



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ

กรณีศึกษาโครงการ สินธรวิลเลจ ตึก (เอพี-ดับบลิว)

Cost Reduction in the Installation for Soil Waste and Vent Pipes Systems

The Case Study of Sindhorn Village Project (AP-W)

โดย

นาย รัตนชัย จาตุรนต์กุล 5803100002

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ

กรณีศึกษาโครงการ สิ้นธรวิลเลจ ตึก (เอพี-ดับบลิว)

Cost Reduction in the Installation for Soil Waste and Vent Pipes Systems

The Case Study of Sindhorn Village Project (AP-W)

โดย

นาย รัตนชัย จาตุรนต์กุล 5803100002

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

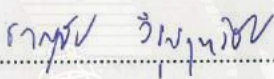
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560

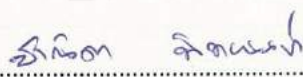
หัวข้อโครงการ การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทั้ง
และท่ออากาศ กรณีศึกษาโครงการ สันทรวิเลศ ตึก (เอพี-ดับบลิว)
รายชื่อผู้จัดทำ นาย รัตนชัย จาตุรนต์กุล
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 3 / 2560
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย

อนุมัติให้รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีการศึกษาที่ 3 / 2560

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
(ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิ์ชัย)

..... พนักงานที่ปรึกษาโครงการ
(นาย วุฒิชัย วิจิต)

..... กรรมการกลาง
(อาจารย์ ชานติดา พิทยานนท์)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผศ.ดร.มารุจ ลิ้มปะวัฒนะ)

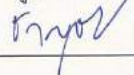
ชื่อโครงการ : การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและ
ท่ออากาศกรณีศึกษาโครงการ สันทรวิเลศ ตึก (เอพี-ดัยบลิว)
ชื่อนักศึกษา : นาย รัตนชัย จาตุรณตกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา : คร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย
ระดับการศึกษา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ ปีการศึกษา : 3/2560

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการนำเสนอการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการเปรียบเทียบและลดค่าใช้จ่ายของท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่ออากาศ และที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการสันทรวิเลศ แบบห้องตัวอย่างจำนวน 2 ห้อง ซึ่งจะแสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบและการลดวัสดุของท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่ออากาศ ซึ่งวัสดุที่จะใช้เป็นประเภทท่อเหล็กหล่อ มาตรฐาน ASTM A234 และท่อพีวีซี ชั้นคุณภาพ 8.5 ในปัจจุบันการติดตั้งท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่ออากาศ ยังมีปัญหาในการออกแบบขนาดและข้อต่อที่ยังไม่สามารถลดวัสดุได้ ซึ่งยังไม่มีการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง และเพื่อการแก้ไขปัญหาสำหรับการลดวัสดุท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่ออากาศนั้น นักศึกษาสหกิจจึงเล็งเห็นความสำคัญของการลดค่าใช้จ่ายในระบบ ท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่ออากาศ โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการสร้างแบบและถอดวัสดุของห้องห้องฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 เพื่อนำแบบมาเปรียบเทียบและใช้ในการลดค่าใช้จ่าย เนื่องจากการถอดปริมาณวัสดุต่างๆ ของท่อด้วยคนนั้นทำให้ช้าต่อการดำเนินงานและยังมีเปอร์เซ็นต์ในการผิดพลาดได้มากกว่าการถอดปริมาณของวัสดุท่อต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมจึงทำให้สะดวกและรวดเร็วในการดำเนินงานต่างๆ ได้ จากผลที่ได้ก่อนการปรับปรุงการลดค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการติดตั้งของห้อง ฟรีเมียร์ 2 เป็นจำนวนเงิน 17,327 บาท/ห้อง ทั้งโครงการเป็นจำนวน 35 ห้อง และห้อง จูเนียร์สูท 2 เป็นจำนวนเงิน 15,667 บาท/ห้อง ทั้งโครงการเป็นจำนวน 29 ห้อง ซึ่งทั้ง 2 แบบรวมเป็นจำนวนเงินทั้งหมดก่อนปรับปรุง 1,060,778 บาท/โครงการ และหลังการปรับปรุง การลดค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการติดตั้งของห้อง ฟรีเมียร์ 2 เป็นจำนวนเงิน 16,027 บาท/ห้อง และห้อง จูเนียร์สูท 2 เป็นจำนวนเงิน 13,850 บาท/ห้อง ซึ่งทั้ง 2 แบบรวมเป็นจำนวนเงินทั้งหมดหลังปรับปรุง 962,595 บาท/โครงการ และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ทั้งหมด 9.3 เปอร์เซ็นต์ในการลดค่าใช้จ่ายของห้อง ฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2

คำสำคัญ : การลดค่าใช้จ่าย, การติดตั้ง, ท่อน้ำโสโครกท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ

ผู้ตรวจ



Project Title: Cost Reduction in the Installation for Soil Waste and Vent Pipes
Systems the Case Study of Sindhorn Village Project (AP-W)

By : Mr. Rattanachai jaturontakul

Advisor : Dr. Chanchai Wiroomritichai

Degree : Bachelor of Engineering

Major : Mechanical Engineering

Faculty : Engineering

Semester / Academic Year : 3/2017

Abstract

This project aimed to present applications of software packages to compare and reduce the costs related to soil waste and vent pipes in Sindhorn Village project. The sample was 2 room models and the steps of comparing and reducing materials used in sewage, drainage, and air pipes were showed. Required materials were ASTM A234 standard cast iron pipe and 8.5 grade PVC pipe. Presently, for installing sewage, drainage, and air pipes, the problems found were the design of size and joints with failure to reduce the amount of materials required, and failure to solve the problems correctly. To solve the problems, the author has seen the importance of reducing costs in sewage, drainage, and air piping systems by using a software package for drawing and removing materials of the Premier 2 and Junior Suite 2 rooms in order to compare costs and to reduce costs. Manual-based material removal took a long time and led to higher errors, compared to the software package application that facilitates the task. The results showed as follows before the improvement: 1. the reduction in total cost of installing Premier 2 room was 17,327 baht / room. The whole project contains 35 rooms; 2. the reduction in total cost of installing Junior Suite 2 was 15,667 baht / room. The whole project contains 29 rooms. By considering the two room models, total cost reduction was 1,060,778 baht / project. After improvement, the reduction in total cost of installing Premier 2 room was 16,027 baht / room and Junior Suite 2 room was 13,850 baht / room. By considering two room models after improvement, total cost reduction was 962,595 baht/project, accounting for 9.3 percent in cost reduction of The Premier 2 and Junior Suite 2 room.

Keywords : Cost Reduction , Installation , Soil Waste, Vent pipes

Approved by



กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้เข้ามาปฏิบัติงานสหกิจศึกษากับทางบริษัท ซีดีเพาเวอร์ จำกัดในส่วนของการโครงการระบบสุขภาพตำบลตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม–วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณ จิระพล สักวาลย์ หัวหน้าวิศวกรรมเครื่องกล
2. คุณ วุฒิชัย วิจิต รองหัวหน้าวิศวกรรมเครื่องกล
3. คุณ ศุภกิตต์ รัตยง วิศวกรรมเครื่องกล
4. คุณ วรวรรณ พิมพมูล วิศวกรรมเครื่องกล
5. คุณ โสภณ โพธิ์จันทร์ วิศวกรรมเครื่องกล

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนการให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้โดย

นาย รัตนชัย จาตุรนต์กุล

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา	3
2.1.1 ของไหลสามารถคงรูปอยู่ได้ในสองสถานะ	4
2.1.2 ท่อในระบบการระบายน้ำ	5
2.1.3 การไหลของน้ำในท่อระบายน้ำแนวดิ่ง	7
2.1.4 การสูญเสียจากการไหลภายในท่อ	9
2.1.5 การออกแบบระบบท่อวิศวกรรม Engineer (Piping System Design)	12
2.1.6 ขนาดและพิสัยของท่อ	13
2.1.7 ความหนาท่อ	15
2.1.8 มาตรฐานการเพิ่มอัตราส่วน (Standard Dimension Ratio)	15
2.1.9 การกำหนดขนาดของท่อระบายน้ำแนวดิ่งและแนวนอน	16
2.1.10 การกำหนดขนาดของท่ออากาศ	18
2.1.11 วัสดุของท่อและข้อต่อ	20
2.1.12 ท่อพีวีซี Polyvinyl (Chloride - PVC)	22
2.1.13 ตารางเปรียบเทียบราคาท่อ พีวีซี และอุปกรณ์ トラ้าง	23
2.1.14 ตารางราคาเปรียบเทียบท่อและอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อ ทีซีพี ชนิดปลอกกรด	25
2.1.15 ทฤษฎีการคำนวณโปรแกรมสำเร็จรูป	27
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา	
2.2.1 วิศวกรรมการระบายน้ำในอาคารสูง บริษัท สุภาลัย จำกัด	28

2.2.2 โครงการวิศวกรรมชลประทานการศึกษาและออกแบบท่อระบายปากคลอง ส่งน้ำ	28
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	29
3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน	30
3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร	31
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	31
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	31
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	31
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	32
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	45
3.9 การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครกที่ระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ	45
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ	
4.1 การคำนวณราคาวัสดุของท่อโสโครก ที่ระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ ของห้อง ฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 ก่อนปรับปรุง	50
4.1.1 การคำนวณวัสดุ ห้อง ฟรีเมียร์ 2 ก่อนปรับปรุง	50
4.1.1.1 คำนวณราคาท่อ Gw (55 มม)	51
4.1.1.2 คำนวณราคาท่อ Gw (80 มม)	52
4.1.1.3 คำนวณราคาท่อ S (100 มม)	53
4.1.1.4 คำนวณราคาท่อ V(Gw) Class 8.5 (55 มม)	54
4.1.1.5 คำนวณราคาท่อ V(S) Class 8.5 (100 มม)	55
4.1.1.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อเหล็กหล่อและท่อ พีวีซี ของแบบ ห้อง ฟรีเมียร์ 2 ก่อนปรับปรุง	56
4.1.2 การคำนวณวัสดุ ห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนปรับปรุง	57
4.1.2.1 คำนวณราคาท่อ Gw (55 มม)	58
4.1.2.2 คำนวณราคาท่อ Gw (80 มม)	59
4.1.2.3 คำนวณราคาท่อ S (100 มม)	60
4.1.2.4 คำนวณราคาท่อ V(Gw) Class 8.5 (55 มม)	61
4.1.2.5 คำนวณราคาท่อ V(S) Class 8.5 (100 มม)	62
4.1.2.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อเหล็กหล่อและท่อ พีวีซี ของแบบ ห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนปรับปรุง	63

4.2 การคำนวณราคาวัสดุของท่อโศโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ ของห้อง ฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 หลังปรับปรุง	64
4.2.1 การคำนวณวัสดุ ห้อง ฟรีเมียร์ 2 หลังปรับปรุง	64
4.2.1.1 คำนวณราคาท่อ Gw (55 มม)	65
4.2.1.2 คำนวณราคาท่อ Gw (80 มม)	66
4.2.1.3 คำนวณราคาท่อ S (100 มม)	67
4.2.1.4 คำนวณราคาท่อ V(Gw) Class 8.5 (55 มม)	68
4.2.1.5 คำนวณราคาท่อ V(S) Class 8.5 (100 มม)	69
4.1.1.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อเหล็กหล่อและท่อ พีวีซี ของแบบ ห้อง ฟรีเมียร์ 2 หลังปรับปรุง	70
4.2.2 การคำนวณวัสดุ ห้อง จูเนียร์สูท 2 หลังปรับปรุง	71
4.2.2.1 คำนวณราคาท่อ Gw (55 มม)	72
4.2.2.2 คำนวณราคาท่อ Gw (80 มม)	73
4.2.2.3 คำนวณราคาท่อ S (100 มม)	74
4.2.2.4 คำนวณราคาท่อ V(Gw) Class 8.5 (40 มม)	75
4.2.2.5 คำนวณราคาท่อ V(Gw) Class 8.5 (55 มม)	76
4.2.2.6 คำนวณราคาท่อ V(S) Class 8.5 (55 มม)	77
4.2.2.7 คำนวณราคาวัสดุของท่อเหล็กหล่อและท่อ พีวีซี ของแบบ ห้อง จูเนียร์สูท 2 หลังปรับปรุง	78
4.3 ผลการคำนวณของห้อง ฟรีเมียร์ 2 และห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนและหลังปรับปรุง	79
4.3.1 สรุปผลการคำนวณของห้อง ฟรีเมียร์ 2 ก่อนและหลังปรับปรุง	80
4.3.2 สรุปผลการคำนวณของห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนและหลังปรับปรุง	82
คำนียาม	83
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	84
5.2 ข้อเสนอแนะ	88
 บรรณานุกรม	89
ประวัติผู้จัดทำ	90
ภาคผนวก	91

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ	2
ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อในระบบ DN และ NPS	14
ตารางที่ 2.2 จำนวนสุขภัณฑ์สูงสุดของ Building Drain	17
ตารางที่ 2.3 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อคั้ง	17
ตารางที่ 2.4 ขนาดท่อเป็น มิลลิเมตร สำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ	18
ตารางที่ 2.5 ขนาดและความยาวของท่อ	19
ตารางที่ 2.6 ตารางเปรียบเทียบราคาท่อ พีวีซี トラ้าง	23
ตารางที่ 2.7 ตารางเปรียบเทียบราคาข้อต่อ ต่าง ๆ ของท่อ พีวีซี	24
ตารางที่ 2.8 เปรียบเทียบราคาท่อเหล็กหล่อแต่ละขนาดและปลอกกรด	25
ตารางที่ 2.9 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์ต่าง ๆ ของท่อเหล็กหล่อ ทีซีพี	26
ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบราคาท่อ พีวีซี トラ้าง	46
ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบราคาข้อต่อ ต่าง ๆ ของท่อ พีวีซี	47
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบราคาท่อเหล็กหล่อแต่ละขนาดและปลอกกรด	48
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์ต่าง ๆ ของท่อเหล็กหล่อ ทีซีพี	49
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการคำนวณการลดค่าใช้จ่ายของห้อง ฟรีเมียร์ 2 ก่อนและหลัง ปรับปรุง	79
ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบผลการคำนวณการลดค่าใช้จ่ายของห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนและ หลังปรับปรุง	81
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบแบบการลดวัสดุของห้อง ฟรีเมียร์ 2	85
ตารางที่ 5.2 ผลการคำนวณลดราคาต้นทุนแบบห้อง ฟรีเมียร์ 2	85
ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบแบบการลดวัสดุของห้อง จูเนียร์สูท 2	86
ตารางที่ 5.4 ผลการคำนวณลดราคาต้นทุนแบบห้อง จูเนียร์สูท 2	86

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ระบบการระบายน้ำสำหรับอาคารหลายชั้น	6
รูปที่ 2.2 การไหลของน้ำในท่อระบายแนวดิ่ง	8
รูปที่ 2.3 สมการการไหลต่อเนื่อง	11
รูปที่ 2.4 ข้อต่อสำหรับการระบายน้ำ	21
รูปที่ 2.5 ข้อต่อสำหรับท่อเหล็กหล่อ	21
รูปที่ 2.6 ท่อพีวีซี	22
รูปที่ 3.1 ที่ตั้ง บริษัท ซิตีเพาเวอร์ จำกัด	29
รูปที่ 3.2 หน่วยงาน AP-W	30
รูปที่ 3.3 ตำแหน่งงานในโครงการ สันทรวิเลศ ดิค AP-W	31
รูปที่ 3.4 แบบห้อง จูเนียร์สูท 2	33
รูปที่ 3.5 แบบห้อง พรีเมียร์ 2	34
รูปที่ 3.6 การวัดระยะจากแบบเพื่อการติดตั้งที่ถูกต้อง	35
รูปที่ 3.7 ดีไซน์กำหนดระยะการติดตั้งจากแบบ	36
รูปที่ 3.8 ฉายเลเซอร์ขึ้นบนเพดานเพื่อติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตรงตามแนวที่ติดตั้ง	36
รูปที่ 3.9 เจาะพื้นเพดานด้วยสว่านเพื่อติดตั้งฟูกเหล็กยึด อุปกรณ์รองรับท่อ	37
รูปที่ 3.10 วัดระยะความสูงจากแบบเพื่อตัดเกลียวยึด อุปกรณ์รองรับท่อ ให้ได้ความสูงที่ถูกต้อง	37
รูปที่ 3.11 ติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตามตำแหน่งในแบบ	38
รูปที่ 3.12 วัดระยะท่อจากแบบและตัดท่อให้ได้ระยะที่ถูกต้อง	38
รูปที่ 3.13 เชื่อมท่อ พีพีอาร์ ด้วยเครื่องเชื่อม	39
รูปที่ 3.14 นำมาประกอบท่อและข้อต่อเพื่อยกขึ้นไปติดตั้ง	39
รูปที่ 3.15 นำท่อที่ประกอบสำเร็จแล้วนำขึ้นมาติดตั้งกับ อุปกรณ์รองรับท่อ ที่ติดตั้งไว้ก่อนแล้ว	40
รูปที่ 3.16 สว่านมือ	41
รูปที่ 3.17 เครื่องเชื่อมท่อ พีพีอาร์	42
รูปที่ 3.18 คีมตัดท่อ พีพีอาร์	42
รูปที่ 3.19 ปีกเต้าตีเส้น	43
รูปที่ 3.20 ตลับเมตร	43
รูปที่ 3.21 รัศบ้น้ำเลเซอร์	44

รูปที่ 3.22 แทนตัดเหล็ก	44
รูปที่ 4.1 แบบห้อง ปริมาตร 2 ก่อนปรับปรุง	50
รูปที่ 4.2 แบบห้อง จุเนียร์สูง 2 ก่อนปรับปรุง	57
รูปที่ 4.3 แบบห้อง ปริมาตร 2 หลังปรับปรุง	64
รูปที่ 4.4 แบบห้อง จุเนียร์สูง 2 หลังปรับปรุง	71



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบท่อน้ำคือปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์เราสามารถใช้น้ำในการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ทั้งการอุปโภคและบริโภคโดยในปัจจุบันนี้ได้มีการก่อสร้างอาคารที่มีขนาดใหญ่และสูงขึ้นทุกทีโดยภายในอาคารเหล่านี้จะต้องมีระบบท่อน้ำสำหรับการลำเลียงของเสียเพื่อการใช้สอยภายในอาคารเสมอเพื่อให้มนุษย์สามารถจัดการใช้สอยอาคารนั้นได้ตามวัตถุประสงค์ในอาคารประเภทที่อยู่อาศัยจะมีชนิดของท่อน้ำน้อยที่สุดและอาคารประเภทโรงแรมโรงพยาบาลจะมีชนิดของท่อน้ำมากที่สุดดังนั้นการออกแบบและการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศเหล่านี้อย่างไม่ถูกต้องอาจจะมีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการใช้อุปกรณ์ในการติดตั้งและการปฏิบัติงานต่างๆภายในอาคารนั้นได้

ในปัจจุบันการติดตั้งท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศยังมีปัญหาในการออกแบบขนาดและข้อต่อที่ยังสามารถดัดวัสดุได้ ภายในอาคารซึ่งยังไม่มีมีการแก้ไขปัญหาก็ถูกต้องและเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหสำหรับการดัดวัสดุท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศนั้นปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจึงเล็งเห็นความสำคัญของการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศเพื่อการแก้ไขปัญหของโครงการสินธรวิลเลจ จังหวัดกรุงเทพมหานคร และได้รับมอบหมายงานจากบริษัท ซีดีเพาเวอร์ จำกัด ให้ดูแลในส่วนของการติดตั้งโดยเริ่มต้นจากห้องออกจากชาร์ปท่อน้ำหลักไปยังตัวห้องพักตัวอย่าง

สำหรับการระบายน้ำและของเสียทิ้งในปริมาณที่เหมาะสมกับการใช้งานให้ที่พักอาศัยได้นั้นต้องใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรม ดังนั้นทางผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจึงเห็นถึงปัญหาและความสำคัญที่จะจัดทำรายงานนี้ขึ้นโดยการศึกษาจากห้อง פרמית 2 และ จูเนียร์ลู่ 2 เพื่อเป็นแนวทางการจัดวางท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศเพื่อลดค่าใช้จ่ายสำหรับใช้ในโครงการสินธรวิลเลจ

1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

1.2.1 เพื่อนำเสนอการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการสร้างแบบห้อง ฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์ สูท 2 ขึ้นมาใหม่เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับแบบห้องห้อง ฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 เดิมโดยการใช้โปรแกรมในการถอดปริมาณวัสดุทั้งหมด

1.2.2 เพื่อการลดค่าใช้จ่ายในการประกอบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่ออากาศ ของแบบ ห้อง ฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ศึกษาการลดค่าใช้จ่ายและวัสดุของท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำ และท่ออากาศ ของ โครงการสินธรวิลเลจ ดีก (AP-W) จำนวน 2 ห้อง แบ่งออกเป็น แบบห้อง ฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 เท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้แนวทางในการเดินท่อเพื่อลดค่าใช้จ่าย

1.4.2 สามารถคำนวณระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่ออากาศได้อย่างเหมาะสม

1.5 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61	ต.ค. 61	พ.ย. 61
ปรึกษาพนักงานพีเลียง	↔				
ตั้งหัวข้อของโครงการ		↔			
วิเคราะห์ข้อมูล		↔			
ทดสอบระบบ			↔		
สรุปผล				↔	
จัดทำเอกสาร					↔

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ
กรณีศึกษาโครงการ สิ้นธรวิลเลจ ตึก (เอฟ-ดับบลิว) โดยนำเสนอตามหัวข้อย่อยเพื่อสะดวกในการ
พิจารณาดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.1.1 ทฤษฎีกลศาสตร์ของไหล

- 2.1.1.1 ของไหลสามารถคงรูปอยู่ได้ในสองสถานะ
- 2.1.1.2 ท่อในระบบการระบายน้ำ
- 2.1.1.3 การไหลของน้ำในท่อระบายน้ำแนวดิ่ง
- 2.1.1.4 การสูญเสียจากการไหลภายในท่อ
- 2.1.1.5 การออกแบบระบบท่อวิศวกรรม Engineer (Piping System Design)
- 2.1.1.6 ขนาดและพิกัดของท่อ
- 2.1.1.7 ความหนาท่อ
- 2.1.1.8 มาตรฐานการเพิ่มอัตราส่วน (Standard Dimension Ratio)
- 2.1.1.9 การกำหนดขนาดท่อระบายน้ำและท่อโสโครกในแนวดิ่งและแนวนอน
- 2.1.1.10 การกำหนดขนาดของท่ออากาศ
- 2.1.1.11 วัสดุของท่อและข้อต่อ
- 2.1.1.12 ท่อพีวีซี Polyvinyl (Chloride - PVC)
- 2.1.1.13 ตารางเปรียบเทียบราคาท่อ พีวีซี และอุปกรณ์ ตราช้าง
- 2.1.1.14 ตารางราคาเปรียบเทียบท่อและอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อ ทีซีพี ชนิดปลอกรัด
- 2.1.1.15 ทฤษฎีการคำนวณโปรแกรมสำเร็จรูป

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

- 2.2.1 วิศวกรงานระบบสุขาภิบาลในระบบอาคารสูง บริษัท สุภาลัย จำกัด (มหาชน)
- 2.2.2 โครงการวิศวกรรมชลประทาน การศึกษาและออกแบบท่อระบายปากคลองส่งน้ำ

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.1.1 ทฤษฎีกลศาสตร์ของไหล [1]

กลศาสตร์ของไหล มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิตประจำวัน รวมถึงในทางอุตสาหกรรมด้วย เครื่อง อำนวยความสะดวกเครื่องจักรต่างๆ และกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมนั้น ก็จะประกอบไปด้วยของไหลแทบทั้งสิ้น เช่น ท่อไฮดรอลิก เป็นต้น กลศาสตร์ของไหลนี้จึงมีความจำเป็นสำหรับการ คำนวณการออกแบบ ระบบเพื่อให้มีการนำไปใช้งาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรม ของไหล (Fluid) หมายถึง สสารที่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้อย่างต่อเนื่อง เมื่อถูกกระทำด้วยแรงเค้นเฉือน ซึ่งนั่นหมายความว่าเมื่อใดที่มีแรงเค้นเฉือนมากระทำของไหลจะเกิดการขยับตัว และเปลี่ยนรูปร่างไป เช่น เมื่อเทของไหลลงในภาชนะของไหลจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างต่อเนื่องไปชั่วขณะหนึ่งเพราะรูปร่างของของไหลในขณะนั้นไม่สอดคล้องกับรูปร่างของภาชนะจึงทำให้เกิดแรงเค้นเฉือนหายไป ซึ่งก็คือสถานะที่ของไหลมีรูปร่างเหมือนกับภาชนะ บริเวณผิวสัมผัสระหว่างของไหลกับภาชนะจะมีแต่แรงเค้นเฉือนขึ้นภายในของเหลว กระบวนการปรับตัวนี้จะดำเนินต่อเนื่อง ไปจนกระทั่งแรงเค้นเฉือนหายไป ซึ่งก็คือสถานะที่ของไหลที่รูปร่างเหมือนกับภาชนะ บริเวณผิวสัมผัสระหว่างของไหลกับภาชนะจะมีแต่แรงเค้นตั้งฉากเท่านั้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือในขณะที่ของไหลเคลื่อนที่จะต้องมีความเค้นเฉือน เกิดขึ้นในทางตรงกันข้ามหากของไหลไม่มีการเคลื่อนที่ ที่สถานะนั้นจะไม่มีแรงเค้นเฉือนกระทำอยู่เลย

2.1.1.1 ของไหลสามารถคงรูปอยู่ได้ในสองสถานะ [1]

ของเหลว (Liquid) มีรูปร่างไม่แน่นอนเปลี่ยนแปลงได้ตามภาชนะที่บรรจุแต่จะมีขอบเขตแบ่งระหว่างตัวมันเองกับของไหลอื่นอย่างชัดเจน เรียกว่า ผิวอิสระ (Free Surface) ตัวอย่างเช่น ถ้านำของเหลวที่บรรจุอยู่ในภาชนะแล้วตั้งไว้บน โลกของเหลวชนิดนั้นจะมีผิวอิสระที่แบ่งระหว่างตัวมันเองกับอากาศและผิวอิสระนั้นจะวางตัวในแนวราบเสมอ นอกจากนี้ของเหลวยังมีคุณสมบัติที่ยากต่อการบีบอัดเนื่องจากระยะห่างระหว่างโมเลกุลค่อนข้างน้อย (มากกว่าของแข็ง แต่น้อยกว่าก๊าซ) ก๊าซมีรูปร่างไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงได้ตามภาชนะที่บรรจุโดยมีลักษณะแพร่กระจายไปทั่วภาชนะไม่มีผิวอิสระและถูกบีบอัดได้ง่ายกว่าของเหลวเนื่องจากมีระยะห่างระหว่าง โมเลกุลมากกว่าของเหลว

2.1.1.2 ท่อในระบบการระบายน้ำ [2]

ท่อในระบบการระบายน้ำที่สมบูรณ์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่ออากาศ ทั้ง 3 ส่วนนี้ยังแยกออกเป็นท่อแบบต่าง ๆ กันตามลักษณะของการใช้งาน ดังรูปที่ 2.1 แสดงถึงระบบการระบายน้ำภายในอาคารหลายชั้น จำกััดความของท่อแบบต่าง ๆ ในรูปนี้คือ

Soil Pipe มีชื่อเรียกว่าท่อโสโครก หมายถึง ท่อที่ใช้ในการระบายมูลของมนุษย์น้ำโสโครกที่ระบายจากโถส้วม โถปัสสาวะ เป็นต้น ท่อโสโครกที่อยู่ในแนวดิ่ง เรียกว่า Soil Stack แบบท่อน้ำโสโครกในแนวนอน เรียกว่า Branch Pipe หรือท่อแยกของท่อน้ำโสโครก

Waste Pipe มีชื่อเรียกว่าท่อน้ำเสีย หมายถึง ท่อที่ใช้ในการระบายน้ำเสียอื่น ๆ ซึ่งไม่มีมูลของมนุษย์อยู่ด้วย ท่อที่ใช้สำหรับระบายน้ำอ่างล้างชาม อ่างล้างมือ อ่างอาบน้ำ ฟักบัวอาบน้ำ เป็นต้น จัดได้ว่าเป็นท่อน้ำเสีย ท่อน้ำเสียที่เดินในแนวดิ่ง เรียกว่า Waste Stack และท่อน้ำเสียในแนวนอนเรียกว่า Branch Waste Pipe หรือ ท่อแยกของท่อน้ำเสีย

