้ำ	3
2.1.5 หน้าแปลน	4
2.1.6 ปะเก็น	4
2.1.7 หน้าแปลนฉนวน	4
2.1.8 ปลอกท่อลอค	4
2.1.9 แผ่นปิดพื้น ผนัง และเพดาน	4
2.1.10 การต่อท่อ	4
2.1.11 ที่แขวนและรองรับท่อ	5
2.2 วาล์วในระบบดับเพลิง	5
2.3 หัวรับน้ำดับเพลิง	6
2.4 หัวน้ำดับเพลิง	6
2.5 ชนิดถังเก็บน้ำ	6
2.6 การตรวจและทดสอบระบบท่อ	7
2.7 หลักการจ่ายน้ำในระบบดับเพลิง	8

2.7.1 เครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน	8
2.7.2 เครื่องสูบน้ำดับเพลิง	8
2.8 Building Information modeling: BIM	9
2.9 ประโยชน์ของเทคโนโลยี Building Information modeling: BIM	15
2.10 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	16
2.10.1 เรื่อง ถอดปริมาณงานก่อสร้างให้ตรงกับค่าใช้จ่ายจริง	16
2.10.2 เรื่องการประมาณราคาอุปสรรคปัญหาและข้อผิดพลาดในการประมาณราคา	17
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	23
3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์การให้บริการงานขององค์กร	24
3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร	24
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	24
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	25
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	25
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	25
3.7.1 การถอดแบบด้วยวิธีทั่วไป	25
3.7.2 เขียนแบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์	26
3.7.3 ทำการเปรียบเทียบระหว่างถอดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับ วิธีทั่วไป	31
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	32
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ	
4.1 ราคาต่อเหล็กดำ 40 (Black steel pipe: BSP40) ขนาดต่าง ๆ	33
4.2 ราคาข้อต่อต่าง ๆ ของท่อเหล็กดำ 40 (Black steel pipe: BSP40) ขนาดต่าง ๆ	35
4.3 ปริมาณท่อที่ถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่และวิธีแบบเดิม	36
4.4 ปริมาณความแตกต่างของท่อเหล็กดำ 40 (BSP40) ที่ได้จากการถอดแบบ	37
4.5 ขั้นตอนการวัด	38
4.5.1 ขั้นตอนการวัดด้วยวิธีแบบเดิม	38
4.5.2 ขั้นตอนการวัดด้วยวิธีแบบใหม่	39
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลโครงการ	59
5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา	60

บรรณานุกรม

61

ภาคผนวก

62

ประวัติผู้จัดทำ

66



สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	ระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงการ	31
ตารางที่ 4.1	ตารางเปรียบเทียบราคาท่อเหล็กดำ 40 (Black steel pipe: BSP40) ตามขนาด	33
ตารางที่ 4.2	ตารางเปรียบเทียบราคาข้อต่อต่าง ๆ ของท่อเหล็กดำ 40 (BSP40) ตามขนาด	35
ตารางที่ 4.3	ปริมาณท่อที่ถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่และวิธีแบบเดิม	36
ตารางที่ 4.4	ปริมาณความแตกต่างของท่อเหล็กดำ 40 (BSP40) ที่ได้จากการถอดแบบ	37



สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปภาพที่ 2.1	แสดงถังเก็บน้ำไฟเบอร์กลาส	7
รูปภาพที่ 2.2	แสดงปั้มน้ำดับเพลิง (Fire Pump)	9
รูปภาพที่ 2.3	โครงสร้างของ Building Information modeling: BIM	10
รูปภาพที่ 2.4	ภาพโปรแกรม Building Information modeling: BIM	11
รูปภาพที่ 2.5	ภาพโปรแกรม Auto CAD	13
รูปภาพที่ 2.6	ภาพจากการเขียนแบบด้วย Building Information modeling: BIM	14
รูปภาพที่ 3.1	แสดงแผนที่ตั้งบริษัท อี.ซี.ที. กรุ๊ป	23
รูปภาพที่ 3.2	แสดงการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร	24
รูปภาพที่ 3.3	แสดงการถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิม	25
รูปภาพที่ 3.4	แสดงโปรแกรม Autodesk Revit	26
รูปภาพที่ 3.5	แสดงการเปิดไฟล์โครงสร้างและสถาปัตยกรรมเข้ามาในโปรแกรม	27
รูปภาพที่ 3.6	แสดงการเขียนตามแบบโปรแกรม Auto CAD	28
รูปภาพที่ 3.7	แสดงการเขียนแบบด้วยโปรแกรม Autodesk Revit	29
รูปภาพที่ 3.8	แสดงการถอดปริมาณท่อด้วยโปรแกรม Autodesk Revit	30
รูปภาพที่ 4.1	แสดงขั้นตอนการวัดด้วยวิธีแบบเดิม	38
รูปภาพที่ 4.2	แสดงขั้นตอนการวัดด้วยวิธีแบบใหม่โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์	39
รูปภาพที่ 4.3	แสดงการเตรียมไฟล์ Autodesk Revit	40
รูปภาพที่ 4.4	แสดงจำนวนข้อต่อทั้งหมด	41
รูปภาพที่ 4.5	แสดงขนาดข้อต่อทั้งหมด	42
รูปภาพที่ 4.6	แสดงขนาดและความยาวท่อ	43
รูปภาพที่ 4.7	แสดงการเลือกท่อบริเวณที่ต้องการทราบความยาว	44
รูปภาพที่ 4.8	แสดงแถบเครื่องมือ Properties	45
รูปภาพที่ 4.9	แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 1)	46
รูปภาพที่ 4.10	แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 2)	46
รูปภาพที่ 4.11	แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 3)	47
รูปภาพที่ 4.12	แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 4)	48
รูปภาพที่ 4.13	แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 5)	49
รูปภาพที่ 4.14	แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 6)	50
รูปภาพที่ 4.15	แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 7)	51

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปภาพที่ 4.16 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 8)	52
รูปภาพที่ 4.17 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 9)	53
รูปภาพที่ 4.18 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 10)	54
รูปภาพที่ 4.19 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 11)	55
รูปภาพที่ 4.20 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 12)	56
รูปภาพที่ 4.21 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 13)	57
รูปภาพที่ 4.22 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 14)	58



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบดับเพลิง เป็นระบบที่มีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากเป็นระบบที่ใช้ป้องกันอัคคีภัย จึงต้องมีระบบดับเพลิงเพื่อป้องกันอัคคีภัยในอาคารที่อยู่อาศัย การออกแบบท่อน้ำในระบบดับเพลิง นั้นจะต้องมุ่งเน้นความเรียบง่ายไม่ซับซ้อน เพื่อให้สามารถไหลผ่านได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ไม่เกิดการอุดตันภายในท่อ ส่วนท่อที่ติดตั้งภายนอกที่สามารถมองเห็นได้ ควรออกแบบให้มีความสวยงาม เพื่อให้ผู้ที่พบเห็นดูแล้วสบายตา การถอดแบบท่อคือการคำนวณปริมาณความยาวท่อทั้งโครงการ ก่อนที่จะทำการสร้างจริง เพื่อทราบถึงต้นทุนและทำการสั่งซื้อได้ถูกต้อง โดยทั่วไปการถอดแบบจะใช้วิธีปริ้นแบบใส่กระดาษจากนั้นใช้ไม้สเกลวัด เมื่อวัดได้ความยาวแต่ละเส้นจะทำการจดบันทึกไว้ ข้อเสียของการถอดแบบด้วยวิธีนี้ คือได้ความยาวท่อมากกว่าในแบบ สาเหตุเกิดจากในแบบที่ปริ้นมาเป็นภาพ 2 มิติจึงสามารถมองเห็นท่อในแนวราบได้เพียงอย่างเดียว ส่วนท่อในแนวตั้งนั้นจะบวกจากระยะห่างระหว่างชั้นแทนและเมื่อวัดความยาวได้เป็นจุดทศนิยม จะปัดขึ้นเป็นจำนวนเต็มเสมอ จึงทำให้ได้ความยาวท่อมากกว่าความเป็นจริง จึงแก้ปัญหาด้วยการใช้ โปรแกรม Autodesk Revit เข้ามาช่วย ซึ่งจะมีข้อดีคือสามารถเขียนแบบได้เป็นแบบ 3 มิติและยังสามารถถอดปริมาณความยาวท่อที่เขียนไปทั้งหมดในโปรแกรมได้ โครงการนี้จึงมีแนวคิดที่จะทำการลดต้นทุนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

เพื่อลดต้นทุนด้วยการปรับปรุงกระบวนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง กรณีศึกษาโครงการ คอนโดลุมพินีเดอะซีล็คเต็ด (เกษตร-งามวงศ์วาน)

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ทำการถอดแบบท่อในระบบดับเพลิง

1.3.2 ทำการถอดแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Autodesk Revit

1.3.3 อาคารที่ใช้ศึกษาเปรียบเทียบคืออาคารลุมพินีเดอะซีล็คเต็ด (เกษตร-งามวงศ์วาน)

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ทราบถึงการศึกษาเปรียบเทียบการถอดแบบปริมาณท่อน้ำในระบบดับเพลิงด้วยวิธีแบบใหม่โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และวิธีแบบเดิม

1.4.2 ลดความผิดพลาดในการถอดแบบ

1.4.3 ลดต้นทุนในการซื้อวัสดุอุปกรณ์

1.4.4 ลดระยะเวลาในการดำเนินงาน



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัสดุท่อน้ำระบบดับเพลิง

2.1.1 การติดตั้งท่อน้ำในระบบดับเพลิง จะต้องติดตั้งให้ได้แนวขนาด และตั้งฉากกับกำแพง หรือผนังกันของ อาคาร โดยมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1:500 ในทิศทางการไหลเพื่อระบายน้ำทิ้ง หรือ การ ไล่อากาศออกจากระบบท่อน้ำ การลดขนาดของท่อน้ำให้ใช้ข้อลดคางหมู (Eccentric Reducer) เป็น ตัวลด โดยให้ด้านบนเป็นแนวตรง และด้านล่างเป็นแนวลด สำหรับการติดตั้งท่อน้ำในแนวนอนหรือ แนวระนาบ การติดตั้งท่อน้ำในแนวตั้ง ให้ใช้ข้อลดกลมแบบยาว (Concentric reducer) เป็นตัวลดได้ การติดตั้งท่อน้ำในระบบ เมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว จะต้องสามารถระบายน้ำออกจากวงจรหรือระบบ ได้จน หมดสิ้น ไม่มีส่วนของน้ำค้างอยู่ในท่อน้ำ และจะต้องสามารถไล่อากาศออกจากระบบได้ โดยอัตโนมัติ จนหมดสิ้นเช่นเดียวกัน การติดตั้งท่อน้ำ ให้ใช้การต่อท่อแบบเชื่อม และมีการใช้หน้าแปลนทุกระยะ ความยาวต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 12 เมตร ยกเว้นการต่อท่อเข้าอุปกรณ์ให้ใช้แบบหน้าแปลนและ ยกเว้น การต่อท่อ เข้าอุปกรณ์ที่ผลิตมาให้ใช้การต่อแบบเกลียวเท่านั้น ต้องติดตั้งท่อน้ำที่มีความยาวต่อเนื่องให้ ได้ ความยาวของท่อน้ำยาวมากที่สุด ไม่ควรใช้เศษท่อสั้น ๆ มาต่อกัน ยกเว้นการต่อท่อเข้า อุปกรณ์จึง จะอนุญาตให้ใช้ท่อสั้นได้

2.1.2 วัสดุท่อน้ำดับเพลิงและข้อต่อที่ติดตั้งภายในอาคารและอยู่เหนือระดับพื้นดิน (Fire protection pipes above ground level) ให้ใช้ท่อเหล็กดำชนิดไม่มีตะเข็บ (Black steel pipes seamless type) ตามมาตรฐาน ASTM A53, GRADE B, SCH50 หรือเทียบเท่า ข้อต่อ (Fitting) สำหรับท่อ เหล็ก ให้ใช้ข้อต่อสำหรับการต่อท่อแบบวิธีเชื่อม

2.1.3 วัสดุท่อน้ำดับเพลิงและข้อต่อที่ติดตั้งฝังอยู่ใต้ดิน (Fire protection pipes below ground level) ให้ใช้ท่อให้ใช้ท่อ HDPE PE 80; CLASS PN 16 หรือเทียบเท่า ข้อต่อสำหรับท่อ HDPE ให้ใช้ข้อ ต่อสำหรับการต่อท่อแบบวิธีเชื่อม ตามคำแนะนำของผู้ผลิต และให้ใช้ท่อและข้อต่อจากผู้ผลิตราย เดียวกัน

2.1.4 วัสดุสำหรับท่อระบายน้ำทั้งระบบดับเพลิง กำหนดให้ใช้ท่อเหล็กชุบสังกะสี (Galvanized steel pipes) มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน มอก. 227-2532 CLASS MEDIUM หรือ BS 1387 MEDIUM WEIGHT ข้อต่อสำหรับท่อเหล็กชุบสังกะสี ให้ใช้ข้อต่อที่ทำด้วยเหล็กหล่อชุบสังกะสีอ่อน (Galvanized

malleable cast iron) ตามมาตรฐาน ASTM A 120-73 หรือ มอก. 249- 2520 การต่อท่อให้ใช้การต่อท่อแบบเกลียวหรือแบบเชื่อม

2.1.5 หน้าแปลน (Flange) ทั้งหมดเป็นหน้าแปลนมาตรฐาน ANSI B16.5 PRESSURE CLASS ต้องสัมพันธ์กับหน้า แปลนของวาล์วหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องหน้าแปลนจะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อที่ใช้ วัสดุที่ใช้ทำหน้าแปลนเป็นมาตรฐาน FORGED STEEL มาตรฐาน ASTM A105 สลักเกลียวและนอตยึดหน้าแปลนต้องได้มาตรฐาน ASTM A193 GR. B7 และ A194 GR. 2H สลักเกลียวจะต้องเหลื่อปลายเมื่อขันแน่นแล้วไม่น้อยกว่า 2 เกลียว

2.1.6 วัสดุที่ใช้เป็นปะเก็น (Gasket) ให้ใช้ยางอัดที่ไม่มีใยหินและทนน้ำมัน (Compressed elastomer non asbestos, oil resistant) ตามมาตรฐาน BS ส่วนความหนาเป็นตามมาตรฐาน ANSI อ้างระดับความดัน (Pressure class) ของวาล์วหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.1.7 หน้าแปลนฉนวน (Insulated flange) ประกอบด้วย หน้าแปลน 2 ชั้น พร้อมด้วยปะเก็นฉนวน, แหวนรอง, สลักเกลียวและปลอกฉนวน ให้ติดตั้งหน้าแปลนฉนวนตามตำแหน่ง ดังนี้

- การต่อท่อที่ติดตั้งฝังอยู่ใต้ดินเข้ากับที่อยู่เหนือระดับพื้นดิน
- การต่อท่อกับระบบท่อเดิมที่มีระบบป้องกันการกัดกร่อน
- การต่อท่อตามที่ระบุโดยโครงการ

2.1.8 การวางท่อผ่านคาน การตัดเจาะและการซ่อมแซมสิ่งกีดขวาง ต้องได้รับอนุญาตจากวิศวกรควบคุมงานก่อน ต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญในการนั้นโดยเฉพาะ และต้องกระทำด้วยความระมัดระวังท่อที่เดินผ่านฐานราก หรือผนังฝากันและเพดานนอกอาคารต้องติดตั้งโดยอาศัยหลักการทางด้านวิศวกรรมอย่างเคร่งครัด ตรงตำแหน่งที่ ท่อ ปล่อง ฯลฯ จะต้องเดินผ่านพื้น กำแพง หรือคอนกรีต

2.1.9 แผ่นปิดพื้น ผนัง และเพดาน ทุก ๆ จุดที่ท่อเดินทะลุผ่านผนัง ฝากัน เพดาน และพื้นอาคาร ซึ่งตกแต่งผิวหน้าแล้ว ต้องจัดการปิดช่องโหว่ทั้งทางเข้า-ออก ของท่อด้วยแผ่นเหล็กชุบโครเมียม ซึ่งมีขนาดโตพอที่จะปิด ช่องรอบ ๆ ท่อได้อย่างมิดชิด แผ่นเหล็กชุบโครเมียมที่ใช้ปิดเพดานและผนังต้องยึดด้วยสลัก เกลียวแบบเซทสกรู ห้ามใช้คลิปสปริง ท่อขนาด 1/2 นิ้ว ถึง 4 นิ้ว ความหนาของแผ่นปิด 2 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 4 นิ้ว ปีกโดยรอบกว้าง 1 เซนติเมตร ท่อขนาด 5 นิ้วและใหญ่กว่าความหนาของแผ่นปิด 3 มิลลิเมตร ความกว้างโดยรอบท่อ 4 นิ้ว ปีกโดยรอบกว้าง 1 เซนติเมตร แผ่นปิดเมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องแลดูสวยงาม เรียบปราศากรอยบุบและรอยขีดข่วน

2.1.10 การต่อท่อและข้อต่าง ๆ ให้ใช้วัสดุท่อและข้อต่อตามที่กำหนดไว้ในรายการเฉพาะของแต่ละระบบ และมีรายละเอียดของท่อดังต่อไปนี้

- การต่อท่อแบบเกลียว (Threaded Joints)
- การต่อท่อแบบเชื่อม (Welded Joints)
- การต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Joints)

2.1.11 ที่แขวนและรองรับท่อ จะต้องเป็นชนิดที่ปรากฏในแบบ และต้องใช้ที่ทุก ๆ ระยะตามระบุในแบบรายละเอียด หรือในช่วงที่ท่อหักเปลี่ยนทิศทาง ต้องมีที่แขวนและรองรับไม่เกิน 0.6 เมตร จากช่วงหักเลี้ยวที่แขวนท่อและหนุนท่อต้องสามารถปรับระยะสูงต่ำในแนวดิ่งได้ไม่ต่ำกว่า 50 มม. สมอยึดท่อ (Anchor) รองรับท่อในแนวดิ่งที่แสดงในแบบ และเท่าที่จำเป็นเพื่อป้องกันความเครียดที่จะเกิดขึ้น จะต้องเป็นเหล็กหลอมหนัก (Heavy Forged iron) แยกค่าต่างหากจากสมอยึดท่อสำหรับรองรับท่อในแนวนอนเพื่อป้องกันความเครียดจากการบิดศูนย์ (Offsets) ยึดอย่างแน่น การรองรับท่อเมนในแนวดิ่งตรงข้อต่อ ต้องเป็นไปดังแสดงไว้ในแบบ ห้ามใช้ที่รองท่อชนิดอื่น ๆ เช่น ลวดเชือก ไม้ โข ซึ่งไม่ได้ระบุไว้มาใช้รองรับ

2.2 วาล์วในระบบดับเพลิง

- วาล์วประตู (Gate valves)
- วาล์วกันกลับ (Check valves)
- วาล์วระบายความดัน (Pressure relief valves)
- วาล์วผีเสื้อ (Butterfly valves)
- วาล์วที่มีตัวปิดเปิดเป็นทรงกลม (Ball valves)
- วาล์วหัวกะโหลก (Foot valves)
- อุปกรณ์เชื่อมต่อแบบยืดหยุ่น (Flexible connections)
- วาล์วกรอง (Strainers valves)
- วาล์วระบายอากาศ (Air valves)
- วาล์วเปิด-ปิด อัตโนมัติ (Drain valves)
- เกจวัดแรงดัน (Pressure gauges)
- สวิตช์ควบคุมการไหล (Flow switch)

2.3 หัวรับน้ำดับเพลิง (Fire department connection)

หัวรับน้ำดับเพลิงต้องเป็นหัวรับน้ำ 2 ทาง เป็นชนิดข้อต่อสวมเร็วตัวผู้ พร้อมฝาครอบตัวเมีย และโซ่ คล้องหัวรับน้ำทำด้วยทองเหลือง (Brass) หรือ บรอนซ์ (Bronze) ชนิด 90 องศา หรือ Y TYPE ประกอบพร้อมวาล์วหัวรับน้ำ (Clapper valve) เพื่อป้องกันน้ำไหลย้อนกลับ ขนาดของหัวรับน้ำมีขนาด 65 มม. หรือ 2½ นิ้ว ขนาดทางเข้า ของท่อน้ำเป็น 100 มม. หรือ 4 นิ้ว หรือ 150 มม. หรือ 6 นิ้ว ซึ่งเป็นไปตามแสดงไว้ในแบบ หัวรับน้ำดับเพลิงต้องติดตั้งลิ้นก้นกลับ (Check valves) ไว้ที่ท่อน้ำทางเข้าทุกจุด นอกจากนี้ต้องมีป้าย ขนาดไม่เล็กกว่า 50 มิลลิเมตร เขียนว่า “หัวรับน้ำดับเพลิง” ที่ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกับตู้เก็บอุปกรณ์ ดับเพลิงสำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร

2.4 หัวน้ำดับเพลิง (Fire hydrant)

หัวน้ำดับเพลิงเป็นแบบ มี 2 หัวต่อ หัวต่อสายฉีดน้ำดับเพลิงต้องเป็นหัวต่อสวมเร็ว ชนิดตัวเมีย พร้อม ฝาครอบ และ โซ่ขนาด 65 มิลลิเมตร (2½ นิ้ว) และมีวาล์วปิด-เปิด เป็นแบบ Pressure restricting angle hose valve ขนาด 65 มิลลิเมตร ประกอบอยู่ด้วย วัสดุที่ใช้เป็นอลูมิเนียมผสมทองเหลือง หรือ ปืนโลหะ (Gun metal) ทนแรงดันใช้งานไม่น้อยกว่า 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ท่อต่อทางน้ำเข้าหัวน้ำดับเพลิงกับ ระบบท่อน้ำ ต้องมีวาล์วควบคุมที่จุดต่อเป็นแบบวาล์วผีเสื้อ (Butterfly valve) ติดตั้งอยู่ ขนาดของท่อน้ำ แสดงไว้ในแบบข้อกำหนด นอกจากนี้ต้องมีป้ายขนาดไม่เล็กกว่า 50 มิลลิเมตร เขียนว่า “หัวน้ำดับเพลิง” ทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกับตู้ดับเพลิงสำหรับติดตั้งภายนอกอาคาร ติดตั้งไว้ทุกจุด

2.5 ชนิดถังเก็บน้ำ

ถังเก็บน้ำใต้ดินหรือบ่อพักน้ำ รับน้ำสู่ถังเก็บน้ำใต้ที่ควบคุมการเปิด/ปิดวาล์วทั่ว ๆ ไปด้วย ลูกลอย (Float valve) เมื่อระดับน้ำต่ำกว่าที่กำหนดลูกลอยจะตกลงมาทำให้วาล์วเปิดและน้ำจากการประปาจะไหลลงสู่บ่อพักน้ำ จนระดับน้ำเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ลูกลอย ลอยสูงขึ้นและปิดวาล์วเอาไว้ไม่ให้ น้ำล้นบ่อพักน้ำ

ถังเก็บน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นถังที่มีความแข็งแรงทนทานสามารถสร้างได้ทั้งแบบอยู่บนดิน และใต้ดิน แต่มีน้ำหนักมาก การก่อสร้างต้องระวังเรื่องการรั่วซึม ดังนั้นต้องทำระบบกันซึมและต้องเลือกชนิดที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ถังเก็บน้ำสแตนเลส เป็นถังน้ำสำเร็จรูปโดยใช้โลหะสแตนเลสที่ไม่เป็นสนิม มีความทนทานต่อการใช้งาน นิยมติดตั้งเป็นถังน้ำบนดิน ถังเก็บน้ำไฟเบอร์กลาส เป็นถังเก็บน้ำสำเร็จรูป ดังรูปที่ 2.1 ใช้วัสดุไฟเบอร์กลาสที่มีความยืดหยุ่นสูง ไม่แตกหักง่าย มีน้ำหนักเบา รับ

