รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน

กรณีศึกษาโครงการ สินธรวิลเลจ ตึก (เอพี-ดับบลิว)

Reduced Installation Costs for Cold Water Pipes and Hot Water Pipes Systems

Case Study Project Sinthorn Village Building (AP-W)

โดย

นาย ชัชวาล บินฮูเซ็น 5803100006

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560

รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน

กรณีศึกษาโครงการ สินธรวิลเลจ ตึก (เอพี-ดับบลิว)

Reduced Installation Costs for Cold Water Pipes and Hot Water Pipes Systems

Case Study Project Sinthorn Village Building (AP-W)

โดย

นาย ชัชวาล บินฮูเซ็น 5803100006

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560

หัวข้อโครงงาน	การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน กรณีศึกษาโครงการ สินธรวิลเลจ ตึก (เอพี-ดับบลิว)
รายชื่อผู้จัดทำ	นาย ชัชวาล บินฮูเซ็น
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	3 / 2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

อนุมัติให้รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีการศึกษาที่ 3 / 2560

คณะกรรมการสอบโครงงาน

..... อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

(ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย)

.....พนักงานที่ปรึกษาโครงการ

(นาย วุฒิชัย วิจิต)

.....กรรมการกลาง

(อาจารย์ ชาณิดา พิทยานนท์)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา

(ผศ.ดร.มารุจ ลิมปะวัฒนะ)

ชื่อโครงงาน	: การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน กรณีศึกษาโครงการ สินธรวิลเลจ ตึก (เอพี-ดับบลิว)
ชื่อนักศึกษา	: นาย ชัชวาล บินสูเซ็น
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย
ระดับการศึกษา	: ปริญญาตรี
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
คณะ	: วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาคการศึกษา/ ปีการศึกษา	: 2560

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการเปรียบเทียบและลดค่าใช้จ่ายของท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน และที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการหลังสวนวิลเลจ แบบห้องตัวอย่างจำนวน 2 ห้อง ซึ่งจะแสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบและการลดวัสดุของท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน ซึ่งวัสดุที่จะใช้เป็นประเภทท่อ พีพีอาร์ในปัจจุบันการติดตั้งท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน ยังมีปัญหาในการออกแบบขนาดและข้อต่อที่ยังไม่สามารถลดวัสดุได้ ซึ่งยังไม่มีการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง และเพื่อการแก้ไขปัญหาสำหรับการลดวัสดุท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนนั้น นักศึกษาสหกิจจึงเล็งเห็นความสำคัญของการลดค่าใช้จ่ายในระบบ ท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการเขียนแบบและถอดวัสดุของห้องพรีเมียร์ 2 และ ห้องจูเนียร์สูท 2 เพื่อนำแบบมาเปรียบเทียบและใช้ในการลดค่าใช้จ่าย เนื่องจากการถอดปริมาณวัสดุต่างๆ ของท่อด้วยคนนั้นทำให้ช้าต่อการดำเนินงานและยังมีเปอร์เซ็นต์ในการผิดพลาดได้มากกว่าการถอดปริมาณของวัสดุท่อต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมจึงทำให้สะดวกและรวดเร็วในการดำเนินงานต่างๆได้ จากผลที่ได้ก่อนการปรับปรุงการลดค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการติดตั้งของห้อง พรีเมียร์ 2 เป็นจำนวนเงิน 3,295 บาท/ห้อง ทั้งโครงการเป็นจำนวน 35 ห้อง และห้องจูเนียร์สูท 2 เป็นจำนวนเงิน 4,033 บาท/ห้อง ทั้งโครงการเป็นจำนวน 29 ห้อง ซึ่งทั้ง 2 แบบรวมเป็นจำนวนเงินทั้งหมดก่อนปรับปรุง 232,301 บาท/โครงการ และหลังการปรับปรุง การลดค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการติดตั้งของห้อง พรีเมียร์ 2 เป็นจำนวนเงิน 1,389 บาท/ห้อง และ จูเนียร์สูท 2 เป็นจำนวนเงิน 2,201 บาท/ห้อง ซึ่งทั้ง 2 แบบรวมเป็นจำนวนเงินทั้งหมดหลังปรับปรุง 112,454 บาท/โครงการ และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ทั้งหมด 5.1 เปอร์เซ็นต์ในการลดค่าใช้จ่ายของห้อง พรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2