Building Drain หมายถึง ท่อที่อยู่ต่ำสุดในระบบท่อระบายน้ำ ซึ่งรับน้ำมาจากท่อน้ำโสโครก ท่อน้ำเสีย หรือท่อระบายอื่น ๆ ที่อยู่ภายในอาคาร และส่งน้ำเหล่านี้ต่อไปยัง Building Sewer โดยปกติส่วนของ Building Drain จะรับเฉพาะส่วนของท่อระบายน้ำในส่วนล่างสุดของอาคารจนถึงส่วนที่ยาวพ้นอาคารออกมาประมาณ 1 เมตรเท่านั้น

Building Sewer หมายถึง ส่วนของท่อในแนวระดับที่ต่อจาก Building Drain เพื่อส่งต่อไปยังแหล่งกำจัดน้ำเสีย หรือจุดปล่อยออกที่เหมาะสมต่อไป

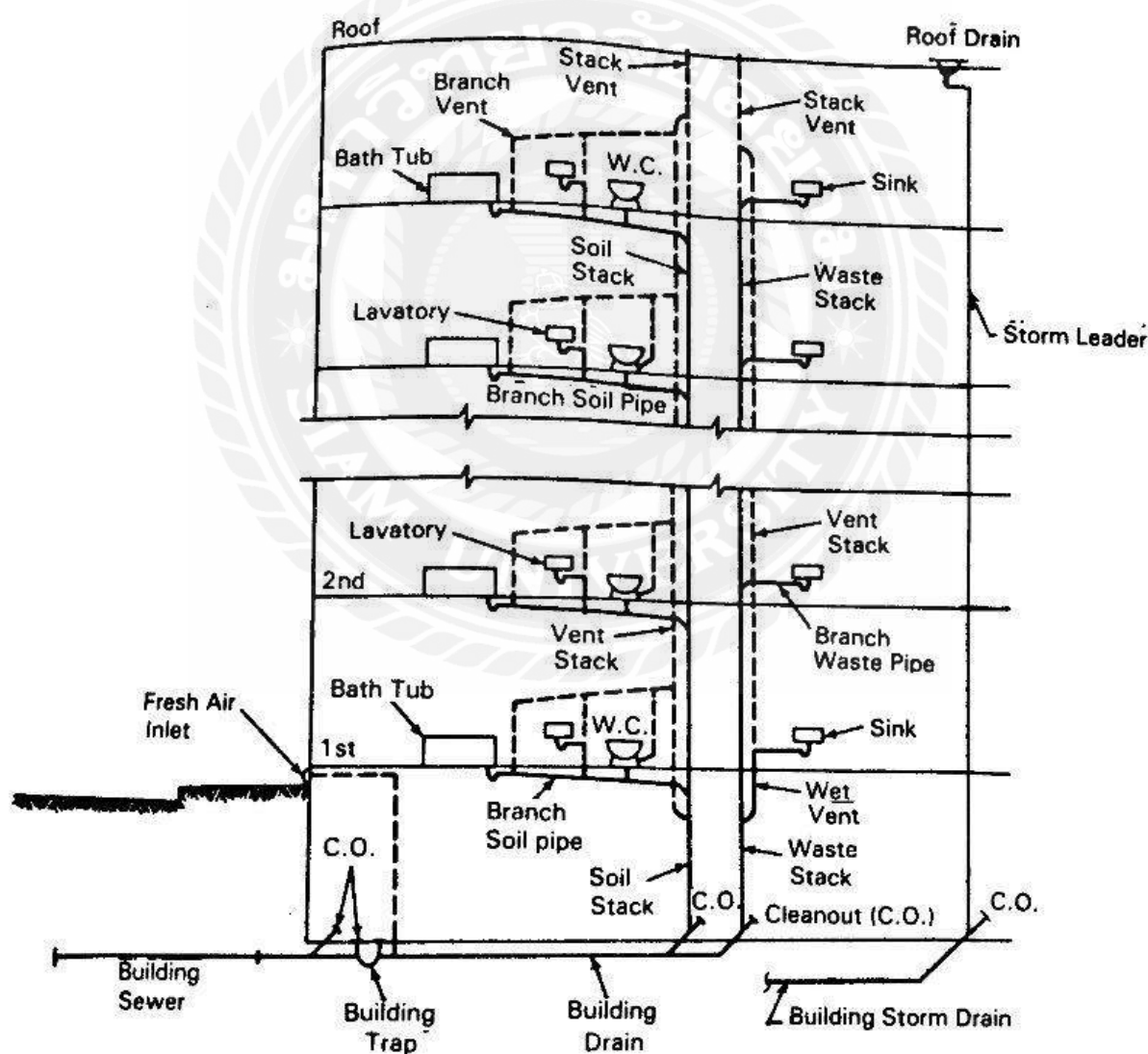
Building Storm Drain หมายถึง ท่อที่อยู่ต่ำสุดในระบบท่อระบายน้ำฝน (Storm Drain) น้ำที่ผิวหน้าของอาคาร (Surface Water) และน้ำเสียอื่น ๆ เช่น น้ำจากระเบียง น้ำทิ้งจากหระบายความร้อน เป็นต้น Building Storm Drain นี้จะนับเฉพาะท่อระบายน้ำดังกล่าวจากอาคารและยาวจนพ้นอาคารออกประมาณ 1 เมตรเท่านั้น

Building Storm Sewer หมายถึง ท่อในแนวระดับที่รับน้ำต่อจาก Building Storm Drain เพื่อส่งต่อไปยังระบายน้ำสาธารณะ หรือ จุดปล่อยน้ำทิ้งที่เหมาะสมต่อไป

Building Subdrain หมายถึง ท่อในระบบการระบายน้ำส่วนที่ไม่สามารถระบายน้ำออกไปยัง Building Sewer ได้โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก เช่น ท่อระบายน้ำต่าง ๆ ที่อยู่ชั้นใต้ดิน ซึ่งต้องใช้เครื่องสูบน้ำช่วยในการระบายน้ำออกไปนอกอาคาร เป็นต้น

Vent Pipe หรือ ท่ออากาศ เป็นท่อที่ต่ออยู่กับท่อระบายน้ำใกล้กับที่ดักกลิ่น (Trap) หรือ ต่ออยู่กับท่อส่วนต่าง ๆ ของท่อระบายน้ำ เพื่อจุดประสงค์ในการรักษาความดันภายในระบบท่อระบายน้ำให้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด โดยการจัดให้อากาศผ่านเข้าและออกท่อระบายน้ำได้ ท่ออากาศควรต่อออกไปนอกอาคารและให้สูงกว่าอาคารอย่างน้อย 150 มม. หรือยื่นออกไปนอกอาคารที่จะไม่มีกลิ่นรบกวน

Trap หรือที่ดักกลิ่น เป็นอุปกรณ์ที่มีน้ำคั่งอยู่ โดยใช้ต่ออยู่ในท่อระบายน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้อากาศหรือแก๊สภายในท่อระบายน้ำกลับเข้ามาภายในอาคารได้ แต่จะไม่ขัดขวางต่อการระบายน้ำ เช่น P-Trap, S-Trap และ Drum Trap เป็นต้น



รูปที่ 2.1 ระบบการระบายน้ำสำหรับอาคารหลายชั้น

2.1.1.3 การไหลของน้ำในท่อระบายน้ำแนวดิ่ง [2]

ท่อระบายน้ำในแนวระดับมักจะต่อกับท่อระบายน้ำในแนวดิ่งด้วย Sanitary Tee เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก น้ำส่วนที่ไหลเข้าสู่ท่อในแนวดิ่งจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นมากกว่าความเร็วในท่อแนวระดับ ทำให้เกิดการดูดของอากาศภายในท่อจนเกิด Siphonage ณ ที่ดักกลิ่นของเครื่องสุขภัณฑ์ดังกล่าวของน้ำในท่อดิ่งเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ วิศวกรระบบท่อก็จะต้องถามตัวเองว่า “จะมีการป้องกันอย่างไรที่กั้นท่อดิ่งของอาคารสูง ๆ ให้พ้นจากการกระแทกของน้ำที่ไหลลงมาด้วยความเร็วที่สูงมาก จนอาจจะทำให้เกิดการแตกหักของท่อส่วนล่างได้” แต่เราโชคดีที่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงมิได้เป็นเช่นนั้น การไหลของน้ำในท่อดิ่งที่มาจากการระบายน้ำได้รับการค้นพบโดย ดร.รอย บี ฮันเตอร์ (Roy B. Hunner) ลักษณะดังนี้

เมื่อน้ำที่ได้ระบายออกจากท่อแนวระดับเข้าสู่ท่อแนวดิ่ง ความเร็วของน้ำจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วง โดยปกติแล้วระบบท่อระบายน้ำจะไม่ได้รับการออกแบบให้น้ำไหลเต็มท่อเมื่อน้ำไหลไปในท่อดิ่งได้สักระยะหนึ่ง น้ำก็จะจับเป็นแผ่นบาง ๆ รอบ ๆ ภายในของท่อดิ่งดังรูปที่ 2.2 โดยมีอากาศอยู่ตรงแกนกลาง แผ่นน้ำรอบ ๆ ท่อนี้จะค่อย ๆ เพิ่มความเร็วขึ้น จนกระทั่งถึงความเร็วหนึ่ง แรงเสียดทานที่ผนังท่อก็จะเท่ากับแรงโน้มถ่วง ดังนั้นถ้าไม่มีน้ำไหลเข้ามาเพิ่มอีกแล้ว น้ำภายในท่อดิ่งก็จะไหลลงไปด้วยความเร็วคงที่ ด้วยเหตุผลนี้ถึงไม่มีการกระแทกอย่างรุนแรงที่กั้นท่อ ความเร็วนี้เรียกว่า Terminal Velocity ซึ่งสามารถประมาณได้จากสูตรง่าย ๆ คือ

$$V_t = 1.95 \left(\frac{q}{d} \right)^{2/5} \quad (2.1)$$

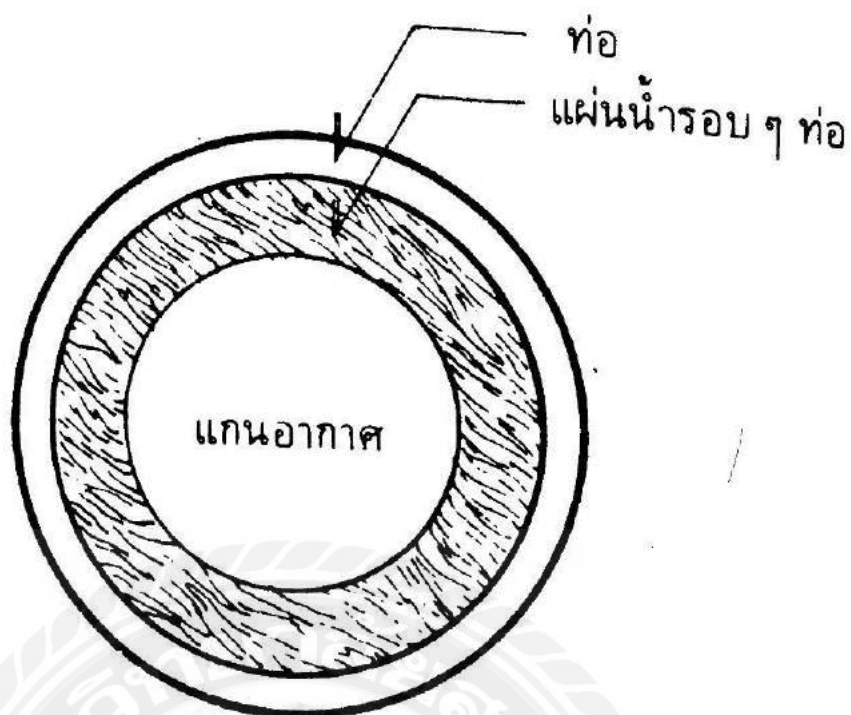
$$L_t = 0.171 V_t^2 \quad (2.2)$$

เมื่อ V_t = Terminal Velocity ในท่อดิ่ง m/s

L_t = Terminal Length ที่วัดจากตำแหน่งที่น้ำไหลเข้าท่อดิ่ง m

q = อัตราการไหล lpm

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อดิ่ง mm.



รูปที่ 2.2 การไหลของน้ำในท่อระบายแนวตั้ง

ในกรณีที่มีน้ำจากท่อแนวระดับอื่น ๆ ไหลเข้ามาเพิ่มในท่อตั้งอีก น้ำก็ยังคงติดอยู่ที่ผนังของท่อแต่ความเร็วจะเพิ่มขึ้น จะกระทั่งความเสียดทานของอากาศตรงแกนกลางทำให้น้ำกลายเป็นแผ่น (Diaphragm) ชั่วคราวที่หน้าตัดของท่อ และแผ่นน้ำนี้จะเคลื่อนลงไปจนกระทั่งความดันของอากาศที่เพิ่มขึ้นภายในท่อทำให้แผ่นน้ำนี้แตกออก แล้วก็จะเกิดขึ้นใหม่อีกซ้ำ ๆ กันเรื่อยไป ปรากฏการณ์เช่นนี้มีผลให้เกิดการแปรเปลี่ยนความดันภายในท่อระบายน้ำด้วย จากการทดลองของ Roy B.Hunter สำหรับท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 มม. แผ่นน้ำนี้จะเกิดขึ้นเมื่อท่อตั้งมีน้ำอยู่ระหว่าง $1/4$ ถึง $1/3$ ของท่อจากการคำนวณโดยใช้สมการ 2.1 และ 2.2 กับท่อตั้งขนาดต่าง ๆ กันที่กำหนดเอาไว้ในเกณฑ์การออกแบบระบบท่อ จะพบว่าน้ำในท่อตั้งที่มีความเร็วถึง Terminal Velocity ภายในระยะทาง 3 เมตร ถึง 10 เมตร จากจุดที่น้ำเข้าสู่ท่อตั้ง ข้อสรุปที่สำคัญจากการค้นพบนี้ก็คือ ความเร็วของน้ำที่ก้นท่อตั้งของอาคารที่มีความสูง 100 ชั้น จะเท่ากับหรือมากกว่าความเร็วที่ก้นท่อของอาคารขนาด 3 ชั้น เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2.1.1.4 การสูญเสียจากการไหลภายในท่อ [1]

การเปลี่ยนแปลงความดัน มีอิทธิพลต่อการไหลในท่อมามากการเปลี่ยนแปลงความดันอาจเกิดจากเปลี่ยนแปลงระดับของท่อความเร็วของของไหลในท่อและแรงเสียดทาน

การสูญเสียความดัน (Pressure Losses) เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ความดัน ในท่อเกิดการเปลี่ยนแปลงการสูญเสียความดัน สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท

Major Losses เกิดขึ้นเนื่องจากแรงเสียดทานภายในท่อ

การไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow)

การไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent Flow)

Minor Losses เกิดจากการที่ของไหลไหลผ่านสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น Gate Valve, Elbow ท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดไม่คงที่และทางแยกต่าง ๆ

รูปแบบการไหล (Flow Pattern) ประกอบด้วย เส้นการไหล (Streamline) คือเส้นที่แสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนาม การไหล เมื่อพิจารณาเส้นการไหลของอนุภาคทั้งหมดก็จะได้เส้นการไหลจำนวนมากซึ่งรูปแบบ การไหลที่มีเส้น การไหลประกอบกันจำนวนมากนี้เรียกว่า สนามการไหล

การไหล (Stream Tube) คือกลุ่มของเส้นการไหล

เส้นทางการไหล (Path Line) คือเส้นที่แสดงให้เห็นถึงทิศทางของความเร็วของอนุภาคใดอนุภาคหนึ่งในช่วงเวลานั้น

ในการไหลคงตัว เส้นการไหลและเส้นทางการไหลจะเป็นเส้นเดียวกัน เพราะอนุภาคเคลื่อนที่ตามเส้นการไหล และเส้นการไหลนี้ก็แสดงถึงทิศทางของการเคลื่อนที่ของอนุภาคในเวลาเดียวกันด้วยในทางตรงกันข้าม การไหลไม่คงตัวนั้นเวกเตอร์ความเร็วที่จุดต่าง ๆ จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา เส้นการไหลจึงเปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อย ๆ ทำให้เส้นการไหลกับเส้นทางการไหลแตกต่างกันออกไป ปริมาตรควบคุม (Control Volume) คือขอบเขต

ปริมาตรจำกัดในสนามการไหลที่กำหนดขึ้นเพื่อพิจารณาคุณสมบัติการไหลเฉพาะในปริมาตรควบคุมเท่านั้น โดยปริมาตรควบคุมสามารถนำมาเพื่อวิเคราะห์การไหลได้คือ สมการสภาพต่อเนื่อง สมการโมเมนตัม และสมการพลังงาน

การไหลหนึ่งมิติ (One Dimensional Flow) คือการไหลตามเส้นการไหลใด ๆ ที่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการไหล เช่น ความดัน ความเร็ว และอื่น ๆ เฉพาะในทิศทางของเส้นการไหลเท่านั้น

การไหลสองมิติ (Two Dimensional Flow) คือการไหลที่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติใน 2 ระนาบ เช่น การไหลผ่านฝาย

การไหลสามมิติ (Three Dimensional Flow) คือ การไหลที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพ 3 แกน เป็นการไหลโดยทั่วไปตามธรรมชาติ

สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation)

ความดัน (Pressure) หรือบางครั้งอาจเรียกว่า “แรงดัน” คือแรงขับเคลื่อนที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำในระบบ มีหน่วยเป็นแรงต่อพื้นที่เช่น PSI, Bar, kPA, ksc เป็นต้น “ความดันสูญเสีย (Pressure Drop)” คือ ความดันที่ถูกทำให้ลดลงเนื่องจากความเสียดทานของท่อและ อุปกรณ์ที่ของเหลวไหลผ่านในทางวิศวกรรม เรานิยมพิจารณาความดันของน้ำในรูปแบบของความสูงน้ำเรียกว่า เสด (Head) หรือบางครั้งเรียกว่า “หัวน้ำ” ในทำนองเดียวกัน เราอาจพิจารณา “Pressure Loss” ได้ในรูปแบบของ “Head Loss” เช่นกัน

แรงเสียดทาน (Friction) คือ แรงต้านทานต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งสามารถเกิดขึ้นกับของเหลวได้เช่นเดียวกัน ซึ่งแรงเสียดทานในเส้นท่อจะ มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติความหนืด (Viscosity) ความขรุขระหรือความหยาบของผิวท่อ (Pipe Roughness) และ ความเร็วเฉลี่ยในการไหลในเส้นท่อ (Velocity)

อัตราการไหล (Flow Rate) คือ ปริมาณการเคลื่อนย้ายของเหลวจากที่หนึ่งยังอีกที่หนึ่งไปในช่วงเวลาใด ๆ มีหน่วยเป็น ปริมาตรต่อเวลา เช่น ลบ.ม./ชม, ลิตร/วินาที, แกลลอน/นาที่ เป็นต้น การไหลก่อให้เกิดแรงเสียดทานในเส้นท่อ และการไหลมีความสัมพันธ์กับขนาดพื้นที่หน้าตัด และความเร็วในการไหล โดยสมการพื้นฐานที่สำคัญคือ

อัตราการไหล (Q) = ความเร็วในการไหล (V) × ขนาดพื้นที่หน้าตัด (A)

อัตราการไหล (Flow Rate หรือ Discharge) คือ ปริมาณของไหลที่ไหลผ่าน

พื้นที่หน้าตัดใด ๆ ที่กำหนดต่อหนึ่งหน่วยเวลาซึ่งอัตราการไหลมีอยู่ 3 ประเภท คือ

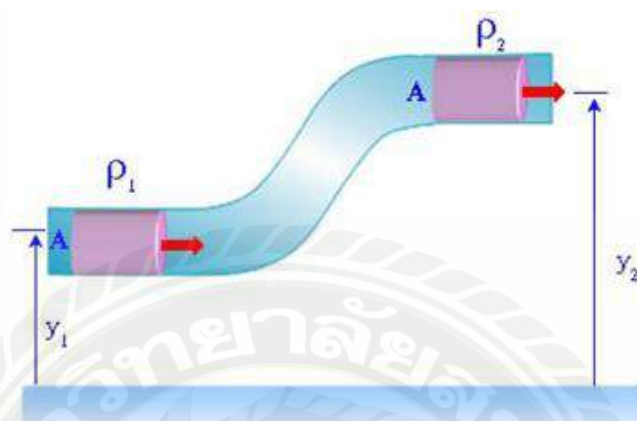
1) อัตราการไหลเชิงปริมาตร Volume (Flow Rate): Q มีสมการทั่วไป ดังนี้

$$Q = AV \quad (2.3)$$

เมื่อ A คือ พื้นที่หน้าตัดการไหล

V คือ ความเร็วเฉลี่ยของการไหล

Q คือ หน่วยของอัตราการไหลในระบบ SI คือ m^3/s และในระบบอังกฤษ คือ ft^3/s



รูปที่ 2.3 สมการการไหลต่อเนื่อง

2. อัตราการไหลเชิงน้ำหนัก (Weight Flow Rate) มีสมการทั่วไปดังนี้

เมื่อ Y คือน้ำหนักจำเพาะของของไหล หน่วยของอัตราการไหลในระบบ SI คือ N/s และในระบบอังกฤษ คือ lb/s

3. อัตราการไหลเชิงมวล (Mass Flow Rate) มีสมการทั่วไป ดังนี้

หน่วยของอัตราการไหลในระบบ SI คือ kg/s และในระบบอังกฤษ คือ $slug/s$ สมการการไหลต่อเนื่องในการไหลคงตัวมีติเดียว ดังภาพที่ 2.3 เป็นการประยุกต์ใช้หลักอนุรักษ์มวลสาร คือ ภายในขอบเขตจากมวลสารจะไม่มีการสูญหาย

ความต่างระดับของของเหลวที่ปลายของท่อดูดและท่อจ่าย หรือ Static Head และพลังงานที่ สูญเสียไปในการไหลผ่านระบบเนื่องจากความฝืดในเส้นท่อ (Friction Head Loss) รวมถึงการสูญเสียในอุปกรณ์ของระบบท่อ และการสูญเสียอื่น ๆ (Minor Head Loss) เช่น การสูญเสียที่ปากทางเข้าและทางออก การสูญเสียที่ช่วงต่อที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดท่อ เป็นต้น การสูญเสียพลังงานส่วนนี้รวมเรียกว่า เสดความฝืด (Friction Head)

2.1.1.5 การออกแบบระบบท่อวิศวกรรม (Engineer Piping System Design) [1]

ระบบท่อส่งของเหลวเป็นส่วนประกอบสำคัญในระบบงานทางวิศวกรรม ระบบท่อส่งของเหลวพบได้ตั้งแต่ในเครื่องจักรต่าง ๆ ไปจนถึงในอาคารและในโรงงานอุตสาหกรรม ระบบท่อส่งของเหลวมีหน้าที่ส่งของเหลวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่นการส่งน้ำไปใช้งานทั่วไป ส่งน้ำไปหล่อเย็นเครื่องจักร หรือ ส่งไอน้ำไปใช้งานในกระบวนการผลิตเป็นต้น การออกแบบระบบท่อเหล่านั้นให้เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ระบบงานทางวิศวกรรมต่างๆ ทำงานได้อย่างถูกต้อง

การออกแบบระบบท่อไม่ใช่แค่เพียงกำหนดขนาดท่อให้เหมาะสมเท่านั้น แต่ยังประกอบด้วย การเลือกชนิดของท่อ และอุปกรณ์ประกอบ กำหนดเส้นทางการเดินท่อ และวิธีการติดตั้งที่เหมาะสมด้วย ดังนั้นบทนี้จึงขอกล่าวถึงแนวคิดโดยรวมในการออกแบบระบบท่อ โดยเริ่มมองการออกแบบ ระบบท่อเหมือนกับการออกแบบระบบทางกลทั่ว ๆ ไป ซึ่งวิศวกรเครื่องกลสามารถมององค์ประกอบของปัญหาเป็นสามส่วนคือ ต้นทาง ระบบ และ ผู้ใช้งานที่ปลายทาง ซึ่งหากเป็นงานออกแบบเครื่องจักร เราจะเริ่มมองที่ปลายทางว่าต้องการอะไร เช่นต้องการแรงบิดและความเร็วเท่าใด แล้วมาเลือกที่สามารถจัดต้นกำลังเป็นอย่างไรบ้าง แล้วจึงออกแบบระบบเพล่าเฟืองทด หรือชิ้นส่วนประกอบอื่นๆตรงกลางให้เชื่อมโยงส่งถ่ายกำลังไปยังปลายทางได้ตามที่ต้องการ

2.1.1.6 ขนาดและพิคัดของท่อ [1]

ในการออกแบบท่อผู้ออกแบบไม่สามารถระบุขนาดได้อย่างอิสระ เนื่องจากผู้ผลิตจะผลิตท่อตามขนาดมาตรฐานซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาเป็นมาตรฐานที่กำหนดไว้แล้ว ดังรายละเอียดต่อไปนี้ เส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของท่อ ระบบการกำหนดขนาดท่อที่ใช้มาแต่ดั้งเดิมคือ ระบบ สำหรับกำหนดขนาดท่อเหล็ก (Iron Pipe Size - IPS) ซึ่งระบบนี้กำหนดขนาดท่อตามเส้น ผ่านศูนย์กลางภายในเป็นหน่วยนิ้ว เช่น IPS 6 คือท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 6 นิ้ว ภายหลังมีการผลิตท่อที่มีความหนาต่าง ๆ กัน ระบบ การกำหนดขนาดท่อจึงเปลี่ยน ไปอ้างอิงกับเส้น ผ่านศูนย์กลางภายนอก และมีการให้รหัสสำหรับความ หนาของท่อเป็น Standard (STD), Extra Strong (XS) Or Extra Heavy (XH). Double Extra Strong (XXS) Or Double Extra Heavy (XXH) ซึ่งต่อมามีการผลิตท่อที่มีความหนาหลากหลายขึ้นอีกจึงมีการเปลี่ยนระบบการให้ขนาดท่อเป็น ขนาดระบุ Nominal (Pipe Size - NPS) และใช้ขนาดท่อ (Schedule - SCH) ระบบ NPS ระบุขนาด ท่อเป็นขนาดประมาณในหน่วยนิ้ว เช่น NPS 2 คือท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 2.375 นิ้ว ซึ่งในท่อที่มีขนาดตั้งแต่ NPS 12 ลงไปจะมีเส้นผ่าน ศูนย์กลางภายนอกใหญ่กว่าขนาดระบุ ขณะที่ท่อ ขนาดตั้งแต่ 14 นิ้วขึ้นไปจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับขนาดระบุส่วนเส้น ผ่านศูนย์กลางภายในจะแปรเปลี่ยนตามความหนาของท่อ ซึ่งท่อที่มีขนาดท่สูงๆหมายถึงท่อที่มีความหนามากก็จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเล็กกว่าท่อที่มีขนาดท่อต่อ การระบุขนาดท่อในระบบ เมตริก จะระบุเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ (Diameter 7Nominal - DN) โดยเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ จะมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร เช่น DN 50 มีความหมายเหมือน NPS

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อในระบบ DN และ NPS

NPS (นิ้ว)	DN (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.)
1/8	-	10.3
1/4	6	13.7
3/8	10	17.1
1/2	15	21.34
3/4	20	26.67
1	25	33.4
1-1/4	32	42.16
1-1/2	40	48.26
2	50	60.32
2-1/2	65	73.02
3	80	88.9
3-1/2	90	101.6
4	100	114.3
5	125	141.3
6	150	168.3
8	200	219.1
10	250	273
12	300	323.9
14	350	355.6
16	400	406.4
18	450	457.2

NPS (นิ้ว)	DN (มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มม.)
20	500	508
22	550	558.8
24	600	609.6
26	650	660.4
28	700	711.2
30	750	762
32	800	812.8
34	850	863.6
36	900	914.4
40	1,000	1,016