แรงดันได้ดีและไม่เป็นพิษกับน้ำสามารถติดตั้งได้ทั้งบนดินและใต้ดิน ถังเก็บน้ำพลาสติกพอลิเอทิลีน (PE; Poly Ethelene) เป็นถังเก็บน้ำที่ใช้วัสดุชนิดเดียวกับที่ใช้ทำท่อน้ำประปา สามารถรับแรงดันได้ดี มีน้ำหนักเบา ใช้ติดตั้งได้ทั้งบนดินและใต้ดิน ถังเก็บน้ำสำเร็จรูปอื่น ๆ ในสมัยก่อนนิยมถังเก็บน้ำที่เป็นเหล็กชุบสังกะสี รูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ แต่เมื่อใช้ไปนาน ๆ ถึงจะผุกร่อนได้ ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้แล้ว นอกจากนั้นยังมีถังเก็บน้ำแบบโบราณ ที่เคยนิยมใช้มานาน ได้แก่ โองน้ำขนาดต่าง ๆ ทั้งที่เป็นแบบดินเผา และแบบหล่อคอนกรีต การเลือกและออกแบบถังน้ำ จะต้องมีการคำนึงถึงคือ ต้องคำนึงถึงอายุการใช้งานของถังเก็บน้ำ ขนาดและจำนวนถังเก็บน้ำจะต้องมีปริมาณน้ำสำรองที่พอเพียงต่อการใช้งาน สำหรับบ้านพักอาศัยจะใช้น้ำที่ ประมาณ 200 ลิตร / คน / วัน จะต้องจัดเตรียมพื้นที่สำหรับติดตั้งถังเก็บน้ำสำหรับอาคารด้วย จะต้องมีความสะดวกสบายในการติดตั้ง การดูแลรักษาและทำความสะอาดระบบท่อที่เชื่อมต่อกับถังเก็บน้ำจะต้องมีคุณภาพ ไม่ก่อให้เกิดปัญหาในภายหลัง เช่น น้ำรั่ว หรือชำรุด เป็นต้น



รูปที่ 2.1 แสดงถังเก็บน้ำไฟเบอร์กลาส

2.6 การตรวจและทดสอบระบบท่อ

การตรวจและทดสอบระบบท่อทั้งหมด ต้องได้รับการตรวจสอบและทดสอบคุณภาพ และฝีมือการติดตั้งตามวิธีดังจะได้กล่าวต่อไป สำหรับท่อที่ฝังไว้ใต้ดินนั้นต้องทำการทดสอบก่อนกลบดิน การทดสอบด้วยแรงดัน เมื่อได้ทำการติดตั้งวางท่อเสร็จ และก่อนที่จะต่อท่อเข้ากับอุปกรณ์ ต่าง ๆ ให้สูบน้ำอัดเข้าไปในระบบท่อจนได้แรงดัน 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง แล้วให้ตรวจ

รอยร้าวท่อช่วงใดที่ต้องฝังในผนังก่อนงานติดตั้งทั้งหมดจะแล้วเสร็จให้ ทดสอบเฉพาะช่วงนั้น ๆ โดยวิธี ทำนองเดียวกันกับที่กล่าวแล้วก่อนที่จะฝัง ท่อรั้วหรือซำรุค บุปสลาย หากผลของการทดสอบหรือ ตรวจสอบปรากฏว่ามีท่อรั้ว หรือซำรุคบุป สลายไม่ว่าจะเป็นด้วยความบกพร่องคุณภาพของวัสดุ การ ซ่อมท่อรั้วซึม นั้นให้ซ่อมโดยวิธีถอดออกต่อใหม่ หรือเปลี่ยนของใหม่ให้เท่านั้น ห้ามใช้ก้อนยั่วที่รั้ว หรือที่ข้อ ต่อเป็นอันตรายหลังจากงานติดตั้งระบบท่อน้ำ ได้เสร็จสิ้นลงเป็นการเรียบร้อยทุกประการแล้ว ต้องทำความสะอาดระบบท่อทั้งหมด รวมทั้งเครื่องและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่ติดตั้งในระบบ นั้นอย่างทั่วถึง ทั้งภายนอกและภายใน โดยเช็ดถู ขัดล้างน้ำมัน จาระบี เศษโลหะ และสิ่งสกปรก ต่าง ๆ ออกให้หมด ตรวจสอบทดสอบการทำงานของระบบเหมือนจริงที่ตำแหน่งตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิง

- เปิดน้ำดับเพลิง ที่ตำแหน่งตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิงที่ไกลจากห้องเครื่องที่สุด
- เปิดน้ำดับเพลิง ที่ตำแหน่งตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิงที่ใกล้ห้องเครื่องที่สุด
- เปิดน้ำดับเพลิง ที่ตำแหน่งตู้เก็บอุปกรณ์ดับเพลิงที่ชั้นดาดฟ้า
- ตรวจสอบ และ บันทึก ความดันที่ทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง
- วัดและบันทึก ความดันน้ำที่ตำแหน่งต่อกับสายฉีดน้ำดับเพลิงขนาด 65 มม. (ไม่น้อยกว่า 65 psi.) ทุกตำแหน่งที่เปิดน้ำดับเพลิง
- วัดและบันทึก อัตราการไหลของน้ำดับเพลิง ที่ใกล้เคียงตำแหน่งต่อกับสายฉีดน้ำดับเพลิงทุก ตำแหน่งที่เปิดน้ำดับเพลิง

2.7 หลักการจ่ายน้ำในระบบดับเพลิง

2.7.1 เครื่องสูบน้ำรักษาแรงดัน (Jockey pump) เป็นเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กติดตั้งเพื่อสูบน้ำ ทดแทนส่วนที่รั่วหรือส่วนที่ใช้เครื่องสูบน้ำรักษาความดัน เครื่องนี้จะทำงานโดยอัตโนมัติโดยใช้สวิทช์ ที่ ทำงาน โดยอาศัยแรงดัน (Pressure switch)

2.7.2 เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump system) เป็นระบบที่มีความจำเป็นต่อสถานที่ที่ต้องการ ความปลอดภัยจากอัคคีภัย เช่น แหล่งชุมชน ห้างสรรพสินค้า อาคารสูง และหน่วยงานราชการ เป็นต้น เป็นระบบปั้มน้ำดับเพลิงที่มีให้เลือกเหมาะกับงานหลากหลายแบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบขนาดเล็ก หรือ ขนาดใหญ่ และการควบคุมการทำงานได้ทั้งแบบควบคุมด้วยมือ (Manual) และแบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic)



รูปที่ 2.2 แสดงปั้มน้ดับเพลิง (Fire Pump)

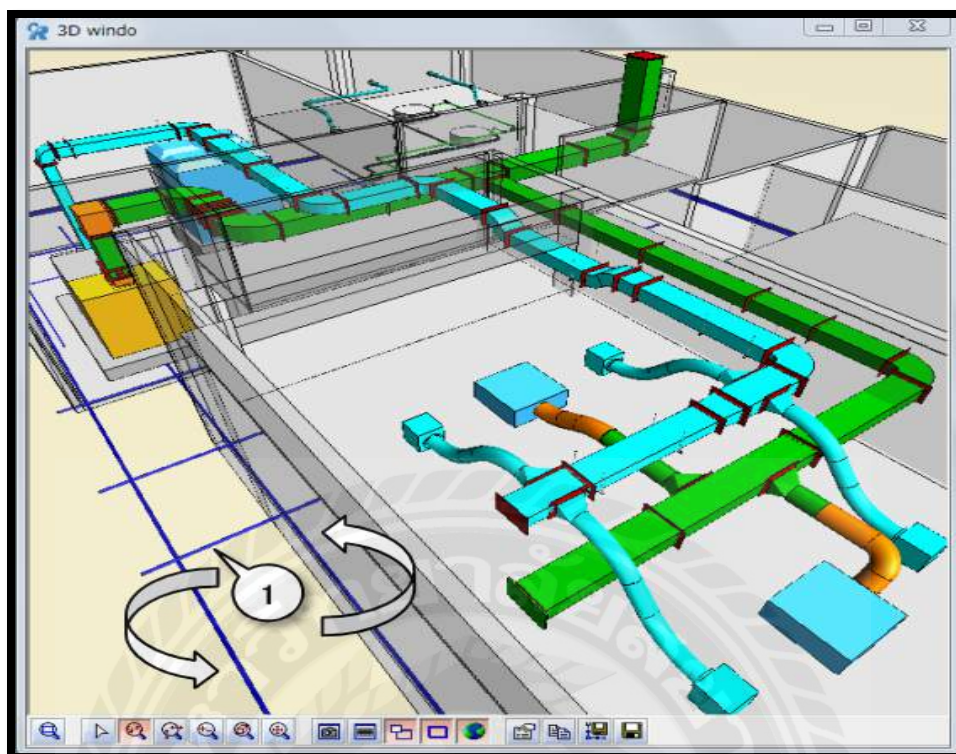
2.8 Building Information modeling: BIM

Building Information modeling: BIM คือ เทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามามีบทบาทในวงการก่อสร้าง ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบไปจนถึงการก่อสร้างอาคาร ซึ่งปัจจุบันนี้ การออกแบบ การเขียนแบบ การคำนวณโครงสร้าง การประมาณราคา รวมไปถึงการวางแผนงานต่าง ๆ ของอาคาร เป็นการทำงานแบบแบ่งกันคิดแบ่งกันทำ ปัญหา คือ ข้อมูลต่าง ๆ จะกระจัดกระจาย และควบคุมได้ค่อนข้างลำบาก BIM คือ เทคโนโลยี ที่จะมาช่วยให้ข้อมูลของการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเป็นก้อน และถูกต้องตรงกันมากขึ้น ระหว่าง สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมาและทุกคนที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคาร BIM ยังสามารถช่วยในการจัดทำเอกสารรายงาน และข้อมูลต่าง ๆ ของอาคารได้อีกด้วยด้วย โครงสร้างของงานที่เกี่ยวข้องกับ BIM จะประกอบด้วย งานโครงสร้าง งานสถาปัตย์ และงานระบบ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของ Building Information modeling: BIM

Building Information modeling: BIM ยังช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์เอง ซึ่งปัจจุบันการเขียนแบบ แบบสองมิติบน Auto CAD ก็คือการเขียนแบบเหมือนกับตอนที่เรานั่งเขียนแบบบนโต๊ะเขียนแบบปกติ เพียงแต่เป็นการเขียนในคอมพิวเตอร์เท่านั้นด้วยพื้นฐานทฤษฎีแบบเดิม ๆ คือ การโปรเจกเส้น เช่น ถ้าต้องการเขียนรูปด้านใน Auto CAD เราต้องนำแปลนมาทาบเพื่อลากเส้นจากแปลนไปเขียนรูปด้าน หรือรูปตัด ซึ่ง ขั้นตอนนี้ก่อให้เกิดปัญหาความผิดพลาดของข้อมูลได้ง่ายดายมาก โดยเฉพาะงานอาคารที่มีการแก้ไขข้อมูลบ่อย ๆ หรืออีกตัวอย่างหนึ่งคือ หากต้องการแก้ไขส่วนหนึ่งของอาคาร เราอาจจะลืมหรือไม่สามารถตามไปแก้ไขในส่วนที่เกี่ยวข้องกันได้ทั้งหมด ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดจากผู้ใช้งานนั่นเองในการจัดทำแบบ เราสามารถถอดรูปด้านรูปตัดหรือดึงข้อมูลต่าง ๆ ไปใช้ได้เลยจากตัวโมเดลเพียงก้อนเดียว ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงภาพโปรแกรม Building Information modeling: BIM

การนำ Building Information modeling: BIM มาใช้ก็เปรียบได้กับการที่เราตัดโมเดลในคอมพิวเตอร์ เพียงแต่เราจะได้ข้อมูลที่สมจริงขึ้น สามารถควบคุมและเข้าถึงข้อมูลในเชิงลึกสำหรับงานก่อสร้างได้ง่ายกว่าการเขียนแบบ แบบเดิม ๆ อีกทั้งยังช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากผู้ใช้งานเองอีกด้วย แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของการใช้งานข้อมูลด้วย เช่น สถาปนิกอาจจะไม่จำเป็นต้องลงรายละเอียดของชิ้นงาน Curtain Wall ไปถึงขนาดต้องระบุขนาด หรือระบุนอตเข้าไปในแบบ เพียงแต่ในระดับที่สถาปนิกจะใช้งานข้อมูลขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง ความหนาและชนิดของผนังเท่านั้น สิ่งที่ควรระวังของการใช้เทคโนโลยีนี้ อยู่ที่องค์ความรู้ของผู้ใช้งานนั่นเอง เพราะผู้ใช้งานจะไม่สามารถทำในสิ่งที่ธรรมชาติของรูปทรงเรขาคณิตทำไม่ได้ เช่น ถ้าจะออกแบบอาคารรูปทรงแปลกๆ ผู้ใช้งานก็ต้องมีความรู้ ความเข้าใจเรื่องรูปทรงมากพอ นั่นคือ เราจะไม่สามารถออกแบบอาคารจากจินตนาการเท่านั้น เพราะทุกครั้งที่เราจะเขียนอะไรลงไปโปรแกรมจะต้องเป็นวัตถุที่สามารถจะทำได้จริง ๆ ตามกฎของรูปทรงเรขาคณิต เพราะหลักการของเทคโนโลยี BIM คือ การขึ้นแบบ (Model) นั่นเอง

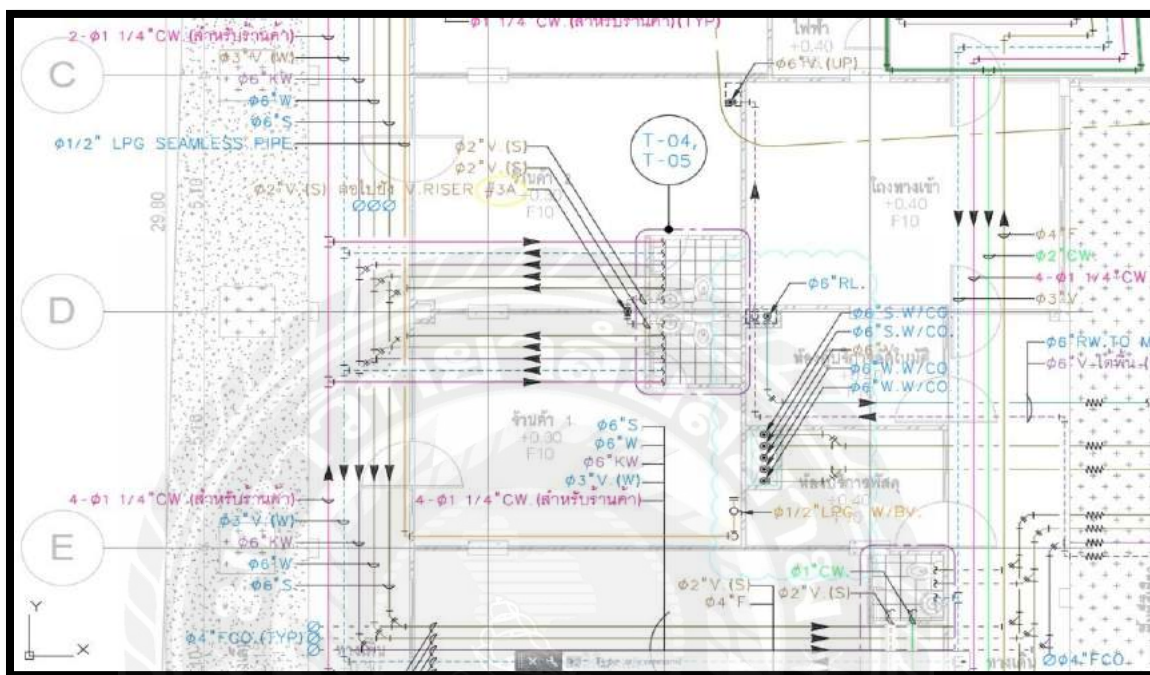
เทคโนโลยี BIM เป็นเทคโนโลยี ที่ถูกพัฒนาสำหรับ การออกแบบอาคารด้วย ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ให้สอดคล้องและถูกต้องมากยิ่งขึ้น ทั้งในเรื่องของแนวคิดของการออกแบบเวลาในการทำงาน การควบคุมคุณภาพของงาน รวมถึงการประสานงานกับส่วนต่าง ๆ

ที่เกี่ยวข้อง โดยผู้ใช้ เทคโนโลยี BIM สามารถกำหนดและใส่ข้อมูลต่าง ๆ ตลอดจนรายละเอียดลงไปในทุก ๆ ส่วนขององค์ประกอบอาคาร เช่น ขนาดความกว้างยาว วัสดุต่าง ๆ

รูปแบบในการเขียนแบบ ราคา และอื่น ๆ ทำให้ทุกส่วนของการออกแบบมีความครบถ้วนทั้งในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ โดยมีใช้เป็นเพียงแค่การเขียนเส้นหรือแค่การขึ้นรูปเป็น 3 มิติเท่านั้น แต่เป็นการทำงานควบคู่กันไปทั้งกระบวนการ ทำให้สถาปนิกได้ใช้ทักษะในด้านออกแบบได้อย่างเต็มที่ อย่าง แท้จริง มากกว่าแค่การเขียนแบบธรรมดาทั่วไปการออกแบบ เขียนแบบ ประเมินราคา งานก่อสร้าง อาคาร ในปัจจุบัน แม้จะใช้ คอมพิวเตอร์ช่วย แล้ว แต่แบบก่อสร้าง เช่น แปลนอาคาร รูปด้าน รูปตัด แบบขยาย แต่ละแผ่นเขียนแยกกัน ทำให้เกิดปัญหาแบบไม่ตรงกัน ส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในงานก่อสร้างเสมอ นอกจากนี้ การประเมินราคา ต้องรอให้แบบเสร็จก่อน เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ของงานก่อสร้างดังที่กล่าวมา จึงได้มีการคิดค้นระบบการทำงานสำหรับงานก่อสร้างแบบใหม่ ที่เรียกว่า Building Information modeling: BIM ขึ้นมาใช้แทนระบบการทำงานก่อสร้างแบบเดิม แบบในระบบ BIM แผ่นต่าง ๆ จะมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันตลอดเวลา

ดังนั้น ไม่ว่าจะแก้แบบจากแผ่นใด แบบแผ่นอื่น ๆ ทั้งหมด จะปรับแก้ตามโดยอัตโนมัติ การทำงานจึงรวดเร็ว และ มีความถูกต้องแม่นยำกว่าระบบเดิมอย่างมาก นอกจากนี้ การ ประเมินราคา ยังสามารถสร้างหรือแก้ไขไปพร้อมกับแบบได้เลยอีกด้วย การใช้ระบบ BIM ยังทำให้เราสร้างข้อมูลแบบอาคารเพียงครั้งเดียว แต่สามารถนำไปใช้งานฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารด้านต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างประหยัด การวิเคราะห์โครงสร้าง การวิเคราะห์ไหลของระบบการปรับอากาศ การหาปริมาณความต้องการใช้แสงสว่าง การวางแผนบริหารการก่อสร้าง การบำรุงรักษาอาคาร นั่นคือ ใช้ได้ตลอดวงจรชีวิตของอาคาร (Building life cycle) ปัจจุบัน จึงมีความนิยมในการนำระบบ BIM มาใช้พัฒนาโครงการก่อสร้างต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งในระดับสากล และ ระดับภูมิภาค รวมทั้งในส่วนของ ASEAN เองก็เช่นกัน ดังนั้น หน่วยงานและบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง ทั้งในส่วน ของ การออกแบบอาคาร การออกแบบวิเคราะห์โครงสร้าง การออกแบบงานระบบอาคาร การบริหารงานก่อสร้าง จึงควรมีการเตรียมความพร้อมในการปรับขบวนการทำงานเข้าสู่การทำงานในระบบ BIM การก่อสร้างอาคารและระบบสาธารณูปโภคเริ่มต้นจากออกแบบเรื่องการใช้สอย จากนั้นเป็นส่วนงานการออกแบบและประมาณราคาก่อสร้าง แล้วจึงเริ่มงานการก่อสร้างตามแบบ เมื่อสร้างเสร็จจะเป็นการใช้งานจริงและการบำรุงรักษาโดยใช้เอกสารและแบบก่อสร้างในการถ่ายทอดระหว่างที่ผ่านมามีการจัดทำแบบโดยใช้ AutoCAD ที่เขียนในลักษณะ 2 มิติดังรูปที่ 2.10 หากที่คนทั่วไปจะเข้าใจการดำเนินการจึงจำกัดอยู่ในกลุ่มช่างวิศวกรหรือสถาปนิกเท่านั้นนอกจากนี้ ผู้ดำเนินการในแต่ละส่วนมักเป็นบุคคลหรือกลุ่มบุคคล คนละกลุ่ม การสื่อความเข้าใจและการถ่ายทอดหรือส่งต่อข้อมูลจึงมักจะ

ขาดหายไปไม่ครบถ้วน หรือมีความไม่สอดคล้องกัน เข้าใจไม่ตรงกัน หรือมีความผิดพลาดในบางเรื่อง ทำให้ต้องมีการปรับแก้แบบ และจัดทำรายละเอียดเพิ่มเติมในระหว่างการก่อสร้างส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการก่อสร้าง มีค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นกว่า

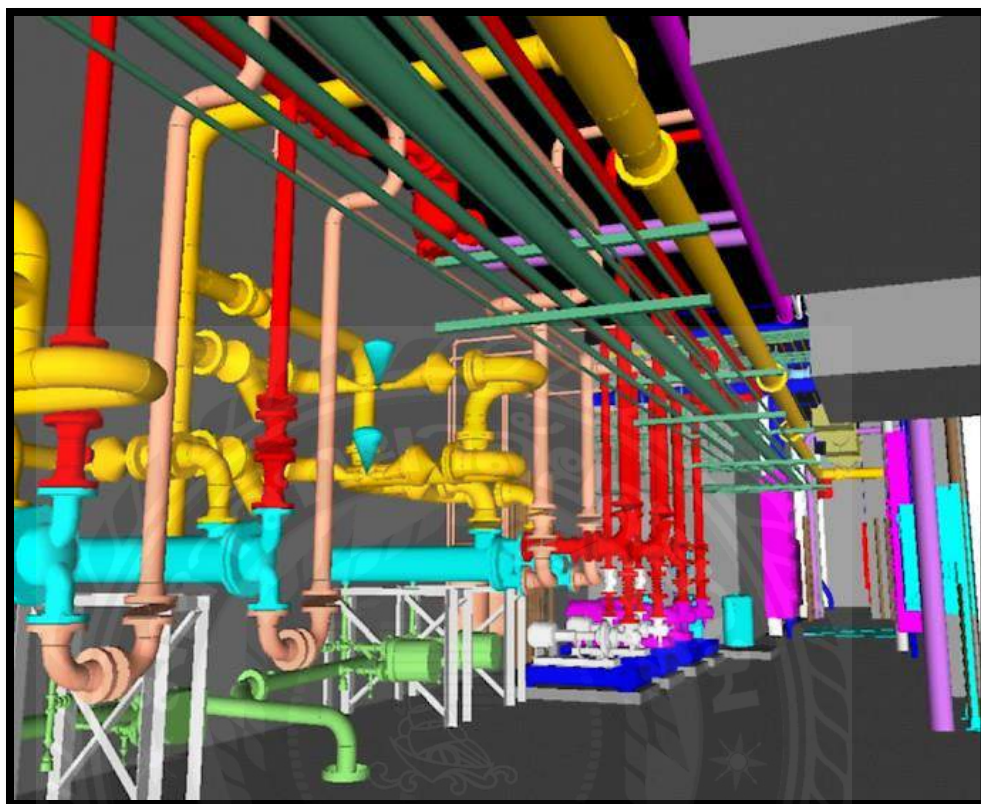


รูปที่ 2.5 แสดงภาพโปรแกรม Auto CAD

งบประมาณที่กำหนดไว้ สูญเสียโอกาสในการใช้งานตามกำหนดเวลา การใช้งานไม่ได้เป็นไปอย่างที่ต้องการ หรือประสิทธิภาพการใช้งานต่ำกว่าที่วางแผนไว้ การบำรุงรักษาทำได้ไม่ตรงกับสิ่งที่ต้องดำเนินการ Building Information modeling: BIM จึงได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้