คำสำคัญ : การลดค่าใช้จ่าย,การติดตั้งระบบ,ท่อน้ำประปา,ท่อน้ำร้อน

ผู้ตรวจ

Project Title : Reduced Installation Costs for Water pipes and Hot Water Pipes: Case Study Project Sinthorn Village Building (AP-W)

By : Mr. Chatchawan Binhucen

Advisor : Dr. Charnchai Wiroonritichai

Degree : Bachelor of Degree Mechanical Engineering

Major : Mechanical Engineering

Faculty : Engineering

Semester / Academic year : 2017

Abstract

This project aimed to present the applications of software packages to compare and reduce the costs related to water supply pipes and hot water pipes in Langsuan Village project. The sample was 2 room models. The steps of comparing and reducing materials used in water pipes and hot water pipes were shown and required materials were PPR pipes. Presently, for installing water supply pipes and hot water pipes, the problems found were the design of size and joints with failure to reduce the amount of materials required, failure to solve the problems correctly. To solve the problems, the author has seen the importance of reducing costs in water supply piping and the hot water piping systems by using the 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 software package application that facilitates the task. The results showed as follows. Before the improvement, the reduction in total cost of installing Premier 2 room was 3,295 baht / room. The whole project contains 35 rooms. The reduction in total cost of installing Junior Suite 2 was 4,033 baht / room. The whole project contains 29 rooms. By considering two room models, total cost reduction was 232,301 baht / project. After improvement, the reduction in total cost of installing Junior Suite 2 room was 2,201 baht / room and Premier 2 room was 1,389 baht / room. By considering two room models after improvement, total cost reduction was 112,454 baht/project, accounting for 5.1 percent.

Keywords: reduced costs, installation of pipes, water pipes, hot water pipes

Approved by

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้เข้ามาปฏิบัติงานสหกิจศึกษากับทางบริษัท ซิตี้เพาเวอร์ จำกัดในส่วนของโครงการระบบสุขาภิบาลตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม-วันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณ จิระพล สังวาลย์ หัวหน้าวิศวกรรมเครื่องกล
2. คุณ วุฒิชัย วิจิต รองหัวหน้าวิศวกรรมเครื่องกล
3. คุณ ศุภกิตติ์ รัดยัง วิศวกรรมเครื่องกล
4. คุณ วรวรรณ พิมพ์มูล วิศวกรรมเครื่องกล
5. คุณ โสภณ โพธิ์จันทร์ วิศวกรรมเครื่องกล

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนการให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้โดย

นาย ชัชวาล บินฮูเซ็น

สารบัญ

หน้า

จดหมายนำส่งรายงาน ก

กิตติกรรมประกาศ ข

บทคัดย่อ ค

Abstract ง

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา 3

2.1.1 ทฤษฎีท่อโพลีโพรไพลีน (Polypropylene Random Copolymer , PP-R) 4

2.1.2 ทฤษฎีการออกแบบระบบท่อน้ำประปา 10

2.1.3 ทฤษฎีการกำหนดขนาดท่อน้ำประปา 12

2.1.4 ทฤษฎีการคำนวณขนาดท่อน้ำประปา 14

2.1.5 ทฤษฎีการวางระบบท่อประปาภายในอาคาร 22

2.1.6 ทฤษฎีการคำนวณโปรแกรมสำเร็จรูป 23

2.1.7 ทฤษฎีการออกกแบบระบบท่อน้ำร้อน 24

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.2.1 งานวิจัยการประเมินคุณภาพระบบท่อน้ำประปา 25

2.2.2 งานวิจัยงานระบบสุขาภิบาลในอาคารสูง 25

บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ 26

3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน 27

3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร 28

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย 28

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา 28

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 28

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 29

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ 42

บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

4.1 การคำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบห้องพรีเมียร์ 2 และแบบห้องจูเนียร์สูท 2 ก่อนการปรับปรุง 46