2.1.1.7 ความหนาท่อ [1]

การระบุความหนาของท่อในปัจจุบันนิยมระบุเป็นตารางท่อโดยเรียงจากบางไปหนาได้ดังนี้ ตารางท่อ 5, 5S, 10, 10S, 20, 20S, 30, 40, 40S, 60, 80, 80S, 100, 120, 140 และ 160 สำหรับตารางท่อที่มีอักษร S ตามหลังจะมีความหนาเป็นไปตามมาตรฐาน ASME B36.19M โดยจะใช้สำหรับท่อสแตนเลส เป็นหลักซึ่งท่อตามมาตรฐานเก่าที่ความหนาปานกลางหรือ STD จะมีความหนาเทียบเท่ากับตารางท่อ 40 ตัวเลขเป็นค่าประมาณจากสมการ

$$\text{ความหนาท่อ} \approx 1000$$

เมื่อ P คือความดันใช้งาน และ S คือความเค้นที่วัสดุยอมรับได้

2.1.1.8 มาตรฐานการเพิ่มอัตราส่วน (Standard Dimension Ratio) [1]

SDR = (เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก/ความหนาของท่อ) เป็นวิธีการบอกความหนาท่อที่นิยมใช้ในท่อพลาสติก เช่น SDR11 หมายความว่าท่อมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเป็น 11 เท่าของความหนาซึ่งท่อที่มีค่า SDR สูงหมายความว่าท่อบางรับความดันได้ต่ำกว่าท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอกเท่ากันแต่มี SDR ต่ำกว่า

2.1.1.9 การกำหนดขนาดท่อระบายน้ำและท่อโสโครกในแนวดิ่งและแนวนอน [2]

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การไหลของน้ำภายในท่อระบายน้ำเป็นปัญหาที่ค่อนข้างจะซับซ้อนการกำหนดขนาดท่อระบายน้ำที่ใหญ่เกินไปทำให้เกิดความสิ้นเปลือง ส่วนท่อที่มีขนาดเล็กเกินไปก็จะทำให้การระบายน้ำไม่เพียงพอ และอาจทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย ขนาดของท่อระบายน้ำที่ให้ไว้ในตาราง 2.2 และ 2.3 เป็นผลมาจากทฤษฎีและประสบการณ์ที่ใช้ได้ผลดีมาแล้วซึ่งมีข้อกำหนดมาจากหลายสิ่งต่อไปนี้

1. จำนวนของเครื่องสุขภัณฑ์ในระบบที่อาจจะใช้พร้อมกัน
2. ในภาวะใช้งานตามปกติ ท่อระบายน้ำควรมีน้ำอยู่เพียง 1/4 ของท่อเท่านั้น
3. ส่วนของท่อที่เหลือจากการระบายน้ำตามปกตินี้ใช้เป็นส่วนเพื่อเอาไว้วางกรณีที่มีการใช้น้ำมากกว่าการใช้งานปกติ
4. ให้ใช้ท่อขนาดเล็กที่สุด ซึ่งจะสามารถระบายน้ำได้รวดเร็วพอและไม่ก่อให้เกิดการอุดตันได้ง่าย
5. หลีกเลี่ยงความดันสูงภายในท่อตรงส่วนที่จะเชื่อมเข้ากับท่อในแนวดิ่งเพื่อที่จะรักษา Trap Seal ของเครื่องสุขภัณฑ์

โดยทั่วไปแล้วความลาดเอียงของท่อแนวนอน จะเป็นตัวกำหนดความเร็วของน้ำภายในท่อความเร็วของน้ำที่ระบายควรจะไม่ต่ำกว่า 0.6 m/s (2 fps) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการไถกรอกของน้ำในการพาเอาเศษผงต่าง ๆ ภายในท่อไปด้วย ความลาดเอียงของท่อระบายน้ำมักจะถูกจำกัดด้วยความยาวของท่อและเนื้อที่ในการจัดความลาดเอียง ดังนั้นการใช้ท่อระบายในแนวนอนที่มีขนาดใหญ่เกินความต้องการจึงไม่เป็นผลดี เพราะความเร็วของน้ำจะลดลงจนไม่สามารถที่จะพาเอาเศษผงต่าง ๆ ไปได้ และอาจเกิดการสะสมตะกอนจนอุดตันขึ้นในที่สุด การใช้ความลาดเอียงมากย่อมทำให้น้ำไหลได้เร็วขึ้นซึ่งจะเป็นผลให้ท่อสะอาด แต่ที่น้ำไหลเร็วจนเกินไปก็อาจจะดูดอากาศในท่อไปมากทำให้เกิด Self-Siphonage และเสีย Trap Seal ไปได้ การออกแบบทั่วไปมักจะให้ความลาดเอียงของท่อประมาณ 2% แต่ถ้าไม่สามารถจะทำได้ก็จะต้องไม่ให้ความลาดเอียงน้อยกว่า 1% ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้นสำหรับท่อน้ำโสโครกในแนวนอนจากโถส้วมแล้วในทางปฏิบัติจะต้องไม่เล็กกว่า 100 มม. ถึงแม้ในตาราง 2.2 และ 2.3 จะอนุญาตให้ใช้เล็กกว่านี้ได้ก็ตาม ทั้งนี้เพราะป้องกันไม่ให้เกิดการอุดตันได้ง่าย ส่วนท่อโสโครกในแนวดิ่ง จะต้องมิขนาดไม่เล็กไปกว่า 80 มม. ตารางที่ 2.4 แสดงถึงขนาดของท่อระบายน้ำ ท่ออากาศ ท่อน้ำเย็น และท่อน้ำร้อนสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์บางชนิดที่ใช้เป็นหลักในการออกแบบระบบท่อทั่วไป

ตารางที่ 2.2 จำนวนสุขภัณฑ์สูงสุดของ Building Drain

ขนาดท่อ มม.	ความลาดเอียง			
	1 : 200	1 : 100	1 : 50	1 : 25
50	-	-	21	26
65	-	-	24	31
80	-	20	27	36
100	-	180	216	250
125	-	390	480	575
150	-	700	840	1,000
200	1,400	1,600	1,920	2,300
250	2,500	2,900	3,500	4,200
300	3,900	4,600	5,600	6,700
375	7,000	8,300	10,000	12,000

ตารางที่ 2.3 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อตั้ง

ขนาดท่อ มม.	ท่อแยก แนวระดับ	ท่อตั้งยาว ไม่เกิน 3 ชั้น	ท่อตั้งยาวเกิน 3 ชั้น	
			ตลอดท่อ	แต่ละชั้น
30	1	2	2	1
40	3	4	8	2
50	6	10	24	6
65	12	20	42	9
80	20	30	60	19
100	160	240	500	90
125	360	540	1,100	200
150	620	960	1,900	350
200	1,400	2,200	3,600	600
250	2,500	3,800	5,600	1,000
300	3,900	6,000	8,400	1,500
375	7,000	-	-	-

ตารางที่ 2.4 ขนาดท่อเป็น มิลลิเมตร สำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ

เครื่องสุขภัณฑ์	ท่อน้ำเย็น	ท่อน้ำร้อน	ท่อระบาย น้ำ	ท่ออากาศ
อ่างอาบน้ำ	15	15	50	40
อ่างซักล้าง	15-20	15	50	40
อ่างล้างในครัว	15-20	15	50-80	40
อ่างล้างมือ	15	15	40-50	40
เครื่องล้างจานขนาดเล็ก	15-20	15-20	50	40
ฝักบัวอาบน้ำ Stall Rype	15	15	50	40
ฝักบัวอาบน้ำ Gang Rype	15	15	80	40
น้ำพุดื่ม	10	-	25-40	25
ตู้เย็น	10	-	25-40	25
โถปัสสาวะชาย A.V	15	-	50	40
โถปัสสาวะชาย F.V	20-25	-	50-80	40
โถส้วม Flush Tank	15	-	100	50
โถส้วม Flush V	25	-	100	50
ช่องระบายน้ำที่พื้น	-	-	50	40

2.1.1.10 การกำหนดขนาดของท่ออากาศ [2]

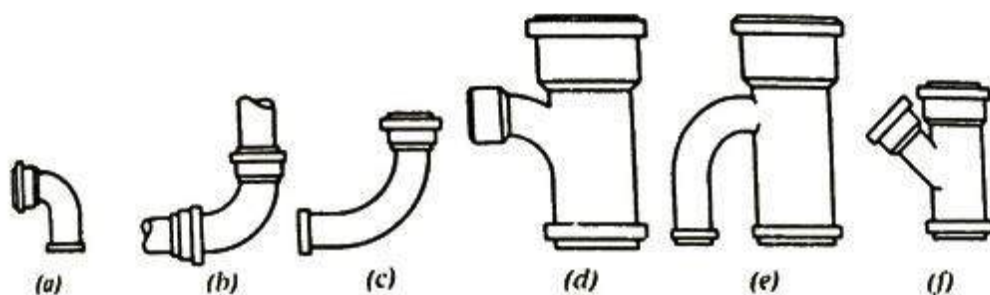
หน้าที่ของท่ออากาศคือ การจัดให้มีการไหลของอากาศเข้าหรือออกจากท่อระบายน้ำได้เพื่อลดความดันแปรเปลี่ยนภายในท่อระบายน้ำให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อรักษาน้ำในที่ดักกลิ่นเอาไว้ นอกจากนี้ยังเป็นท่อสำหรับระบายแก๊สต่าง ๆ ภายในท่อระบายน้ำออกไปสู่บรรยากาศในตำแหน่งที่เหมาะสมด้วย การต่อท่ออากาศมีแบบต่างๆ กัน การไหลของอากาศในท่ออากาศมีลักษณะซับซ้อนมากได้กำหนดขนาดของท่ออากาศทั่วไปตามจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์และความยาวของท่ออากาศ ดังที่แสดงอยู่ในตารางที่ 2.5 ยกเว้นท่ออากาศบางชนิดซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป อย่างไรก็ตามเราสามารถที่จะถือเป็นหลักได้ว่า ขนาดของท่ออากาศใด ๆ จะต้องไม่เล็กกว่าครึ่งหนึ่งของท่อระบายน้ำที่อากาศต่ออยู่ แต่จะต้องไม่เล็กกว่า 30 มม

2.1.1.11 วัสดุของท่อและข้อต่อ [2]

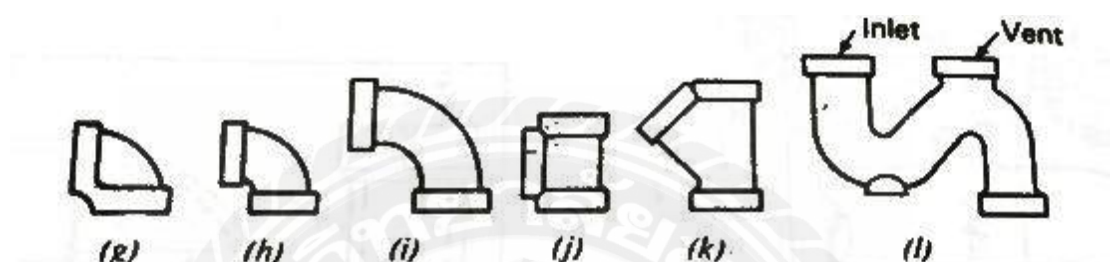
วัสดุของท่อที่ใช้ในระบบการระบายน้ำอาจจะเป็น เหล็กหล่อ เหล็กอาบสังกะสี ทองแดง ทองเหลือง พีวีซี หรือ Asbestos Cement สำหรับท่อระบายน้ำอยู่ภายในอาคาร และไม่ได้ฝังดินมักจะใช้ท่อเหล็กหล่อ ท่อเหล็กอาบสังกะสี และท่อพีวีซี แต่สำหรับท่อน้ำโสโครก นั้นนิยมใช้เหล็กหล่อซึ่งอาบยางกันสนิมที่ผิว ส่วนท่อระบายน้ำเสียและน้ำทิ้งอื่น ๆ นิยมใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสีหรือ ท่อพีวีซีสำหรับท่อระบายน้ำส่วนที่ฝังดินควรจะใช้ท่อเหล็กหล่อ เพื่อให้มีความคงทน และในกรณีที่ไม่ต้องรับแรงกดมากนักก็อาจจะใช้ท่อ ACP ได้ (Asbestos Cement Pipe) ส่วนท่ออากาศมักจะใช้ท่อเหล็กอาบสังกะสีและท่อพีวีซี ในกรณีที่ระบายน้ำจากห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจมีกรดเข้มข้นก็ต้องเลือกวัสดุของท่อที่ทนต่อการกัดกร่อนของกรดได้ดี ซึ่งมักจะมีราคาสูงมาก เช่น Silicon Iron Pipe (Duriron), Borosilicate Glass Pipe หรือ Poly Propylene Pipe เป็นต้น

ข้อต่อสำหรับท่อเหล็กหล่อมียูหลายชนิด สำหรับชนิดที่ใช้กันทั่วไปแสดงอยู่ในรูปที่ 2.4 ซึ่งประกอบด้วย 45° Wye ท่อโค้ง 90° แบบรัศมียาวหรือสั้น (Long-Or Short-Sweep Quarter Bend) Sanitary Tee และอื่น ๆ สำหรับ Single และ Double Sanitary Tee และ 1/4 Bend อาจจะใช้ในการเปลี่ยนทิศทางการไหลของน้ำจากแนวนอนไปยังแนวตั้งได้ สำหรับท่อโค้งและรัศมีสั้น ไม่ควรที่จะใช้เป็นท่อระบายน้ำโสโครกนอกเสียจากจะมีความจำเป็นจริง ๆ ข้อต่อและท่อแยกที่ใช้กันมากในรูปที่ 2.4 คือ c,d,f,h,k และ l

สำหรับการต่อท่อเหล็กหล่อซึ่งใช้เป็นท่อน้ำโสโครกจะเป็นข้อต่อแบบปากกระฆัง (Beel and Spigot Ends) นำแสดงอยู่ในรูปที่ 2.5 หรือ ข้อต่อแบบเกลียวก็ได้ การต่อข้อต่อแบบปากกระฆังทำได้โดยสอดปลายค้ำย Spigot เข้าไปในปากกระฆังจนสุด จากนั้นก็ใช้เครื่องมือตีอัด (Calking Tool) ประเก็นเส้นป้อ (Oakum) เข้าไปโดยรอบแล้วจึงทำการเทตะกั่วหลอมเหลวเข้าไปจนเต็ม การต่อข้อต่อแบบปากกระฆังต้องอาศัยความชำนาญมากกว่าการต่อด้วยเกลียว แต่ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องตัดปลายท่อให้ดีเท่าการต่อด้วยเกลียว



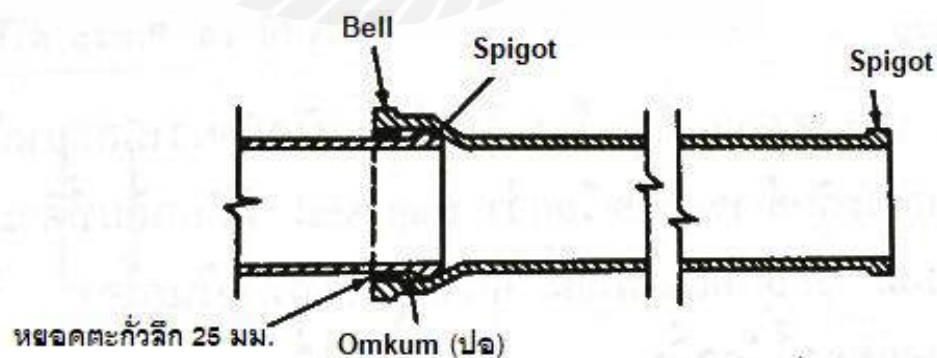
ข้อต่อเหล็กหล่อสำหรับน้ำโสโครก



ข้อต่อเหล็กหล่อสำหรับน้ำเสีย
รูปที่ 2.4 ข้อต่อสำหรับการระบายน้ำ

ท่อเหล็กหล่อเหล็ก (a) $\frac{1}{4}$ โค้ง (b) ความสั้นสำหรับท่อ 3 นิ้วหรือมากกว่าในเส้นผ่านศูนย์กลาง (c) ความยาวสำหรับท่อแล้ว 3 นิ้วที่เส้นผ่านศูนย์กลาง (d) สุกาภิบาล ท่อแยก 3 ทาง (e) ท่ออากาศ (f) ท่อรวม

อุปกรณ์หล่อลิ้นเหล็กหล่อเหล็กหล่อ (g) ท่อกลับสั้น (h) ท่อกลับยาว (i) ท่อกลับยาวแบบรวดเร็ว (j) ท่อแยก 3 ทาง (k) ท่อแยก 45° (l) ท่อดักกลิ่น



รูปที่ 2.5 ข้อต่อสำหรับท่อเหล็กหล่อ

2.1.1.12 ท่อพีวีซี (Polyvinyl Chloride - PVC) [1]

พีวีซีเป็นพลาสติกที่แข็งแรงที่สุด และ ใช้งานมากที่สุดแต่ไม่ทนต่อสารละลายมีโซ่ทั้งในงานท่อที่ต้องรับความดัน และท่อที่ไม่รับความดัน เป็นท่อที่ NSF ขอมรับให้ใช้เป็นท่อน้ำดื่มได้ และท่ออากาศ ใช้ในงานส่งน้ำประปา และ อากาศท่อน้ำเสียอุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 65°C ในต่างประเทศมีระดับความหนาที่ 40 และ 80 มีเส้นผ่านศูนย์กลางระบุตั้งแต่ DN15 ถึง DN500 การต่อท่อขนาด 40 จะใช้ข้อต่อ สวมและกาวประสาน หรือใช้ข้อต่อสวมเร็วที่มีซิลิโคนในตัว ส่วนขนาด 80 จะสามารถใช้การต่อแบบ เกลียวได้ด้วย ท่อชนิดนี้จะไม่ติดไฟแต่ขณะถูกเผาจะเกิดก๊าซที่เป็นพิษ มีการผลิตท่อพีวีซีที่ทน ความร้อนได้สูงขึ้นเรียกว่า ซีพีวีซี (Chlorinated Polyvinyl Chloride - CPVC) ซึ่งได้รับการเพิ่มสารคลอรีนในโครงสร้างเพื่อทำให้ทนอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 90°C



รูปที่ 2.6 ท่อพีวีซี (Polyvinyl Chloride - PVC)

ท่อ PVC ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน มอก. 17-2532 (ส่วนใหญ่เป็นสีฟ้า หรือสีขาว) เป็นท่อที่นิยมนำมาใช้ในงานสุขาภิบาลในอาคาร รหัส PVC-5, PVC-8.5 และ PVC-13.5 เป็นการระบุถึงความสามารถในการรับแรงดันของท่อ มีหน่วยเป็น bar หรือ kg/cm²ซึ่งหากใช้งานเป็นท่อประปา หรือท่อที่รับแรงดัน จะใช้ท่อ PVC-8.5 และ PVC-13.5 ส่วนท่อน้ำทิ้งที่ไม่ต้องรับแรงดันสามารถใช้ท่อ PVC-5 ได้ท่อ PVC เหมาะสำหรับการใช้งานภายในอาคารหรือในที่ร่มเท่านั้น ไม่ควรใช้กับภายนอก อาคารที่ต้องสัมผัสกับแสงแดด

2.1.1.13 ตารางเปรียบเทียบราคาท่อ พีวีซี และอุปกรณ์ ตราช้าง

ตารางที่ 2.6 ตารางเปรียบเทียบราคาท่อ พีวีซี ตราช้าง

ชื่อขนาด Nominal SIZE mm.(in)	ราคาต่อท่อนยาว 6 เมตร (บาท) Unit price is 6 meter (Baht)			จำนวนท่อ/มัด Pieces/Bundle
	ชั้นคุณภาพ 5	ชั้นคุณภาพ 8.5	ชั้นคุณภาพ 13.5	
18 (1/2")	-	42	53	25
20 (3/4")	-	53	64	25
25 (1")	-	70	101	20
35 (1 1/4")	66	87	132	10
40 (1 1/2")	80	114	170	10
55 (2")	120	180	260	10
65 (2 1/2")	195	285	430	-
80 (3")	265	395	600	-
100 (4")	425	640	965	-
125 (5")	650	965	1,455	-
150 (6")	905	1,355	2,050	-
200 (8")	1,355	2,180	3,485	-
250 (10")	1,950	3,155	5,245	-

ตารางที่ 2.7 ตารางเปรียบเทียบราคาซื้อต่อ ต่าง ๆ ของท่อ พีวีซี

ชื่อขนาด Nominal	ซื้อต่อ 90 องศา		ซื้อต่อ 45 องศา		ท่อแยก 3 ทาง	
	ราคาต่อหน่วย (บาท) Unit Price (Baht)	จำนวนตัว/กล่อง Pieces/Bundle	ราคาต่อหน่วย (บาท) Unit Price (Baht)	จำนวนตัว/กล่อง Pieces/Bundle	ราคาต่อหน่วย (บาท) Unit Price (Baht)	จำนวนตัว/กล่อง Pieces/Bundle
18 (1/2")	3.50	180	4.30	180	4.80	100
20 (3/4")	4.70	125	6.80	120	6.60	70
25 (1")	8.50	60	10.40	65	12.50	35
35 (1 1/4")	14.60	35	-	-	17.80	20
40 (1 1/2")	18.30	50	26.60	60	25.70	15
55 (2")	27.70	30	40	35	40.10	20
65 (2 1/2")	58.50	6	71	8	87.80	10
80 (3")	82	5	112	6	157	10
100 (4")	160	5	232	6	340	4
125 (5")	510	-	-	-	720	-
150 (6")	1,400	-	-	-	2,300	-
200 (8")	8,504	-	-	-	11,511	-
250 (10")	11,360	-	-	-	16,792	-
300 (12")	22,138	-	-	-	24,000	-

2.1.1.14 ตารางราคาเปรียบเทียบท่อและอุปกรณ์ท่อเหล็กหล่อ ทีซีพี ชนิดปลอกรัด

ตารางราคาเปรียบเทียบท่อและอุปกรณ์เหล็กหล่อ ทีซีพี ชนิดปลอกรัด จาก หจก. ที.ซี.พี. ไทย
 คาสท์มานูแฟกเจอร์ริง ที่อยู่ 31-37 ถนน วรจักร แขวง เทพศิรินทร์ เขต ป้อมปราบฯ กรุงเทพฯ 10100
 โทร 02-225-0061 แฟกซ์ 02-224-6463

ตารางที่ 2.8 เปรียบเทียบราคาท่อเหล็กหล่อแต่ละขนาดและปลอกรัด

รายการ	ความยาว 3 เมตร				
	2"	3"	4"	6"	8"
ท่อเหล็กหล่อ	744	1,193	1,491	2,382	5,311
ปลอกรัดพร้อมยาง	142	155	185	290	734

ตารางที่ 2.9 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์ต่าง ๆ ของท่อเหล็กหล่อ ทีซีพี

รายการ	2"	3"	4"	6"	8"	3"x2"	4"x2"	4"x3"	6"x2"	6"x3"	6"x4"	8"x2"	8"x3"	8"x4"	8"x6"
ข้อต่อ 90 องศา	71	126	201	390	1,153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ข้อโค้ง 90 องศา	206	-	490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ข้อต่อ 45 องศา	58	95	151	299	1,019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ข้อต่ออากาศ	-	-	-	-	-	-	321	-	-	-	-	-	-	-	-
สามทาง Y	99	215	328	744	1,903	169	209	258	528	630	538	1,597	1,617	1,229	1,486
สามทาง TY สั้น	104	201	286	538	1,869	160	238	265	507	594	456	1,962	1,339	1,313	1,387
สามทาง TY ยาว	112	278	428	965	2,620	196	259	385	554	717	622	2,405	2,374	2,253	2,059
สี่ทาง Y	170	-	497	1,105	-	290	326	511	-	-	695	-	-	2,047	-
สี่ทาง TY สั้น	162	312	426	1,030	-	305	390	-	-	-	736	-	-	-	-
สี่ทาง TY ยาว	232	513	779	1,775	-	354	726	847	-	870	1,038	-	-	2,883	2,756
ฝาครอบ	19	36	66	140	178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ข้อลด	-	-	-	-	-	96	127	126	194	201	198	-	-	639	704
คอห่าน	219	438	605	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อแดปเตอร์ก.ใน	152	198	237	492	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อแดปเตอร์กน.	145	252	280	403	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ท่อสั้นมีประตู่	-	843	978	1,741	3,722	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
คลินเอ้าท์	235	354	441	781	1,746	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.1.1.15 ทฤษฎีการคำนวณโปรแกรมสำเร็จรูป



จุดประสงค์ของการนำสูตรมาซ้อนสูตร เพื่อให้สูตรๆเดียวสามารถคำนวณให้ผลลัพธ์ได้หลายทันที โดยไม่ต้องพึ่งพาสูตรในเซลล์อื่น ๆ และ เขียนแบบของท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้ง และท่ออากาศขึ้นมาโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit 2018 ทำให้เกิดประโยชน์ดังนี้

- 1.ช่วยกำจัดเซลล์ที่ต้องใช้เพื่อสร้างสูตร
- 2.ช่วยให้ค้นหาเซลล์สูตรได้ง่ายเนื่องจากสูตรถูกนำมารวมกันไว้เพียงที่เดียว
- 3.หากมีจำนวนเซลล์ที่มีสูตรยาวๆจำนวนไม่มากนัก จะทำให้ File มีขนาดเล็กลง เนื่องจากไม่ต้องเปลืองเซลล์หรือ Sheet เพื่อแยกเก็บสูตร และช่วยให้คำนวณรวดเร็วยิ่งขึ้น
- 4.ช่วยในการเขียนแบบของท่อน้ำโสโครกขึ้นมาโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit 2018

เพื่อการสะดวกในการเขียนแบบและการถอดปริมาณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ส่วนข้อเสียของการสร้างสูตรซ้อนสูตรคือ สร้างยาก และทำให้แก้ไขสูตรภายหลังยากขึ้นจึงต้องเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียดังกล่าวนี้เสมอ หากสร้างเองใช้เองแก้เองคงไม่ต้องห่วงหนัก แต่ถ้าสร้างสูตรแล้วทิ้งไว้ให้คนอื่นแก้ไข คงต้องลืมนั่นไปเลยว่า จะเริ่มแก้ไขยังไงกันดีส่วนมากมักสร้างสูตรกันขึ้นมาใหม่เลยหลักการสร้างสูตรซ้อนสูตร

- 1.ควรรวมกลุ่มของสูตรซึ่งคำนวณเป็นลำดับต่อเนื่องกันไว้เป็นสูตรเดียว และแยกขั้นตอนซึ่ง ไม่ต่อเนื่องออกเป็นอีกหนึ่งสูตร
- 2.ควรแยกสูตรออกให้ทำงานกันค่าซึ่งมีความหมายสมบูรณ์ในขั้นนั้น ๆ และง่ายต่อการตรวจสอบว่าลำดับการคำนวณขึ้นใดผิดพลาด จะได้สะดวกต่อการแก้ไขให้ถูกต้อง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.2.1 วิศวกรงานระบบสุขาภิบาลในระบบอาคารสูง บริษัท สุภาลัย จำกัด (มหาชน)[3]

โครงการนี้เป็นการศึกษาาระบบสุขาภิบาลในอาคารสูง ณ โครงการ สุภาลัย วิสตัด้า(แยกติวานนท์) ซึ่งเป็นสถานที่ปฏิบัติงานโดยปฏิบัติงานในตำแหน่ง วิศวกรงานระบบ ในอาคารสูง ซึ่งงานระบบสุขาภิบาลถือได้ว่าเป็นระบบที่มีความสำคัญระบบหนึ่งในอาคารสูง เพื่อความสะดวกสบายและความพึงพอใจสูงสุดของผู้อยู่อาศัยในอาคาร

โดยระบบสุขาภิบาลในอาคารจะแบ่งออกเป็นระบบย่อยๆดังนี้

1.ระบบน้ำดีหรือระบบน้ำใช้

2.ระบบระบายน้ำทิ้ง (น้ำทิ้งที่เกิดจากอ่างล้างจานอ่างล้างมือและการชำระล้างร่างกายของผู้อยู่อาศัย)

3.ระบบระบายน้ำโสโครก (น้ำโสโครกที่เกิดจากการขับถ่ายของผู้อยู่อาศัย)