Building Information modeling: BIM คือซอฟต์แวร์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการเขียนแบบและออกแบบอาคาร วิเคราะห์โครงสร้าง ประมาณราคา และขยายผลไปใช้งานในช่วงการก่อสร้าง ตลอดจนการใช้งานและบำรุงรักษาโดยผู้ออกแบบสามารถกำหนดข้อมูลต่าง ๆ ให้กับทุก ๆ องค์ประกอบของแบบได้ มีความเชื่อมโยงกันระหว่างแบบ 2 มิติกับแบบ 3 มิติ ดังรูปที่ 2.11 แสดงผลเป็นภาพเคลื่อนไหวได้ และในขณะออกแบบยังสามารถตรวจสอบความขัดแย้งของแบบได้ด้วยเช่นการวางเหล็กเสริมและตำแหน่งของท่อในอาคารที่มีการชนกัน จะได้รับการแก้ไขก่อนส่งต่อไปให้ผู้ร่วมงานที่เกี่ยวข้องจึงได้นำระบบ BIM มาใช้ในการออกแบบ นำเสนอวิธีการทำงานก่อสร้างและ

ลำดับการก่อสร้าง เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายได้รับทราบและเสนอแนะวิธีการทำงานที่อาจได้ผลดีกว่า และสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัยอีกด้วย



รูปที่ 2.6 แสดงภาพจากการเขียนแบบด้วย Building Information modeling: BIM

ในขั้นการออกแบบระบบ การใช้ Building Information modeling: BIM เพื่อทำงานจริงในสถานที่ก่อสร้าง โดยในช่วงออกแบบได้จัดทำให้มีการทำแบบรวม (Combined Drawings) ของงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ งานสถาปัตยกรรม งานวิศวกรรมโครงสร้าง และงานวิศวกรรมระบบ ทำให้สามารถตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขความขัดแย้งของแบบแต่ละสาขา รวมถึงความขัดแย้งของเหล็กเสริมระบบท่อภายในอาคารว่าชนกันหรือไม่ แบบก่อสร้างที่ได้ของแต่ละงานที่เกี่ยวข้องจึงมีความสอดคล้องกันมากขึ้น และสามารถแสดงรายละเอียดคุณสมบัติชนิดราคาวัสดุของแต่ละส่วนงาน และอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ในแบบชุดเดียวกันอย่างครบถ้วนทำให้สามารถใช้ในการหาปริมาณวัสดุ และประมาณราคาก่อสร้างได้ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างภาพ 3 มิติ และภาพเคลื่อนไหวไปใช้ในการนำเสนอให้เจ้าของงานได้ทราบว่า ก่อน-หลัง โครงการแล้วเสร็จรูปร่างหน้าตาจะเป็นอย่างไรแบบที่จัดทำขึ้นโดยใช้ BIM ได้ถูกนำมาใช้ในการวางแผนงานก่อสร้างผังโครงสร้างรายการงาน สนับสนุนผู้รับเหมาก่อสร้างในเรื่อง

การจัดซื้อและจัดหาวัสดุ การทำแบบทำให้ปริมาณงานเพิ่มลดน้อยลง จึงควบคุมงบประมาณได้ดีขึ้น การเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบระหว่างการก่อสร้าง ก็เป็นอีกเรื่องที่เกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์ตามชนิดและขนาดที่ต้องการได้ในประเทศ จึงต้องมีการแก้ไขแบบอยู่บ้าง ซึ่งการแก้ไขในแต่ละครั้งจะกระทบกับงานอื่น ๆ ดังนั้นการใช้ BIM มาแก้ไขแบบและตรวจสอบความขัดแย้งกับงานที่ได้รับผลกระทบ ทำให้สามารถจัดการแก้ไขให้สมบูรณ์ในคราวเดียวกัน นอกจากนี้ ปริมาณงานที่เกี่ยวข้องจะถูกปรับปรุงแก้ไขไปพร้อม ๆ กันด้วย สิ่งที่เราได้ประโยชน์อีกประการหนึ่ง จากการแก้ไขปรับปรุงแบบที่เชื่อมโยงกันแบบอัตโนมัติก็คือ เราสามารถผลิตแบบก่อสร้างจริง หรือแบบที่เขียนขึ้นหลังจากการก่อสร้างเสร็จไปเรียบร้อยแล้วโดยแสดงรายละเอียดของสิ่งที่ได้ก่อสร้างไปจริง ๆ

การนำ BIM เข้ามาในโครงการก่อสร้างอาคารหรือระบบสาธารณูปโภคตั้งแต่ช่วงงานออกแบบ ต้องมีการจัดทำรายละเอียดมากขึ้น ต้องมีการรวมแบบทุกสายงานไว้ในแบบจำลองเดียวกัน และมีการเชื่อมโยงกัน จึงมีค่าใช้จ่ายและช่วงเวลาที่นานขึ้นบ้างในช่วงออกแบบ แต่ก็ทำให้แบบก่อสร้างมีความสมบูรณ์ สอดคล้องกันในทุกระบบ สามารถสื่อสารระหว่างผู้เกี่ยวข้องผ่านแบบจำลอง 3 มิติมีประสิทธิภาพมากขึ้นและมีความเข้าใจในโครงการไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้ผู้เกี่ยวข้องมีแนวคิดและมองเห็นทางเลือกสำหรับการจัดการงานก่อสร้างที่ดีขึ้น และสามารถนำไปวางแผนการบริหารงานก่อสร้างได้อย่างดี และส่งผลให้มีการบริหารจัดการเวลาและงบประมาณที่มีประสิทธิภาพในอนาคตอันใกล้ เชื่อว่าโปรแกรม BIM จะได้รับความนิยมและมีการนำมาใช้กับโครงการก่อสร้างในประเทศไทยมากยิ่งขึ้น

2.9 ประโยชน์ของเทคโนโลยี BIM

2.9.1 ทำให้ทั้งผู้ออกแบบและผู้ร่วมงานตลอดจนลูกค้าสามารถสื่อสารได้เข้าใจกันง่ายขึ้นเพราะเห็นแบบเป็น 3 มิติ

2.9.2 ลดความผิดพลาดที่เกิดจากคนในงานแก้ไขแบบ ลดข้อผิดพลาดในการสรุปปริมาณ

2.9.3 ลดค่าใช้จ่าย ที่เกิดจากการก่อสร้าง ผิดแบบ

2.9.4 สามารถลดต้นทุนการสั่งซื้อของได้

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 เรื่อง ถอดปริมาณงานก่อสร้างให้ตรงกับค่าใช้จ่ายจริง

จัดทำโดย คุณ ชนกานต์ เจริญรุ่งโรจน์การประมาณราคา มีความหมายในตัวเองอยู่แล้ว คือ ราคาที่ตรงหรืออาจจะไม่ตรงกับราคาของค่าก่อสร้างจริง ซึ่งเป็นเพียงราคาโดยประมาณ หรือใกล้เคียงกับความเป็นจริง เพราะเมื่อก่อสร้างเสร็จแล้ว ก็จะปรากฏราคาค่าก่อสร้างว่าไม่ตรงกับราคาที่ได้ประมาณการไว้ 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายประการ การประมาณราคา หรือเรียกอีกอย่างหนึ่ง คือ การคิดราคาเป็นการคำนวณหา จะประกอบไปด้วย

1. ปริมาณวัสดุหรือเนื้องาน
2. ราคาวัสดุ
3. ราคาค่าแรงงาน
4. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ

ราคาค่าก่อสร้าง คือ วงเงินยอดรวมของค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานก่อสร้าง การประมาณราคาหากได้กระทำโดยนักประมาณราคาที่มีความชำนาญแล้ว ราคาค่าก่อสร้างที่ได้จากการประมาณราคากับราคาค่าก่อสร้างจริง เมื่อก่อสร้างและไม่ควรผิดหรือแตกต่างมากนัก ควรอยู่ในเกณฑ์สูง-ต่ำ ไม่เกิน 10% (โดยประมาณ)

ในทางปฏิบัติจริงนั้น นิยมใช้วิธีประมาณราคาจากปริมาณงานวัสดุก่อสร้างและแรงงานต่อหน่วย เพื่อให้ทราบวงเงินค่าก่อสร้าง นำไปใช้ยื่นของประกวดราคาหรือเสนอราคา ในการจัดหาผู้ทำการก่อสร้าง เมื่อได้รับให้เป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างแล้ว จึงนำไปประมาณการหาปริมาณวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิด ที่จะต้องใช้ทั้งหมด เพื่อจะได้สั่งซื้อวัสดุมาใช้ในการก่อสร้างต่อไปสำหรับการประมวลอาคารที่ต้องยื่นของประมูล โดยส่วนใหญ่ลูกค้าจะให้ไฟล์งาน เช่น ไฟล์ PDF ที่สแกนมาจากพิมพ์เขียวหรือกระดาษ ไฟล์รูปภาพที่มาจากแหล่งเดียวกัน รวมถึงไฟล์แคช ที่มาจากซอฟต์แวร์ทั่วไป โปรแกรม ExtrAXION เข้ามาเพื่อตอบโจทย์ การประมาณราคาแบบเดิมที่เป็นไปได้ช้า

ผู้ใช้งานสามารถนำไฟล์เข้าตัวโปรแกรม และยังสามารถตั้งค่าความละเอียดได้ด้วย ช่วยให้ผู้ใช้ลดระยะเวลาถอดแบบการนับจำนวน การค้นหา เพราะถ้านับด้วยตาต้องมีการผิดพลาดสูงอย่างแน่นอน ตัวโปรแกรมมีคำสั่งในการถอดพื้นที่ โดยการลากเส้นคล้ายกับการทำงานของโปรแกรม AutoCAD นอกจากคำสั่งหาพื้นที่ ยังมีหมวดการถอดผนัง โดยลบประตู หน้าต่างหรือช่องเจาะได้ มีหมวดการนับจำนวน เช่น จำนวนประตูหน้าต่าง

ค่าแรง ค่าวัสดุ ซึ่งปกติแล้วเรามักทำงานบนโปรแกรมเอกสารอย่าง Excel จะดีแค่ไหนหากเราสามารถถอดปริมาณพร้อมส่งค่าที่ได้ขึ้นไปยังรายการคำนวณนั้นโดยตรงตัวโปรแกรม ExtrAXION จะเชื่อมโยงกับ WBS (Work Breakdown Structure) แบบตามเวลาจริง (Real Time) และสามารถนำเข้าส่งออกไฟล์ไปเป็น Excel กลับเพื่อการทำงานที่ต่อเนื่องหากทราบราคาค่าก่อสร้างโดยประมาณก่อนที่จะให้สถาปนิกและวิศวกรออกแบบก่อสร้าง เจ้าของงานก็จะใช้พิจารณาในการกำหนดวงเงินหรืองบประมาณ เพื่อการก่อสร้างนั้นหรือภายหลังงานออกแบบเสร็จ เจ้าของก็จะได้ช่วยในการตัดสินใจเลือกผู้รับเหมา ตีราคาเพื่อทำสัญญา และแบ่งเงินงวดก่อสร้างต่อไป สำหรับสถาปนิกและวิศวกรซึ่งเป็นคณะผู้ออกแบบก่อสร้างจะใช้ในการเสนอราคากลางแก่เจ้าของงานเพื่อตัดสินใจ ถ้าเราทำการถอดปริมาณที่ใกล้เคียงที่สุด ผู้ที่ถอดปริมาณก็จะมีเปอร์เซ็นต์ที่จะได้งานสูงเช่นเดียวกัน

2.10.2 เรื่อง การประมาณราคา อุปสรรค ปัญหาและข้อผิดพลาดในการประมาณราคา

วัตถุประสงค์ของการประมาณราคา

1. ให้ทราบถึงงบประมาณค่าก่อสร้างเพื่อกำหนดราคากลางสำหรับค่าก่อสร้างใน โครงการ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการประเมินราคาของผู้รับจ้างในการประมูลงาน

2. เพื่อกำหนดค่าวงงานในการก่อสร้างซึ่งจะประมาณการตามแบบและแผนงานเพื่อกำหนดค่าวงงานและสะดวกในการเบิกจ่ายค่างานในแต่ละงวด หรือในบางกรณีที่จะต้องคำนวณเพื่อหาปริมาณงานที่ทำได้จริงและทำการประเมิน ราคาเพื่อกำหนดค่างานที่จะจ่ายในงวดนั้น ๆ

3. เพื่อคิดค่างานเพิ่มหรือลดจากสัญญาในงานก่อสร้างใช้สำหรับกรณีที่ผู้ว่าจ้างกำหนดให้ผู้รับจ้างทำงานเพิ่มเติมจากที่กำหนดใน แบบและข้อกำหนดประกอบสัญญาจ้าง ซึ่งจะต้องทำการประมาณการหาปริมาณงานจากแบบที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมโดยราคา ต่อหน่วยที่ใช้ในการคิดราคาเป็นราคาที่แสดงอยู่ในสัญญาจ้างเดิม

4. เพื่อสามารถประมาณราคาขั้นต้น โดยการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ โดยอาจจะมีแบบเพียงแบบร่างที่รับรองแล้ว ยังไม่จำเป็นต้องมีแบบรายละเอียด ทั้งนี้อาจโดยวิธีการคำนวณราคาต่อพื้นที่ใช้สอย (บาท/ตร.ม.) หรือราคาต่อหน่วยการใช้ (บาท/ห้องพัก) เป็นต้น ซึ่งนำมาเป็นข้อมูลในการนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการ

5. เพื่อจัดทำเอกสารเสนอราคาก่อสร้างในการประมูลของผู้รับเหมา ทั้งนี้การประมาณราคาต้องทำอย่างละเอียดและรอบคอบ ทั้งนี้หากผิดพลาดอาจทำให้ทางราชการเสียผลประโยชน์ได้

อุปสรรค ปัญหา และข้อผิดพลาดในการประมาณราคา

1. ปัญหาที่ตัวบุคคล

- เจ้าหน้าที่บางคนมีคุณสมบัติพื้นฐานไม่เพียงพอ เช่น ขาดทักษะความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ความเข้าใจและความสามารถในการอ่านแบบก่อสร้าง เทคนิคการก่อสร้าง แหล่งที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติมด้านวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้

2. ปัญหาที่ข้อมูลราคา

- ไม่ได้รับความร่วมมือจากร้านค้าที่สอบถามราคา
- ใบเสนอราคาไม่ตรงกับราคาซื้อขายจริง

3. กฎระเบียบทางราชการ

- ไม่สามารถกำหนดราคาได้ตามราคาขายตามท้องตลาดเนื่องจาก ใช้อำนาจควบคุมจากกระทรวงพาณิชย์ ซึ่งบางครั้งราคาขายจริงในท้องตลาดและสำนักงานประมาณฯ ขยับตัวสูงขึ้นแล้ว
- วัสดุ มอก เดียวกัน มีราคาแตกต่างกัน

4. ข้อจำกัดในเรื่องของเวลา กับปริมาณงานที่เข้ามา และจำนวนเจ้าหน้าที่คิดราคาไม่สมดุลกัน การประมาณราคาที่เร่งรีบบางครั้งแบบไม่สมบูรณ์ มีการแก้ไขและเปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดข้อผิดพลาด

5. มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบและไม่ได้รับการประสาน ทำให้การประมาณราคากับแบบไม่ตรงกัน

6. แบบที่ไม่ชัดเจนทำให้เกิดความล่าช้าในการคิดราคา

7. งานประสานข้างที่ทำได้แล้วไม่ตรงกับงานที่ออกเรื่องจริง ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน ค่าใช้จ่ายต้องคิดราคาใหม่

8. วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีความจำเป็นกับการปฏิบัติงาน เช่น กระดาษ หมึกพิมพ์ มีไม่เพียงพอ ทำให้งานเกิดความล่าช้า ไม่คล่องตัว

9. เจ้าหน้าที่พิมพ์ พิมพ์ตกหล่น พิมพ์ผิด หรือใส่สูตรคำนวณผิดพลาด เช่น รวมโดยการ SUM ไม่ครบทุกบรรทัด หรือเกี่ยวกับการใช้ทศนิยม การใส่เลขศูนย์เกิน ทั้งนี้ต้องเพิ่มความระมัดระวังให้มากขึ้น รวมถึงเจ้าของงานต้องตรวจสอบงานให้ละเอียดขึ้นก่อนออกงานทุกครั้ง

วิธีประมาณราคางานก่อสร้าง

การประมาณราคาก่อสร้างตามขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการก่อสร้างอาจแบ่งได้เป็น

2 ประเภท ใหญ่ๆ ดังนี้

1. การประมาณราคาขั้นต้น

- การประมาณราคาต่อหน่วยการใช้ การประมาณราคาโดยวิธีนี้ทำได้โดยการที่ทราบแบบอาคารที่จะใช้ในโครงการทั้ง หมด เป็นการคำนวณได้ผลค่อนข้างหายาบโดยมีความคลาดเคลื่อนของผลลัษ 20-30% แต่ใช้เวลาน้อย ทั้งนี้ผู้ประมาณการจะใช้วิธีนับหน่วยการใช้ของอาคาร เช่น งานแปลตอาจนับจำนวนห้องพัก งานโรงพยาบาลอาจนับจำนวนเตียงคนไข้ผู้ป่วยใน เป็นต้น แล้วคำนวณงบประมาณ 487,994 บาทต่อห้องพัก หรือ 4,879,947 บาทต่อหลัง (ตัวเลขประมาณปี พ.ศ. 2550)

ทั้งนี้ผู้ประมาณการต้องมีข้อมูลในอดีตมากเพียงพอสำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้ ทั้งนี้การนำข้อมูลมาใช้ต้องคำนึงถึง

- อัตราเงินเฟ้อในแต่ละปีที่ผ่านมา

- จำนวนหรือขนาดของโครงการที่ต่างกัน เช่น งานสร้างบ้านพักนายพันจำนวน 1 หลังกับสร้างบ้านพักแบบเดียวกันจำนวน 3 หลัง

- ค่า FACTOR F (อำนาจการ กำไร ภาษี ฯลฯ) ที่เปลี่ยนไป

ตัวอย่าง การคำนวณราคาต่อหน่วย

ต้องการทราบงบประมาณในการก่อสร้างอาคารตึกแถวชั้นประทวน 10 ครอบครัว จำนวน 2 หลัง ห้องน้ำ-ห้องส้วม จำนวน 2 หลัง

วิธีประมาณราคา

1. ใช้ราคาข้อมูลอาคารที่มีในอดีตนำมาปรับปรุงโดยยึดเป็นเปอร์เซ็นต์หรือถ้ามีราคาปัจจุบันจะนำมาคิดคำนวณได้เลข ดังนี้

1.1 ราคาอาคารตึกแถวชั้นประทวน จู 10 ครอบครัว หลังละ 4,384,410 บาท

ราคาไฟฟ้าภายในอาคารตึกแถวชั้นประทวน จู 10 ครอบครัว หลังละ 272,488 บาท

ราคาประปาภายในอาคารตึกแถวชั้นประทวน จู 10 ครอบครัว หลังละ 223,040 บาท

รวมราคาตึกแถวชั้นประทวน จู 10 ครอบครัวต่อ 1 หลังเป็นเงิน 4,879,947 บาท

รวมราคาตึกแถวชั้นประทวนจู10ครอบครัวต่อ2หลังเป็นเงิน4,879,947x2= 9,759,894 บาท

1.2 ราคาห้องน้ำ-ส้วมหลังละ 1,069,159 บาท

ราคาไฟฟ้าภายในหลังละ 31,759 บาท

ราคาประปาภายในหลังละ 80,151 บาท

รวมราคาห้องน้ำ-ส้วม 1 หลังเป็นเงิน 1,181,069 บาท

รวมราคาห้องน้ำ-ส้วม 2 หลังเป็นเงิน 1,181,069 x 2 = 2,362,138 บาท

รวมราคาทั้งสิ้น (1.1 + 1.2) เป็น 2,122,032 บาท

2. คิดค่าระบบสาธารณูปโภค (ถนน,ดินถม,ไฟฟ้า - ประปาภายนอก ฯลฯ) อีกประมาณ 40 % ของราคาที่เหมาะสมได้ตามรายการข้อ 1 เป็นเงิน 4,848,800 บาท

รวมราคาตามรายการข้อ 1.2 เป็นเงิน 12,122,032 + 4,848,800 บาท = 16,970,832 บาท

FACTOR (F) (1.2229) = 16,970,832 x 1.2229

รวมเป็นเงินทั้งสิ้น = 20,753,630 บาท

1.2 การประมาณราคาโดยราคาต่อหน่วยพื้นที่หรือหน่วยปริมาตร

การ ประมาณการขั้นต้นวิธีนี้มีความถูกต้องใกล้เคียงความจริงมากกว่าการประมาณ ราคาต่อหน่วยการใช้ โดยปกติแล้วความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 15-20% ทั้งนี้ต้องมีแบบร่างที่ดำเนินการได้แบบที่ร่างแล้วแต่ยังไม่จำเป็นต้องมีรายละเอียด คืออย่างน้อยควรมีแบบแปลนสถาปัตยกรรมรูปด้าน รูปตัด และข้อกำหนดงานก่อสร้างขั้นต้นแล้ว ซึ่งสามารถนำมาใช้คำนวณพื้นที่ที่ใช้สอยได้ พร้อมจัดทำราคาต่อหน่วยพื้นที่ที่สามารถทำตามแนวทางต่อไปนี้

1.2.1 คำนวณพื้นที่ที่ใช้สอยในแต่ละชั้น และหาพื้นที่รวมทั้งหมด

1.2.2 เลือกข้อมูลต้นทุนก่อสร้างอาคารที่มีอยู่เดิม โดยเลือกอาคารที่มีแบบเหมือนกันหรือใกล้เคียงกับโครงการที่ประมาณการอยู่

1.2.3 เมื่อได้ราคาต่อหน่วยแล้ว ให้ทำการปรับปรุงต้นทุนตามสภาพแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (ในกรณีข้อมูลไม่ทันสมัย ให้เพิ่มเปอร์เซ็นต์ที่เป็นไปได้โดยอาศัยดัชนีราคาค่าก่อสร้างมาปรับปรุง ข้อมูล)

1.2.4 คำนวณราคากลางโดยใช้ต้นทุนต่อตารางเมตรคูณกับพื้นที่ที่ใช้สอยทั้งหมดจากที่คำนวณมาข้างต้น

1.2.5 ปรับปรุงราคาเพิ่มลดส่วนประกอบของอาคารของโครงการใหม่กับโครงการเดิมที่นำข้อมูลมาใช้

ตัวอย่าง รายการคำนวณโดยราคาต่อหน่วยพื้นที่

ให้ประมาณราคาอาคารสำนักงาน 3 ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวม 4,500 ตร.ม. โดยอาคารสำนักงานนี้มีชั้นใต้ดินสำหรับอาคารจอดรถยนต์ จำนวน 1 ชั้น นอกจากนี้ให้ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินแบบเครื่องยนต์ดีเซล กำลัง 800 KVA จำนวน 1 ชุด พร้อมระบบป้องกันอัคคีภัยจำนวน 15 ชุด โดยโครงการนี้ต้องก่อสร้างงานภายนอกอาคารด้วย สมมุติมีข้อมูลก่อสร้างอาคารสำนักงานในลักษณะเดียวกันหรือใกล้เคียงกับที่มีอยู่รวมกับค่าก่อสร้างงานระบบทุกระบบรวมถึงงานตกแต่งด้านสถาปัตยกรรม โดยปรับปรุงให้ทันสมัยแล้วเท่ากับ 12,500 บาท/ตร.ม.