4.ระบบระบายน้ำฝน เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารเกิดความพึงพอใจสูงสุดในระบบสุขาภิบาล การระบายน้ำทิ้งต่างๆจะต้องไม่เกิดการรั่วซึมหรืออุดตัน ระบบจ่ายน้ำใช้จะต้องมีการจ่ายน้ำที่ติดตั้งที่ไม่แรงเกินไปและไม่เบาจนเกินไป ซึ่งทั้งหมดที่ได้กล่าวมานั้นจะให้ระบบสุขาภิบาลที่ดีมีคุณภาพจะต้องเกิดจากการควบคุมงานและการติดตั้งที่มีมาตรฐาน และทดสอบระบบก่อนส่งมอบให้แก่ผู้อยู่อาศัย เมื่อเริ่มปฏิบัติงานโครงการ “สุภาลัย วิสตัด้า แยกติวานนท์” งานระบบสุขาภิบาลนั้นได้มีการเริ่มไปได้แล้วประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์และเมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานได้ดำเนินการแล้วเสร็จไปประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ของทั้งหมดโครงการ โดยระหว่างการปฏิบัติงานได้มีการทดสอบระบบและเกิดปัญหาต่างๆมากมายจึงได้มีการแก้ไขให้ตรงตามมาตรฐานที่มีข้อกำหนดตกลงร่วมกันเพื่อให้ยอมรับความผิดพลาดหรือเปอร์เซ็นต์เออเรอร์ ได้เพียงเล็กน้อยและต้องไม่ส่งผลกระทบต่อให้แก่ผู้อยู่อาศัยที่เข้ามาอาศัย

2.2.2 โครงการวิศวกรรมชลประทาน การศึกษาและออกแบบท่อระบายปากคลองส่งน้ำ[4]

โครงการวิศวกรรมนี้เป็นการศึกษาอาคารท่อระบายปากคลองส่งน้ำ การดำเนินงานประกอบด้วย การนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจคลองด้านเหนือและท้ายน้ำมาวิเคราะห์และนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อให้มีความปลอดภัยของโครงสร้างและนำมาจัดทำแบบจำลองด้วยวัสดุที่คล้ายคลึงอาคารจริง เพื่อให้ผู้ที่ได้ศึกษาวิจัยเล่มนี้เพื่อให้เข้าใจถึงโครงสร้างของอาคารท่อระบายปากคลองส่งน้ำเป็นอย่างดี

บทที่ 3

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

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

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

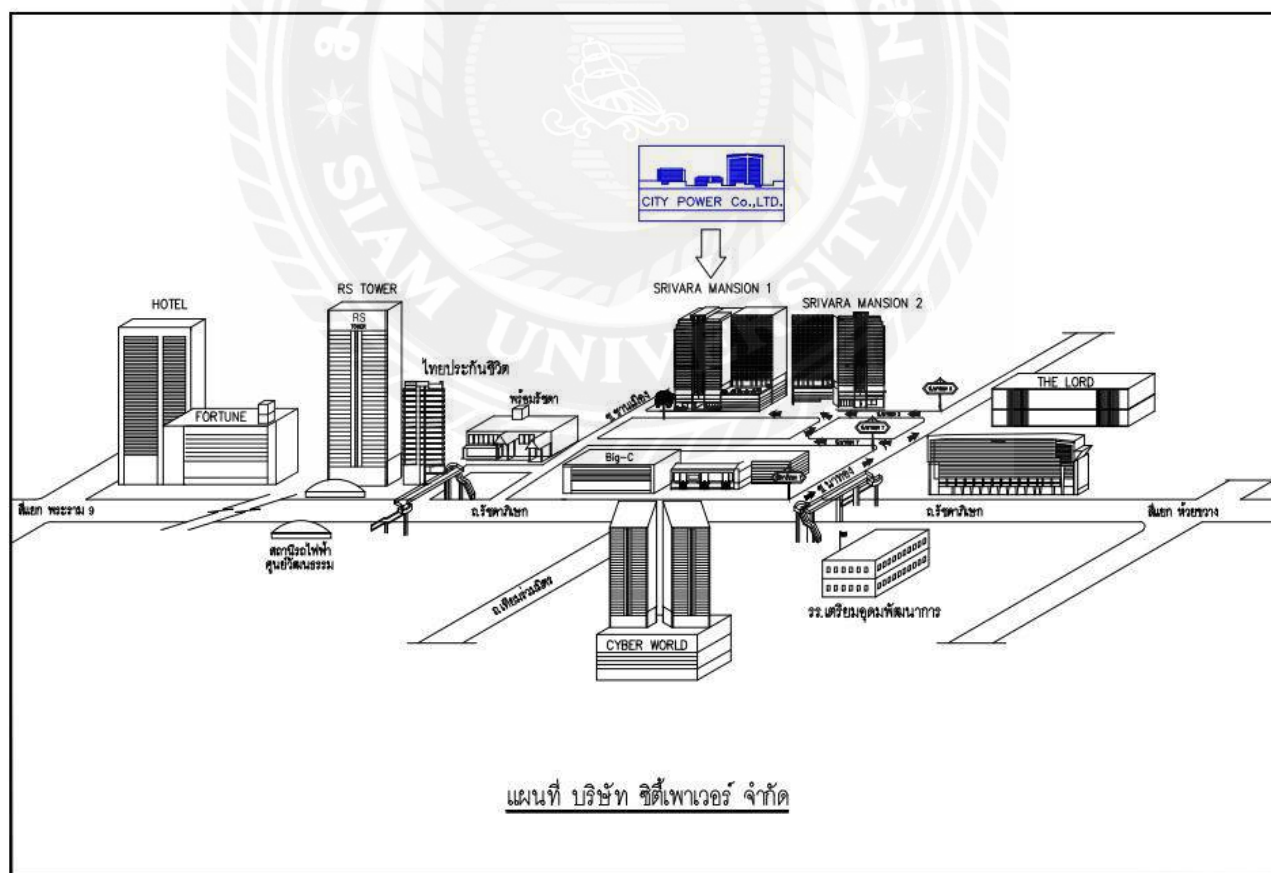
สำนักงานใหญ่ : 236/6 อาคาร ศรีวราแมนชั้น1 ซอย นาทอง ถนน รัชดาภิเษก

แขวง ดินแดง เขต ดินแดง กรุงเทพฯ 10400

รายละเอียดบริษัท : รับเหมาก่อสร้างงานระบบ

โทรศัพท์ : 02-6412255

แฟกซ์ : 02-6412249



รูปที่ 3.1 ที่ตั้ง บริษัท ชิตีเพาเวอร์ จำกัด

สถานที่ปฏิบัติงาน : โครงการ สินธรวิลเลจ หน่วยงาน AP-W หลังสวนซอย 2 ถนนสุขุมวิท
แขวง ลุมพินี เขต ปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10330



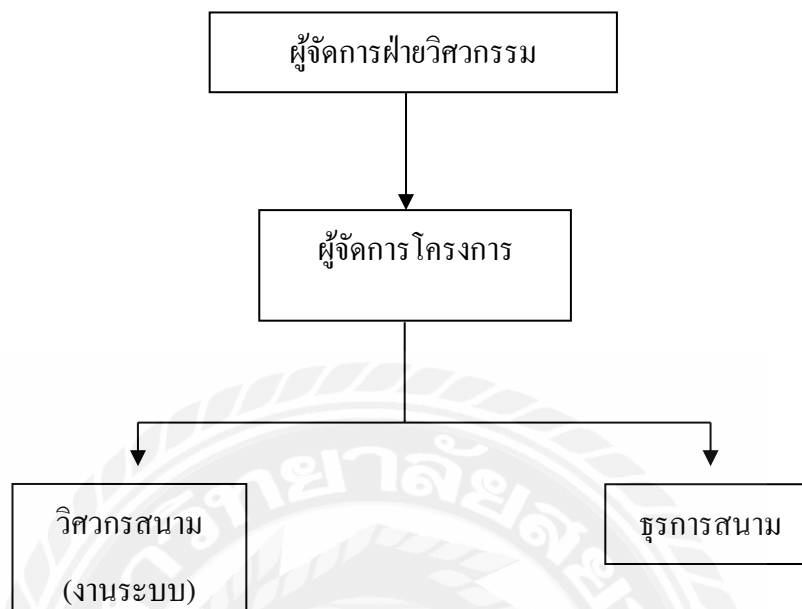
รูปที่ 3.2 หน่วยงาน AP-W

3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน

ชื่อโครงการ	: สินธร วิลเลจ ตึก AP-W
ที่ตั้ง	: หลังสวนซอย 2 ถนนสุขุมวิท แขวง ลุมพินี เขต ปทุมวัน จ.กรุงเทพมหานคร 10330
จุดเด่น	: ใกล้ห้างสรรพสินค้า และ Central Department Store Chit Lom
เนื้อที่ทั้งหมด	: 66,813 ตารางเมตร
จำนวนตึก	: 1 อาคาร
จำนวนชั้น	: 19 ชั้น
ประเภทห้อง	: - 1 Deluxe - 2 Premier - 3 Family - 4 Suite
ลิฟท์โดยสาร	: 8 ตัว
เริ่มก่อสร้าง	: เดือน กุมภาพันธ์ 2560
คาดว่าจะแล้วเสร็จ	: เดือน ตุลาคม 2562
ระยะเวลาก่อสร้าง	: 22 เดือน
ผู้รับเหมาโครงสร้าง	: Thai OBayashi
เจ้าของโครงการ	: Siam Sindtorn Co.,Ltd.

3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร

บริษัท ซีดีเพาเวอร์ จำกัด



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งงานในโครงการ สิ้นธรวิทเลจ ตึก AP-W

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : วิศวกรงานระบบ

ลักษณะงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : ตรวจสอบช่างติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล

3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา : นาย วุฒิชัย วิจิต

ตำแหน่ง : วิศวกรงานระบบ (Engineer)

แผนก : งานระบบ (Mechanical Engineer)

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มปฏิบัติงาน : วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2561

สิ้นสุดการปฏิบัติงาน : วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2561

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.7.1 ปรึกษาพนักงานพี่เลี้ยง

สอบถามถึงหัวข้อโครงการในหัวเรื่องต่างๆที่สามารถ นำมา ประยุกต์ใช้ในทางวิศวกรรม

3.7.2 ตั้งหัวข้อโครงการ

หาหัวข้อโครงการ โดยการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาถึงความเป็นไปได้ในโครงการ รวมถึงขอคำแนะนำในการเจอปัญหาในการทำโครงการ

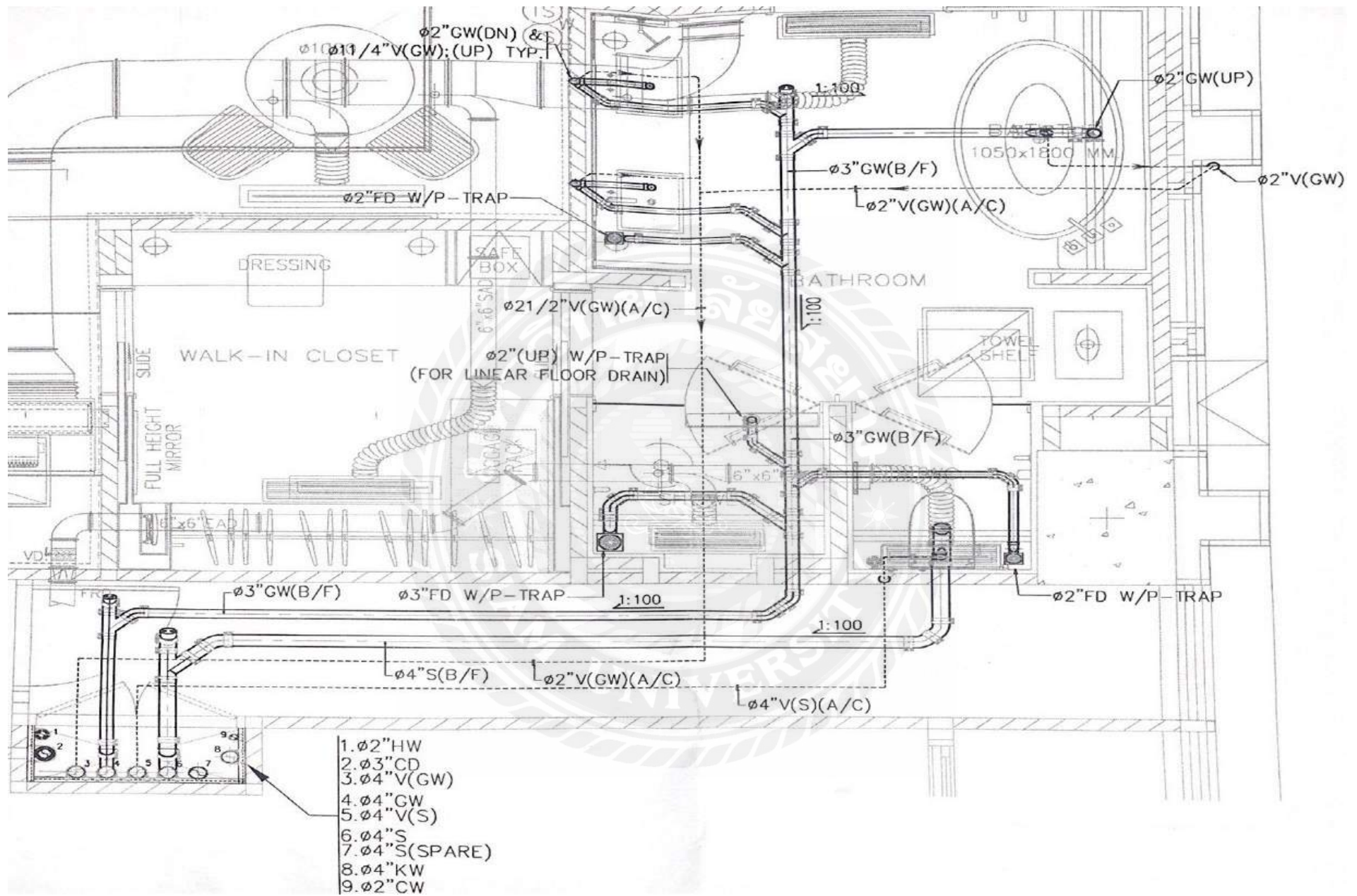
3.7.3 ขั้นตอนการคำนวณ

ทำการค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณการลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำ โสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ

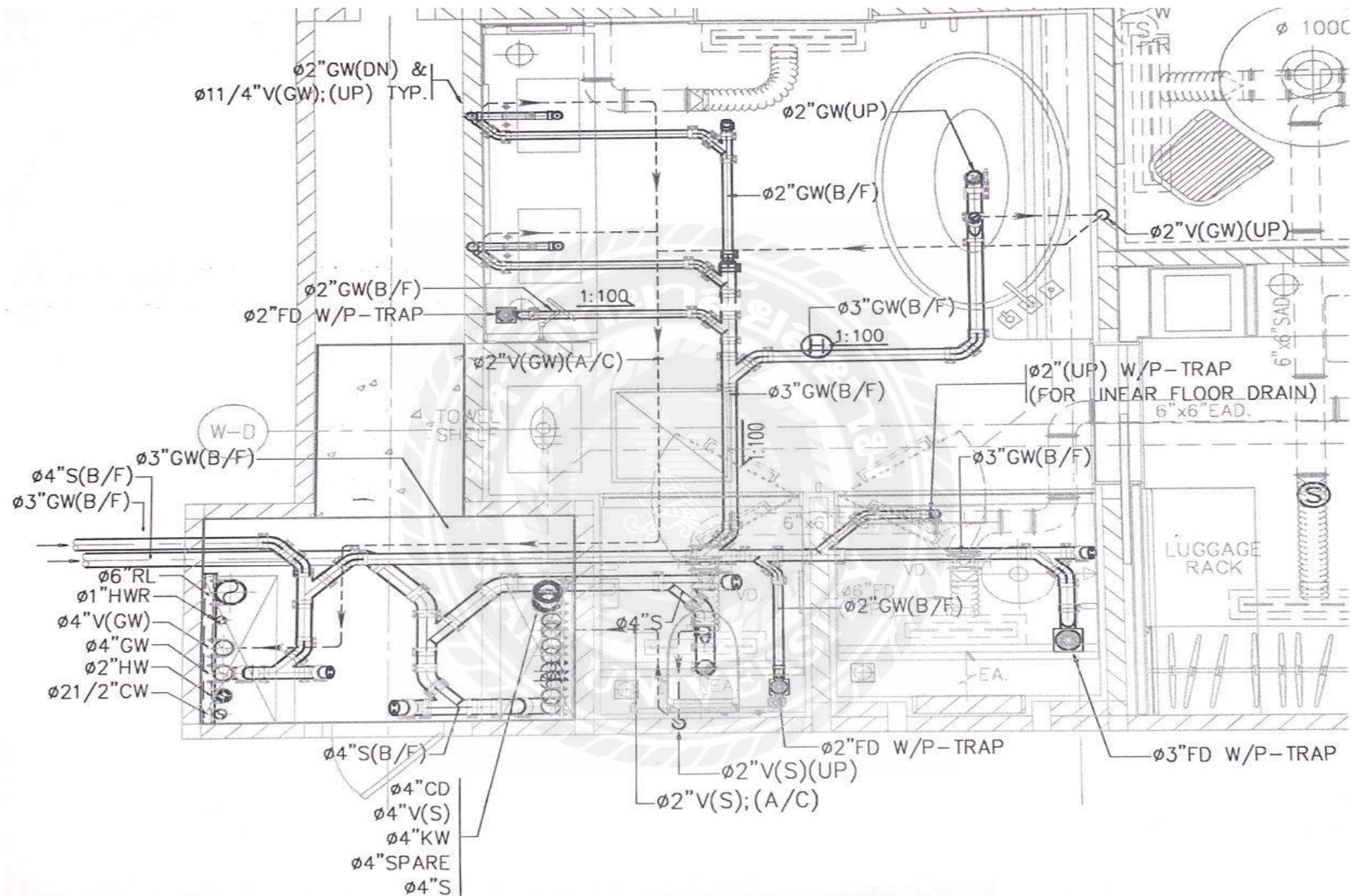
กรณีศึกษาโครงการ สันทรวิเลศ ดึก (เอฟ-ดับบลิว)

3.7.3.1 แบบแปลนห้อง ฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2





รูปที่ 3.4 แบบห้อง พรีเมียร์ 2



รูปที่ 3.5 แบบห้อง จูเนียร์สตูดิโอ 2

3.7.4 วิธีการติดตั้ง

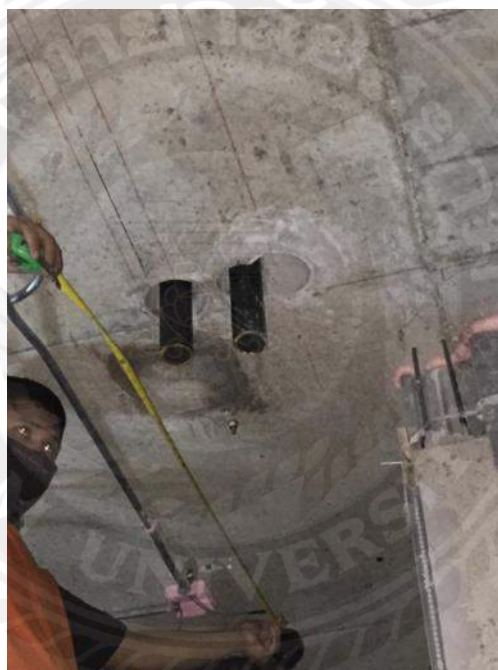
การติดตั้งระบบสุขาภิบาลส่วนมากจะให้ช่างมาติดตั้งและคนซื้อมักไม่มีความรู้ในส่วนนี้ แต่ส่วนนี้จำเป็นมากกว่าการเลือกซื้อท่อและอุปกรณ์เลยอาจจะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้อยู่อาศัย

3.7.4.1 การสำรวจห้องและเตรียมพื้นที่

จะทำการสำรวจตามแบบงานที่ได้รับเพื่อติดตั้งท่อในระบบสุขาภิบาล สำรวจเสร็จก็ทำการเคลียร์พื้นที่สำหรับการติดตั้ง

3.7.4.2 การเดินในท่อระบบสุขาภิบาล

สำหรับการเดินท่อในระบบสุขาภิบาลจะมีการวัดระยะจากแบบเพื่อให้ได้ระยะที่ถูกต้องในการติดตั้งในหน้างานจริง

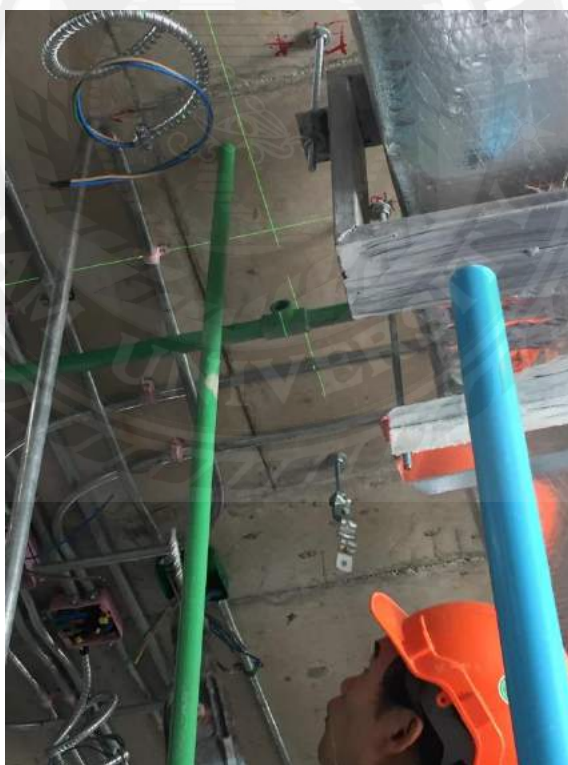


รูปที่ 3.6 การวัดระยะจากแบบเพื่อการติดตั้งที่ถูกต้อง

การวัดระยะจากแบบเพื่อการติดตั้งที่ถูกต้องโดยการใช้ตลับเมตรวัดระยะจากเส้นหน้างานให้ได้ระยะตามแบบ



รูปที่ 3.7 ตีเส้นกำหนดระยะการติดตั้งจากแบบ
จากรูปที่ 3.6 นั้น นักศึกษาจะได้ระยะตามแบบ จากนั้นให้ใช้ปากเต้าตีเส้นกำหนดระยะ
ที่ได้ เพื่อให้ได้แนวทางการติดตั้งท่อ



รูปที่ 3.8 ฉายเลเซอร์ขึ้นบนเพดานเพื่อติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตรงตามแนวที่ติดตั้ง
จากที่นักศึกษาได้เส้นกำหนดระยะตามแบบ เพื่อการวางแนวท่อแล้ว ให้นำเลเซอร์มาตั้งที่
เส้นกำหนดระยะแล้วฉายขึ้นบนเพดาน เพื่อทำการติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตามแนวท่อ



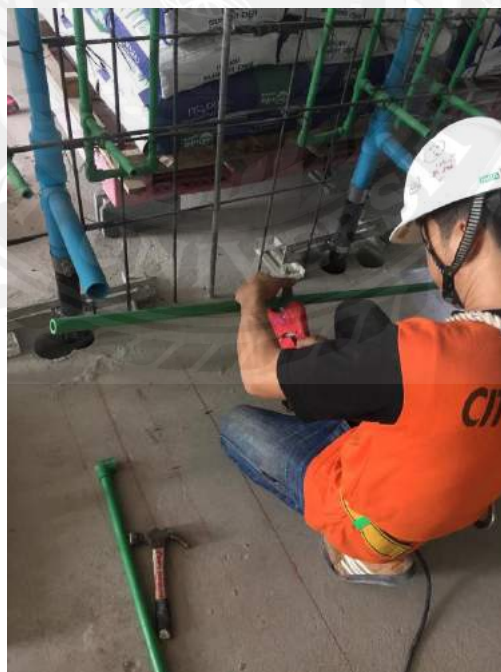
รูปที่ 3.9 เจาะพื้นเพดานด้วยสว่านเพื่อติดตั้งสลักเกลียวขยายตัวเหล็กยึด อุปกรณ์รองรับท่อ
เมื่อมีเส้นทาบบนเพดาน ให้เราทำการเจาะเพดานตามระยะการติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ
เพื่อติดตั้งฟูกเหล็กยึด อุปกรณ์รองรับท่อ กับ เพดาน



รูปที่ 3.10 วัดระยะความสูงจากแบบเพื่อตัดเกลียวยึด อุปกรณ์รองรับท่อ ให้ได้ความสูงที่ถูกต้อง
หลังจากนั้น ให้วัดระยะความสูงของการติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ จากแบบ แล้วตัดเกลียว
ยึดให้ได้ระยะความสูงที่ถูกต้องตามแบบ เพื่อการติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ให้ได้ระยะตามแบบที่
ถูกต้อง



รูปที่ 3.11 ติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตามตำแหน่งในแบบ
จากนั้นให้ติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตามระยะที่ถูกต้องตามแบบ ตรวจสอบความเรียบร้อย
ของเนื้อซีเมนต์เกลียวของ อุปกรณ์รองรับท่อ ให้เรียบร้อย



รูปที่ 3.12 วัดระยะท่อจากแบบและตัดท่อให้ได้ระยะที่ถูกต้อง
เมื่อเราติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำท่อและข้อต่อต่างๆมาวางตาม
เส้นแนวท่อที่ได้ แล้วนำมาตัดให้ได้ขนาดตามแบบที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.13 เชื่อมท่อ พีพีอาร์ ด้วยเครื่องเชื่อม
นำท่อที่ตัดได้มาตามขนาดที่กำหนด มาเชื่อมต่อกับข้อต่อต่างๆด้วยเครื่องเชื่อมร้อน ทั้งไว้
ประมาณ 3-4 วินาที หรืออาจนานกว่า ตามแต่ละขนาดของท่อ



รูปที่ 3.14 นำมาประกอบท่อและข้อต่อเพื่อยกขึ้นไปติดตั้ง
นำท่อที่เชื่อมเสร็จแล้วมาประกอบกัน หลังให้นำมาวางตามเส้นแนวท่อที่กำหนดไว้ และนำ
ขึ้นไปติดตั้ง



รูปที่ 3.15 นำท่อที่ประกอบสำเร็จแล้วนำขึ้นมาติดตั้งกับ อุปกรณ์รองรับท่อ ที่ติดตั้งไว้ก่อนแล้ว
นำท่อที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขึ้นมาติดตั้งกับ อุปกรณ์รองรับท่อ ที่ติดตั้งไว้ก่อนแล้ว
ตรวจสอบการติดตั้ง โดยการขันน็อตยึดทุกตัวให้เรียบร้อยและตรวจสอบอีกครั้ง เป็นอันเสร็จสิ้นการ
ติดตั้ง

3.7.5 อุปกรณ์การติดตั้ง

1. ส่วนมือ
2. เครื่องเชื่อมท่อ พีพีอาร์
3. คีมตัดท่อ พีพีอาร์
4. เครื่องมือช่าง
5. ปากเต้าตีเส้น
6. ตลับเมตร
7. ระดับน้ำเลเซอร์
8. แทนตัดเหล็ก



รูปที่ 3.16 ส่วนมือ



รูปที่ 3.17 เครื่องเชื่อมต่อ พีพีอาร์



รูปที่ 3.18 คีมตัดท่อ พีพีอาร์



รูปที่ 3.19 ปักเต้าตีเส้น



รูปที่ 3.20 ตลับเมตร



รูปที่ 3.21 ระดับน้ำเลเซอร์

รูปที่ 3.22 แทนตัดเหล็ก

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

รายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทำโครงการ โดยใช้เครื่องฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

Hardware

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. เครื่องปริ้น
3. กล้องถ่ายรูป
4. เครื่องคิดเลขคำนวณทางวิทยาศาสตร์