วิธีประมาณราคา

1. กำหนดค่าก่อสร้างพื้นฐานจากข้อมูลต้นทุนเดิม

$$\begin{aligned}\text{ค่าก่อสร้าง} &= \text{พื้นที่ใช้สอย} \times \text{ราคาต่อหน่วยพื้นที่} \\ &= 4,500 \text{ (ตร.ม.)} \times 12,500 \text{ (บาท/ตร.ม.)}\end{aligned}$$

$$\text{รวมค่าก่อสร้าง} = 56,250,000 \text{ บาท}$$

2. ปรับปรุงราคาเพิ่มเติมจากปกติ

$$\text{- เพิ่มเติมชั้นจอดรถใต้ดิน 1 ชั้น} = 1,500 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{ค่าก่อสร้างส่วนจอดรถใต้ดินโดยประมาณ} = 4,500 \text{ บาท/ตร.ม.}$$

$$\text{ค่าก่อสร้างส่วนจอดรถใต้ดิน } 1,500 \times 4,500 = 6,750,000 \text{ บาท}$$

$$\text{- เพิ่มเครื่องปั่นไฟแบบดีเซลขนาด 800 KVA จำนวน 1 ชุด}$$

$$\text{ราคารวมติดตั้ง} = 1,200,000 \text{ บาท}$$

$$\text{- อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน จำนวน 15 ชุด}$$

$$\text{เฉลี่ยต้นทุนต่อจุด} = 4,500 \text{ บาท}$$

$$\text{อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน} = 15 \times 4,500 = 67,000 \text{ บาท}$$

$$\text{รวมราคาค่าก่อสร้างเพิ่มเติม} = 8,017,500 \text{ บาท}$$

3. เพิ่มงานภายนอกอาคาร

$$\text{- งานปรับเตรียมพื้นที่ 8,000 ตารางเมตร (ตารางเมตรละ 15 บาท)} = 120,000 \text{ บาท}$$

$$\text{- งานถมดิน 8,000 ตารางเมตรพร้อมบดอัด 30% สมมติถมดินสูงเฉลี่ย 1 ม.} = 8,000 \times 1 \times 1.3$$

$$\text{คิดเป็นปริมาตรดิน} = 10,400 \text{ ลบ.ม.}$$

$$\text{งานถมดิน (111 บาท/ลบ.ม.)} = 10,400 \times 111 = 1,154,400 \text{ บาท}$$

$$\text{- ถนน ค.ศ.ล. 1,200 ตารางเมตร (ตารางเมตรละ 888 บาท)} = 1,065,600 \text{ บาท}$$

$$\text{- ลานจอดรถยนต์ 1,000 ตารางเมตร (ตารางเมตรละ 888 บาท)} = 880,000 \text{ บาท}$$

$$\text{รวมค่างานก่อสร้างภายนอกอาคาร} = 3,228,000 \text{ บาท}$$

$$\text{รวมค่างานก่อสร้างทั้งสิ้น (ข้อ 1+2+3)} = 56,250,000 + 8,017,500 + 3,228,000$$

$$= 67,495,500 \text{ บาท}$$

$$\text{ค่า FACTOR F (1.1978)} = 67,495,500 \times 1.1978$$

$$\text{รวมเป็นเงินทั้งสิ้น} = 80,846,106 \text{ บาท}$$

Factor F คือ ค่าตัวเลขซึ่งกำหนดขึ้นตามมติคณะกรรมการควบคุมราคากลาง (ปรับปรุงล่าสุดเมื่อวันที่ 4 เมษายน 2554) ใช้คูณราคาต่อหน่วยของต้นทุน (Unit Cost) ออกมาเป็น ราคาทำงานของ

โครงการ Factor F ประกอบด้วย ค่าอำนาจการ ดอกเบี้ย ค่าไร และภาษี แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ งานทาง งานอาคาร และ งานสะพานและท่อ

สรุป

เพื่อให้การคำนวณงบประมาณที่ควรได้รับในการจัดทำโครงการใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดควรสอบถามราคาหรือเก็บสถิติข้อมูลของราคากลางที่เคยทำมาทั้งนี้ควรคำนึงถึงอัตราเงินที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงในแต่ละปี



บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติ จะกล่าวถึง ชื่อ-ที่ตั้ง ของสถานประกอบการ ลักษณะโดยรวมของสถานประกอบการ รูปแบบการบริหารองค์กร ตำแหน่งงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน โครงการสหกิจ

3.1 ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ : บริษัท อี.ซี.ที. กรุ๊ป

ที่ตั้งสถานประกอบการ : 170-172 ซอยสมเด็จพระเจ้าตากสิน 29 ถนนตากสิน แขวงสำเหร่ เขตธนบุรี กรุงเทพฯ 10600 เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600 Tel: 028778348-9

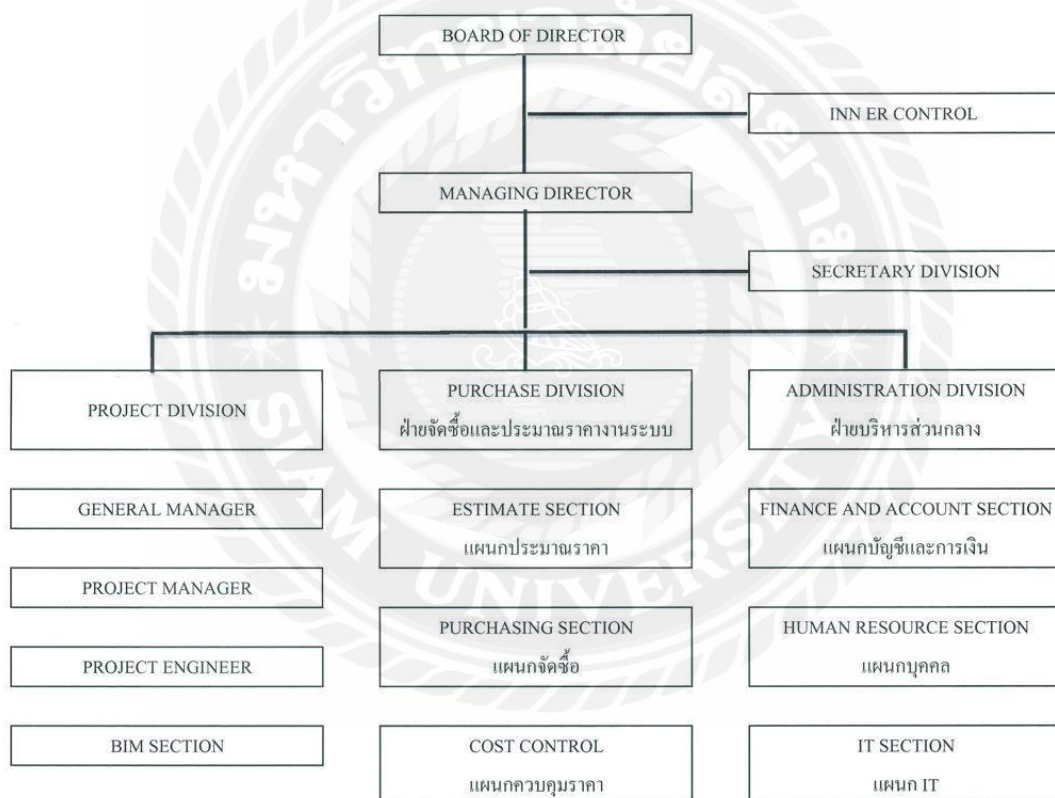


รูปที่ 3.1 แสดงแผนที่ตั้งบริษัท อี.ซี.ที. กรุ๊ป

3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลักดันการให้บริหารงานขององค์กร

บริษัท อี.ซี.ที. กรุ๊ป จำกัด ได้ก่อตั้งโดยทีมงานผู้บริหารและทีมวิศวกรที่มีประสบการณ์ยาวนานกว่า 20 ปี เพื่อให้การบริการด้านรับเหมาก่อสร้าง ทั้งงานโครงสร้าง งานสถาปัตย์ งานระบบไฟฟ้า สื่อสาร ระบบสุขาภิบาล, ระบบปรับอากาศ และระบบดับเพลิง ให้แก่กลุ่มลูกค้าของบริษัทฯ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มลูกค้าทั้งจากภาครัฐบาลและเอกชน และเนื่องจากทางบริษัทฯ มีแผนงานที่จะขยายการเจริญเติบโตของธุรกิจ จึงต้องการผู้ร่วมงานเพิ่มเติมเพื่อรองรับการขยายงานของบริษัทฯ

3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร



รูปที่ 3.2 แสดงการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : วิศวกรงานเขียนแบบ

ลักษณะงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : ออกแบบและเขียนแบบท่อน้ำในระบบดับเพลิง

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา : นายสริภาศย์ ชำนาญवाद
ตำแหน่ง : หัวหน้าห้อง (BIM)
แผนก : ออกแบบและเขียนแบบ (BIM)

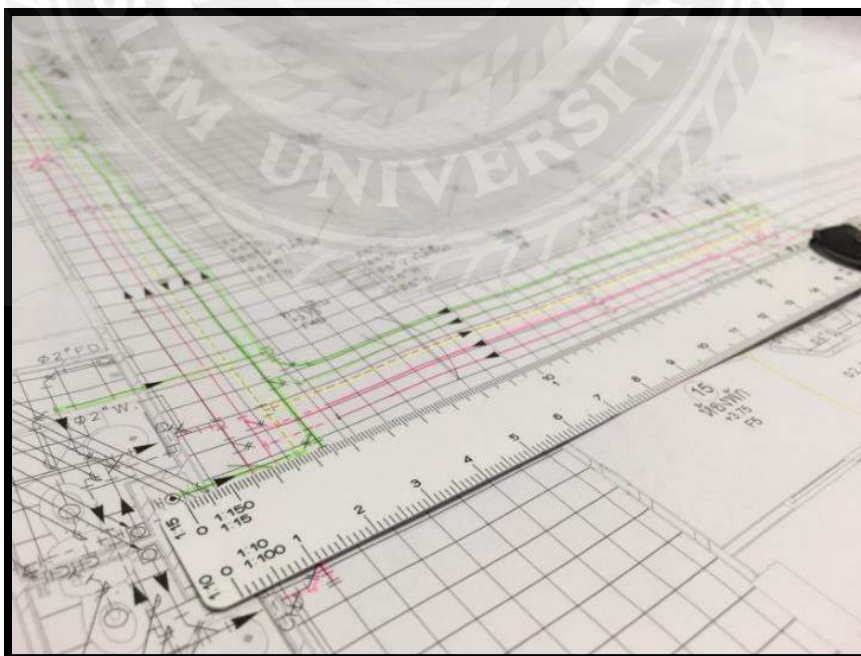
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มปฏิบัติงาน : 1 เมษายน 2562
สิ้นสุดการปฏิบัติงาน : 31 สิงหาคม 2562

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.7.1 การถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิม

การถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิมจะต้องปรี้นแบบออกมาก่อน จากนั้นใช้ไม้บรรทัดสำหรับถอดแบบในการถอด ดังรูปที่ 3.3 ไม้บรรทัดสำหรับถอดแบบจะมีหน่วย เช่น 1:10 1:50 1:100 ขึ้นอยู่กับแบบที่พิมพ์ออกมาใช้บรรทัดเท่าไร ต้องเลือกใช้ไม้บรรทัดให้ถูกต้อง ในการถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิมนั้น ต้องมีการจดบันทึกข้อมูลและคำนวณตลอดเวลา ในแบบจะมีเส้นแนวทอที่ผู้ออกแบบวาดไว้แล้ว ใช้ไม้บรรทัดวัดตามเส้นแนวทอ เมื่อได้ความยาวทอ ทำการจดบันทึกไว้



รูปที่ 3.3 แสดงการถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิม

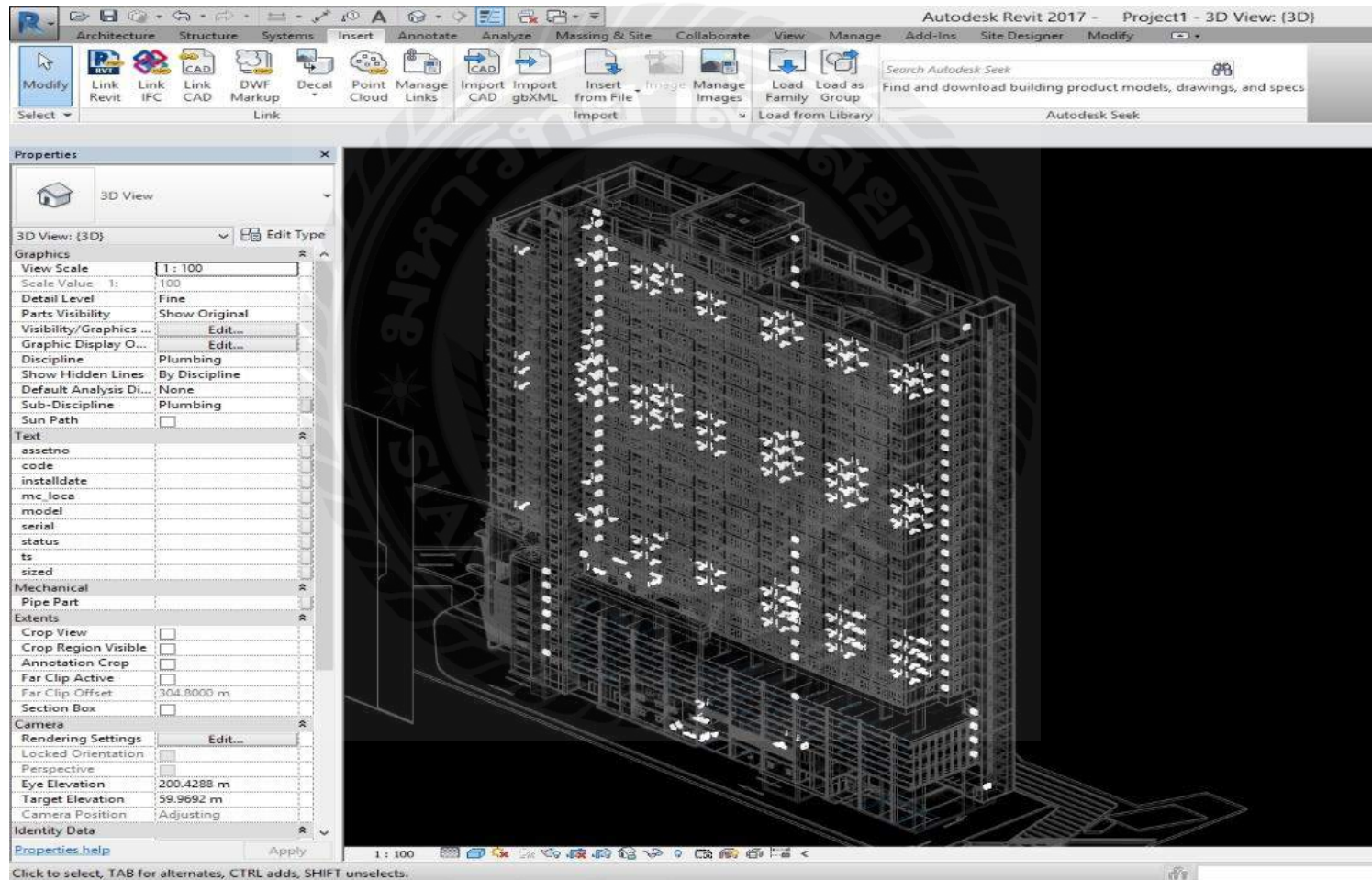
3.7.2 การถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่โดยการเขียนแบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่โดยการเขียนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะใช้โปรแกรม Autodesk Revit ดังรูปที่ 3.4 ในการเขียน



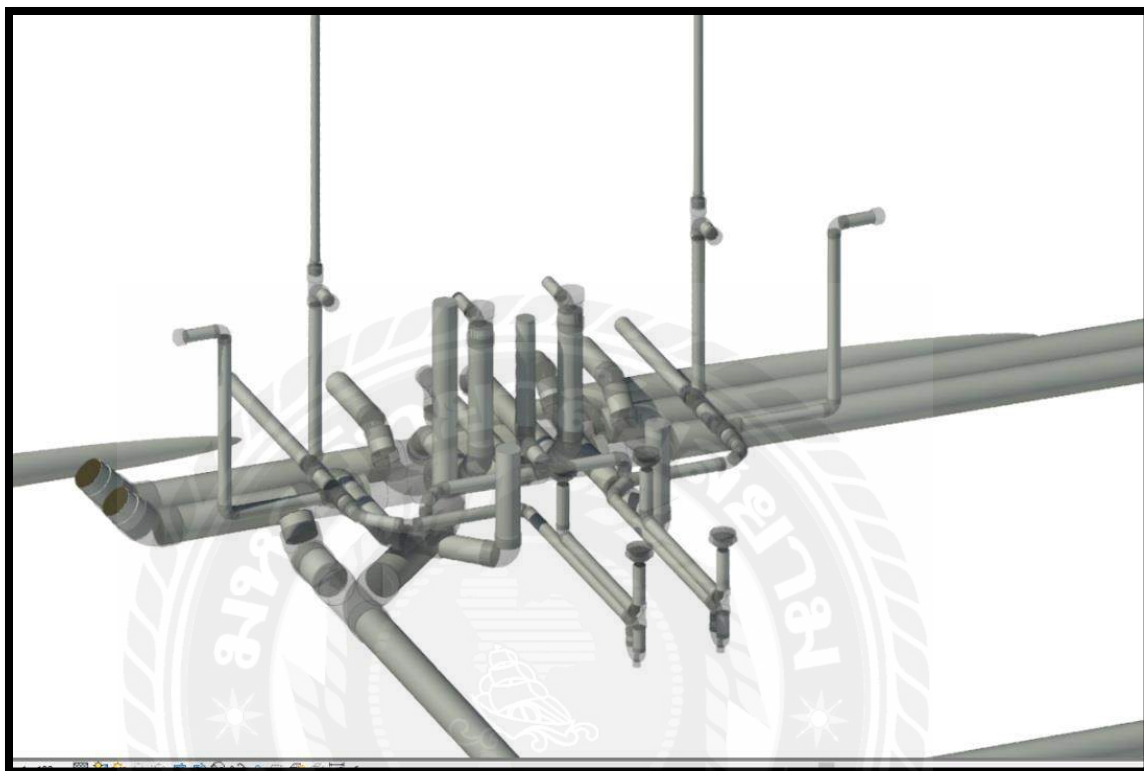
รูปที่ 3.4 แสดงโปรแกรม Autodesk Revit

เมื่อเปิดโปรแกรมเข้ามา จะต้องเปิดไฟล์โครงสร้างและไฟล์สถาปัตยกรรมเข้ามาในโปรแกรมก่อน ดังรูปที่ 3.5 เพื่อจะได้ว่าระบบดับเพลิงเข้าไปในโครงสร้างของอาคารนั้น



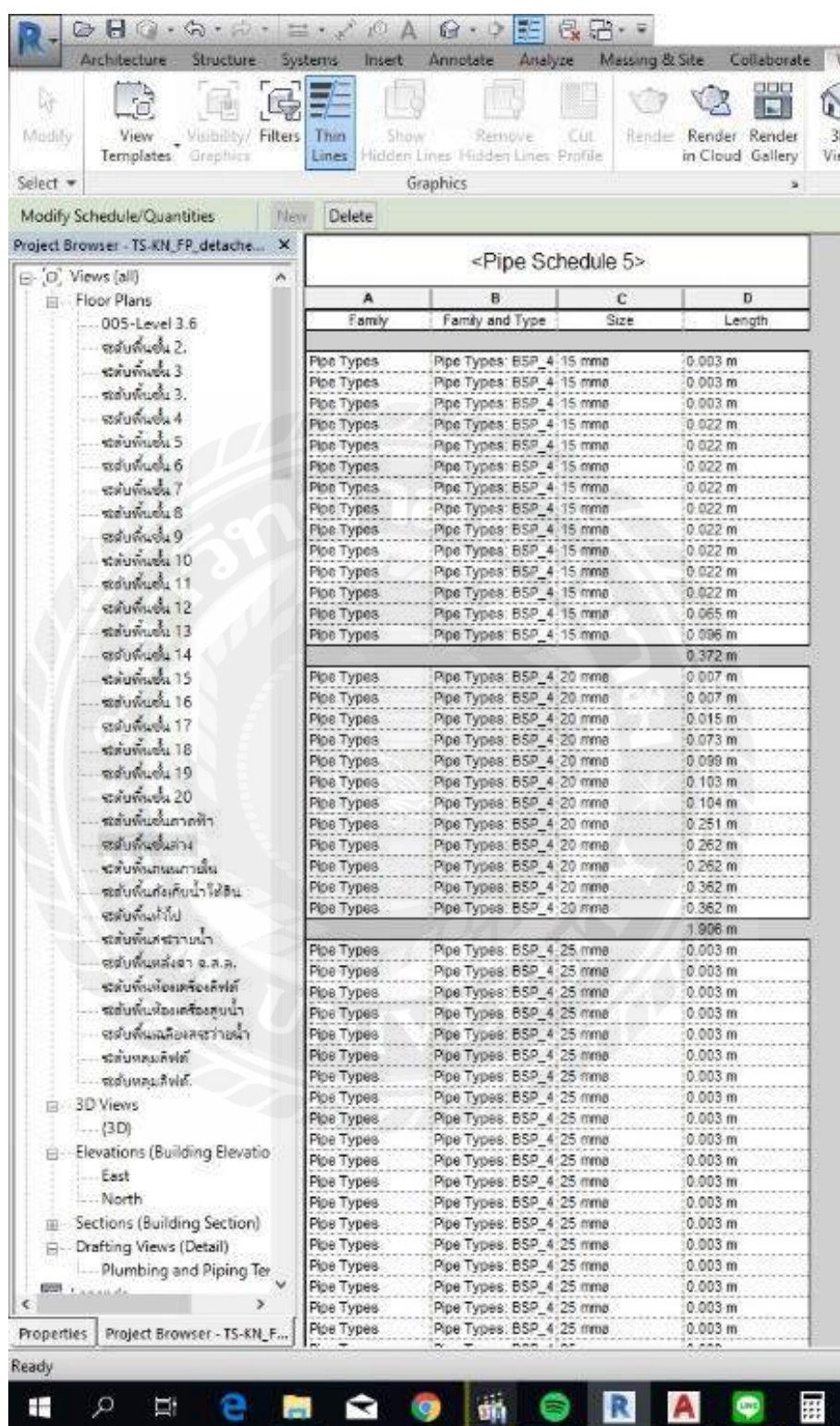
รูปที่ 3.5 แสดงการเปิดไฟล์โครงสร้างและสถาปัตยกรรมเข้ามาในโปรแกรม

เมื่อเขียนแบบท่อในระบบดับเพลิงในโปรแกรม Autodesk Revit จะสามารถมองแบบเป็นภาพ 3 มิติได้ ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงการเขียนแบบด้วยโปรแกรม Autodesk Revit

เมื่อเขียนแบบเสร็จครบถ้วนแล้ว สามารถถอดปริมาณท่อที่วาดไปทั้งหมดได้เลย โดยตัวโปรแกรมจะถอดความยาวท่อที่วาดไปทั้งหมดออกมาให้ ในตารางที่แสดงในรูปที่ 3.8 หลักที่ 1 จะเป็นความยาวท่อหนึ่งเส้นที่วาดในโปรแกรม หลักที่ 2 คือ ชนิดท่อ หลักที่ 3 คือ ขนาดท่อ และหลักที่ 4 คือ ความยาวท่อก็คือเป็นจำนวนเต็ม

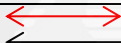
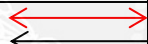
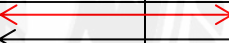


รูปที่ 3.8 แสดงการถอดปริมาณท่อด้วยโปรแกรม Autodesk Revit

3.7.3 ทำการเปรียบเทียบระหว่างการถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่และวิธีแบบเดิม

การถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิมนั้นจะได้ปริมาณที่มากกว่าถอดด้วยวิธีแบบใหม่โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เสมอ เพราะการถอดด้วยวิธีแบบเดิม เมื่อวัดขนาดท่อแล้วได้เป็นทศนิยม จะปัดทศนิยมขึ้นเป็นจำนวนเต็มเสมอ เพื่อให้ง่ายต่อการนับและการสั่งซื้อ แต่ในการถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะนับจากจำนวนจริงที่เขียนลงไปโปรแกรมโดยไม่ปัดทศนิยม จึงทำให้ได้ปริมาณที่น้อยกว่า แต่ในการถอดจำนวนอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วาล์ว ข้อต่อ ข้องอ ฯลฯ อุปกรณ์เหล่านี้ในการถอดด้วยวิธีแบบเดิมและวิธีแบบใหม่จะเท่ากัน เพราะเป็นจำนวนนับ ในการสั่งซื้อจะใช้ปริมาณที่ได้จากการถอดด้วยวิธีแบบใหม่ แล้วบวกเพิ่มอีก 10% เพราะหน้างานจริงช่างไม่สามารถติดตั้งท่อได้สมบูรณ์เหมือนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์และเพื่อเกิดปัญหาในการต่อท่อหน้างาน

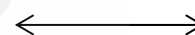
ตารางที่ 3.1 แสดงระยะเวลาในการดำเนินงานของโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เม.ย.62	พ.ค.62	มิ.ย.62	ก.ค.62	ส.ค.62
1.ศึกษาโครงการ					
2.รวบรวมข้อมูลโครงการ					
3.วิเคราะห์โครงการ					
4.ทดสอบและสรุปผล					
5.จัดทำโครงการ					

ระยะเวลาที่แท้จริง



ระยะเวลาที่วางแผน



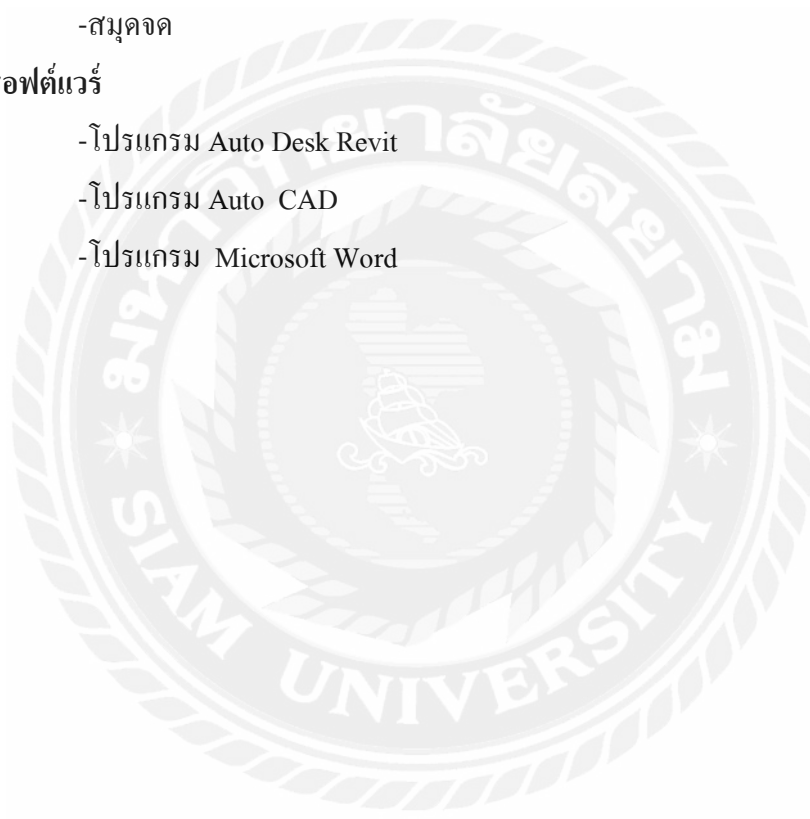
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

ฮาร์ดแวร์

- เครื่องคอมพิวเตอร์
- เครื่องพิมพ์
- เครื่องคิดเลข
- ไม้สเกล
- ดินสอ
- สมุดจด

ซอฟต์แวร์

- โปรแกรม Auto Desk Revit
- โปรแกรม Auto CAD
- โปรแกรม Microsoft Word



บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

จากการคำนวณการลดวัสดุของท่อดับเพลิงโดยใช้การคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปในการเขียนแบบเพื่อให้ดูและเข้าใจง่ายในรูปแบบที่เป็นสามมิติ และการถอดปริมาณท่อหรือการถอดปริมาณของวัสดุท่อที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้ลดการสั่งซื้อวัสดุท่อผิดจึงทำให้ไม่สิ้นเปลืองต้องงบประมาณในการก่อสร้าง

4.1 ราคาท่อเหล็กดำ 40 (Black steel pipe: BSP40) ขนาดต่าง ๆ

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบราคาท่อเหล็กดำ 40 (Black steel pipe: BSP40) ตามขนาด

ขนาด SIZE mm.(in)	BSP 40			
	หนา (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	รุ่นมีตะเข็บ (ERW)	รุ่นไม่มีตะเข็บ (SML)
1/4"	2.20	3.80	-	850
3/8"	2.30	5.10	-	1,050
1/2"	2.80	7.60	430	1,100
3/4"	2.90	10.10	570	1,290
1"	3.40	15.00	840	1,560
1-1/4"	3.60	20.30	1,140	2,040
1-1/2"	3.70	24.30	1,360	2,400
2"	3.90	32.60	1,700	2,620
2-1/2"	5.20	51.70	2,700	4,100
3"	5.50	67.70	3,530	5,370

ขนาด SIZE mm.(in)	BSP 40			
	หนา (มม.)	น้ำหนัก (กก.)	รุ่นมีตะเข็บ (ERW)	รุ่นไม่มีตะเข็บ (SML)
3-1/2"	5.70	81.40	4,560	6,700
4"	6.00	96.40	5,030	7,650
5"	6.60	131.00	6,830	10,390
6"	7.10	170.00	8,870	13,490
8"	8.20	255.00	13,300	21,680
10"	9.30	362.00	19,160	30,780
12"	10.30	478.00	25,330	41,800
14"	11.10	567.00	30,200	51,780
16"	12.70	739.00	39,400	79,500
18"	14.30	936.00	50,000	182,250
20"	15.10	1104.00	59,000	214,920
24"	17.48	1531.44	84,000	290,890

4.2 ราคาข้อต่อต่าง ๆ ของท่อเหล็กดำ 40 (Black steel pipe: BSP40) ขนาดต่าง ๆ

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบราคาข้อต่อต่าง ๆ ของท่อเหล็กดำ 40 (Black steel pipe: BSP40) ตามขนาด

ขนาด Size	ข้อต่อไม่มีตะเข็บ		สามทางเชื่อม ไม่มีตะเข็บ	ฝาครอบเชื่อม ไม่มีตะเข็บ	ขนาด Size	ลดกลม	สามทางลด
	90 องศา	45 องศา					
1/2"	65	50	295	265	3/4"x1/2"	75	330
3/4"	70	55	325	275	1"x1/2"	85	370
1"	75	60	350	290	1"x3/4"	75	370
1 1/4"	80	75	380	315	1-1/4"x1/2"	135	420
1 1/2"	95	85	440	350	1-1/4"x3/4"	95	420
2"	125	110	520	400	1-1/4"x1"	95	420
2 1/2"	205	160	715	490	1-1/2"x1/2"	215	520
3"	305	235	910	670	1-1/2"x3/4"	140	520
3-1/2"	345	655	-	905	1-1/2"x1"	100	520
4"	500	385	1,300	1,005	1-1/2"x1-1/4"	100	520
5"	955	735	1,985	1,390	2"x3/4"	255	620
6"	1230	980	2,680	1,920	2"x1"	170	620
8"	2,525	1,985	5,065	3,355	2"x1-1/4"	135	620
10"	4,540	3,635	8,825	5,235	2"x1-1/2"	135	620
12"	6,380	5,145	12,210	6,510	2-1/2"x1"	395	900
14"	12,000	8,700	-	15,800	2-1/2"x1-1/4"	315	900

ขนาด Size	ข้องอไม่มีตะเข็บ		สามทางเชื่อม ไม่มีตะเข็บ	ฝาครอบเชื่อม ไม่มีตะเข็บ	ขนาด Size	ลดกลม	สามทางลด
	90 องศา	45 องศา					
16"	15,900	11,500	-	18,150	2-1/2"x1-1/2"	215	900
18"	20,900	15,200	-	20,250	2-1/2"x2"	215	900
20"	25,900	18,800	-	25,800	3"x1"	575	1,330
24"	42,500	31,000	-	35,250	3"x2"	430	1,080

4.3 ปริมาณท่อที่ถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่และวิธีแบบเดิม

ตารางที่ 4.3 ปริมาณท่อที่ถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่และวิธีแบบเดิม

ชนิดท่อ	ขนาดท่อ		ความยาวท่อ(m)	
	วิธีแบบเดิม	วิธีแบบใหม่	วิธีแบบเดิม	วิธีแบบใหม่
Pipe Types: BSP_40	0.59" (15mm)	0.59"(15mm)	0.5 m	0.372 m
Pipe Types: BSP_40	0.79"(20mm)	0.79"(20mm)	2 m	1.906 m
Pipe Types: BSP_40	0.98"(25mm)	0.98"(25mm)	3,584 m	3,497.379 m
Pipe Types: BSP_40	1.26" (32mm)	1.26"(32mm)	233m	198.466 m
Pipe Types: BSP_40	1.57"(40mm)	1.57"(40mm)	138 m	97.480 m
Pipe Types: BSP_40	1.97"(50mm)	1.97"(50mm)	412 m	382.352 m
Pipe Types: BSP_40	2.56" (65mm)	2.56"(65mm)	627 m	549.424 m
Pipe Types: BSP_40	3.15" (80mm)	3.15" (80mm)	144 m	91.442 m
Pipe Types: BSP_40	3.54" (90mm)	3.54" (90mm)	387 m	309.240 m
Pipe Types: BSP_40	3.94" (100mm)	3.94" (100mm)	133 m	67.434 m

ชนิดท่อ	ขนาดท่อ		ความยาวท่อ(m)	
	วิธีแบบเดิม	วิธีแบบใหม่	วิธีแบบเดิม	วิธีแบบใหม่
Pipe Types: BSP_40	5.91" (150mm)	5.91" (150mm)	701 m	628.900 m
Pipe Types: BSP_40	7.87" (200mm)	7.87" (200mm)	98 m	53.639 m
Pipe Types: BSP_40	9.84" (250mm)	9.84" (250mm)	12 m	10.749 m
รวม			6,471.5 m	5,888.785 m

จากตารางที่ 4.3 เป็นการแสดงปริมาณท่อทั้งหมดที่ถอดด้วยวิธีแบบใหม่และวิธีแบบเดิม จะเป็นการรวมปริมาณความยาวท่อแต่ละชนิด โดยที่จะรวมทุกขนาดเข้าด้วยกันและจะได้ผลรวม ดังนี้ ท่อ BSP 40 ถอดด้วยวิธีแบบใหม่ได้ 5,888.785 เมตร วิธีแบบเดิมได้ 6,471.5 เมตร

4.4 ปริมาณความแตกต่างของท่อเหล็กดำ 40 (Black steel pipe: BSP40) ที่ได้จากการถอดแบบ

ตารางที่ 4.4 ปริมาณความแตกต่างของท่อเหล็กดำ 40 (Black steel pipe: BSP40) ที่ได้จากการถอดแบบ

ชนิดท่อ	วิธีแบบเดิม	วิธีแบบใหม่	ความแตกต่าง	ร้อยละ
BSP 40	6,471.5 m	5,888.785 m	582.715 m	9

จากตารางที่ 4.4 เป็นการแสดงความยาวท่อรวมและความแตกต่าง ผลจากการถอดด้วยวิธีแบบใหม่ ได้ความยาว 5,888.785 เมตร วิธีแบบเดิมได้ความยาว 6,471.5 เมตร สรุปได้ว่าการถอดด้วยวิธีแบบใหม่ นั้นจะถูกต้องและได้ปริมาณที่น้อยกว่าการถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิม ปริมาณที่ได้แตกต่างกัน 582.715 เมตร คิดเป็นร้อยละ 9

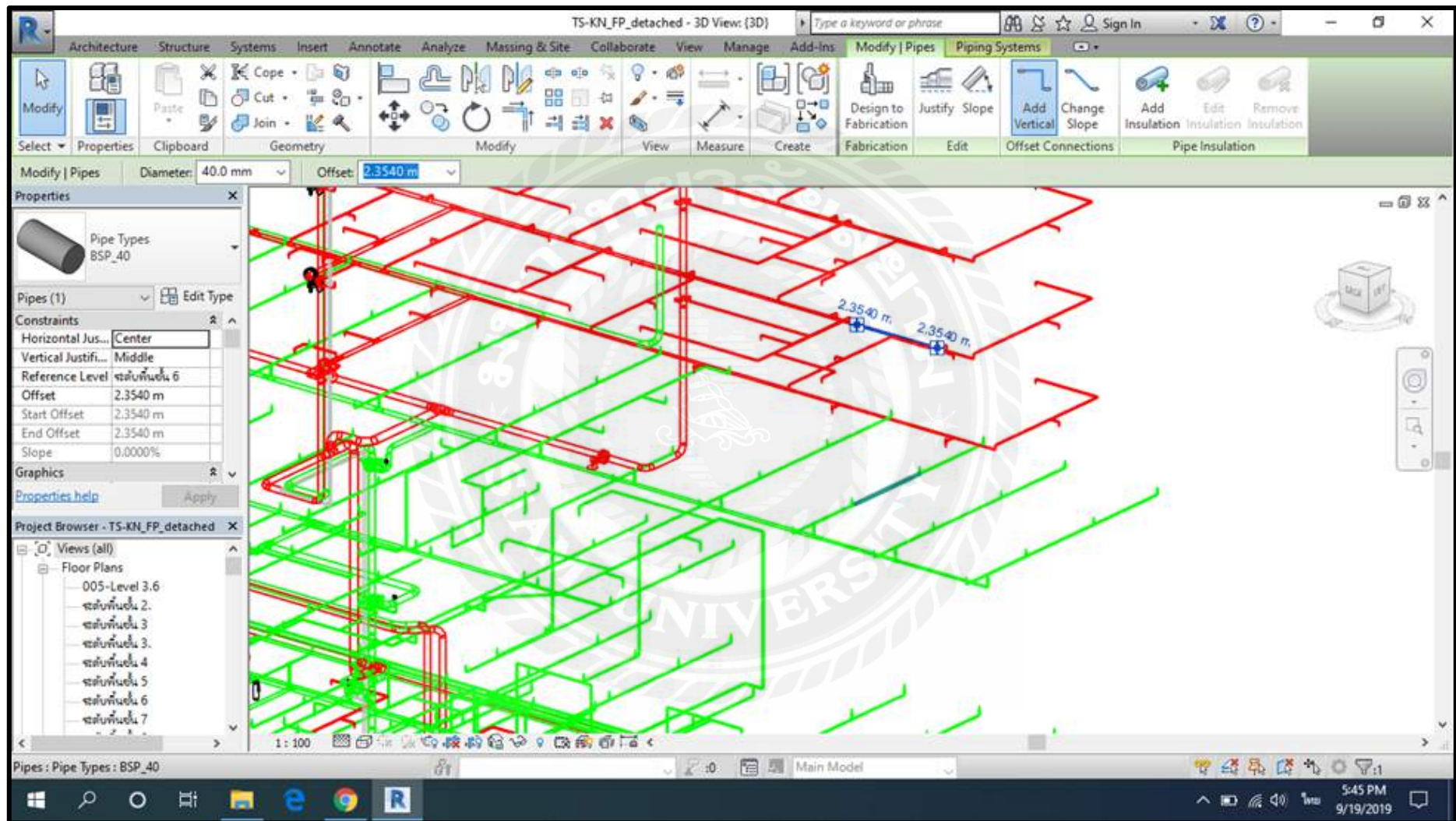
4.5 ขั้นตอนการวัด

4.5.1 ขั้นตอนการวัดด้วยวิธีแบบเดิม



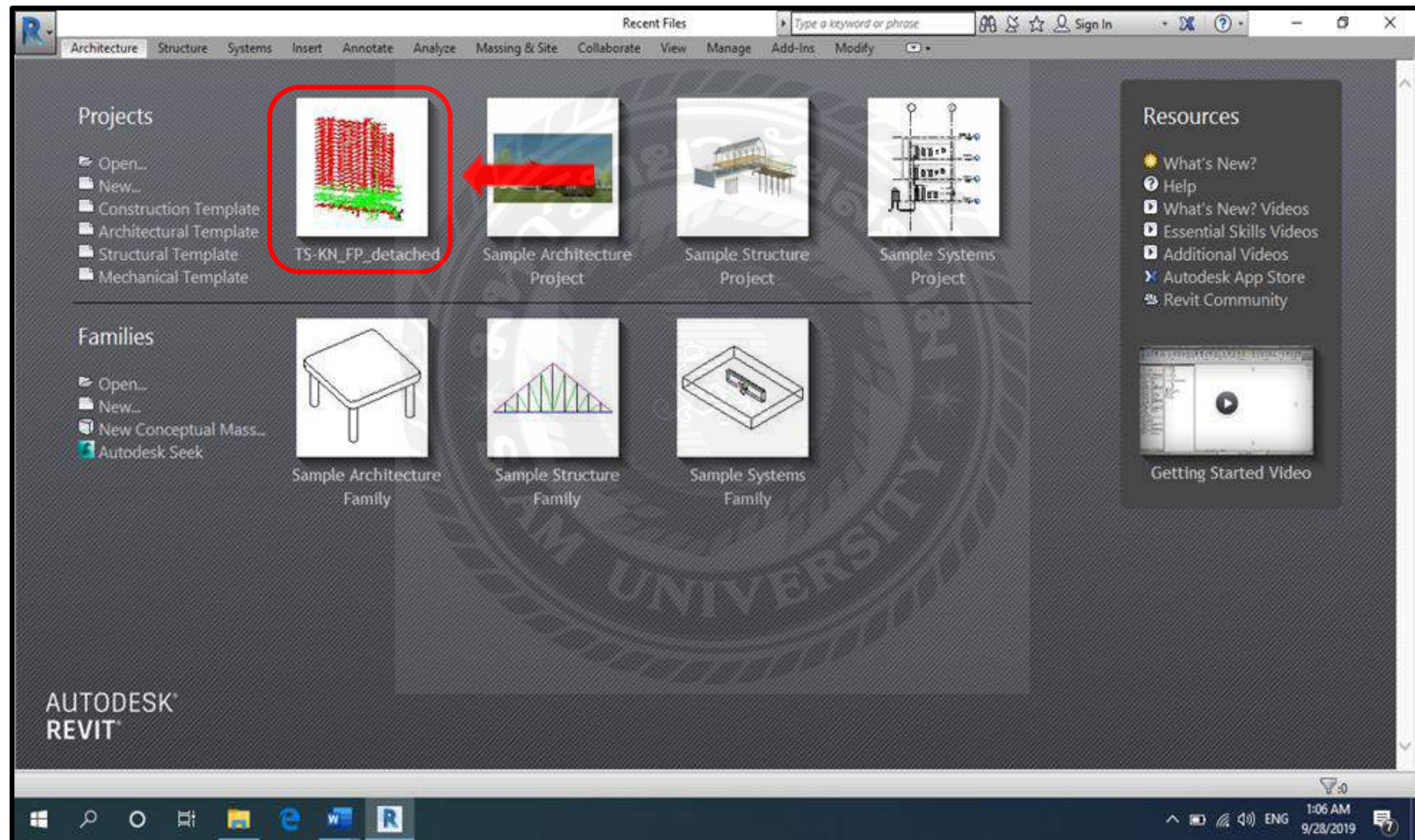
รูปที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการวัดด้วยวิธีแบบเดิม

4.5.2 ขั้นตอนการวัดด้วยวิธีแบบใหม่ (คอมพิวเตอร์)



รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการวัดด้วยวิธีแบบใหม่โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

- การเตรียม Autodesk Revit
เปิดไฟล์ TS-KN_FP_detached



รูปที่ 4.3 แสดงการเตรียมไฟล์ Revit

- กรณิหาจำนวนข้อต่อทั้งหมด
 1. เลือกหัวข้อ Schedules/Quantities
 2. เลือกไฟล์ Pipe Fitting Schedule

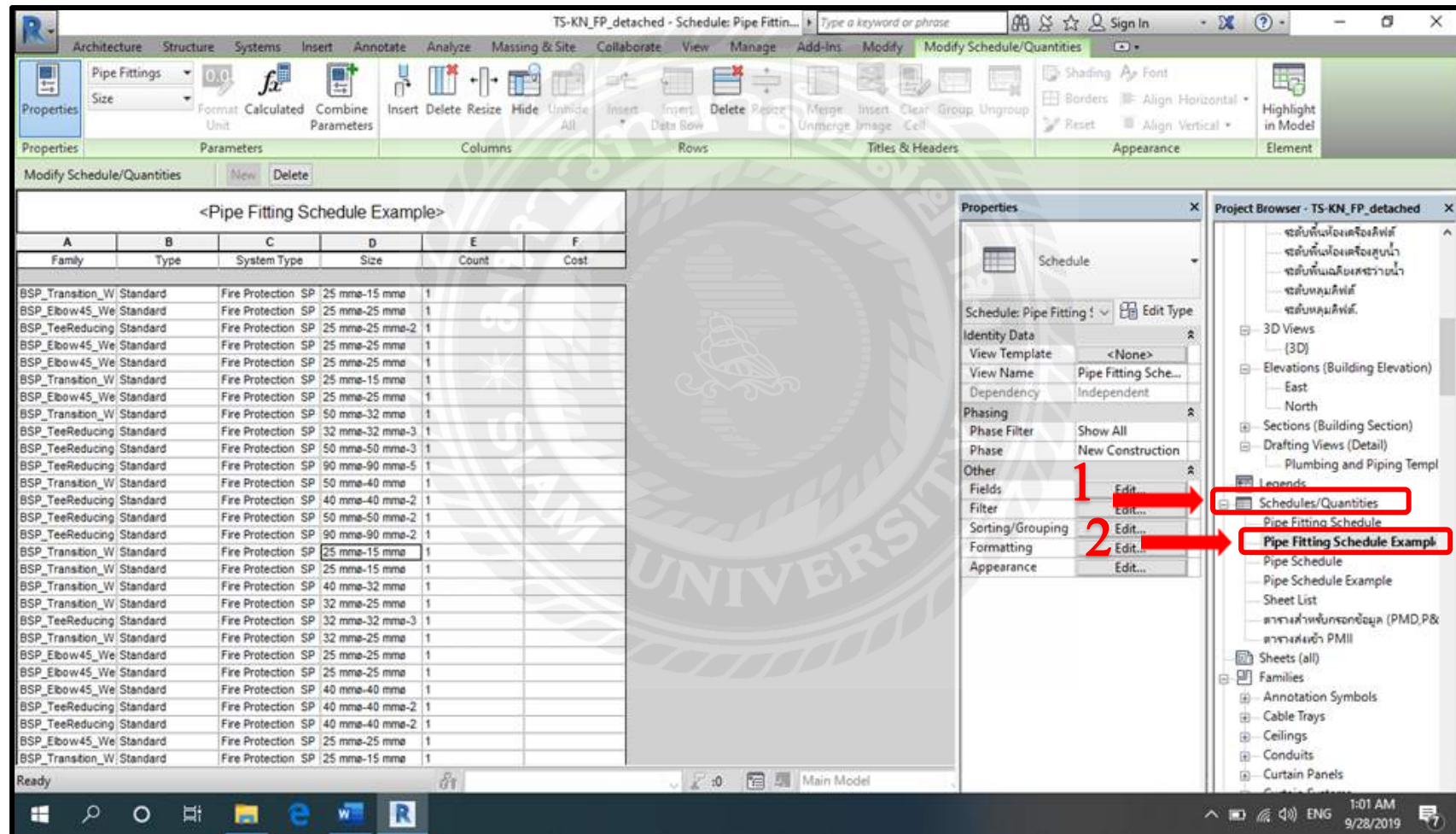
The screenshot displays the Revit software interface. The main window shows the 'Pipe Fitting Schedule' table with columns A (Name), B (Size), C (Quantity), D (Unit), and E (Cost). The table lists various pipe fittings and their quantities. The 'Project Browser' on the right side of the interface shows the 'Schedules/Quantities' folder expanded, with 'Pipe Fitting Schedule' highlighted. Red arrows and numbers 1 and 2 indicate the steps to select this schedule.