Software

1. โปรแกรม Microsoft Word 2010
2. โปรแกรม Revit 2018

3.9 การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ

จากห้องตัวอย่าง ห้อง พรีเมียร์ 2 และห้อง จูเนียร์สูท 2 ดังนั้นจากวัตถุประสงค์ในบทที่ 1 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดวางระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศที่เหมาะสมเพื่อจัดทำเป็นแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายในการประกอบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ จึงดำเนินการนำเสนอโดยใช้ โปรแกรม Autodesk Revit 2018 ในสร้างแบบและคำนวณการถอดปริมาณวัสดุท่อเพื่อคำนวณราคาวัสดุในการลดค่าใช้จ่าย

1. นำแบบท่อเดิมที่ยังไม่ได้ทำการลดท่อเพื่อนำมาคำนวณ
2. นำแบบท่อเดิมที่ยังไม่ได้ทำการลดท่อ นำมาลดท่อโดยปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ทางด้านการติดตั้งและลดท่อ
3. นำแบบท่อเดิมที่ยังไม่ได้ทำการลดท่อและแบบท่อใหม่ที่ทำลดท่อแล้ว นำมาเขียนแบบในรูปแบบ 3 มิติโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit 2018 ในสร้างขึ้นมาเพื่อสะดวกในการดูแบบและช่วยในการถอดปริมาณวัสดุของท่อได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

จากการคำนวณการลดวัสดุของท่อโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ โดยใช้การคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ในการเขียนแบบเพื่อให้ดูและเข้าใจง่ายในรูปแบบที่เป็น 3 มิติ และการถอดปริมาณท่อหรือการถอดปริมาณของวัสดุท่อที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้ลดการสั่งซื้อวัสดุท่อผิดจึงทำให้ไม่สิ้นเปลืองงบประมาณในการก่อสร้าง

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบราคาท่อ พีวีซี คราซ้าง

ขนาด SIZE mm.(in)	ราคาต่อท่อนยาว 6 เมตร (บาท)			จำนวนท่อ/มัด
	ชั้นคุณภาพ 5	ชั้นคุณภาพ 8.5	ชั้นคุณภาพ 13.5	
18 (1/2")	-	42	53	25
20 (3/4")	-	53	64	25
25 (1")	-	70	101	20
35 (1 1/4")	66	87	132	10
40 (1 1/2")	80	114	170	10
55 (2")	120	180	260	10
65 (2 1/2")	195	285	430	-
80 (3")	265	395	600	-
100 (4")	425	640	965	-
125 (5")	650	965	1,455	-
150 (6")	905	1,355	2,050	-
200 (8")	1,355	2,180	3,485	-
250 (10")	1,950	3,155	5,245	-

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบราคาซื้อต่อ ต่าง ๆ ของท่อ พีวีซี

ชื่อขนาด Nominal	ซื้อต่อ 90 องศา		ซื้อต่อ 45 องศา		ท่อแยก 3 ทาง	
	ราคาต่อหน่วย (บาท) Unit Price (Baht)	จำนวนตัว/กล่อง Pieces/Bundle	ราคาต่อหน่วย (บาท) Unit Price (Baht)	จำนวนตัว/กล่อง Pieces/Bundle	ราคาต่อหน่วย (บาท) Unit Price (Baht)	จำนวนตัว/กล่อง Pieces/Bundle
18 (1/2")	3.50	180	4.30	180	4.80	100
20 (3/4")	4.70	125	6.80	120	6.60	70
25 (1")	8.50	60	10.40	65	12.50	35
35 (1 1/4")	14.60	35	-	-	17.80	20
40 (1 1/2")	18.30	50	26.60	60	25.70	15
55 (2")	27.70	30	40	35	40.10	20
65 (2 1/2")	58.50	6	71	8	87.80	10
80 (3")	82	5	112	6	157	10
100 (4")	160	5	232	6	340	4
125 (5")	510	-	-	-	720	-
150 (6")	1,400	-	-	-	2,300	-
200 (8")	8,504	-	-	-	11,511	-
250 (10")	11,360	-	-	-	16,792	-
300 (12")	22,138	-	-	-	24,000	-

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบราคาท่อเหล็กหล่อแต่ละขนาดและปลอกรัด

รายการ	ความยาว 3 เมตร				
	2"	3"	4"	6"	8"
ท่อเหล็กหล่อ	744	1,193	1,491	2,382	5,311
ปลอกรัดพร้อมยาง	142	155	185	290	734

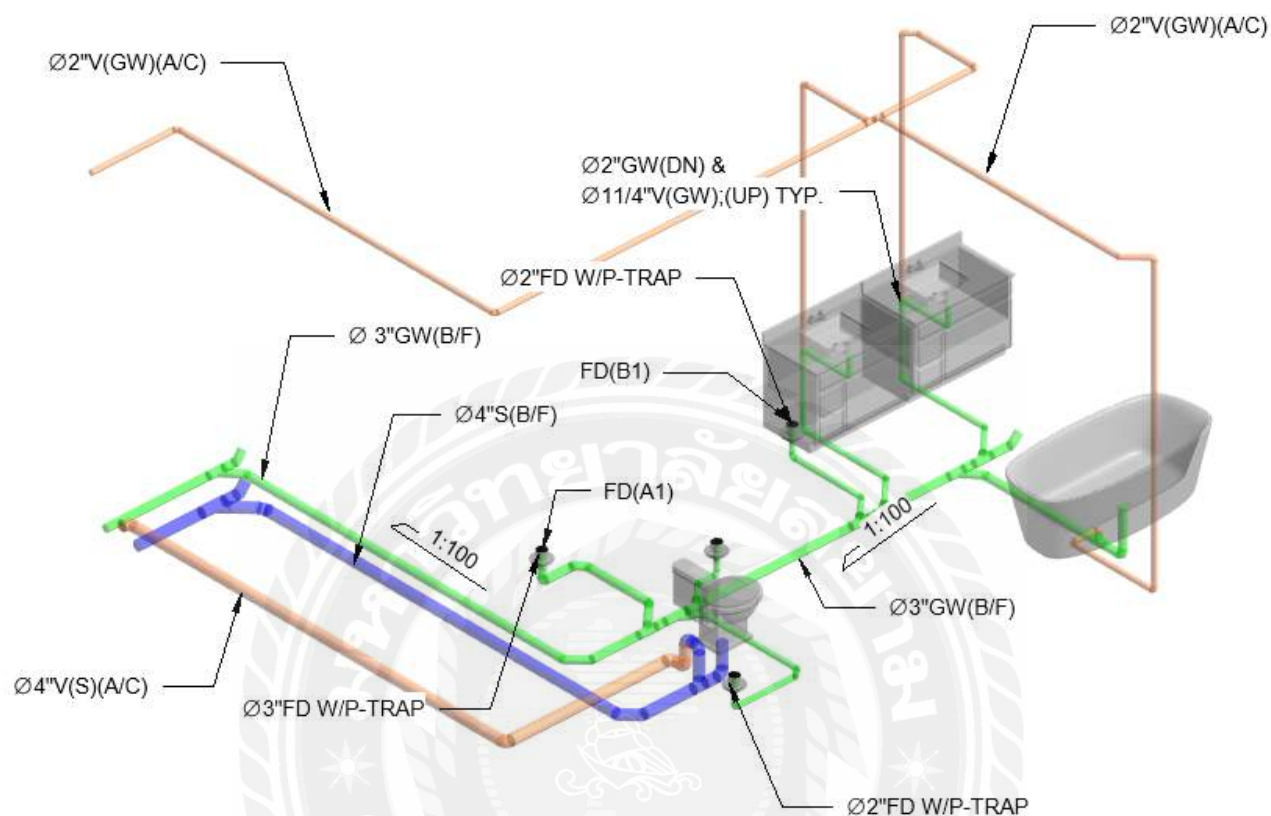


ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์ต่าง ๆ ของท่อเหล็กหล่อ ทีซีพี

รายการ	2"	3"	4"	6"	8"	3x2"	4x2"	4x3"	6x2"	6x3"	6x4"	8x2"	8x3"	8x4"	8x6"
ข้องอ 90 องศา	71	126	201	390	1,153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ข้อโค้ง 90 องศา	206	-	490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ข้องอ 45 องศา	58	95	151	299	1,019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ข้องออากาศ	-	-	-	-	-	-	321	-	-	-	-	-	-	-	-
สามทาง Y	99	215	328	744	1,903	169	209	258	528	630	538	1,597	1,617	1,229	1,486
สามทาง TY สั้น	104	201	286	538	1,869	160	238	265	507	594	456	1,962	1,339	1,313	1,387
สามทาง TY ยาว	112	278	428	965	2,620	196	259	385	554	717	622	2,405	2,374	2,253	2,059
สี่ทาง Y	170	-	497	1,105	-	290	326	511	-	-	695	-	-	2,047	-
สี่ทาง TY สั้น	162	312	426	1,030	-	305	390	-	-	-	736	-	-	-	-
สี่ทาง TY ยาว	232	513	779	1,775	-	354	726	847	-	870	1,038	-	-	2,883	2,756
ฝาครอบ	19	36	66	140	178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ข้อลด	-	-	-	-	-	96	127	126	194	201	198	-	-	639	704
คอห่าน	219	438	605	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อแดปเตอร์ใน	152	198	237	492	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
อแดปเตอร์นอก	145	252	280	403	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ท่อสั้นมีประตู่	-	843	978	1,741	3,722	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
คลินเฮอร์	235	354	441	781	1,746	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.1 การคำนวณราคาวัสดุของท่อโสตโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและท่ออากาศ ของห้อง ฟรีเมียร์ 2 และห้อง จูเนียร์สูง 2 ก่อนปรับปรุง

4.1.1 การคำนวณวัสดุ ห้อง ฟรีเมียร์ 2 ก่อนปรับปรุง



รูปที่ 4.1 แบบห้อง ฟรีเมียร์ 2 ก่อนปรับปรุง

ตารางท่อ					
ประเภทระบบ	ขนาด (มม.)	ยาว (ชม.)	ข้องอ 90 องศา	ข้องอ 45 องศา	ท่อแยก 3 ทาง
Gw	55	917	8	6	-
Gw	80	1,232	1	1	8
S	100	665	3	1	2
V(Gw)	55	2,323	7	3	2
V(S)	100	625	5	-	-

คำนวณ ความยาวท่อและข้อต่อต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยการสร้างแบบจาก 2 มิติให้เป็นในรูปแบบ 3 มิติ และทำการถอดปริมาณท่อต่าง ๆ เพื่อมาคำนวณราคาในการเปรียบเทียบบนการลดขนาดและลดข้อต่อต่าง ๆ

4.1.1.1 คำนวณราคาท่อ Gw (55 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Gw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 2"(3 เมตร) ราคา = 744 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 2"(1 เมตร) ราคา = 248 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw (55 มม.) = 917 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 2"(917 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 2"(1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{917 \times 248}{100} \\ &= 2,274 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด = 8 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 71 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2"(8 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 71 \times 8 \\ &= 568 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด = 6 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 58 บาท

$$\begin{aligned} \text{ข้อต่อ 45 องศา 2"(6 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 58 \times 6 \\ &= 348 \text{ บาท} \end{aligned}$$

4.1.1.2 คำนวณราคาท่อ Gw (80 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Gw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 3" (3 เมตร) ราคา = 1,193 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 3" (1 เมตร) ราคา = 398 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw (80 มม.) = 1,232 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 3" (1,232 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 3" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{1,193 \times 398}{100} \\ &= 4,903 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 3" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 3" (1 ชิ้น) ราคา = 126 บาท
= 126 บาท

ข้อต่อ 45 องศา 3" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 3" (1 ชิ้น) ราคา = 95 บาท
= 95 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 3" ทั้งหมด = 8 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 3" (1 ชิ้น) ราคา = 215 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 3" (8 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 3" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก 3 ทาง 3" ทั้งหมด}) \\ &= 215 \times 8 \\ &= 1,720 \text{ บาท} \end{aligned}$$

4.1.1.3 คำนวณราคาท่อ S (100 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ S ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 4" (3 เมตร) ราคา = 1,491 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 4" (1 เมตร) ราคา = 497 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ S (100 มม.) = 665 ซม.

$$\begin{aligned}\text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 4" (665 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ S} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 4" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{665 \times 497}{100} \\ &= 3,305 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้องอ 90 องศา 4" ทั้งหมด = 3 ชิ้น

ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา = 201 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ข้องอ 90 องศา 4" (3 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้องอ 90 องศา 4" ข้องอ 90 องศา ทั้งหมด}) \\ &= 201 \times 3 \\ &= 603 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้องอ 45 องศา 4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

$$\begin{aligned}\text{ข้องอ 45 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา} &= 151 \text{ บาท} \\ &= 151 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ท่อแยก3ทาง 4" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก3ทาง 4" (1 ชิ้น) ราคา = 328 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ท่อแยก3ทาง 4" (2 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ท่อแยก3ทาง 4" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก3ทาง 4" ทั้งหมด}) \\ &= 328 \times 2 \\ &= 656 \text{ บาท}\end{aligned}$$

4.1.1.4 คำนวณราคาท่อ V(Gw) Class 8.5 (55 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ V(Gw) ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อ พีวีซี 2" (6 เมตร) ราคา = 180 บาท

ท่อ พีวีซี 2" (1 เมตร) ราคา = 30 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw) (55 มม.) = 2,323 ซม.

$$\begin{aligned}\text{ราคาท่อ พีวีซี 2" (2,323 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw)} \times \text{พีวีซี 2" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{2,323 \times 30}{100} \\ &= 697 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด = 7 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 28 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2" (7 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 28 \times 7 \\ &= 196 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด = 3 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 40 บาท

$$\begin{aligned}\text{ข้อต่อ 45 องศา 2" (3 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 40 \times 3 \\ &= 120 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ท่อแยก 3 ทาง 2" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น) ราคา = 40 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 2" (2 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก 3 ทาง 2" ทั้งหมด}) \\ &= 40 \times 2 \\ &= 80 \text{ บาท}\end{aligned}$$

4.1.1.5 คำนวณราคาท่อ V(S) Class 8.5 (100 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ V(S) ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อ พีวีซี 4" (6 เมตร) ราคา = 640 บาท

ท่อ พีวีซี 4" (1 เมตร) ราคา = 107 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ V(S) (100 มม.) = 625 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อ พีวีซี 4" (625 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ V(S)} \times \text{พีวีซี 4" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{625 \times 107}{100} \\ &= 685 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 4" ทั้งหมด = 5 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา = 160 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 4" (5 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 4" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 90 องศา 4" ทั้งหมด}) \\ &= 160 \times 5 \\ &= 800 \text{ บาท} \end{aligned}$$

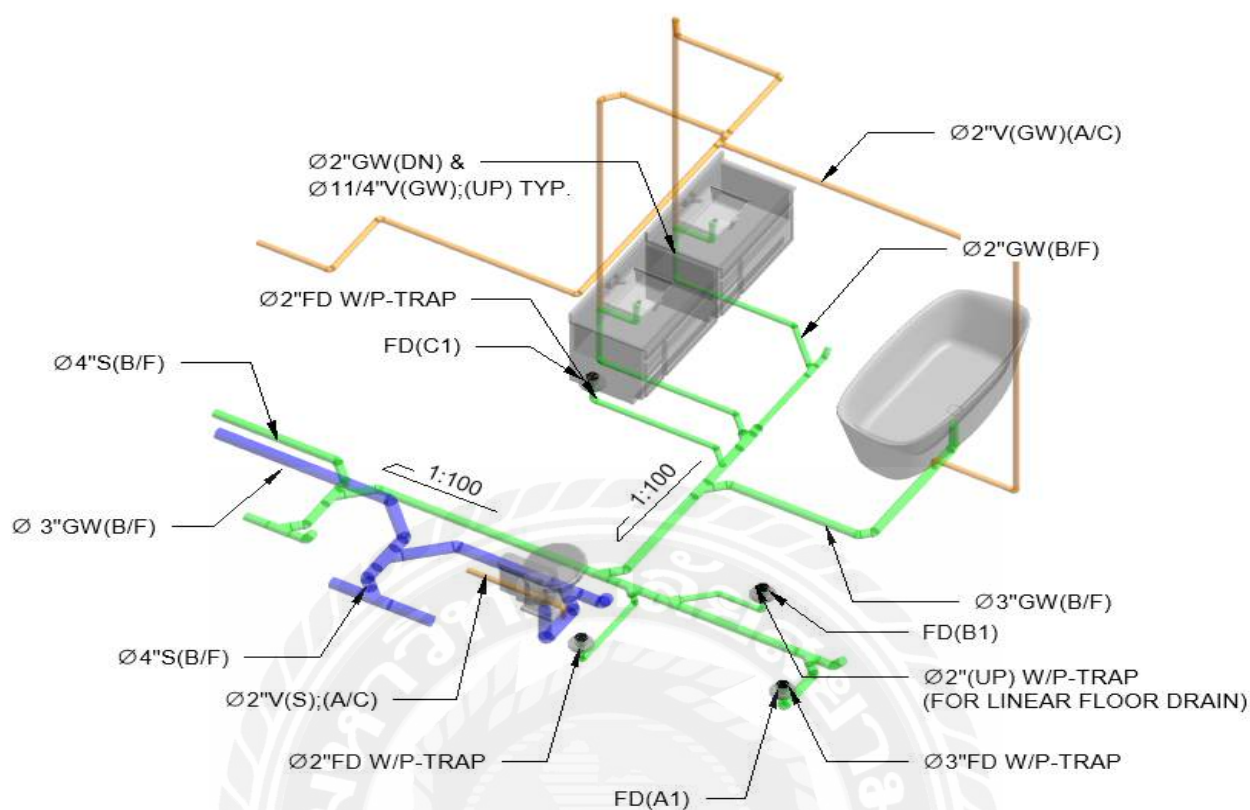
4.1.1.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อเหล็กหล่อและท่อ พีวีซี ของแบบ ห้อง ปริมาตร 2 ก่อนปรับปรุง

นำราคาของ ท่อเหล็กหล่อ ท่อ พีวีซี และข้อต่อต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้คำนวณมาแล้วนำมา รวมกันเพื่อให้ได้ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง ปริมาตร 2

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง ปริมาตร 2 = [ท่อเหล็กหล่อ 2" (917 ซม.)] + [ข้อต่อ 90 องศา 2" (8 ชิ้น)] + [ข้อต่อ 45 องศา 2" (6 ชิ้น)] + [ท่อเหล็กหล่อ 3" (1,232 ซม.)] + [ข้อต่อ 90 องศา 3" (4 ชิ้น)] + [ข้อต่อ 45 องศา 3" (1 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 3" (8 ชิ้น)] + [ท่อเหล็กหล่อ 4" (665 ซม.)] + [ข้อต่อ 90 องศา 4" (3 ชิ้น)] + [ข้อต่อ 45 องศา 4" (1 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 4" (2 ชิ้น)] + [พีวีซี 2" (2,323 ซม.)] + [ข้อต่อ 90 องศา 2" (8 ชิ้น)] + [ข้อต่อ 45 องศา 2" (3 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น)] + [พีวีซี 4" (625 ซม.)] + [ข้อต่อ 90 องศา 4" (5 ชิ้น)]

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง ปริมาตร 2 = 2,274+568+348+4,903+126+95+1,720+
3,305+603+151+656+697+196+120+80+685+800
= 17,327 บาท

4.1.2 การคำนวณวัสดุ ห้อง จูเนียร์สตู 2 ก่อนปรับปรุง



รูปที่ 4.2 แบบห้อง จูเนียร์สตู 2 ก่อนปรับปรุง

ตารางท่อ					
ประเภทระบบ	ขนาด (มม.)	ยาว (ชม.)	ข้องอ 90 องศา	ข้องอ 45 องศา	ท่อแยก 3 ทาง
Gw	55	911	8	7	-
Gw	80	1,048	-	4	10
S	100	497	1	5	3
V(Gw)	55	1,933	7	3	2
V(S)	100	89	-	1	-

คำนวณ ความยาวท่อและข้อต่อต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยการสร้างแบบจาก 2 มิติ ให้เป็นในรูปแบบ 3 มิติ และทำการถอดปริมาณท่อต่าง ๆ เพื่อมาคำนวณราคาในการเปรียบเทียบในการลดขนาดและลดข้อต่อต่าง ๆ

4.1.2.1 คำนวณราคาท่อ Gw (55 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Gw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 2" (3 เมตร) ราคา = 744 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 2" (1 เมตร) ราคา = 248 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw (55 มม.) = 911 ซม.

$$\begin{aligned}\text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 2" (911 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 2" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{911 \times 248}{100} \\ &= 2,260 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด = 8 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 71 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2" (8 ชิ้น)} &= (\text{ราคาข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 71 \times 8 \\ &= 568 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด = 7 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 58 บาท

$$\begin{aligned}\text{ข้อต่อ 45 องศา 2" (7 ชิ้น)} &= (\text{ราคาข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 58 \times 7 \\ &= 406 \text{ บาท}\end{aligned}$$

4.1.2.2 คำนวณราคาท่อ Gw (80 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Gw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 3" (3 เมตร) ราคา = 1,193 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 3" (1 เมตร) ราคา = 398 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw (80 มม.) = 1,048 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 3" (1,048 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 3" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{1,048 \times 398}{100} \\ &= 4,171 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 45 องศา 3" ทั้งหมด = 4 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 3" (1 ชิ้น) ราคา = 95 บาท

$$\begin{aligned} \text{ข้อต่อ 45 องศา 3" (4 ชิ้น)} &= (\text{ราคาข้อต่อ 45 องศา 3" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 45 องศา 3" ทั้งหมด}) \\ &= 95 \times 4 \\ &= 380 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ท่อแยก 3 ทาง 3" ทั้งหมด = 10 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 3" (1 ชิ้น) ราคา = 215 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อแยก 3 ทาง 3" (10 ชิ้น)} &= (\text{ราคาท่อแยก 3 ทาง 3" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก 3 ทาง 3" ทั้งหมด}) \\ &= 215 \times 10 \\ &= 2,150 \text{ บาท} \end{aligned}$$

4.1.2.3 คำนวณราคาท่อ S (100 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ S ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 4" (3 เมตร) ราคา = 1,491 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 4" (1 เมตร) ราคา = 497 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ S (100 มม.) = 497 ซม.

$$\begin{aligned}\text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 4" (497 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ S} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 4" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{497 \times 497}{100} \\ &= 2,470 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้องอ 90 องศา 4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา = 201 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้องอ 90 องศา 4" ทั้งหมด}) \\ &= 201 \times 1 \\ &= 201 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้องอ 45 องศา 4" ทั้งหมด = 5 ชิ้น

ข้องอ 45 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา = 151 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ข้องอ 45 องศา 4" (5 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้องอ 90 องศา 4" ทั้งหมด}) \\ &= 151 \times 5 \\ &= 755 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ท่อแยก 3 ทาง 4" ทั้งหมด = 3 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 4" (1 ชิ้น) ราคา = 328 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 4" (3 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 4" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก 3 ทาง 4" ทั้งหมด}) \\ &= 328 \times 3 \\ &= 984 \text{ บาท}\end{aligned}$$

4.1.2.4 คำนวณราคาท่อ V(Gw) Class 8.5 (55 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ V(Gw) ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อ พีวีซี 2" (6 เมตร) ราคา = 180 บาท

ท่อ พีวีซี 2" (1 เมตร) ราคา = 30 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw) (55 มม.) = 1,933 ซม.

$$\begin{aligned}\text{ราคาท่อ พีวีซี 2" (1,933 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw)} \times \text{พีวีซี 2" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{1,933 \times 30}{100} \\ &= 580 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด = 8 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 28 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2" (8 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 28 \times 8 \\ &= 224 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด = 3 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 40 บาท

$$\begin{aligned}\text{ข้อต่อ 45 องศา 2" (3 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 40 \times 3 \\ &= 120 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ท่อแยก 3 ทาง 2" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น) ราคา = 40 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 2" (2 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก 3 ทาง 2" ทั้งหมด}) \\ &= 40 \times 2 \\ &= 80 \text{ บาท}\end{aligned}$$

4.1.2.5 คำนวณราคาท่อ V(S) Class 8.5 (100 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ V(S) ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อ พีวีซี 4" (6 เมตร) ราคา = 640 บาท

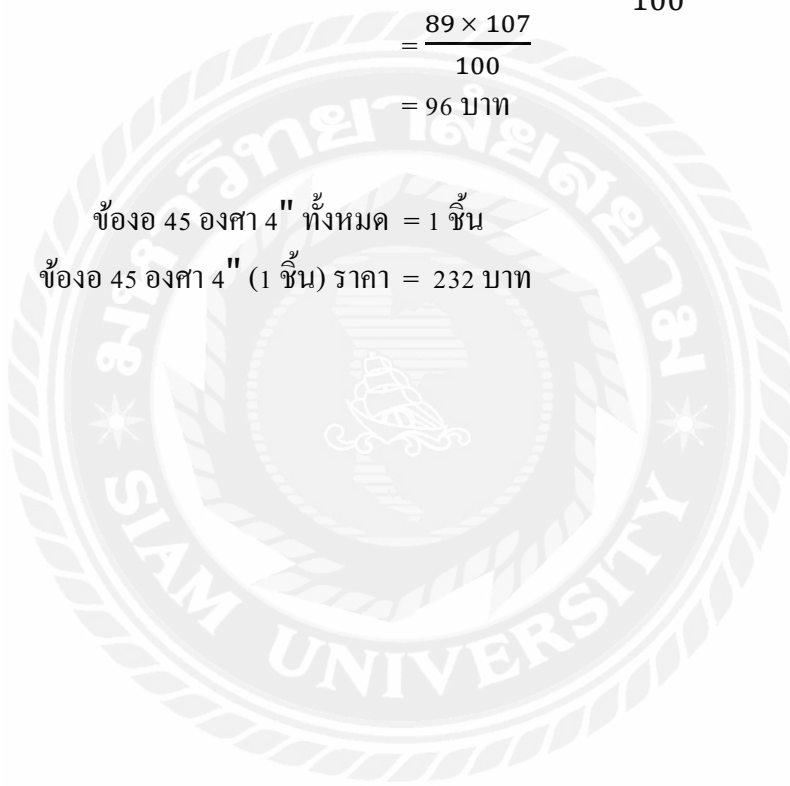
ท่อ พีวีซี 4" (1 เมตร) ราคา = 107 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ V(S) (100 มม.) = 89 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อ พีวีซี 4" (89 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ V(S)} \times \text{พีวีซี 4" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{89 \times 107}{100} \\ &= 96 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 45 องศา 4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา = 232 บาท



4.1.2.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อเหล็กหล่อและท่อ พีวีซี ของแบบ ห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนปรับปรุง

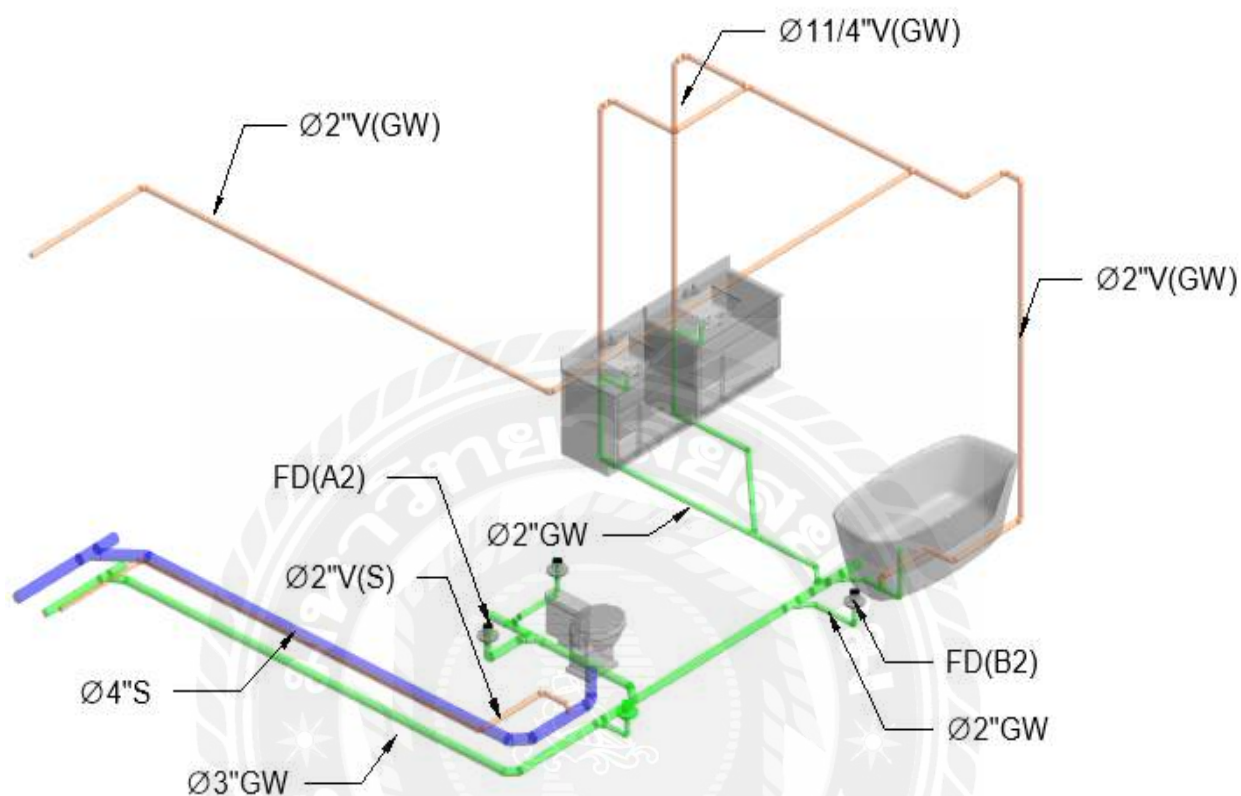
นำราคาของ ท่อเหล็กหล่อ ท่อ พีวีซี และข้อต่อต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้คำนวณมาแล้วนำมา รวมกันเพื่อให้ได้ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง จูเนียร์สูท 2