A	B	C	D	E
รายการ	ชนิด	จำนวน	Unit	ค่าราคา
FlexibleConnector1	50mm	2		\$0.00
GSP_Elbow45	Standard	33		\$0.00
HDPE_Elbow45_Welded	Standard	6		\$0.00
BSP_Elbow45_Welded	Standard	2340		\$0.00
BSP_Transition_Welded	Standard	2030		\$0.00
BSP_Coupling	Standard	10		\$0.00
GSP_Tee	Standard	16		\$0.00
GSP_Transition	Standard	18		\$0.00
GSP_TeeReducing_Welded	Standard	1540		\$0.00
Flange - Slip-on - Steel - Class	Standard	28		\$0.00

รูปที่ 4.4 แสดงจำนวนข้อต่อทั้งหมด

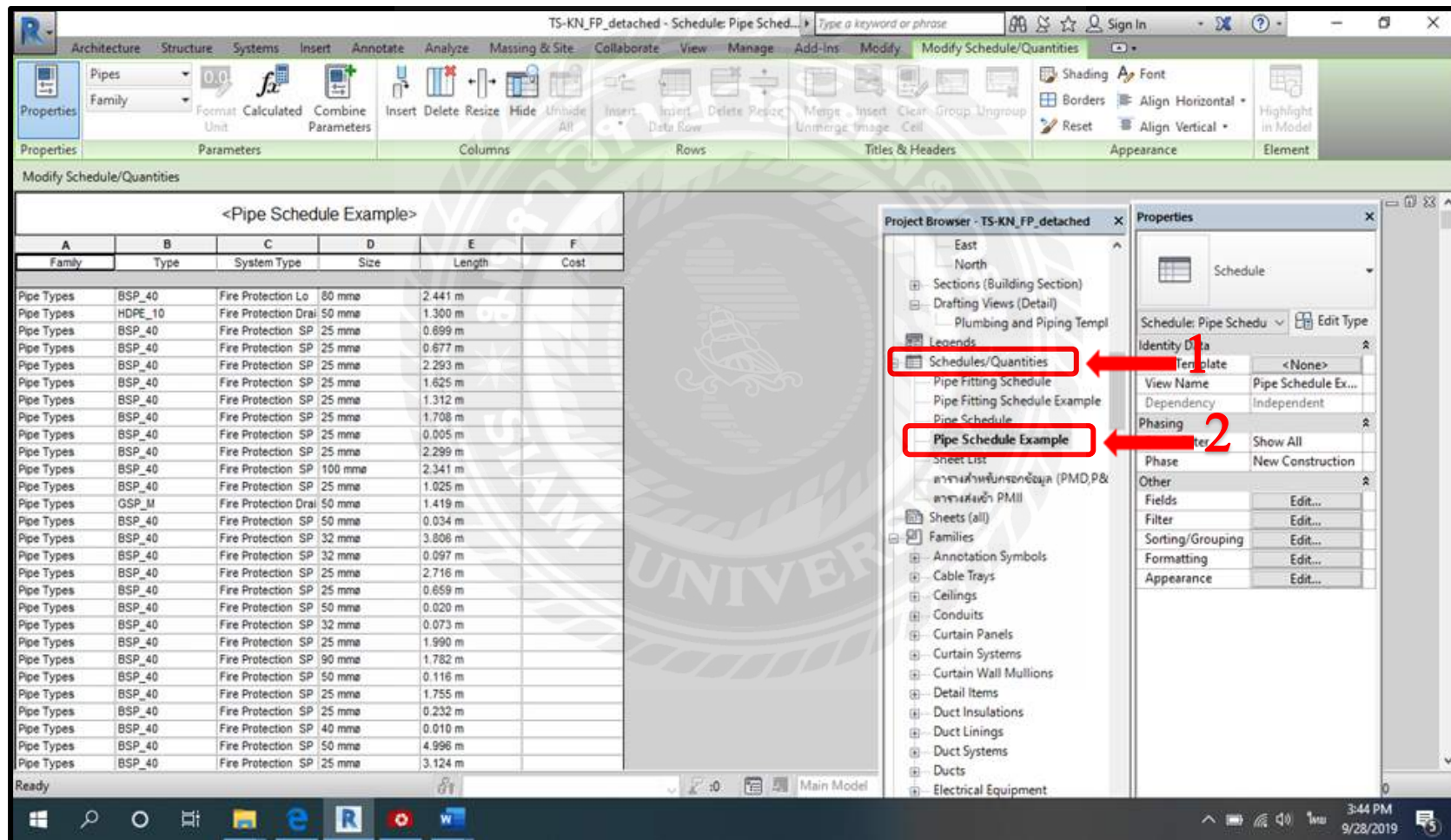
- กรณีหาขนาดข้อต่อทั้งหมด

1. เลือกหัวข้อ Schedules/Quantities
2. เลือกไฟล์ Pipe Fitting Schedule Example



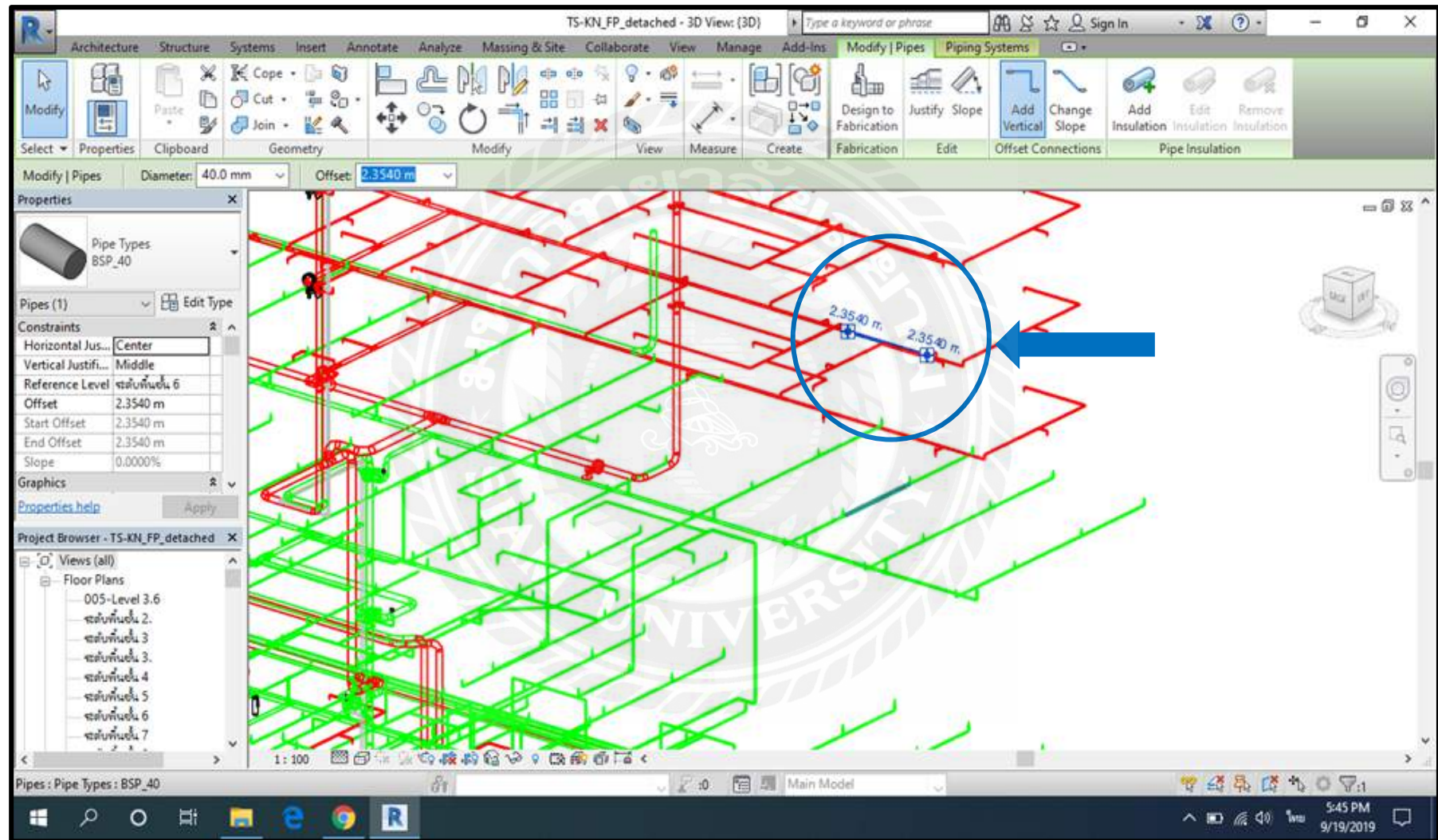
รูปที่ 4.5 แสดงขนาดข้อต่อทั้งหมด

- กรณีหาขนาดและความยาวท่อ
 1. เลือกหัวข้อ Schedules/Quantities
 2. เลือกไฟล์ Pipe Schedules Example



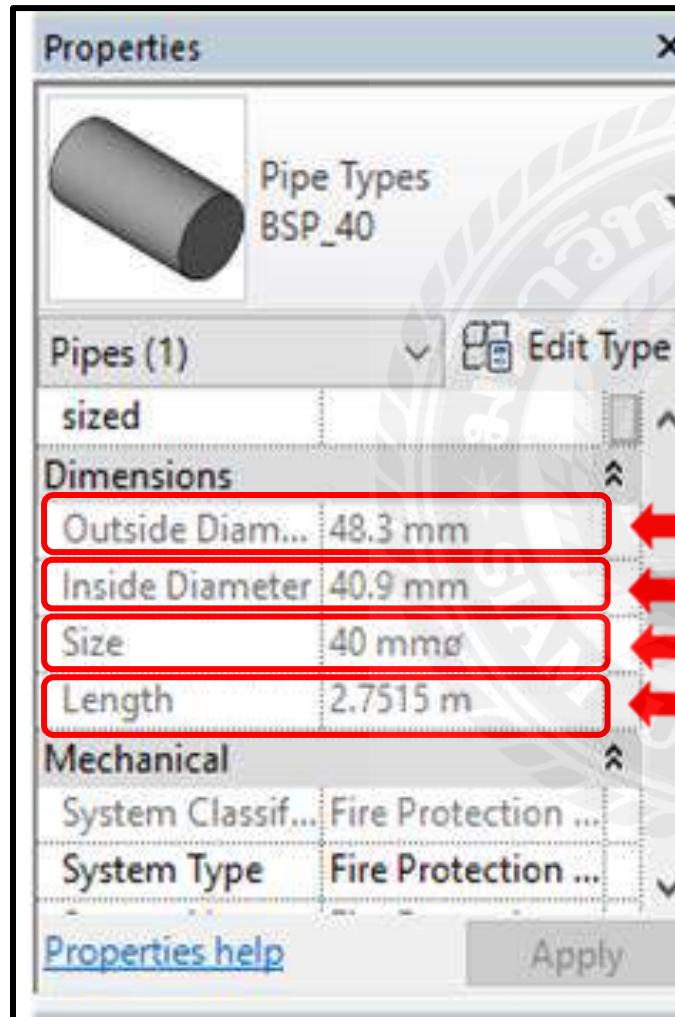
รูปที่ 4.6 แสดงขนาดและความยาวท่อ

สามารถดูความยาวและขนาดของท่อแต่ละช่วงได้โดย เลือกที่บริเวณท่อที่ต้องการทราบความยาวและขนาด



รูปที่ 4.7 แสดงการเลือกท่อบริเวณที่ต้องการทราบความยาว

เมื่อกดแล้วนั้นจะมีรายละเอียดของท่อแสดงขึ้นมาที่แถบ Properties ในหัวข้อ Dimensions



Outside Diameter = เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก

Inside Diameter = เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน

Size = ขนาดท่อ

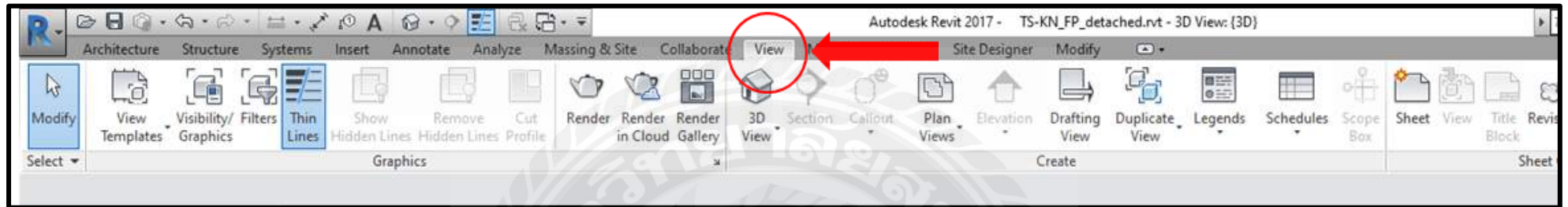
Length = ความยาวท่อ

รูปที่ 4.8 แสดงแถบเครื่องมือ Properties

- กรณิหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด

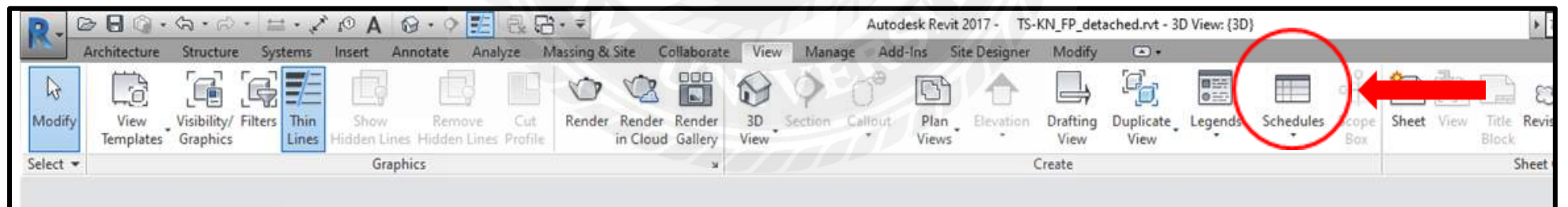
1. เลือกหัวข้อ View

View



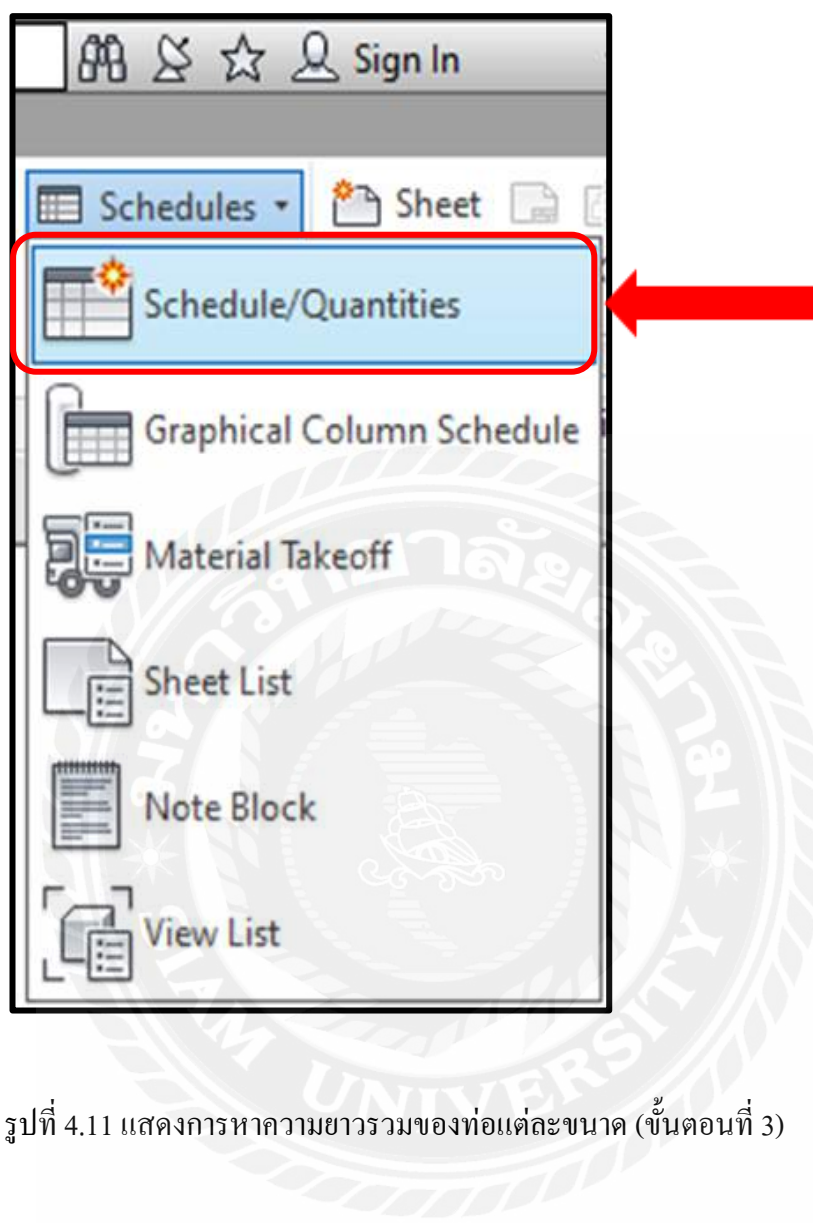
รูปที่ 4.9 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 1)

2. เลือก Schedules



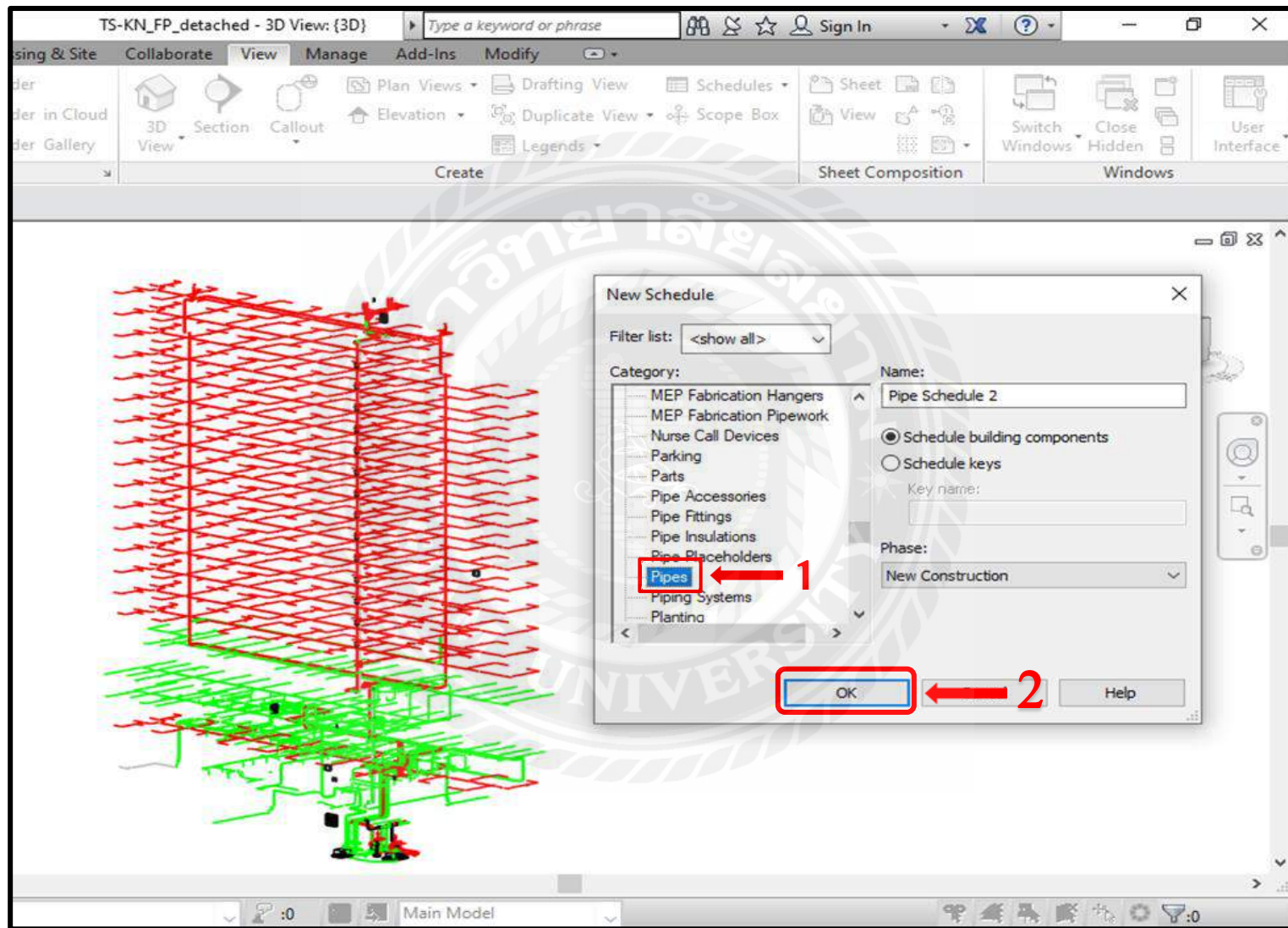
รูปที่ 4.10 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 2)