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง จูเนียร์สูท 2 = [ท่อเหล็กหล่อ 2" (911 ซม.)] + [ข้องอ 90 องศา 2" (8 ชิ้น)] + [ข้องอ 45 องศา 2" (7 ชิ้น)] + [ท่อเหล็กหล่อ 3" (1,048 ซม.)] + [ข้องอ 45 องศา 3" (4 ชิ้น)] + [ท่อแยก3ทาง 3" (10 ชิ้น)] + [ท่อเหล็กหล่อ 4" (497 ซม.)] + [ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น)] + [ข้องอ 45 องศา 4" (5 ชิ้น)] + [ท่อแยก3ทาง 4" (2 ชิ้น)] + [พีวีซี 2" (1,933 ซม.)] + [ข้องอ 90 องศา 2" (8 ชิ้น)] + [ข้องอ 45 องศา 2" (3 ชิ้น)] + [ท่อแยก3ทาง 2" (1 ชิ้น)] + [พีวีซี 4" (89 ซม.)] + [ข้องอ 45 องศา 4" (1 ชิ้น)]

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้อง จูเนียร์สูท 2 = 2,260+568+406+4,171+380+2,150
+2,470+210+755+984+580+224+120+80+96+232
= 15,677 บาท

4.2 การคำนวณราคาวัสดุของท่อโศโครกและท่ออากาศของห้อง ฟรีเมียร์ 2 และห้อง จูเนียร์สูท 2 หลังปรับปรุง

4.2.1 การคำนวณวัสดุ ห้อง ฟรีเมียร์ 2 หลังปรับปรุง



รูปที่ 4.3 แบบห้อง ฟรีเมียร์ 2 หลังปรับปรุง

ตารางท่อ					
ประเภทระบบ	ขนาด (มม.)	ยาว (ซม.)	ข้องอ 90 องศา	ข้องอ 45 องศา	ท่อแยก 3 ทาง
Gw	55	933	7	5	3
Gw	80	1,144	1	1	6
S	100	670	2	1	1
V(Gw)	55	2,257	12	2	2
V(S)	100	592	4	-	-

คำนวณ ความยาวท่อและข้อต่อต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยการสร้างแบบจาก 2 มิติ ให้เป็นในรูปแบบ 3 มิติ และทำการถอดปริมาณท่อต่าง ๆ เพื่อมาคำนวณราคาในการเปรียบเทียบในการลดขนาดและลดข้อต่อต่าง ๆ

4.2.1.1 คำนวณราคาท่อ Gw (55 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Gw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 2" (3 เมตร) ราคา = 744 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 2" (1 เมตร) ราคา = 248 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw (55 มม.) = 933 ซม.

$$\begin{aligned}\text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 2" (933 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 2" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{933 \times 248}{100} \\ &= 2,313 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้องอ 90 องศา 2" ทั้งหมด = 7 ชิ้น

ข้องอ 90 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 71 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ข้องอ 90 องศา 2" (7 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้องอ 90 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้องอ 90 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 71 \times 7 \\ &= 497 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้องอ 45 องศา 2" ทั้งหมด = 5 ชิ้น

ข้องอ 45 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 58 บาท

$$\begin{aligned}\text{ข้องอ 45 องศา 2" (5 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้องอ 45 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้องอ 45 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 58 \times 5 \\ &= 290 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ท่อแยก 3 ทาง 2" ทั้งหมด = 3 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น) ราคา = 99 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 2" (3 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก 3 ทาง 2" ทั้งหมด}) \\ &= 99 \times 3 \\ &= 297 \text{ บาท}\end{aligned}$$

4.2.1.2 คำนวณราคาท่อ Gw (80 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Gw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 3" (3 เมตร) ราคา = 1,193 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 3" (1 เมตร) ราคา = 398 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw (80 มม.) = 1,144 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 3" (1,144 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 3" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{1,144 \times 398}{100} \\ &= 4,462 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 3" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 3" (1 ชิ้น) ราคา = 126 บาท
= 126 บาท

ข้อต่อ 45 องศา 3" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 3" (1 ชิ้น) ราคา = 95 บาท
= 95 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 3" ทั้งหมด = 6 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 3" (1 ชิ้น) ราคา = 215 บาท

ราคาท่อแยก 3 ทาง 3" (6 ชิ้น) = (ราคาท่อแยก 3 ทาง 3" (1 ชิ้น) × ท่อแยก 3 ทาง 3" ทั้งหมด)
= 215 × 6
= 1,290 บาท

4.2.1.3 คำนวณราคาท่อ S (100 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ S ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 4" (3 เมตร) ราคา = 1,491 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 4" (1 เมตร) ราคา = 497 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ S (100 มม.) = 670 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 4" (670 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ S} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 4" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{670 \times 497}{100} \\ &= 3,330 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้องอ 90 องศา 4" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา = 201 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคา ข้องอ 90 องศา 4" (2 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้องอ 90 องศา 4" ข้องอ 90 องศา ทั้งหมด}) \\ &= 201 \times 2 \\ &= 402 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้องอ 45 องศา 4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

$$\begin{aligned} \text{ข้องอ 45 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา} &= 151 \text{ บาท} \\ &= 151 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ท่อแยกทาง 4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ท่อแยกทาง 4" (1 ชิ้น) ราคา = 328 บาท

$$\text{ราคา ท่อแยกทาง 4" (1 ชิ้น)} = 328 \text{ บาท}$$

4.2.1.4 คำนวณราคาท่อ V(Gw) Class 8.5 (55 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ V(Gw) ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อ พีวีซี 2" (6 เมตร) ราคา = 180 บาท

ท่อ พีวีซี 2" (1 เมตร) ราคา = 30 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw) (55 มม.) = 2,257 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อ พีวีซี 2" (2,257 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw)} \times \text{พีวีซี 2" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{2,257 \times 30}{100} \\ &= 677 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด = 12 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 28 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2" (12 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 28 \times 12 \\ &= 336 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 40 บาท

$$\begin{aligned} \text{ข้อต่อ 45 องศา 2" (2 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 40 \times 2 \\ &= 80 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ท่อแยก 3 ทาง 2" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น) ราคา = 40 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 2" (2 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก 3 ทาง 2" ทั้งหมด}) \\ &= 40 \times 2 \\ &= 80 \text{ บาท} \end{aligned}$$

4.2.1.5 คำนวณราคาท่อ V(S) Class 8.5 (100 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ V(S) ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อ พีวีซี 4" (6 เมตร) ราคา = 640 บาท

ท่อ พีวีซี 4" (1 เมตร) ราคา = 107 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ V(S) (100 มม.) = 592 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อ พีวีซี 4" (592 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ V(S)} \times \text{พีวีซี 4" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{592 \times 107}{100} \\ &= 633 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้องอ 90 องศา 4" ทั้งหมด = 4 ชิ้น

ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา = 160 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคา ข้องอ 90 องศา 4" (4 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้องอ 90 องศา 4" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้องอ 90 องศา 4" ข้องอ 90 องศา ทั้งหมด}) \\ &= 160 \times 4 \\ &= 640 \text{ บาท} \end{aligned}$$

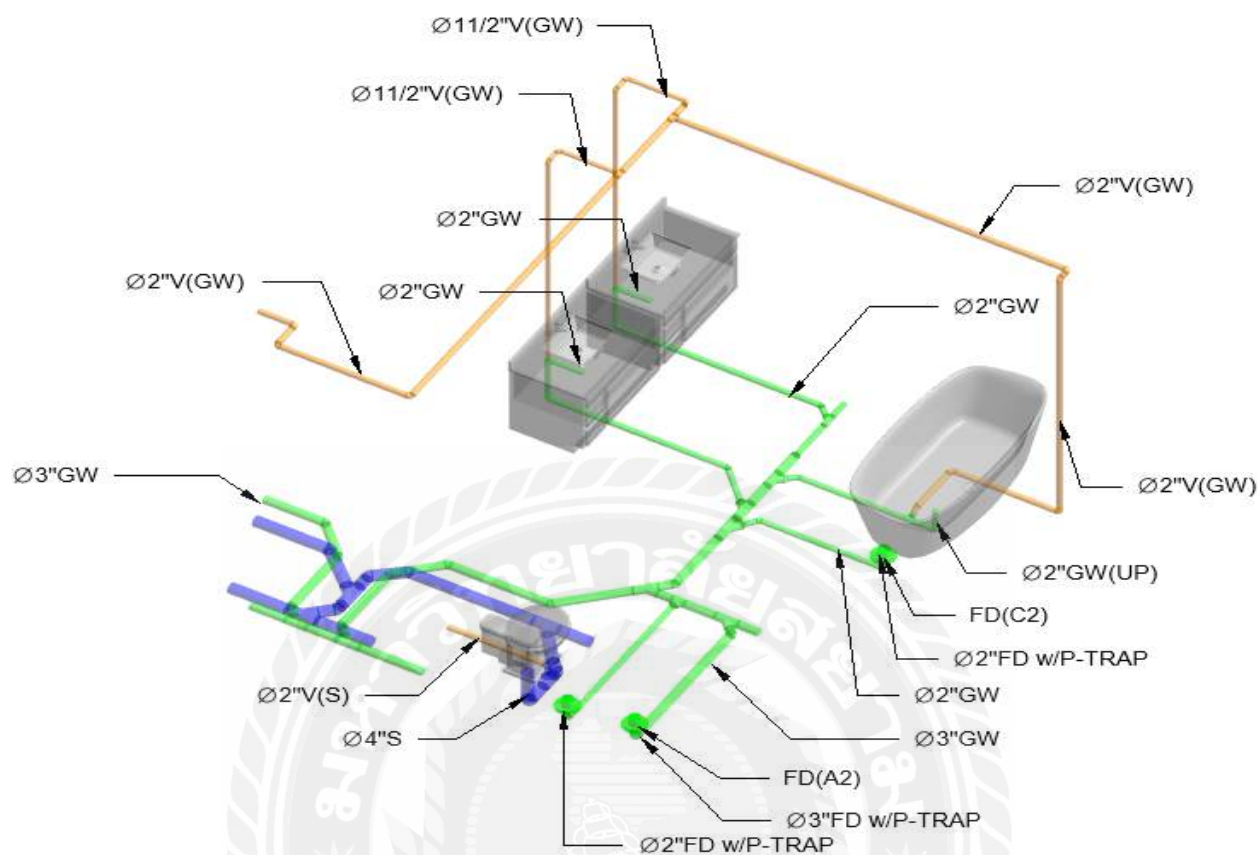
4.2.1.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อเหล็กหล่อและท่อ พีวีซี ของแบบ ห้อง ฟรีเมียร์ 2 หลังปรับปรุง

นำราคาของ ท่อเหล็กหล่อ ท่อ พีวีซี และข้อต่อต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้คำนวณมาแล้วนำมา รวมกันเพื่อให้ได้ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง ฟรีเมียร์ 2

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง ฟรีเมียร์ 2 = [ท่อเหล็กหล่อ 2" (933 ซม.)] + [ข้องอ 90 องศา 2" (7 ชิ้น)] + [ข้องอ 45 องศา 2" (5 ชิ้น)] + [ท่อแยก3ทาง 2" (3 ชิ้น)] + [ท่อเหล็กหล่อ 3" (2,078 ซม.)] + [ข้องอ 90 องศา 3" (1 ชิ้น)] + [ข้องอ 45 องศา 3" (1 ชิ้น)] + [ท่อแยก3ทาง 3" (6 ชิ้น)] + [ท่อเหล็กหล่อ 4" (670 ซม.)] + [ข้องอ 90 องศา 4" (2 ชิ้น)] + [ข้องอ 45 องศา 4" (1 ชิ้น)] + [ท่อแยก3ทาง 4" (1 ชิ้น)] + [พีวีซี 2" (2,257 ซม.)] + [ข้องอ 90 องศา 2" (12 ชิ้น)] + [ข้องอ 45 องศา 2" (2 ชิ้น)] + [ท่อแยก3ทาง 2" (2 ชิ้น)] + [พีวีซี 4" (592 ซม.)] + [ข้องอ 90 องศา 4" (4 ชิ้น)]

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง ฟรีเมียร์ 2 = 2,312+497+290+297+4,462+126+95
+1,290+3,330+402+151+328+667+336+80+80+633+640
= 16,027 บาท

4.2.2 การคำนวณวัสดุ ห้อง จูเนียร์สตู 2 หลังปรับปรุง



รูปที่ 4.4 แบบห้อง จูเนียร์สตู 2 หลังปรับปรุง

ตารางท่อ					
ประเภทระบบ	ขนาด (มม.)	ยาว (ซม.)	ข้องอ 90 องศา	ข้องอ 45 องศา	ท่อแยก 3 ทาง
Gw	55	956	5	4	-
Gw	80	832	1	6	7
S	100	470	1	5	3
V(Gw)	40	614	3	2	-
V(Gw)	55	1,308	5	1	2
V(S)	55	89	-	1	-

คำนวณ ความยาวท่อและข้อต่อต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยการสร้างแบบจาก 2 มิติ ให้เป็นในรูปแบบ 3 มิติ และทำการถอดปริมาณท่อต่าง ๆ เพื่อมาคำนวณราคาในการเปรียบเทียบในการลดขนาดและลดข้อต่อต่าง ๆ

4.2.2.1 คำนวณราคาท่อ Gw (55 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Gw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้คณขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 2" (3 เมตร) ราคา = 744 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 2" (1 เมตร) ราคา = 248 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw (55 มม.) = 956 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 2" (956 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 2" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{956 \times 248}{100} \\ &= 2,370 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้องอ 90 องศา 2" ทั้งหมด = 5 ชิ้น

ข้องอ 90 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 71 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคา ข้องอ 90 องศา 2" (5 ชิ้น)} &= (\text{ราคาข้องอ 90 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้องอ 90 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 71 \times 5 \\ &= 355 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้องอ 45 องศา 2" ทั้งหมด = 4 ชิ้น

ข้องอ 45 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 58 บาท

$$\begin{aligned} \text{ข้องอ 45 องศา 2" (4 ชิ้น)} &= (\text{ราคาข้องอ 45 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้องอ 45 องศา 2" ทั้งหมด}) \\ &= 58 \times 4 \\ &= 232 \text{ บาท} \end{aligned}$$

4.2.2.2 คำนวณราคาท่อ Gw (80 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Gw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 3" (3 เมตร) ราคา = 1,193 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 3" (1 เมตร) ราคา = 398 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw (80 มม.) = 832 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 3" (832 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ Gw} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 3" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{832 \times 398}{100} \\ &= 3,311 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 3" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 3" (1 ชิ้น) ราคา = 126 บาท
= 126 บาท

ข้อต่อ 45 องศา 3" ทั้งหมด = 6 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 3" (1 ชิ้น) ราคา = 95 บาท

$$\begin{aligned} \text{ข้อต่อ 45 องศา 3" (6 ชิ้น)} &= (\text{ราคาข้อต่อ 45 องศา 3" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 45 องศา 3" ทั้งหมด}) \\ &= 95 \times 6 \\ &= 570 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ท่อแยก 3 ทาง 3" ทั้งหมด = 7 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 3" (1 ชิ้น) ราคา = 215 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อแยก 3 ทาง 3" (7 ชิ้น)} &= (\text{ราคาท่อแยก 3 ทาง 3" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก 3 ทาง 3" ทั้งหมด}) \\ &= 215 \times 7 \\ &= 1,505 \text{ บาท} \end{aligned}$$

4.2.2.3 คำนวณราคาท่อ S (100 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ S ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อเหล็กหล่อ 4" (3 เมตร) ราคา = 1,491 บาท

ท่อเหล็กหล่อ 4" (1 เมตร) ราคา = 497 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ S (100 มม.) = 470 ซม.

$$\begin{aligned}\text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 4" (470 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ S} \times \text{ราคาท่อเหล็กหล่อ 4" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{470 \times 497}{100} \\ &= 2,335 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา = 201 บาท
= 201 บาท

ข้อต่อ 45 องศา 4" ทั้งหมด = 5 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 4" (1 ชิ้น) ราคา = 151 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ข้อต่อ 45 องศา 4" (5 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 4" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 90} \\ &\quad \text{องศา 4" ทั้งหมด}) \\ &= 151 \times 5 \\ &= 755 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ท่อแยก 3 ทาง 4" ทั้งหมด = 3 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 4" (1 ชิ้น) ราคา = 328 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 4" (3 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 4" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก 3 ทาง 4"} \\ &\quad \text{ทั้งหมด}) \\ &= 328 \times 3 \\ &= 984 \text{ บาท}\end{aligned}$$

4.2.2.4 คำนวณราคาท่อ V(Gw) Class 8.5 (40 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ V(Gw) ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อ พีวีซี 1 1/2" (6 เมตร) ราคา = 114 บาท

ท่อ พีวีซี 1 1/2" (1 เมตร) ราคา = 19 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw) (40 มม.) = 614 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อ พีวีซี 1 1/2" (614 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw)} \times \text{พีวีซี 1 1/2" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{614 \times 19}{100} \\ &= 116 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 1 1/2" ทั้งหมด = 3 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 1 1/2" (1 ชิ้น) ราคา = 18 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 1 1/2" (3 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 1 1/2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 90 องศา 1 1/2" ทั้งหมด}) \\ &= 18 \times 3 \\ &= 54 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 45 องศา 1 1/2" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 1 1/2" (1 ชิ้น) ราคา = 26 บาท

$$\begin{aligned} \text{ราคา ข้อต่อ 45 องศา 1 1/2" (2 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 45 องศา 1 1/2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 45 องศา 1 1/2" ทั้งหมด}) \\ &= 26 \times 2 \\ &= 52 \text{ บาท} \end{aligned}$$

4.2.2.5 คำนวณราคาท่อ V(Gw) Class 8.5 (55 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ V(Gw) ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อ พีวีซี 2" (6 เมตร) ราคา = 180 บาท

ท่อ พีวีซี 2" (1 เมตร) ราคา = 30 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw) (55 มม.) = 1308 ซม.

$$\begin{aligned}\text{ราคาท่อ พีวีซี 2" (1,308 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw)} \times \text{พีวีซี 2" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{1,308 \times 30}{100} \\ &= 395 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้อต่อ 90 องศา 2" ทั้งหมด = 5 ชิ้น

ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 28 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2" (5 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ข้อต่อ 90 องศา 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ข้อต่อ 90 องศา 2" ข้อต่อ 90 องศา ทั้งหมด}) \\ &= 28 \times 5 \\ &= 140 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

$$\begin{aligned}\text{ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา} &= 40 \text{ บาท} \\ &= 40 \text{ บาท}\end{aligned}$$

ท่อแยก 3 ทาง 2" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น) ราคา = 40 บาท

$$\begin{aligned}\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 2" (2 ชิ้น)} &= (\text{ราคา ท่อแยก 3 ทาง 2" (1 ชิ้น)} \times \text{ท่อแยก 3 ทาง 2" ทั้งหมด}) \\ &= 40 \times 2 \\ &= 80 \text{ บาท}\end{aligned}$$

4.2.2.6 คำนวณราคาท่อ V(S) Class 8.5 (55 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ V(S) ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อ พีวีซี 2" (6 เมตร) ราคา = 180 บาท

ท่อ พีวีซี 2" (1 เมตร) ราคา = 30 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ V(Gw) (55 มม.) = 89 ซม.

$$\begin{aligned} \text{ราคาท่อ พีวีซี 2" (89 ซม.)} &= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ V(S)} \times \text{พีวีซี 2" (1 เมตร)}}{100} \\ &= \frac{89 \times 30}{100} \\ &= 27 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ข้อต่อ 45 องศา 2" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น) ราคา = 40 บาท
= 40 บาท

4.2.2.7 คำนวณราคาวัสดุของท่อเหล็กหล่อและท่อ พีวีซี ของแบบ ห้อง จูเนียร์สูท 2 หลังปรับปรุง

นำราคาของ ท่อเหล็กหล่อ ท่อ พีวีซี และข้อต่อต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้คำนวณมาแล้วนำมา รวมกันเพื่อให้ได้ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง จูเนียร์สูท 2

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง จูเนียร์สูท 2 = [ท่อเหล็กหล่อ 2" (956 ซม.)] + [ข้อต่อ 90 องศา 2" (5 ชิ้น)] + [ข้อต่อ 45 องศา 2" (4 ชิ้น)] + [ท่อเหล็กหล่อ 3" (832 ซม.)] + [ข้อต่อ 90 องศา 3" (1 ชิ้น)] + [ข้อต่อ 45 องศา 3" (6 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 3" (7 ชิ้น)] + [ท่อเหล็กหล่อ 4" (470 ซม.)] + [ข้อต่อ 90 องศา 4" (1 ชิ้น)] + [ข้อต่อ 45 องศา 4" (5 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 4" (3 ชิ้น)] + [พีวีซี 1 1/2" (614 ซม.)] + [ข้อต่อ 90 องศา 1 1/2" (3 ชิ้น)] + [ข้อต่อ 45 องศา 1 1/2" (2 ชิ้น)] + [ท่อ พีวีซี 2" (1,308 ซม.)] + [ข้อต่อ 90 องศา 2" (5 ชิ้น)] + [ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 2" (2 ชิ้น)] + [พีวีซี 2" (98 ซม.)] + [ข้อต่อ 45 องศา 2" (1 ชิ้น)]

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบ ห้อง จูเนียร์สูท 2 = 2,370+355+232+3,311+126+570+
1,505+2,335+201+755+984+116+54+52+395+140+40+80+180+40
= 13,850 บาท

4.3 ผลการคำนวณของห้อง ฟรีเมียร์ 2 - จูเนียร์ดูท 2 ก่อนและหลังปรับปรุง

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการคำนวณการลดค่าใช้จ่ายของห้อง ฟรีเมียร์ 2 ก่อนและหลังปรับปรุง

ประเภทระบบ	ประเภทท่อ	ฟรีเมียร์ 2 ก่อนปรับปรุง		ฟรีเมียร์ 2 หลังปรับปรุง		Reduce Cost	
		Unit	Price (Bath)	Unit	Price (Bath)	Material	Price (Bath)
Gw 2"	ท่อเหล็กหล่อ 2"	917	2,274	933	2,313	-16	-39
	ข้องอ 90 องศา 2"	8	568	7	497	1	71
	ข้องอ 45 องศา 2"	6	348	5	290	1	58
	ท่อแยก3ทาง 2"	-	-	3	297	3	-297
Gw 3"	ท่อเหล็กหล่อ 3"	1,232	4,903	1,144	4,462	88	441
	ข้องอ 90 องศา 3"	1	126	1	126	0	0
	ข้องอ 45 องศา 3"	1	95	1	95	0	0
	ท่อแยก3ทาง 3"	8	1,720	6	1,290	2	430
S 4"	ท่อเหล็กหล่อ 4"	665	3,305	670	3,330	-5	-25
	ข้องอ 90 องศา 4"	3	603	2	402	1	201
	ข้องอ 45 องศา 4"	1	151	1	151	0	0
	ท่อแยก3ทาง 4"	2	656	1	328	1	328
S 4"	ท่อเหล็กหล่อ 4"	665	3,305	670	3,330	-5	-25
	ข้องอ 90 องศา 4"	3	603	2	402	1	201

S 4"	ข้ออ 45 องศา 4"	1	151	1	151	0	0
	ท่อแยก3ทาง 4"	2	656	1	328	1	328
V(Gw) 2"	ท่อพีวีซี 2"	2,323	697	2,257	677	66	20
	ข้ออ 90 องศา 2"	7	196	12	336	-5	-140
	ข้ออ 45 องศา 2"	3	120	2	80	1	40
	ท่อแยก3ทาง 2"	2	80	2	80	0	0
V(S) 4"	ท่อพีวีซี 4"	625	685	592	633	33	52
	ข้ออ 90 องศา 4"	5	800	4	640	1	160
Total Reduce Cost Price							1,300

4.3.1 สรุปผลการคำนวณของห้อง ฟรีเมียร์ 2 ก่อนและหลังปรับปรุง

ผลการคำนวณก่อนปรับปรุงของห้อง ฟรีเมียร์ 2 = 17,327 บาท

ผลการคำนวณหลังปรับปรุงของห้อง ฟรีเมียร์ 2 = 16,027 บาท

สรุปผลการคำนวณหลังจากปรับปรุงแล้วลดลงเป็นจำนวนเงิน = 1,300 บาท

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบผลการคำนวณการลดค่าใช้จ่ายของห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนและหลังปรับปรุง

ประเภทระบบ	ประเภทท่อ	จูเนียร์สูท 2 ก่อนปรับปรุง		จูเนียร์สูท 2 หลังปรับปรุง		Reduce Cost	
		Unit	Price (Bath)	Unit	Price (Bath)	Material	Price (Bath)
Gw 2"	ท่อเหล็กหล่อ 2"	911	2,260	956	2,370	-45	-110
	ข้องอ 90 องศา 2"	8	568	5	355	3	213
	ข้องอ 45 องศา 2"	7	406	4	232	3	174
Gw 3"	ท่อเหล็กหล่อ 3"	1,048	4,171	832	3,311	216	860
	ข้องอ 90 องศา 3"	-	-	1	126	-1	-126
	ข้องอ 45 องศา 3"	4	380	6	570	-2	-190
	ท่อแยก3ทาง 3"	10	2,150	7	1,505	3	645
S 4"	ท่อเหล็กหล่อ 4"	497	2,470	470	2,335	27	135
	ข้องอ 90 องศา 4"	1	201	1	201	0	0
	ข้องอ 45 องศา 4"	5	755	5	755	0	0
	ท่อแยก3ทาง 4"	3	984	3	984	0	0
V(Gw) 1 1/2"	ท่อพีวีซี 1 1/2"	-	-	614	116	-614	-116
	ข้องอ 90 องศา 1 1/2"	-	-	3	54	-3	-54
	ข้องอ 45 องศา 1 1/2"	-	-	2	52	-2	-52

V(Gw) 2"	PVC 2"	1,933	580	1,308	395	625	185
	ข้อต่อ 90 องศา 2"	7	224	5	140	2	84
	ข้อต่อ 45 องศา 2"	3	120	1	40	2	80
	ท่อแยก 3 ทาง 2"	2	80	2	80	0	0
V(S) 2"	ท่อพีวีซี 2"	-	-	89	180	-89	-180
	ข้อต่อ 45 องศา 2"	-	-	1	40	-1	-40
V(S) 4"	ท่อพีวีซี 4"	89	96	-	-	89	96
	ข้อต่อ 45 องศา 4"	1	232	-	-	1	232
Total Reduce Cost Price							1,850

4.3.2 สรุปผลการคำนวณของห้อง จูเนียร์สูง 2 ก่อนและหลังปรับปรุง

ผลการคำนวณก่อนปรับปรุงของห้อง ฟรีเมียร์ 2 = 15,667 บาท

ผลการคำนวณหลังปรับปรุงของห้อง ฟรีเมียร์ 2 = 13,850 บาท

สรุปผลการคำนวณหลังจากปรับปรุงแล้วลดลงเป็นจำนวนเงิน = 1,850 บาท

คำนิยาม

Unit หมายถึง หน่วย

Price (Bath) หมายถึง ราคา (บาท)

Reduce Cost หมายถึง ลดต้นทุน

Total Reduce Cost Price หมายถึง รวมลดราคาค่าต้นทุน

S (Soil Pipe) หมายถึง ท่อน้ำโสโครก

Gw (Waste Pipe) หมายถึง ท่อระบายน้ำทิ้ง

V(Vent Pipe) หมายถึง ท่ออากาศ

V(S) (Vent Soil Pipe) หมายถึง ท่ออากาศของท่อน้ำโสโครก

V(Gw) (Vent Waste Pipe) หมายถึง ท่ออากาศของท่อระบายน้ำทิ้ง

FD (Floor Drain) หมายถึง ช่องระบายน้ำทิ้งที่พื้น

CO (Cleanout) หมายถึง ช่องล้างท่อ

KW (Kitchen Waste Pipe) หมายถึง ท่อไขมันของห้องครัว

RL (Rain Line) หมายถึง ท่อน้ำฝน

P-TRAP หมายถึง ท่อดักกลิ่น

UP หมายถึง ขึ้น

DN หมายถึง ลง

A/C (Above Celing) หมายถึง เดินท่อในแนวนบน

B/F (Bolow Floor) หมายถึง เดินท่อในแนวล่าง

TYP (Typical) หมายถึง ชนิดของแบบห้องเหมือนกัน

1:100 หมายถึง ท่อยาว 100 เมตร ปลายท่อจะลาดเอียง

ลงไปจากต้นท่อ 1 เมตรเรียกว่า 1 ต่อ 100

บทที่ 5

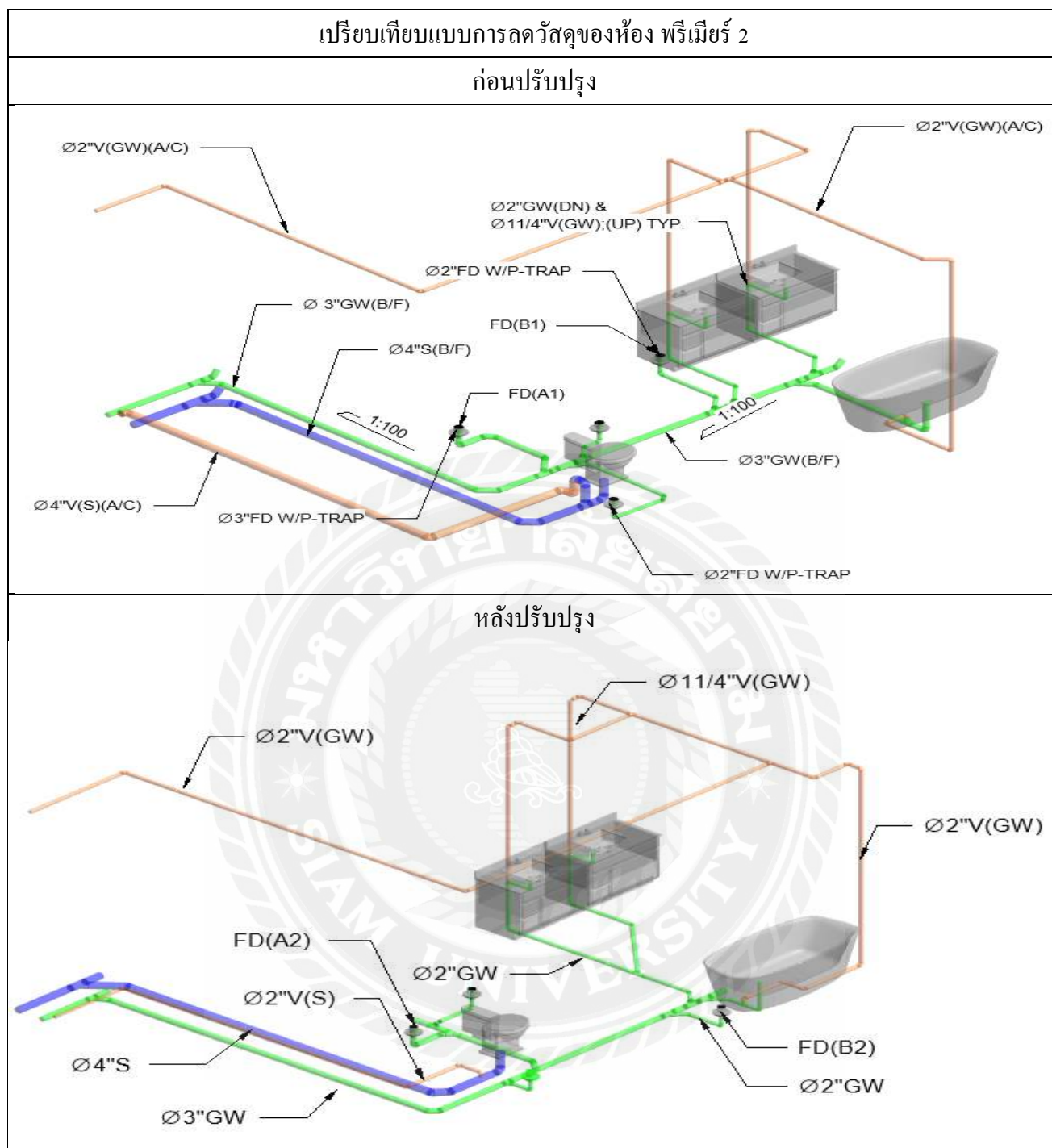
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การจัดทำโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อศึกษาการคำนวณการจัดการระบบท่อน้ำทิ้งท่อโสโครกและท่ออากาศที่เหมาะสมเพื่อลดค่าใช้จ่ายกรณีศึกษาแบบของห้อง ฟรีเมียร์ 2 และห้อง จูเนียร์สูท 2 โครงการ สินธร วิลเลจ ดิก (เอฟ-ดับบลิว) โดยจุดประสงค์หลักคือ

1. เพื่อการคำนวณในการลดค่าใช้จ่ายในการประกอบท่อน้ำโสโครกและท่ออากาศมาเปรียบเทียบกันโดยผลที่ได้





ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบแบบการลวดวัสดุของห้อง ฟรีเมียร์ 2

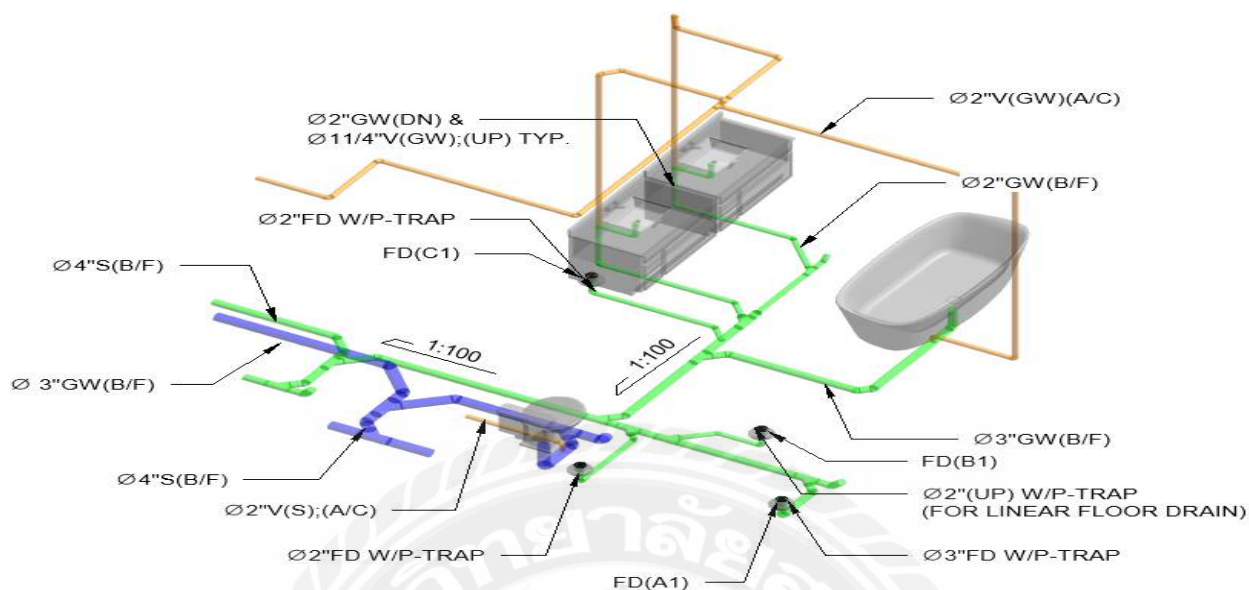
แบบห้อง ฟรีเมียร์ 2 มีทั้งหมดของโครงการจำนวน 35 ห้อง

ตารางที่ 5.2 ผลการคำนวณลดราคาดั้ทุนแบบห้อง ฟรีเมียร์ 2

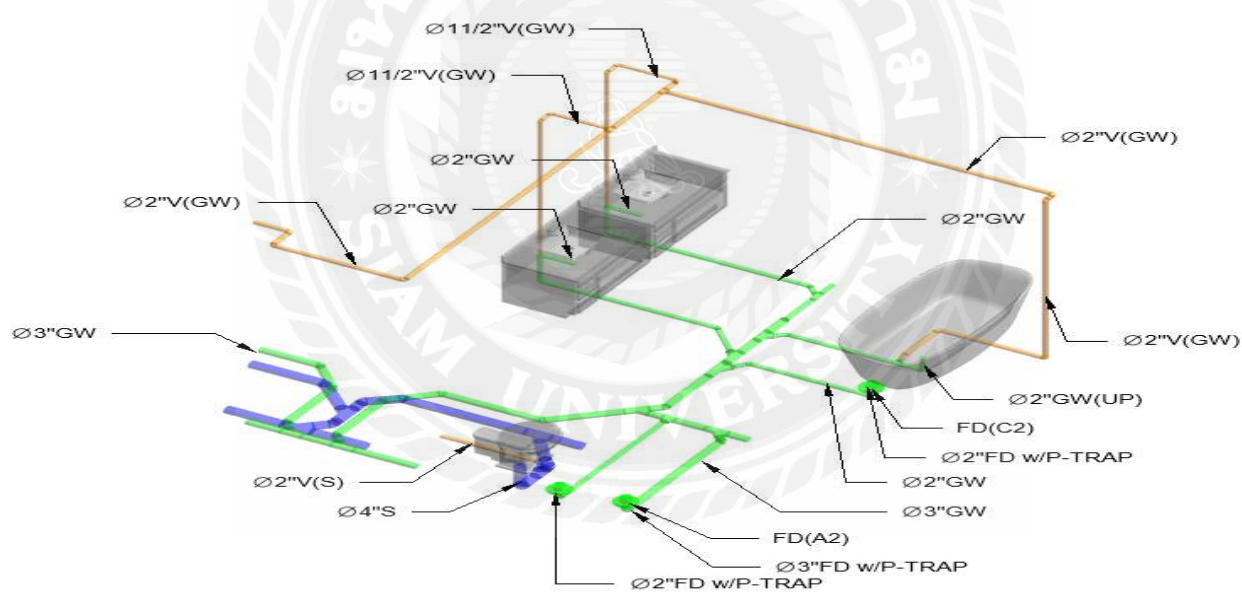
	สรุปการคำนวณ บาท/ห้อง	สรุปการคำนวณบาทต่อโครงการ
ก่อนปรับปรุง	17,327	$17,327 \times 35 = 606,445$
หลังปรับปรุง	16,027	$16,027 \times 35 = 560,945$
รวมลดราคาดั้ทุน	1,300	45,500

เปรียบเทียบแบบการลดวัสดุของห้อง จูเนียร์สูท 2

ก่อนปรับปรุง



หลังปรับปรุง



ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบแบบการลดวัสดุของห้อง จูเนียร์สูท 2

แบบห้อง จูเนียร์สูท 2 มีทั้งหมดของโครงการจำนวน 29 ห้อง

ตารางที่ 5.4 ผลการคำนวณลดราคาต้นทุนแบบห้อง จูเนียร์สูท 2

	สรุปการคำนวณ บาท/ห้อง	สรุปการคำนวณบาทต่อโครงการ
ก่อนปรับปรุง	15,667	$15,667 \times 29 = 454,343$
หลังปรับปรุง	13,850	$13,850 \times 29 = 401,650$
รวมลดราคาต้นทุน	1,850	52,693

เปรียบเทียบราคาทั้งหมดก่อนและหลังปรับปรุง

ก่อนปรับปรุง $454,343 + 606,445 = 1,060,778$ บาท

หลังปรับปรุง $401,650 + 560,945 = 962,595$ บาท

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ทั้งหมด

$$\frac{\text{ราคาหลังปรับปรุงทั้งหมด} - \text{ราคาก่อนปรับปรุงทั้งหมด}}{\text{ราคาก่อนปรับปรุงทั้งหมด}} \times 100 = \text{ราคาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ทั้งหมด}$$

$$\frac{962,595 - 1,060,778}{1,060,778} \times 100 = 9.3 \%$$

$$\text{คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ทั้งหมด} = 9.3 \%$$

เหตุผลและสาเหตุของท่อในแบบหลังปรับปรุงที่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งจากแบบก่อนปรับปรุง

ท่อระบายน้ำทิ้งที่พื้นตำแหน่งข้างอ่างล้างมือของแบบห้องพรีเมียร์ 2 ได้เปลี่ยนจากตำแหน่ง FD(B1) ข้างอ่างล้างมือเป็นตำแหน่ง FD(B2) ข้างอ่างอาบน้ำและท่อระบายน้ำทิ้งที่พื้นตำแหน่งข้างอ่างล้างมือของแบบห้อง จูเนียร์สูท 2 ได้เปลี่ยนจากตำแหน่ง FD(C1) ข้างอ่างล้างมือเป็นตำแหน่ง FD(C2) ข้างอ่างอาบน้ำ เนื่องจากการออกแบบระบบท่อเดิมของตำแหน่งที่อยู่ข้างอ่างล้างมือใกล้เคียงกับอ่างล้างมือมากเกินไปและเพื่อลดความยาวของท่อระบายน้ำทิ้งโดยรวมให้น้อยลงเพื่อลดค่าใช้จ่าย

ท่อระบายน้ำทิ้งที่พื้นตำแหน่งห้องอาบน้ำของแบบห้องพรีเมียร์ 2 ได้เปลี่ยนจากตำแหน่ง FD(A1) มุมซ้ายของห้องอาบน้ำเป็นตำแหน่ง FD(A2) มุมขวาของห้องอาบน้ำและท่อระบายน้ำทิ้งที่พื้นตำแหน่งห้องอาบน้ำของแบบห้อง จูเนียร์สูท 2 ได้เปลี่ยนจากตำแหน่ง FD(A1) มุมขวาของห้องอาบน้ำเป็นตำแหน่ง FD(A2) มุมซ้ายของห้องอาบน้ำ เนื่องจากการออกแบบเดิมยังไม่ทราบตำแหน่งของคลานที่แน่นอนเพราะการก่อสร้างจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพหน้างานจริงจึงทำให้การย้ายตำแหน่งเพื่อหลบคลานและลดความยาวของท่อระบายน้ำทิ้งโดยรวมให้น้อยลงเพื่อลดค่าใช้จ่าย

ท่อระบายน้ำทิ้งเชิงเส้นพื้นตำแหน่งหน้าห้องอาบน้ำ FD(B1) ของแบบห้องจูเนียร์สูท 2 ได้นำออกไปจากแบบ เนื่องจากทางโครงการได้ยกเลิกการใช้ท่อระบายน้ำเชิงเส้นพื้นหน้าห้องอาบน้ำออกเพื่อใช้เป็นธรณีปื้นและมีกระจกใสเป็นประตูกั้นระหว่างหน้าห้องอาบน้ำแทน จึงไม่มีในแบบหลังการปรับปรุง

สรุปเรื่องการเปรียบเทียบผลการคำนวณการลดค่าใช้จ่ายห้อง ฟรีเมียร์ 2 และห้อง จูเนียร์สูท 2

จากการคำนวณการลดทอนและวัสดุในการลดค่าใช้จ่าย ควรเลือกแบบ ฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 หลังปรับปรุงมากกว่า ฟรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 ก่อนปรับปรุง เนื่องจากการที่เปรียบเทียบแล้วห้อง ฟรีเมียร์ 2 หลังปรับปรุงประหยัดค่าใช้จ่าย 1,300 บาท/ห้อง 45,500 บาท/โครงการ และห้อง จูเนียร์สูท 2 หลังปรับปรุง ประหยัดค่าใช้จ่าย 1,850 บาท/ห้อง 52,693 บาท/โครงการ และในความเป็นจริงในงาน รับเหมาก่อสร้าง การลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ติดตั้ง ราคาดลดลงห้องละ 1,500 บาทโดยประมาณเฉลี่ย ในแต่ละห้อง ซึ่งถ้ารวมทั้งหมดของโครงการจะมีราคาที่ลดลง 9.3 เปอร์เซ็นต์ต่อโครงการ จึงมีประโยชน์ มากที่จะลดค่าใช้จ่าย ถ้าไม่มีการคำนวณในการลดค่าใช้จ่าย อาจสิ้นเปลืองงบประมาณในการก่อสร้าง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาจำนวนผู้อยู่อาศัยในห้องของคอนโดมิเนียมและพฤติกรรมในการบริโภคเพื่อเลือกชนิดของท่อและขนาดที่เหมาะสมที่สุด
2. ข้อมูลจะสมบูรณ์แบบใดต้องมีแบบการออกแบบเดิมที่ได้ออกแบบมาก่อนแล้ว โดยนำมาคำนวณระยะและขนาดเพื่อลดค่าใช้จ่าย
3. ควรให้พนักงานถอดแบบด้วยมือกับถอดแบบด้วยเครื่องเพื่อเปรียบเทียบเวลาในการลดค่าใช้จ่าย

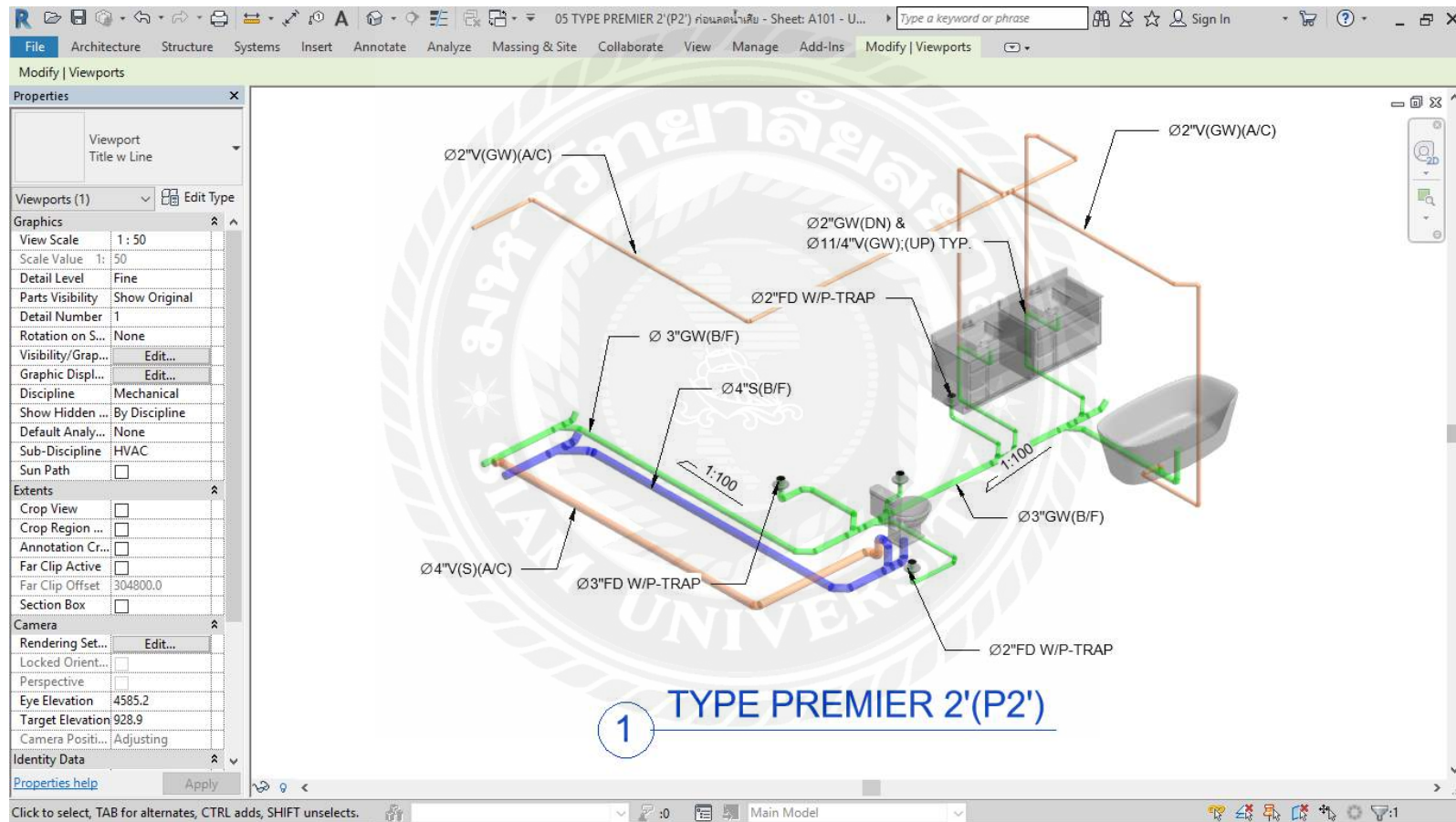
บรรณานุกรม

- ชญาญ์พัฐฐ์ สิงห์ทอง. (2556). โครงการวิศวกรรมชลประทานภาควิชาวิศวกรรม
ชลประทาน. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ณัฐภณ ราชเดิม. (2559). การศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบระบบท่อประปาโดยใช้
ท่อพีวีซีและท่อพีพีอาร์ในโครงการ โรงเรียนนานาชาติคอนคอร์เดียน. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยสยาม.
- นภดล มูลผล. (2556). วิศวกรรมระบบสุขาภิบาลในระบบอาคารสูง บริษัท สุภาลัย จำกัด
(มหาชน) โครงการนี้เป็นการศึกษาระบบสุขาภิบาลในอาคารสูง ณ โครงการ สุภาลัย วิสด้า
(แยกติวานนท์). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม.
- วริทธิ์ อิงภากรณ์. (2558). การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

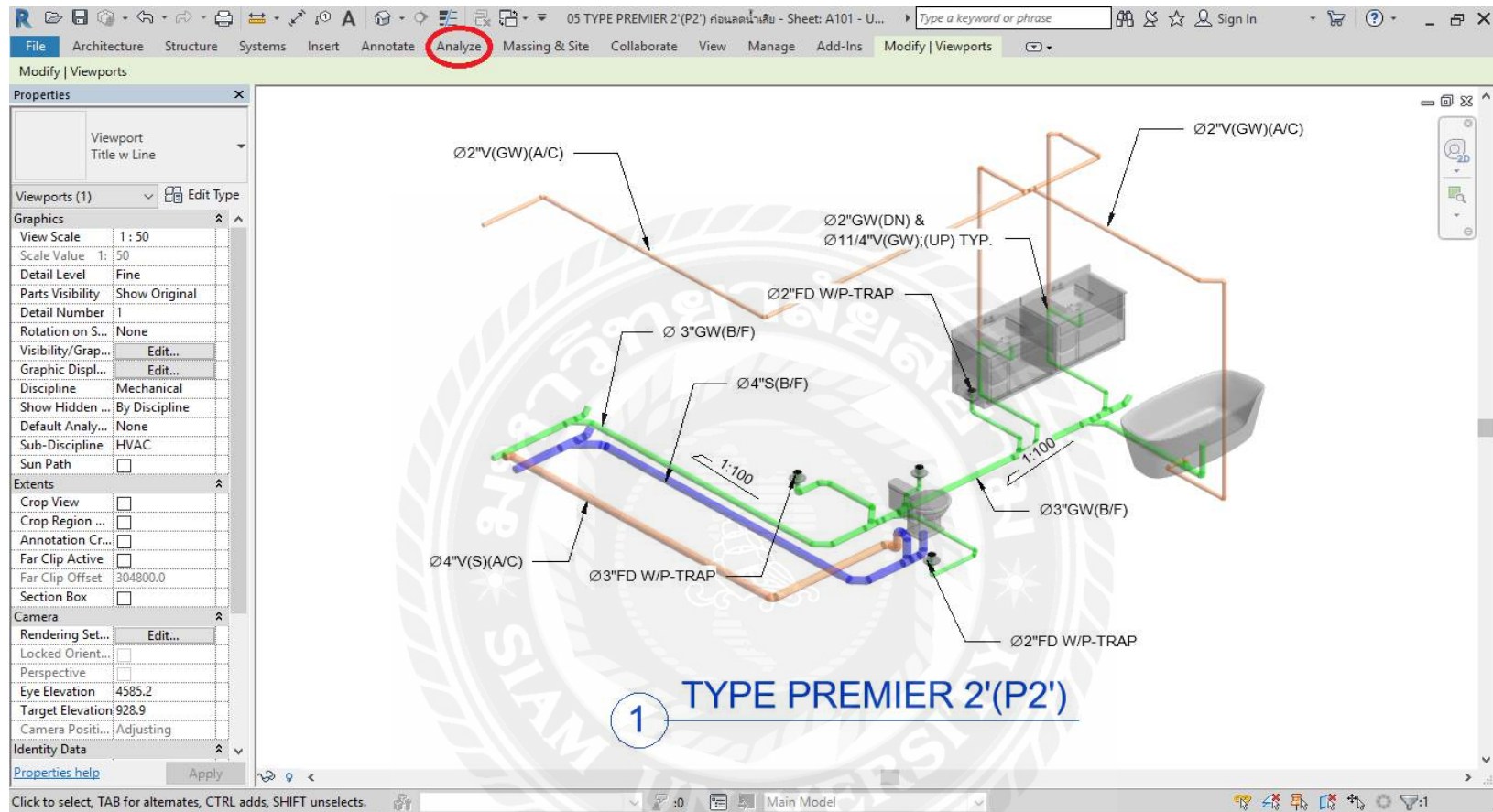


ภาคผนวก

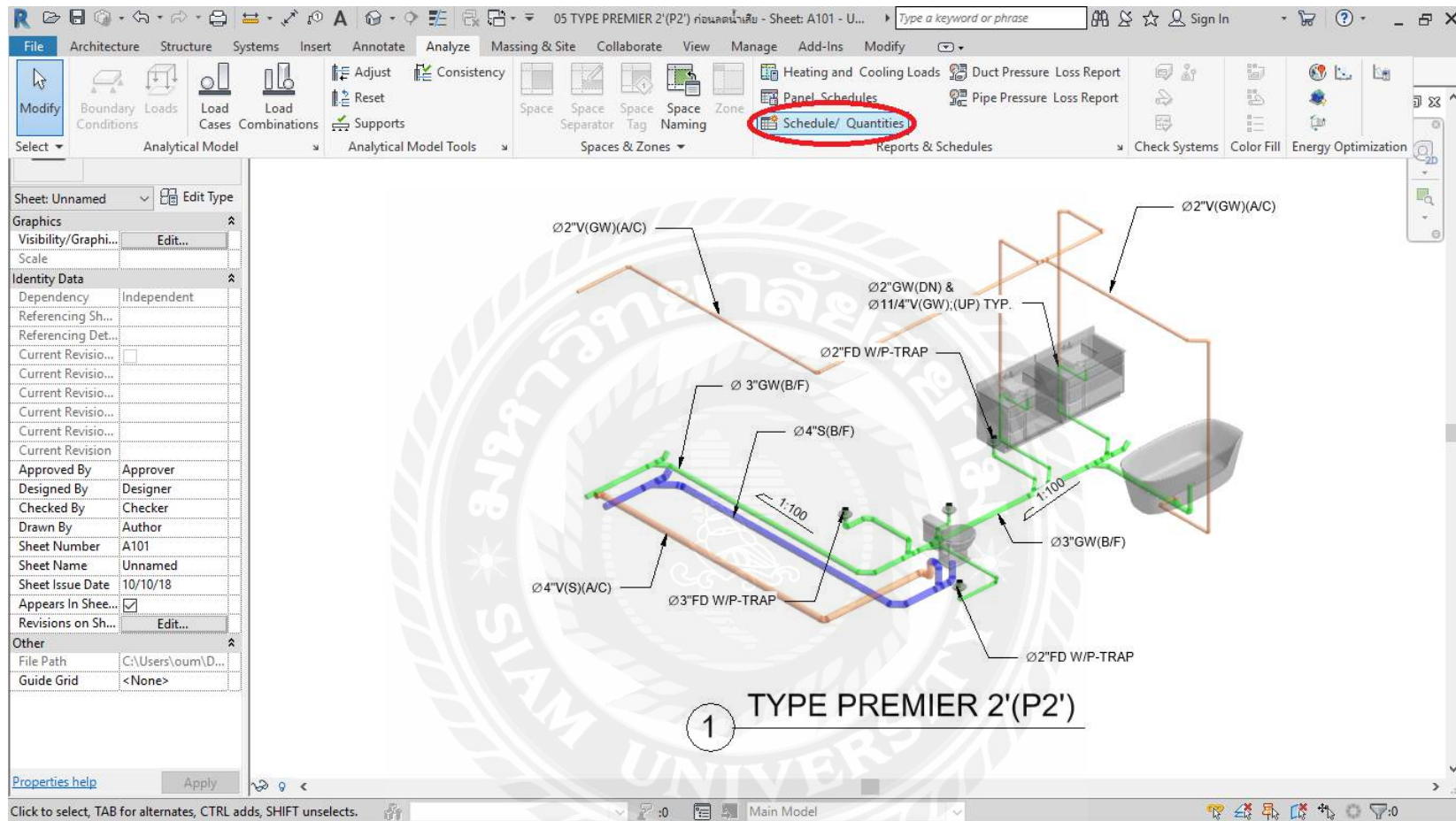
1. วิธีการถอดปริมาณด้วยโปรแกรม Autodesk Revit 2018