3. เลือก Schedules/Quantities



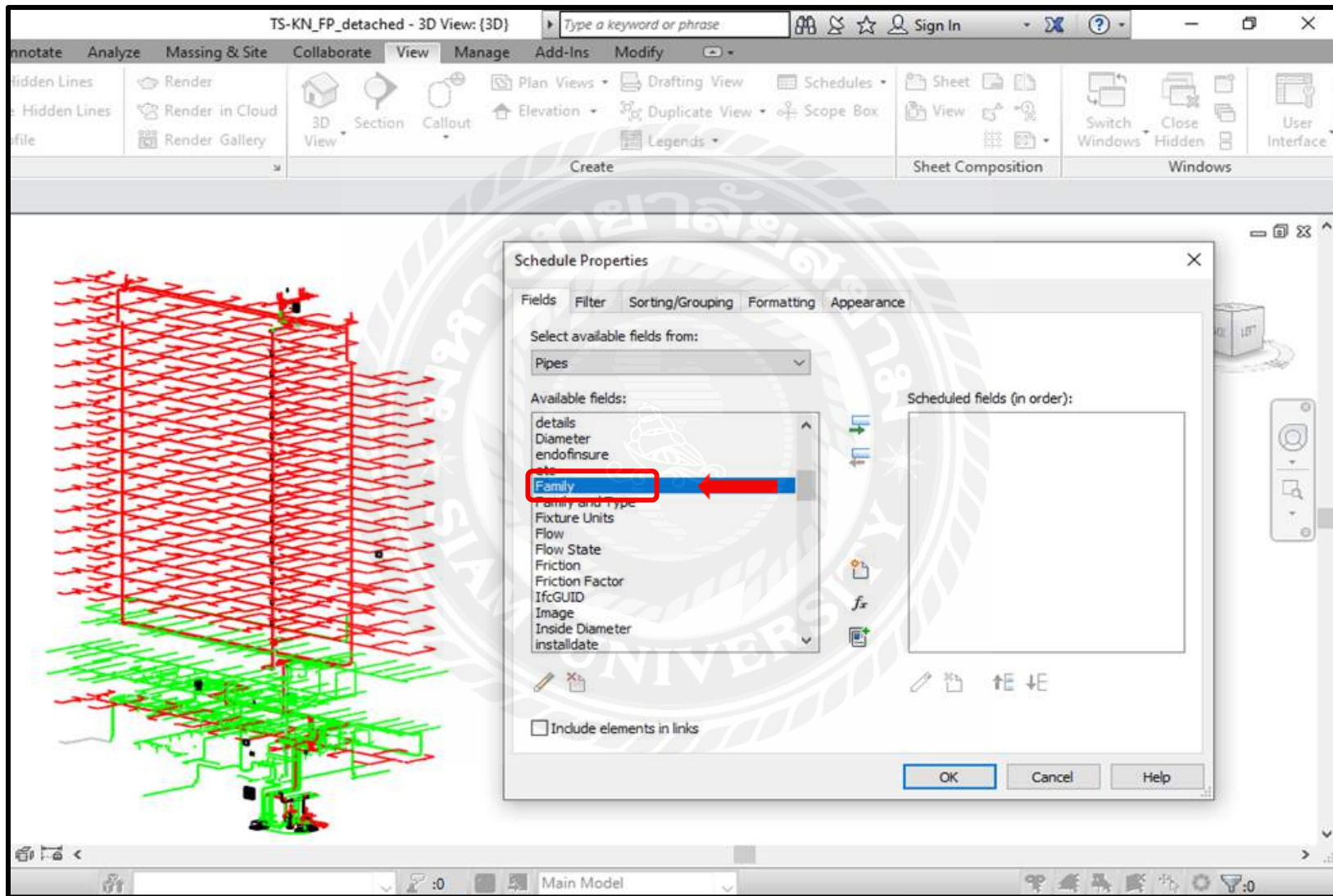
รูปที่ 4.11 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 3)

4. เลือก Pipes กด OK



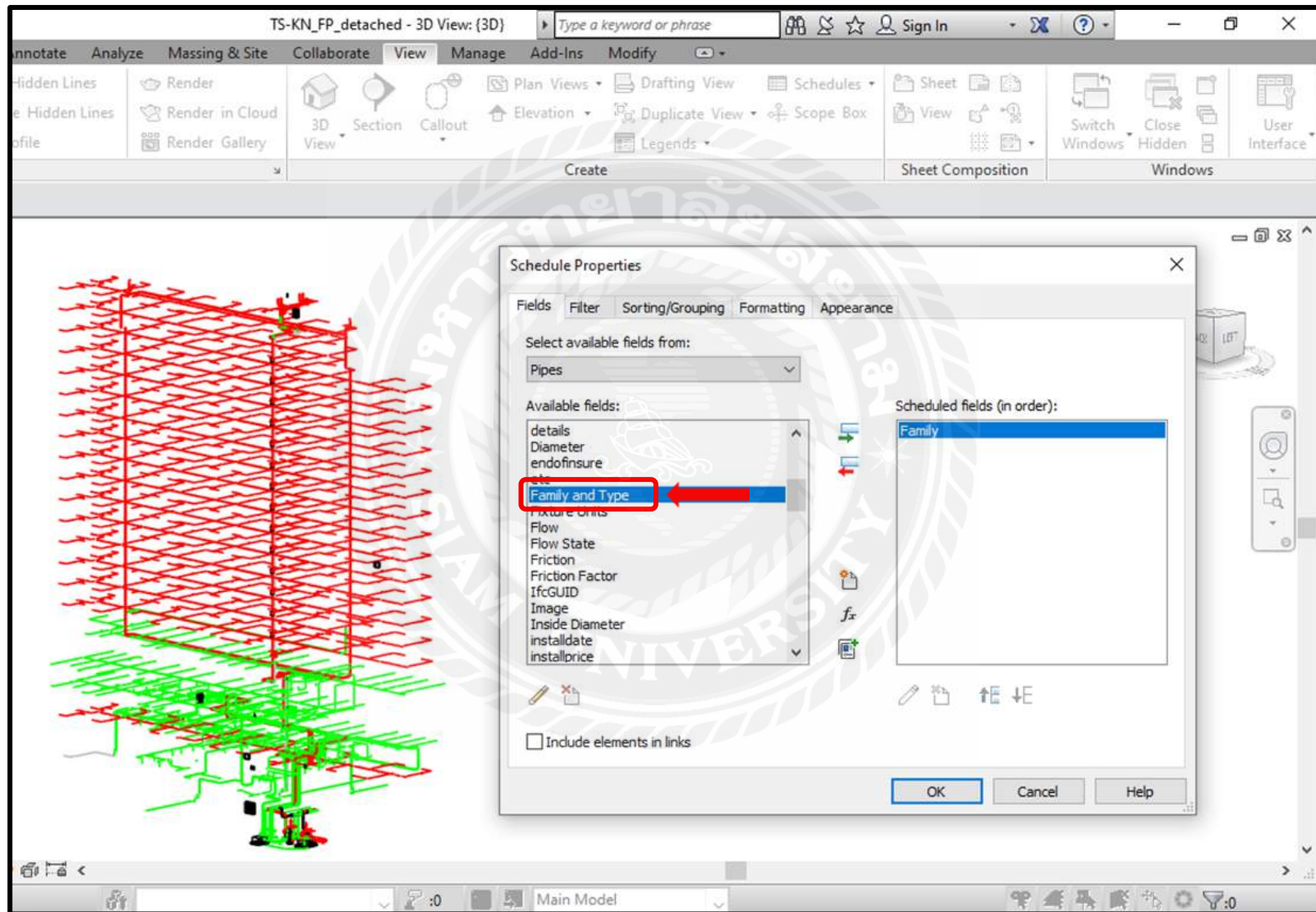
รูปที่ 4.12 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 4)

5. เลือก Family



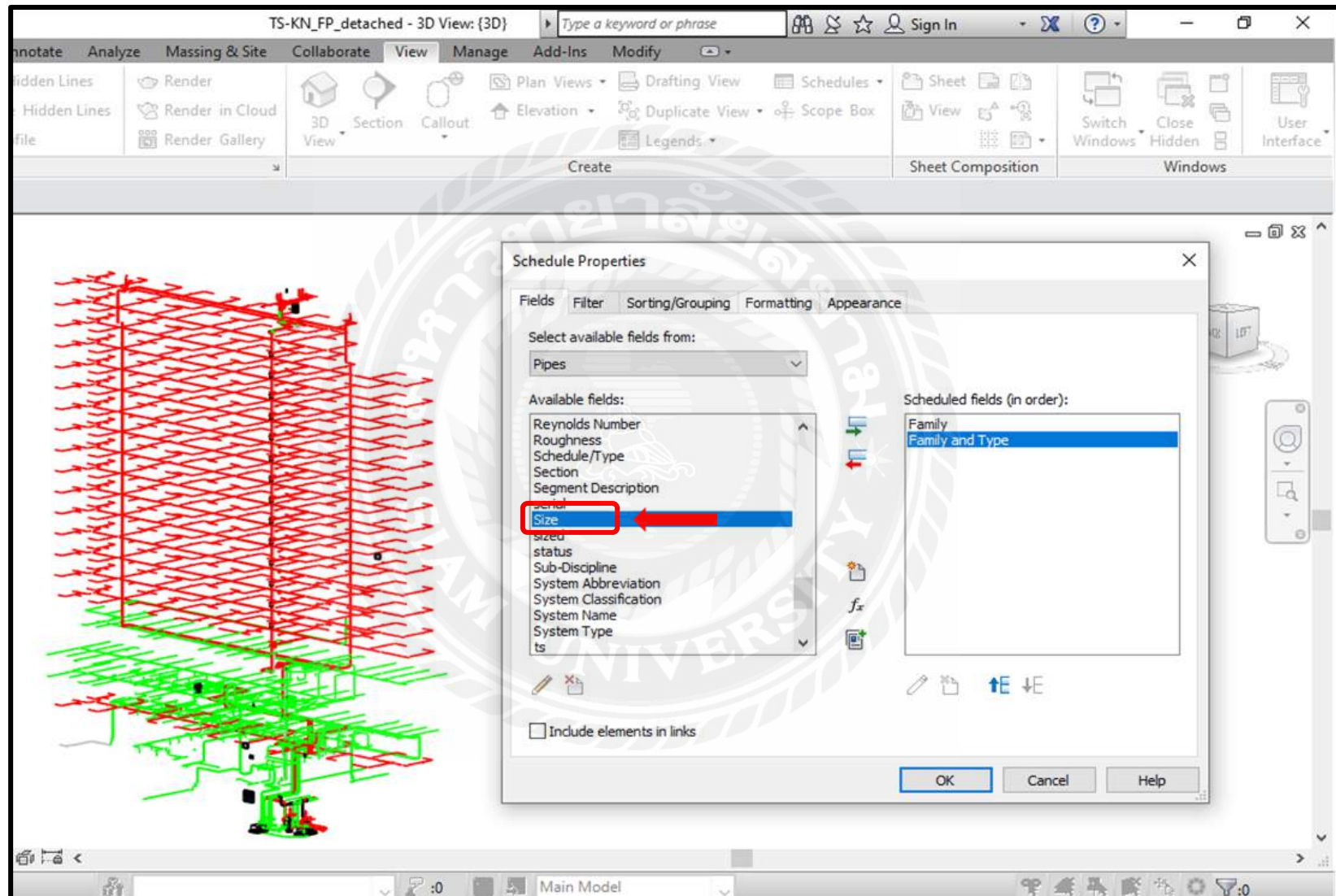
รูปที่ 4.13 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 5)

6. เลือก Family and Type



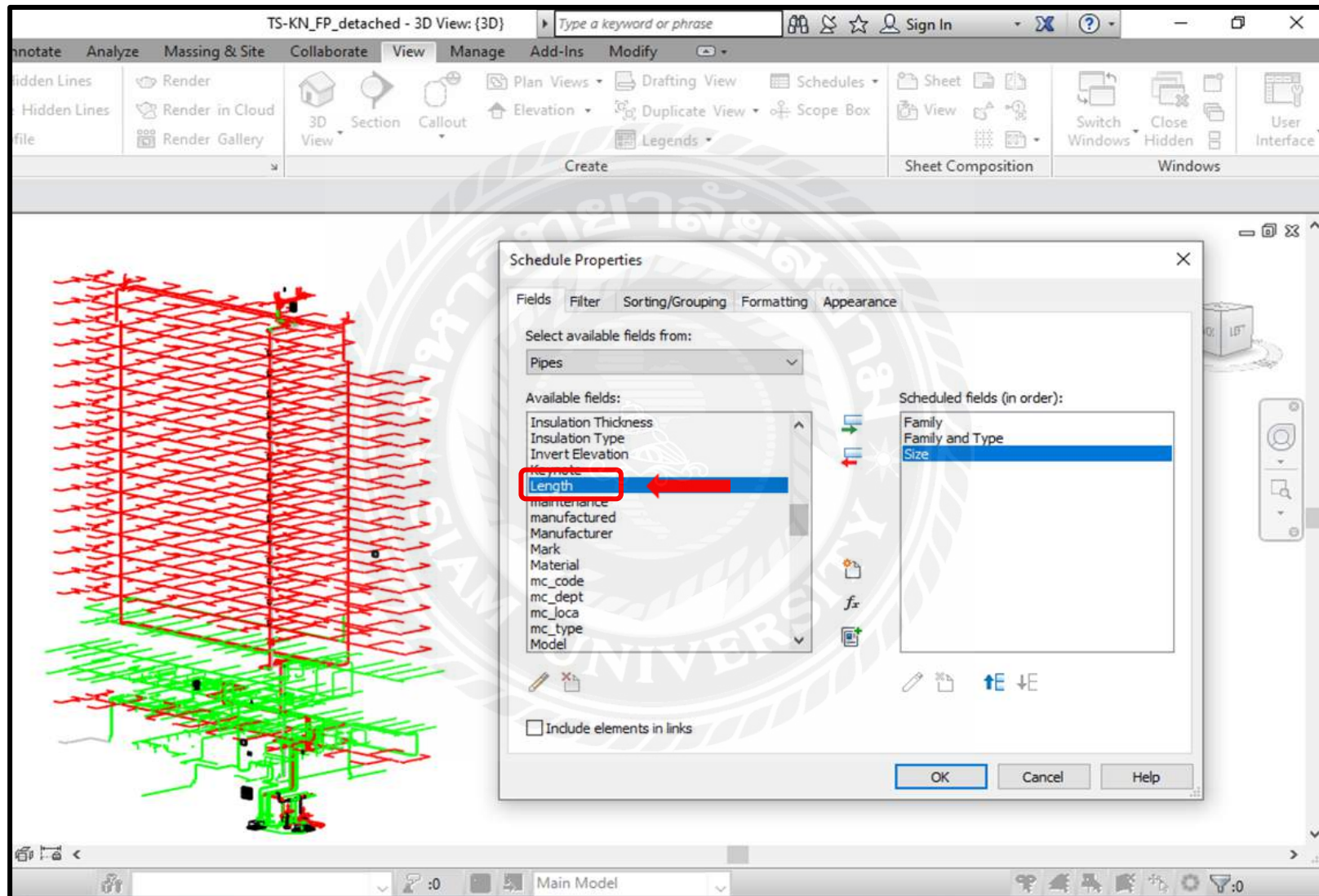
รูปที่ 4.14 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 6)

7. เลือก Size



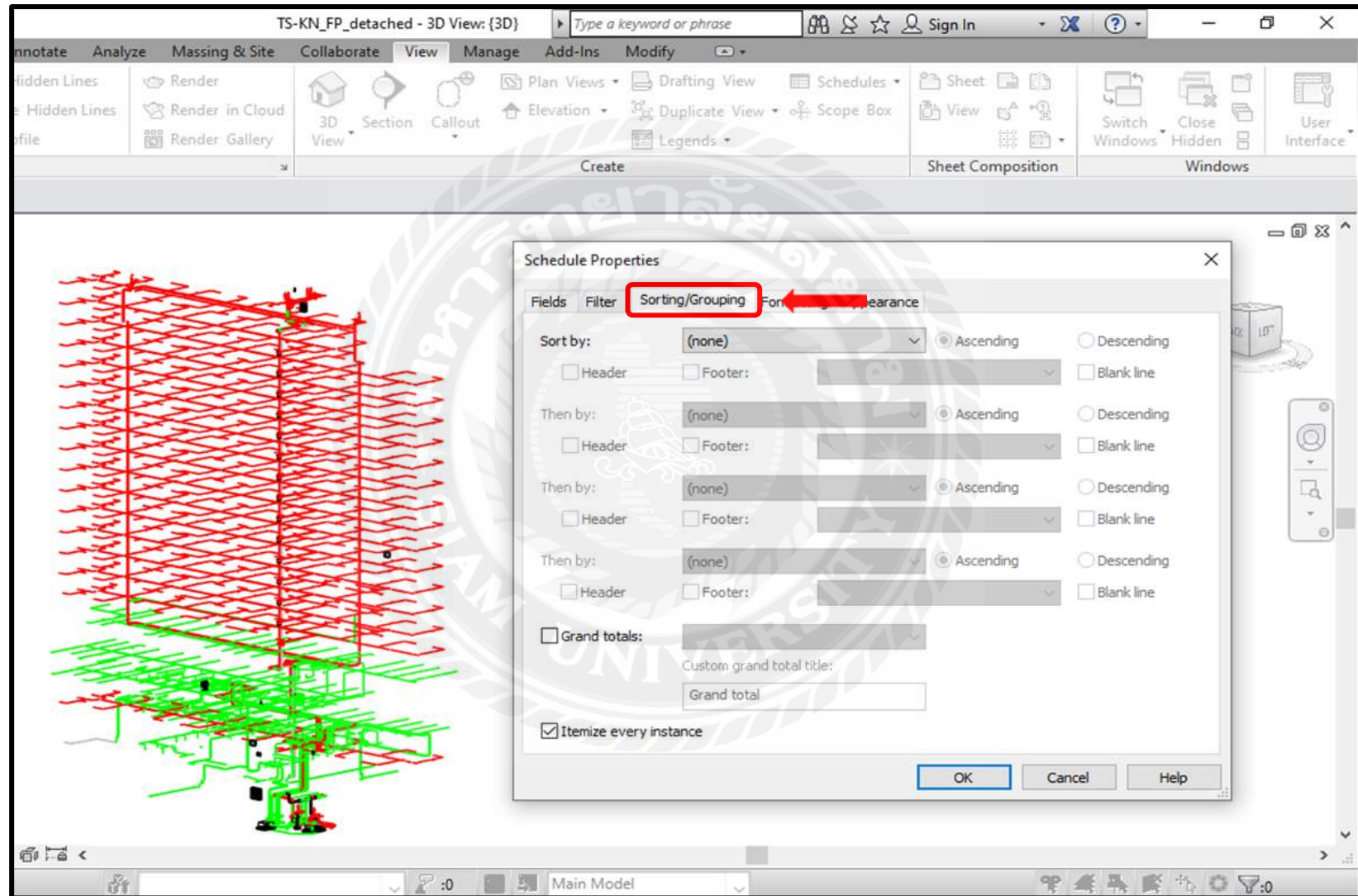
รูปที่ 4.15 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 7)

8. เลือก Length



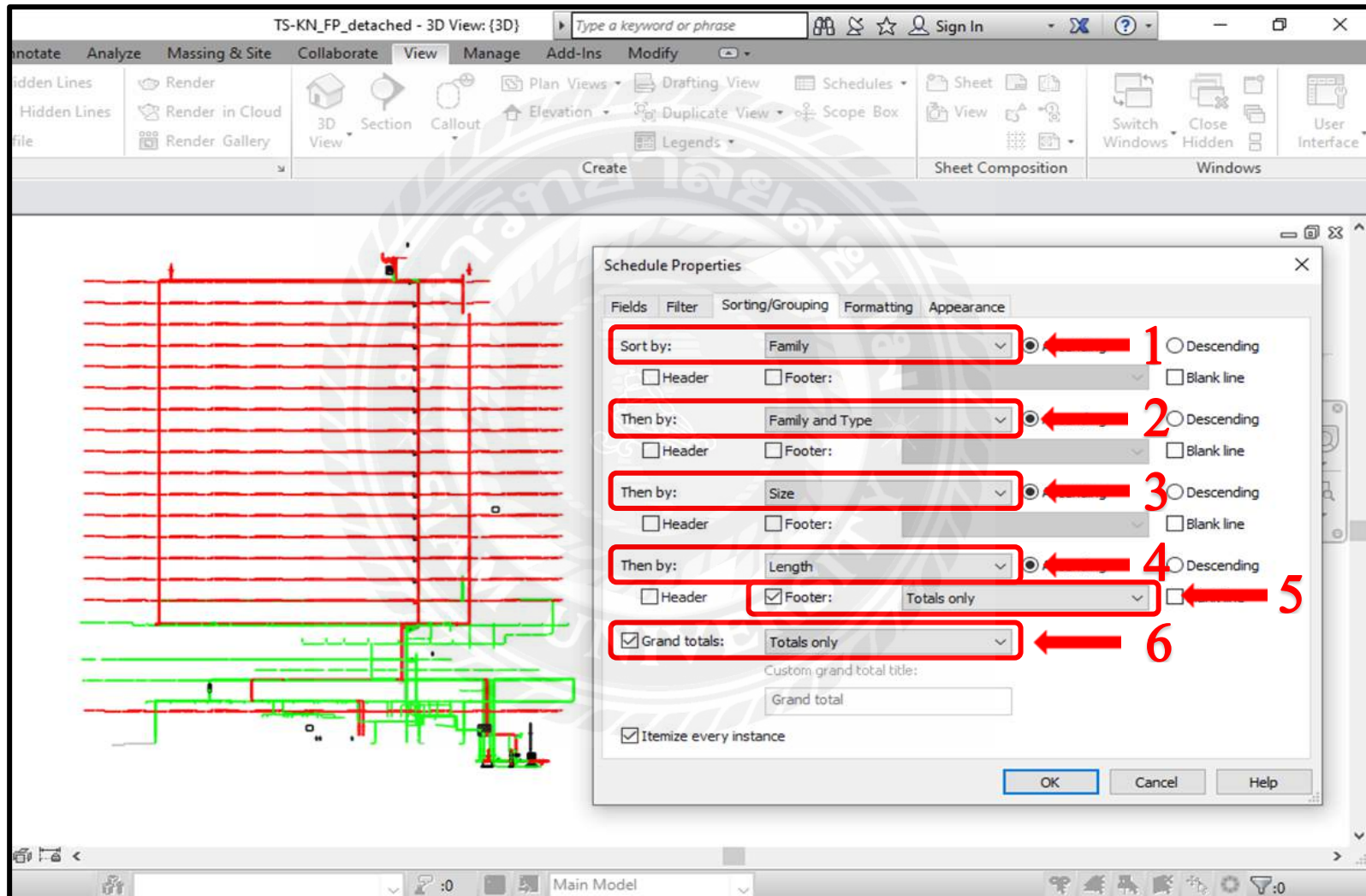
รูปที่ 4.16 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 8)