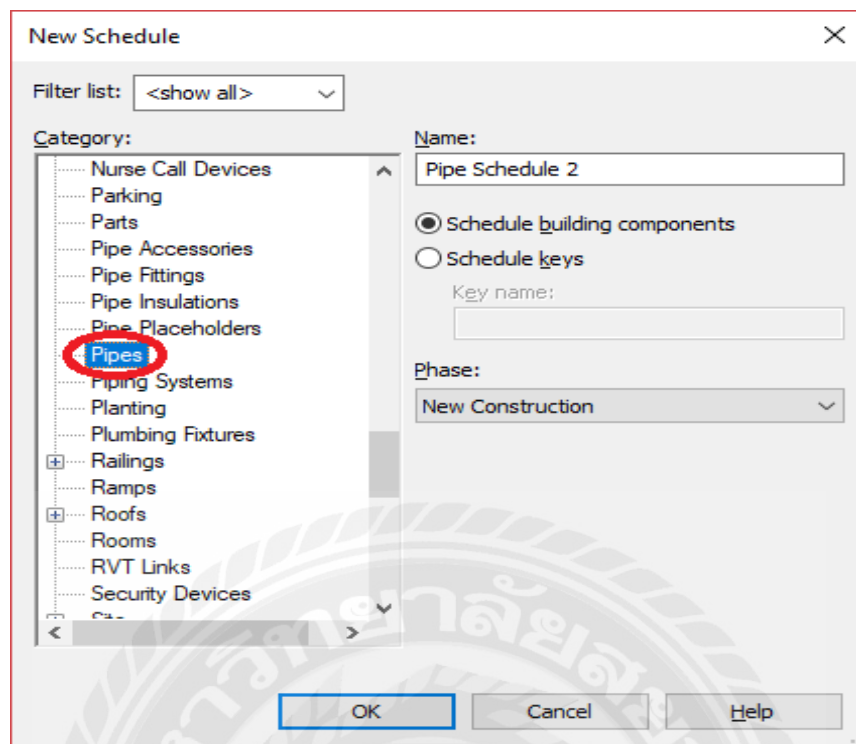
เปิดแบบ Revit ที่ต้องการถอดปริมาณ



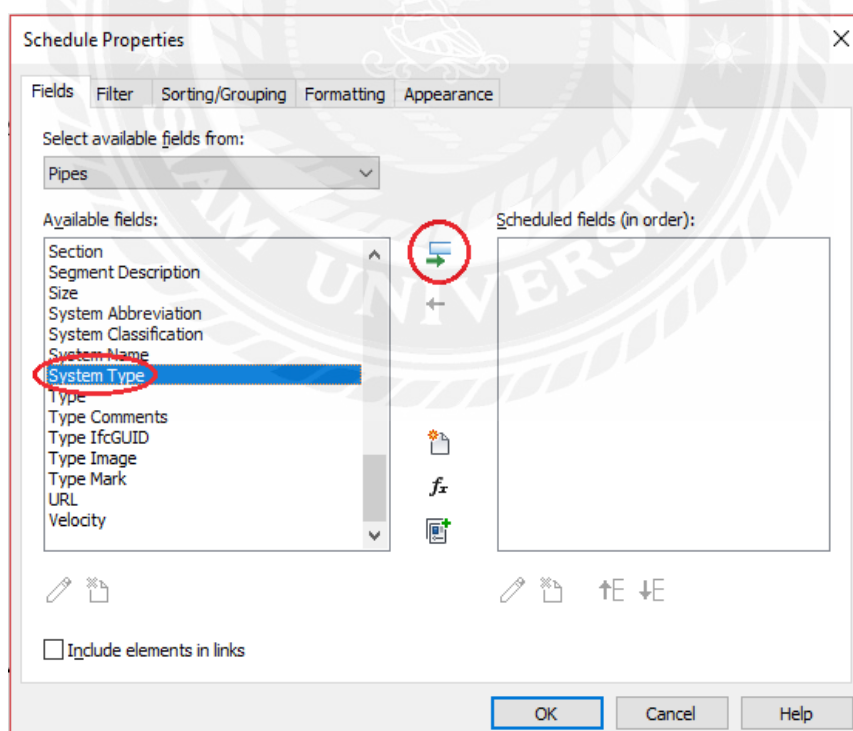
กด Analyze เพื่อเลือกคำสั่ง Schedule/Quantities



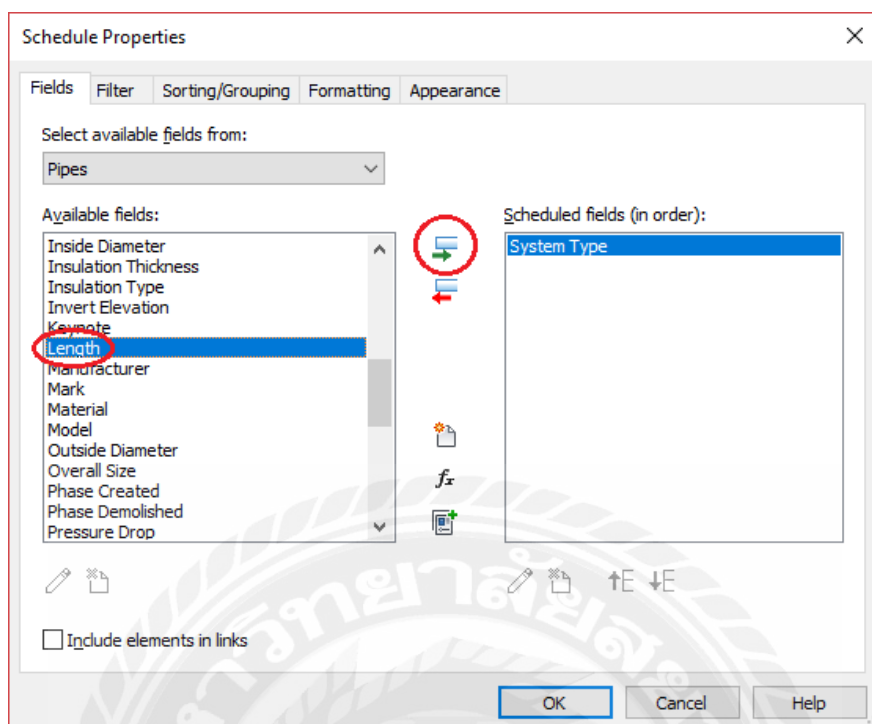
กด Schedule/Quantities เพื่อเปิดหน้า New Schedule



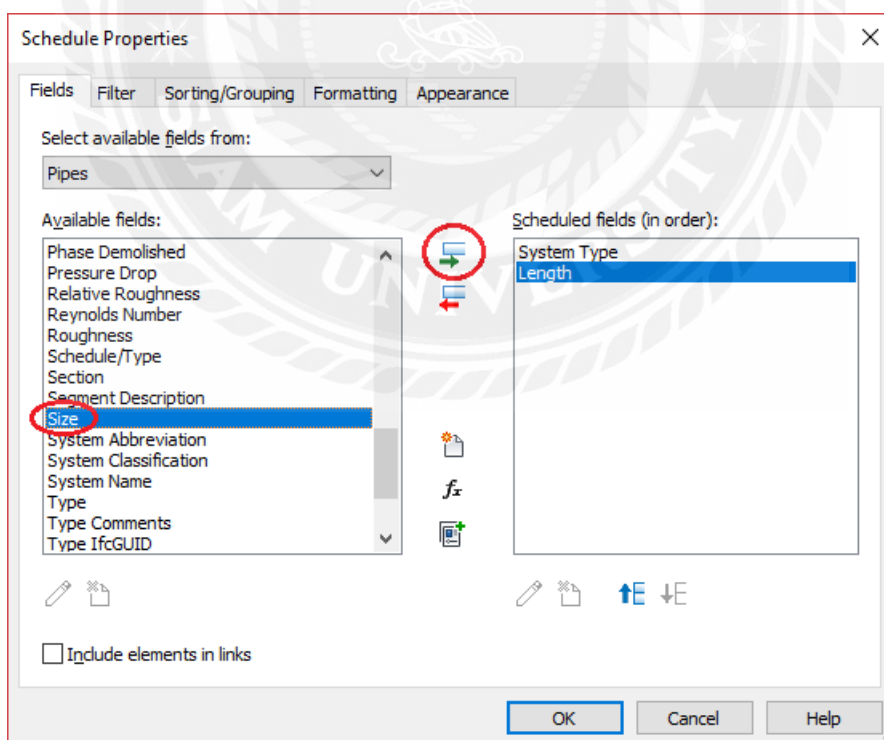
กด Pipes เพื่อเปิดหน้า Schedule Properties



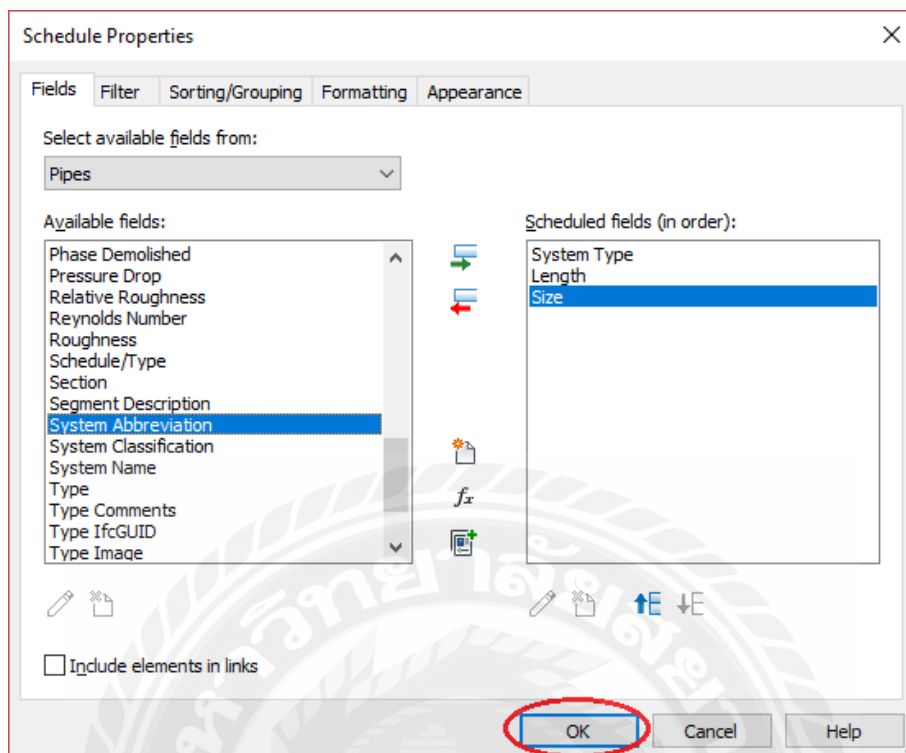
กด System Type และกดแทรกเข้าไปในช่อง Schedule Fields (in order)



กด Length และกดแทรกเข้าไปในช่อง Schedule Fields (in order)



กด Size และกดแทรกเข้าไปในช่อง Schedule Fields (in order)



กด OK เพื่อเลือก System Type, Length, Size

<Pipe Schedule 2>		
A	B	C
System Type	Length	Size
S(B/F)	146	100 mmø
S(B/F)	241	100 mmø
S(B/F)	4092	100 mmø
S(B/F)	223	100 mmø
S(B/F)	61	100 mmø
GW(B/F)	142	80 mmø
GW(B/F)	3711	80 mmø
GW(B/F)	175	80 mmø
GW(B/F)	301	80 mmø
GW(B/F)	515	80 mmø
GW(B/F)	694	80 mmø
GW(B/F)	72	80 mmø
GW(B/F)	282	80 mmø
GW(B/F)	765	50 mmø
GW(B/F)	243	50 mmø
GW(B/F)	196	50 mmø
GW(B/F)	162	50 mmø
GW(B/F)	74	50 mmø
GW(B/F)	1610	80 mmø
GW(B/F)	11	80 mmø
GW(B/F)	101	80 mmø
GW(B/F)	1061	50 mmø
GW(B/F)	86	50 mmø
GW(B/F)	629	50 mmø
GW(B/F)	254	80 mmø
GW(B/F)	267	50 mmø
GW(B/F)	132	80 mmø
GW(B/F)	621	80 mmø
GW(B/F)	180	80 mmø
GW(B/F)	267	50 mmø
GW(B/F)	669	50 mmø
GW(B/F)	927	50 mmø

จะได้ตารางในการถอดปริมาณ แต่ขนาดและชนิดของท่อยังจัดระเบียบไม่ถูกต้อง

Properties

Schedule

Schedule: Pipe Sched ▾ Edit Type

Identity Data

View Template: <None>
View Name: Pipe Schedule 2
Dependency: Independent

Phasing

Phase Filter: Show All
Phase: New Construction

Other

Fields: Edit...
Filter: Edit...
Sorting/Grouping: Edit...
Formatting: Edit...
Appearance: Edit...

<Pipe Schedule 2>		
A	B	C
System Type	Length	Size
S(B/F)	146	100 mmø
S(B/F)	241	100 mmø
S(B/F)	4092	100 mmø
S(B/F)	223	100 mmø
S(B/F)	61	100 mmø
GW(B/F)	142	80 mmø
GW(B/F)	3711	80 mmø
GW(B/F)	175	80 mmø
GW(B/F)	301	80 mmø
GW(B/F)	515	80 mmø
GW(B/F)	694	80 mmø
GW(B/F)	72	80 mmø
GW(B/F)	282	80 mmø
GW(B/F)	765	50 mmø
GW(B/F)	243	50 mmø
GW(B/F)	196	50 mmø
GW(B/F)	162	50 mmø
GW(B/F)	74	50 mmø
GW(B/F)	1610	80 mmø
GW(B/F)	11	80 mmø
GW(B/F)	101	80 mmø
GW(B/F)	1061	50 mmø
GW(B/F)	86	50 mmø
GW(B/F)	629	50 mmø
GW(B/F)	254	80 mmø
GW(B/F)	267	50 mmø
GW(B/F)	132	80 mmø
GW(B/F)	621	80 mmø
GW(B/F)	180	80 mmø
GW(B/F)	267	50 mmø
GW(B/F)	669	50 mmø
GW(B/F)	927	50 mmø

กดเลือก Edit.. ในช่องของ Sorting/Grouping ในการเปิดหน้าต่าง Schedule Properties เพื่อแก้ไขจัดระเบียบให้ถูกต้อง

Schedule Properties

Fields Filter Sorting/Grouping Formatting Appearance

Sort by: System Type (none) System Type Length Size

Header: ☐ Footer: ☐ Blank line: ☐

Then by: (none) Ascending Descending

Header: ☐ Footer: ☐ Blank line: ☐

Then by: (none) Ascending Descending

Header: ☐ Footer: ☐ Blank line: ☐

Grand totals: ☐ Custom grand total title: Grand total

☒ Itemize every instance

OK Cancel Help

เลือก Sorting/Grouping เพื่อแก้ไขช่อง Sort by ให้เลือก System Type

Schedule Properties

Fields Filter Sorting/Grouping Formatting Appearance

Sort by: System Type Ascending Descending

Header: ☐ Footer: ☐ Blank line: ☐

Then by: (none) (none) System Type Length Size

Header: ☐ Footer: ☐ Blank line: ☐

Then by: (none) Ascending Descending

Header: ☐ Footer: ☐ Blank line: ☐

Grand totals: ☐ Custom grand total title: Grand total

☒ Itemize every instance

OK Cancel Help

แก้ไข Then by ให้เลือก Size

Schedule Properties

Fields Filter **Sorting/Grouping** Formatting Appearance

Sort by: System Type ☒ Ascending ☐ Descending

☐ Header ☐ Footer: ☐ Blank line

Then by: Size ☒ Ascending ☐ Descending

☐ Header ☐ Footer: ☐ Blank line

Then by: (none) ☒ Ascending ☐ Descending

☐ Header ☐ Footer: ☐ Blank line

Then by: **Length** ☒ Ascending ☐ Descending

☐ Header ☐ Footer: ☐ Blank line

☐ Grand totals:

Custom grand total title: Grand total

☒ Itemize every instance

OK Cancel Help

แก้ไข Then by ให้เลือก Length

Schedule Properties

Fields Filter **Sorting/Grouping** Formatting Appearance

Sort by: System Type ☒ Ascending ☐ Descending

☐ Header ☒ Footer: Title, count, and totals ☐ Blank line

Then by: Size ☒ Ascending ☐ Descending

☐ Header ☒ Footer: Title, count, and totals ☐ Blank line

Then by: Length ☒ Ascending ☐ Descending

☐ Header ☐ Footer: ☐ Blank line

Then by: (none) ☒ Ascending ☐ Descending

☐ Header ☐ Footer: ☐ Blank line

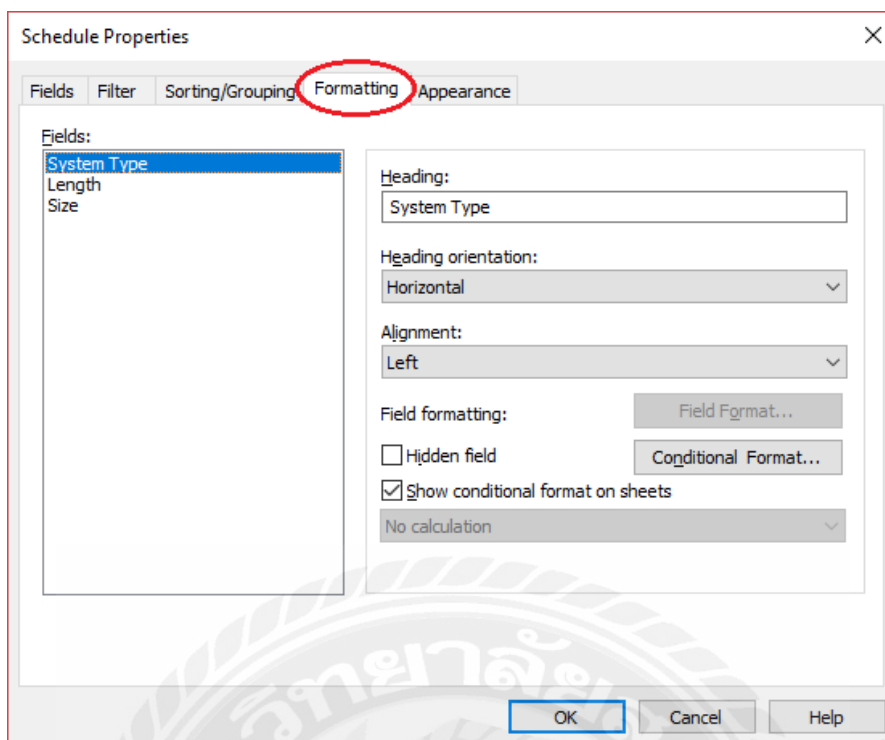
☒ Grand totals: Title, count, and totals

Custom grand total title: Grand total

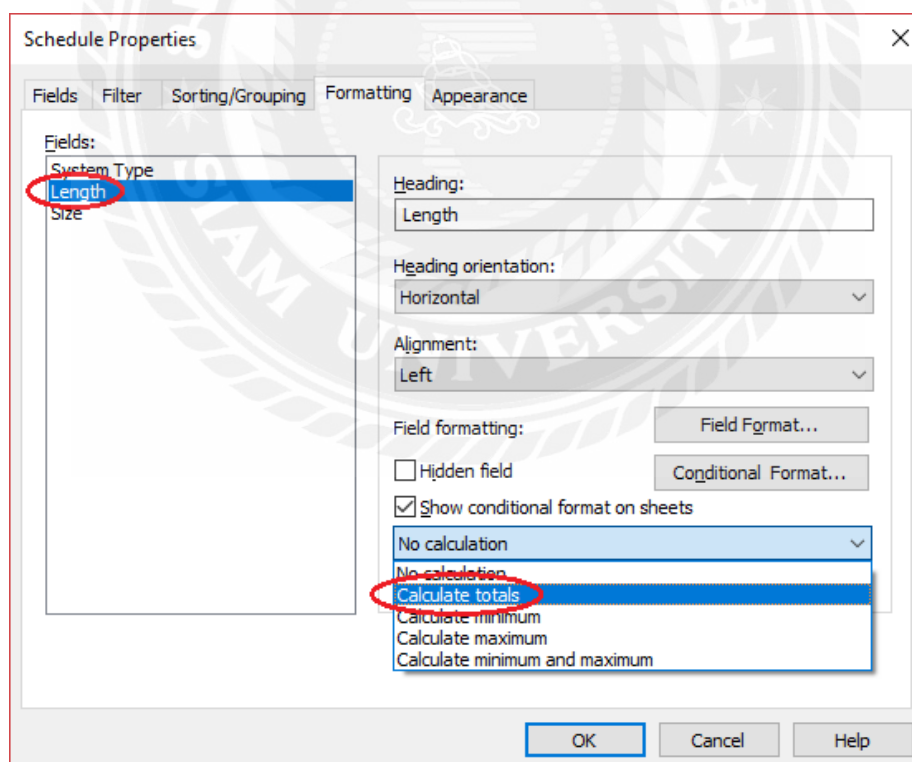
☒ Itemize every instance

OK Cancel Help

เลือก Footer และ Grand totals ตามที่ได้แสดงดังภาพ



เลือกช่อง Formatting



กดที่ Length และไปเลือก Calculate totals และกด OK จะได้ตารางในการถอดปริมาณที่จัดระเบียบแล้ว

<Pipe Schedule 2>			50 mmø: 21	9171		S(B/F)	43	100 mmø
A	B	C				S(B/F)	61	100 mmø
System Type	Length	Size				S(B/F)	88	100 mmø
						S(B/F)	130	100 mmø
						S(B/F)	132	100 mmø
						S(B/F)	146	100 mmø
GW(B/F)	74	50 mmø	GW(B/F)	81	80 mmø	S(B/F)	223	100 mmø
GW(B/F)	86	50 mmø	GW(B/F)	101	80 mmø	S(B/F)	241	100 mmø
GW(B/F)	162	50 mmø	GW(B/F)	101	80 mmø	S(B/F)	242	100 mmø
GW(B/F)	162	50 mmø	GW(B/F)	114	80 mmø	S(B/F)	540	100 mmø
GW(B/F)	162	50 mmø	GW(B/F)	120	80 mmø	S(B/F)	710	100 mmø
GW(B/F)	196	50 mmø	GW(B/F)	132	80 mmø	S(B/F)	4092	100 mmø
GW(B/F)	243	50 mmø	GW(B/F)	142	80 mmø	100 mmø: 12	6649	
GW(B/F)	267	50 mmø	GW(B/F)	175	80 mmø	S(B/F): 12	6649	
GW(B/F)	267	50 mmø	GW(B/F)	180	80 mmø	V(GW)(A/C)	14	50 mmø
GW(B/F)	267	50 mmø	GW(B/F)	200	80 mmø	V(GW)(A/C)	24	50 mmø
GW(B/F)	342	50 mmø	GW(B/F)	254	80 mmø	V(GW)(A/C)	78	50 mmø
GW(B/F)	342	50 mmø	GW(B/F)	282	80 mmø	V(GW)(A/C)	234	50 mmø
GW(B/F)	478	50 mmø	GW(B/F)	301	80 mmø	V(GW)(A/C)	237	50 mmø
GW(B/F)	478	50 mmø	GW(B/F)	409	80 mmø	V(GW)(A/C)	644	50 mmø
GW(B/F)	478	50 mmø	GW(B/F)	515	80 mmø	V(GW)(A/C)	709	50 mmø
GW(B/F)	629	50 mmø	GW(B/F)	621	80 mmø	V(GW)(A/C)	905	50 mmø
GW(B/F)	669	50 mmø	GW(B/F)	694	80 mmø	V(GW)(A/C)	918	50 mmø
GW(B/F)	669	50 mmø	GW(B/F)	1137	80 mmø	V(GW)(A/C)	997	50 mmø
GW(B/F)	765	50 mmø	GW(B/F)	1279	80 mmø	V(GW)(A/C)	2473	50 mmø
GW(B/F)	927	50 mmø	GW(B/F)	1610	80 mmø	V(GW)(A/C)	2473	50 mmø
GW(B/F)	927	50 mmø	GW(B/F)	3711	80 mmø	V(GW)(A/C)	2770	50 mmø
GW(B/F)	1061	50 mmø	GW(B/F)			V(GW)(A/C)	3013	50 mmø
50 mmø: 21	9171		80 mmø: 24	12319		V(GW)(A/C)	3673	50 mmø
GW(B/F)	11	80 mmø	GW(B/F): 45	21489		V(GW)(A/C)	4065	50 mmø
GW(B/F)	72	80 mmø				50 mmø: 16	23229	
GW(B/F)	77	80 mmø				V(GW)(A/C): 16	23229	
GW(B/F)	81	80 mmø				V(S)(A/C)	14	100 mmø
GW(B/F)	101	80 mmø				V(S)(A/C)	54	100 mmø
GW(B/F)	101	80 mmø				V(S)(A/C)	149	100 mmø
GW(B/F)	114	80 mmø				V(S)(A/C)	1705	100 mmø
GW(B/F)	120	80 mmø				V(S)(A/C)	4330	100 mmø
GW(B/F)	132	80 mmø				100 mmø: 5	6251	
GW(B/F)	142	80 mmø				V(S)(A/C): 5	6251	
						Grand total: 78	57618	

จากวิธีการข้างต้นทั้งหมดทำให้ได้ตารางในการถอดปริมาณมา โดยโปรแกรมจะคิดคำนวณในการถอดปริมาณออกมาแบบอัตโนมัติซึ่งมีความแม่นยำมากกว่าการถอดปริมาณด้วยมือและยังสามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานจริงได้อีกด้วย

ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา	5803100002
ชื่อ-นามสกุล	นาย รัตนชัย จาตุรนต์กุล
อีเมล	Siamkum21@gmail.com
เบอร์โทรศัพท์	062-0264033
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ที่อยู่	134/85 หมู่บ้าน The Pleno ซ.สุขสวัสดิ์ 30 ถ.สุขสวัสดิ์ ข.บางปะกอก อ.ราษฎร์บูรณะ จ.กรุงเทพฯ 10140
ผลงาน	การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและ ท่ออากาศ กรณีศึกษาโครงการ สิ้นธรวีลเลจ ดึก (เอพี-ดับบลิว)