9. เลือกหัวข้อ Sorting/Grouping



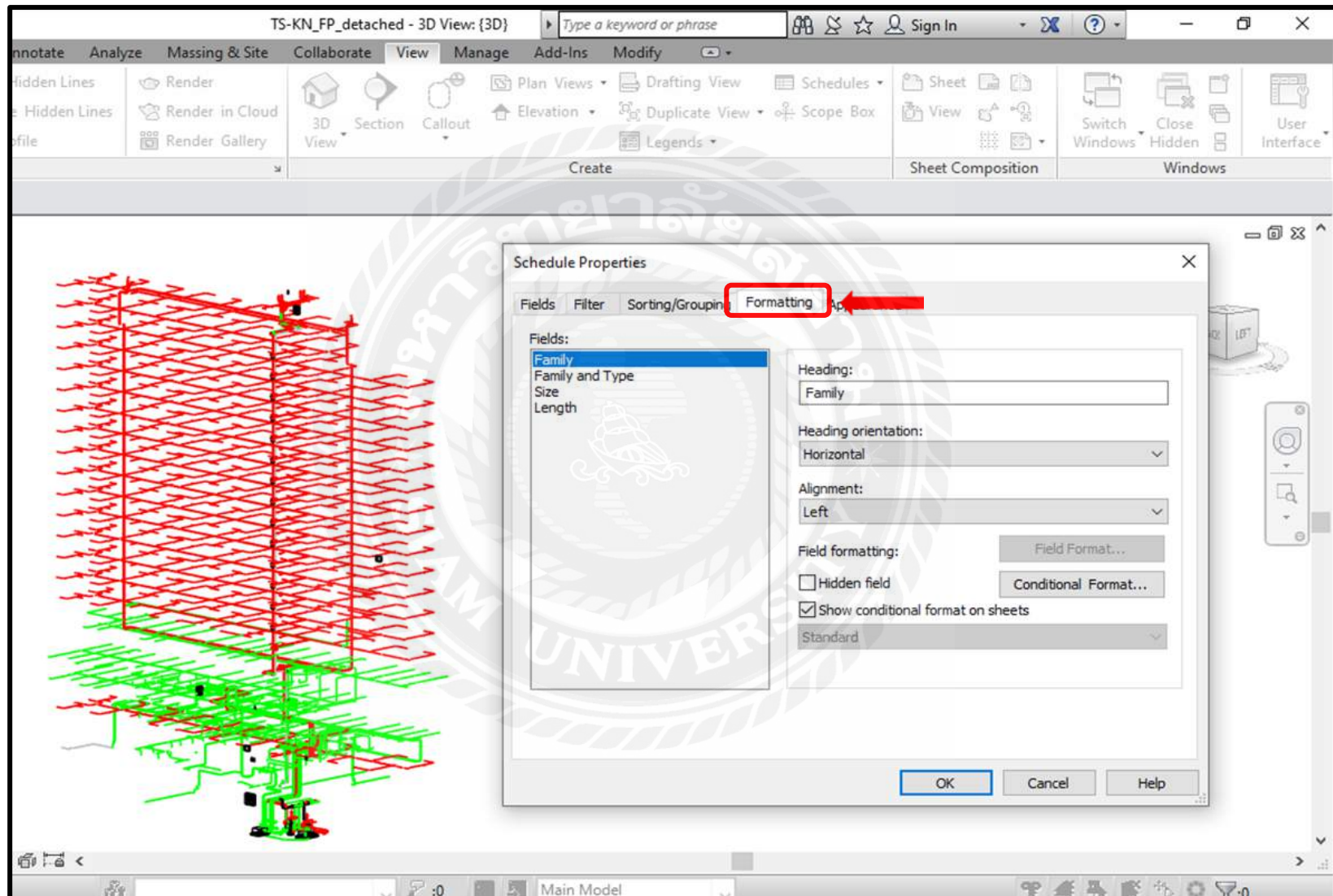
รูปที่ 4.17 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 9)

10. ไปที่ Sort by ทำการเลือก Family , ไปที่ Then by 1 ทำการเลือก Family and Type , ไปที่ Then by 2 ทำการเลือก Size , ไปที่ Then by 3 ทำการเลือก Length , ใน Then by 3 ให้ ☒ Footer ทำการเลือก Totals only , ☒ Grand totals ทำการเลือก Totals only



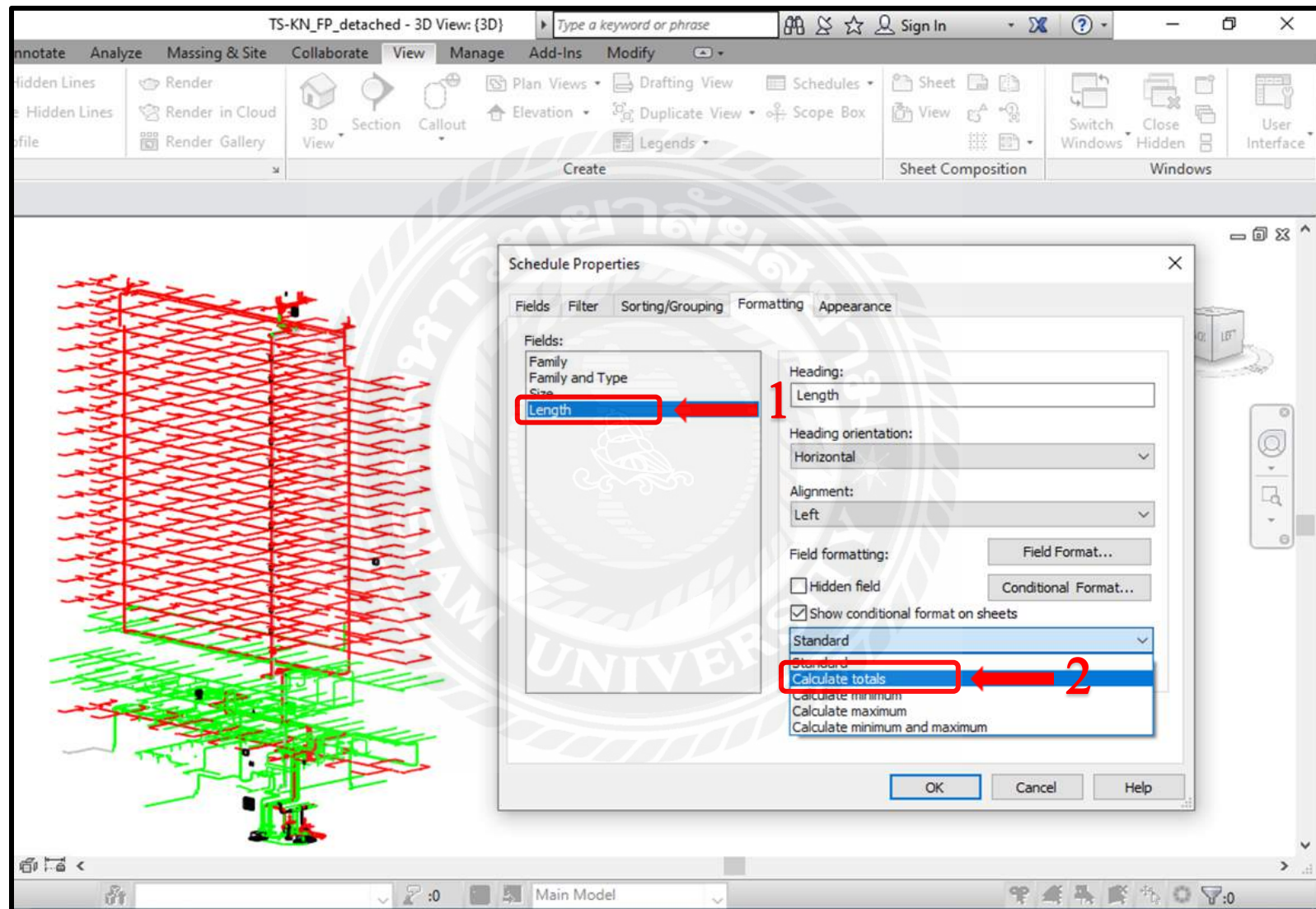
รูปที่ 4.18 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 10)

11. เลือกหัวข้อ Formatting



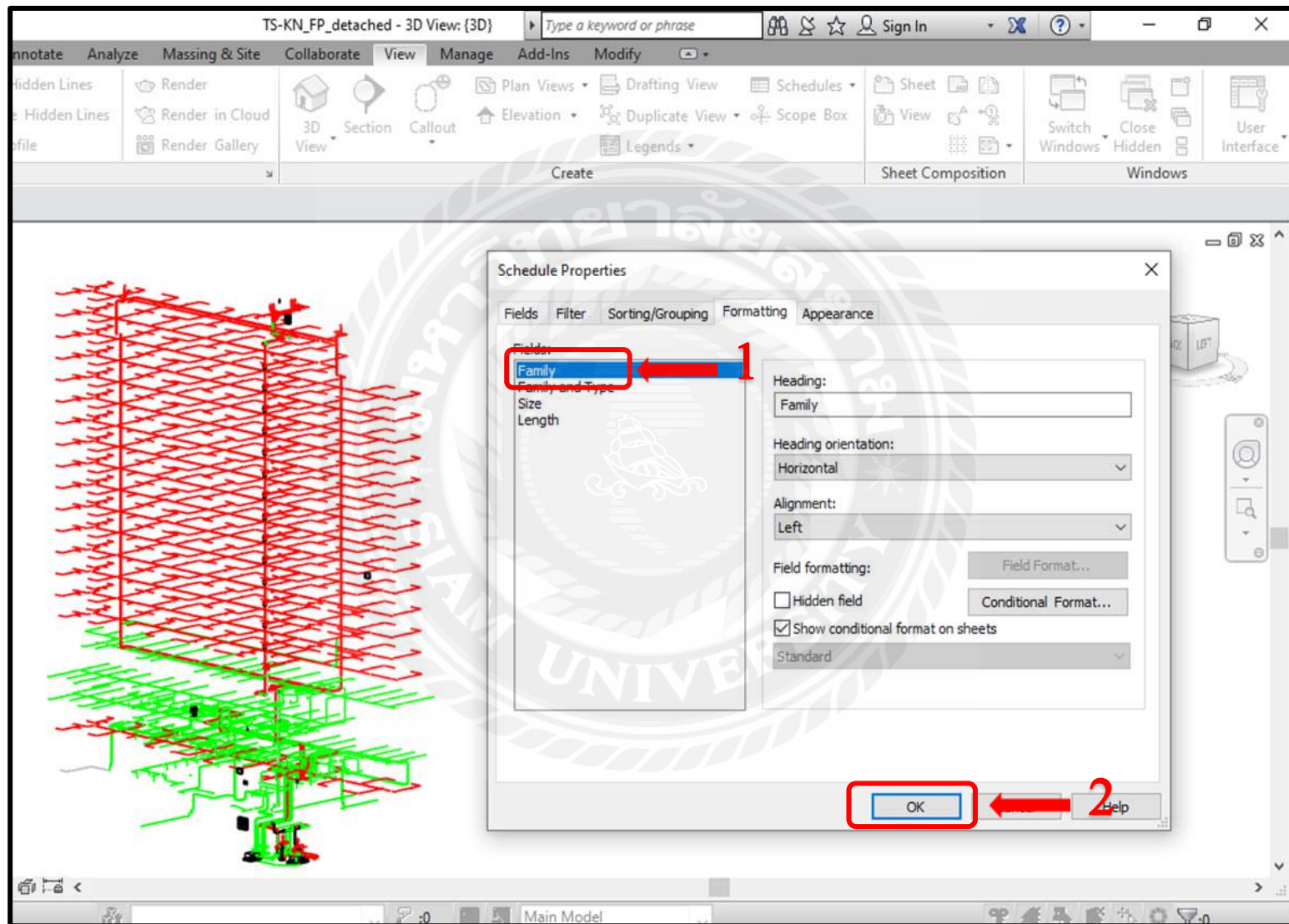
รูปที่ 4.19 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 11)

12. เลือก Length จากนั้นเลือก Calculate totals



รูปที่ 4.20 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 12)

13. กดที่หัวข้อ Family กด OK



รูปที่ 4.21 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 13)

14. จะได้ตารางที่แสดงความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด

The screenshot displays the Revit software interface with the 'Pipe Schedule 6' table visible in the Properties panel. The table is organized into four columns: A (Family), B (Family and Type), C (Size), and D (Length). The table lists various pipe types and their corresponding lengths.

A	B	C	D
Family	Family and Type	Size	Length
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.003 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.003 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.003 m
			0.010 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.022 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.022 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.022 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.022 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.022 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.022 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.022 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.022 m
			0.201 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.065 m
			0.065 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	15 mmø	0.096 m
			0.096 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.007 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.007 m
			0.014 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.015 m
			0.015 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.073 m
			0.073 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.099 m
			0.099 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.103 m
			0.103 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.104 m
			0.104 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.251 m
			0.251 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.262 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.262 m
			0.524 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.362 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	20 mmø	0.362 m
			0.724 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	25 mmø	0.003 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	25 mmø	0.003 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	25 mmø	0.003 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	25 mmø	0.003 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	25 mmø	0.003 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	25 mmø	0.003 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	25 mmø	0.003 m
Pipe Types	Pipe Types: BSP_4	25 mmø	0.003 m

รูปที่ 4.22 แสดงการหาความยาวรวมของท่อแต่ละขนาด (ขั้นตอนที่ 14)

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

โครงการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาเรื่องการลดต้นทุนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง กรณีศึกษาโครงการคอนโดมิเนียมเดอะซีเล็คเต็ด (เกษตร-งามวงศ์วาน) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนด้วยการปรับปรุงกระบวนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง โดยทำการถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิมแล้วพิมพ์ลงในกระดาษ จากนั้นทำการวัดความยาวตามเส้นแนวท่อด้วยไม้บรรทัดบันทึกค่าที่ได้ เพื่อเปรียบเทียบกับถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่โดยการเขียนแบบในโปรแกรม Autodesk Revit ซึ่งจะเริ่มจากเปิดไฟล์โครงสร้างและไฟล์สถาปัตยกรรมเข้ามาในโปรแกรมก่อน จากนั้นนำแบบท่อจากโปรแกรม Auto CAD ซึ่งเป็นแบบ 2 มิติ มาทาบแล้วเขียนตาม ภาพท่อที่ได้

5.1 สรุปผลโครงการ

การจัดทำโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนด้วยการปรับปรุงกระบวนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง โดยทำการเปรียบเทียบการถอดแบบท่อในระบบดับเพลิงภายในอาคารด้วยวิธีแบบใหม่โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และวิธีแบบเดิม สรุปได้ว่า ปริมาณท่อที่ถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้ความยาวท่อทั้งหมด 5,888.8 เมตร ถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิมได้ความยาวท่อทั้งหมด 6,471.5 เมตร โดยปริมาณท่อที่ถอดด้วยวิธีแบบใหม่โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีปริมาณน้อยกว่าการถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิม 582.7 เมตร คิดเป็นร้อยละ 9 ทำให้สามารถลดต้นทุนท่อในโครงการนี้ได้ 615,731 บาท และสามารถลดเวลาในการถอดแบบ โดยในการถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ถอดแบบด้วยวิธีแบบเดิมใช้เวลา 10 ชั่วโมง สามารถลดเวลาการถอดแบบได้ 8 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 80 จากข้อมูลพนักงานถอดแบบมี 1 ท่าน ถอดแบบ 3 แบบต่อเดือน และลดค่าแรงพนักงานถอดแบบได้ 2400 บาท ต่อเดือน คิดจากค่าแรงพนักงานถอดแบบ 100 บาท/ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 10 สรุป สามารถลดต้นทุนในการสร้างโครงการนี้ได้ 618,131 บาท คิดเป็นร้อยละ 14

ข้อจำกัดของโครงการ

1. โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อถอดปริมาณท่อในระบบดับเพลิงเท่านั้น
2. ในการถอดจำนวนอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วาล์ว ข้อต่อ ข้องอ ฯลฯ อุปกรณ์เหล่านี้ในการถอดด้วยวิธีแบบเดิมและวิธีแบบใหม่ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเท่ากันเพราะเป็นจำนวนนับ
3. ในการสั่งซื้อจะใช้ปริมาณท่อที่ได้จากการถอดด้วยวิธีแบบใหม่ แล้วบวกเพิ่มอีกร้อยละ 10 เพราะหน้างานจริงช่างไม่สามารถติดตั้งท่อได้สมบูรณ์เหมือนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์และเพื่อเกิดปัญหาในการต่อท่อหน้างาน

ข้อเสนอแนะ

สามารถนำโปรแกรม Autodesk Revit ไปถอดแบบท่อและสายไฟต่าง ๆ ภายในอาคาร และสามารถลดระยะเวลาในการถอดแบบได้

5.2 สรุปผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

- 5.2.1 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ทำให้การทำงานของบริษัทมีความถูกต้องมากขึ้น และสามารถลดต้นทุนให้บริษัทได้
- 5.2.2 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา การเขียนแบบระบบดับเพลิงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะต้องใช้โปรแกรม Autodesk Revit เท่านั้น
- 5.2.3 ข้อเสนอแนะ การถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะใช้เวลาน้อยกว่าวิธีแบบเดิมและได้ปริมาณท่อที่ตรงตามปริมาณที่ใช้จริง จึงทำให้ต้นทุนในการสั่งซื้อลดลงและยังได้แบบเป็นสามมิติ ทำให้ดูแบบแล้วเข้าใจการทำงานง่ายขึ้น ผู้ออกแบบ ช่าง รวมไปถึงลูกค้า สามารถดูแบบแล้วเข้าใจตรงกันได้ไม่ยาก เพราะฉะนั้นควรใช้การถอดแบบด้วยวิธีแบบใหม่

บรรณานุกรม

- กองซ่อมสิ่งปลูกสร้างและสาธารณูปโภค บริษัท คิว-เพาเวอร์ เอ็นจิเนียริง จำกัด. (2560).
การประมาณราคา อุปสรรค ปัญหาและข้อผิดพลาดในการประมาณราคา. เข้าถึงได้จาก
<http://www.q-power.co.th/knowledge/detail/11>
- ชนกานต์ เจริญรุ่งโรจน์. (2560). *ถอดปริมาณงานก่อสร้างให้ตรงกับค่าใช้จ่ายจริง*. เข้าถึงได้จาก
<https://www.applicadthai.com/articles/article-ci/article-extraxion>
- บริษัท ไฟร์เร็กซ์ (ประเทศไทย) จำกัด. (2557). *ท่อดับเพลิง BSP_40*. เข้าถึงได้จาก
<https://www.firepipe.com/products>
- เมธินพัฐ บวรธรรมรัตน์. (2562). *ระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย*. เข้าถึงได้จาก
<http://www.pumpsandvalves-asia.com/portals/0/seminar/1>
- วิกิพีเดีย. (ม.ป.ป.). *การประมาณราคา*. วันที่สืบค้น 23 กรกฎาคม 2562, จาก <https://th.wikipedia.org>
 › wiki ›
- วิโรจน์ ลิ้มตระการ. (2552). *ไฟไนต์เอลิเมนต์ ด้วย SolidWorks Simulation*. กรุงเทพฯ:
 สำนักพิมพ์ ศ.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- สภาวิศวกร. (2560). *ระบบดับเพลิง*. เข้าถึงได้จาก <http://www.coe.or.th/coe-2/Download/Articles/ENV/CH11>
- สภาวิศวกร. (2560). *ระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัย สภาวิศวกร*. เข้าถึงได้จาก
<http://www.coe.or.th/coe-2/main/coeHome.php?aMenu=80601&aArtType=1&aArtYear=2017&aArtNo=51>
- MioMio. (2555). *BIM คืออะไร? Building Information Modeling*. เข้าถึงได้จาก
<http://reviteduthai.com/blog-1>

ภาคผนวก

รูปในส่วนอื่น ๆ ของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

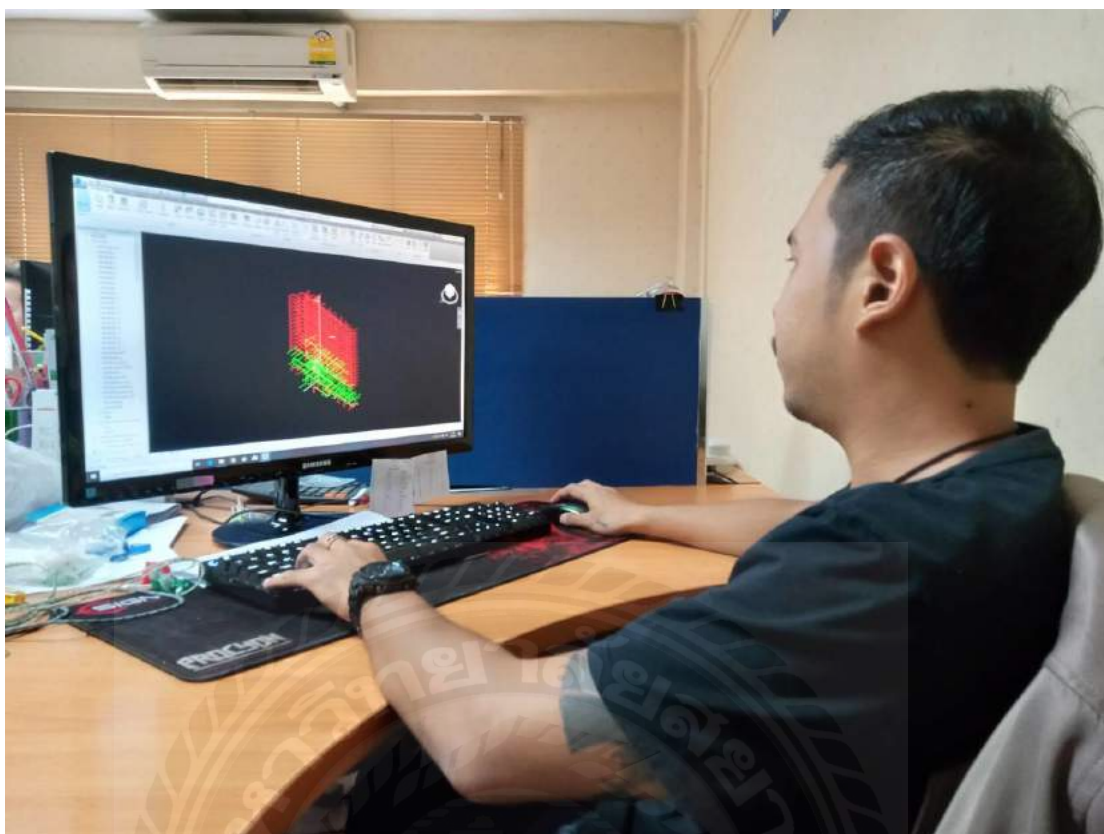




รูปที่ 6.1 ขณะทำการเขียนแบบท่อในระบบดับเพลิง1



รูปที่ 6.2 ขณะทำการเขียนแบบท่อในระบบดับเพลิง2



รูปที่ 6.3 ขณะทำการเขียนแบบท่อในระบบดับเพลิง3



รูปที่ 6.4 ขณะทำการวัดปริมาณท่อด้วยไม้สเกล

รูปที่ 6.5 ขณะทำการวัดปริมาณท่อด้วยโปรแกรม Autodesk Revit

FileHomeInsertLayoutReferencesSend toSharePrintComments

BackspaceUndoRedoFindReplaceGo to cell in workbookGo to cell in worksheetGo to cell in chartGo to cell in pivot tableGo to cell in tableGo to

รูปที่ 6.6 ขณะทำการวัดปริมาณท่อด้วยโปรแกรม Autodesk Revit

ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา	5811100012
ชื่อ-นามสกุล	นาย อรรถพงษ์ อ่อนพลี
อีเมล	Auttapong22@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์	094-4936240
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ที่อยู่	81/1 หมู่ 6 ถ.นิคม-เกาะแก้ว ต.คลองนิคมขาดรา อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ 10560
ผลงาน	การลดต้นทุนการถอดแบบปริมาณท่อในระบบดับเพลิง กรณีศึกษาโครงการคอนโดมิเนียม เดอะซีเล็คเต็ด (เกษตร-งามวงศ์วาน)