4.1.1 การคำนวณวัสดุแบบห้องพรีเมียร์ 2 ก่อนการปรับปรุง 46

4.1.1.1 คำนวณราคาท่อน้ำประปา [Cold Water Pipes , Cw (25 มม.)] 47

4.1.1.2 คำนวณราคาท่อน้ำประปา Cw (32 มม.) 48

4.1.1.3 คำนวณราคาท่อน้ำประปา Cw (40 มม.) 48

4.1.1.4 คำนวณราคาท่อน้ำร้อน [Hot Water Pipes , Hw (25 มม.)] 49

4.1.1.5 คำนวณราคาท่อน้ำร้อน Hw (32 มม.) 50

4.1.1.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบห้องพรีเมียร์ 2 ก่อนการปรับปรุง 51

4.1.2 การคำนวณวัสดุแบบห้องจูเนียร์สูท 2 ก่อนการปรับปรุง 52

4.1.2.1 คำนวณราคาท่อน้ำประปา Cw (25 มม.) 53

4.1.2.2 คำนวณราคาท่อน้ำประปา Cw (32 มม.) 54

4.1.2.3 คำนวณราคาท่อน้ำร้อน Hw (25 มม.) 54

4.1.2.4 คำนวณราคาท่อน้ำร้อน Hw (32 มม.) 55

4.1.2.5 คำนวณราคาท่อน้ำร้อน Hw (40 มม.) 56

4.1.2.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบห้องจูเนียร์สูท 2 ก่อนการปรับปรุง 57

4.2การคำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบห้องพรีเมียร์ 2 และแบบห้องจูเนียร์สูท 2 หลังการปรับปรุง 58

4.2.1 การคำนวณวัสดุแบบห้องพรีเมียร์ 2 หลังการปรับปรุง 58

4.2.1.1 คำนวณราคาท่อน้ำประปา Cw (20 มม.) 59

4.2.1.2 คำนวณราคาท่อน้ำประปา Cw (25 มม.) 60

4.2.1.3 คำนวณราคาท่อน้ำประปา Cw (40 มม.) 61

4.2.1.4 คำนวณราคาท่อน้ำร้อน Hw (25 มม.) 61

4.2.1.5 คำนวณราคาท่อน้ำร้อน Hw (32 มม.) 62

4.2.1.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบห้องพรีเมียร์ 2 หลังการปรับปรุง 63

4.2.2 การคำนวณวัสดุแบบห้องจูเนียร์สูท 2 หลังการปรับปรุง
4.2.2.1 คำนวณราคาท่อน้ำประปา Cw (25 มม.) 65
4.2.2.2 คำนวณราคาท่อน้ำประปา Cw (32 มม.) 66
4.2.2.3 คำนวณราคาท่อน้ำร้อน Hw (25 มม.) 66
4.2.2.4 คำนวณราคาท่อน้ำร้อน Hw (32 มม.) 67
4.2.2.5 คำนวณราคาท่อน้ำร้อน Hw (20 มม.) 68
4.2.2.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบ แบบห้อง 69
จูเนียร์สูท 2 ก่อนการปรับปรุง

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 75
5.2 ข้อเสนอแนะ 77

บรรณานุกรม 79
ประวัติผู้จัดทำ 78

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ 2

ตารางที่ 2.1 ขนาดของท่อพีพีอาร์(PP-R) 5

ตารางที่ 2.2 ราคาของท่อพีพีอาร์(PP-R) 6

ตารางที่ 2.3 ราคาข้อต่องอ 90° 7

ตารางที่ 2.4 ราคาฝาครอบ 7

ตารางที่ 2.5 ราคาข้อต่อตรง 8

ตารางที่ 2.6 ราคาข้อต่องอ 45° 8

ตารางที่ 2.7 ราคาข้อต่อสามทาง 9

ตารางที่ 2.8 ความต้องการน้ำประปาคิดเป็นหน่วยสุขภัณฑ์ 11

ตารางที่ 2.9 ความเร็วที่เหมาะสมของน้ำในท่อส่วนต่างๆ 12

ตารางที่ 2.10 ความเร็วสูงสุดในระบบท่อเพื่อให้เกิดการสึกหรอในอัตราที่เหมาะสม 13

ตารางที่ 2.11 ความเร็วของน้ำที่เหมาะสมสำหรับท่อขนาดต่างๆ 13

ตารางที่ 2.12 ค่าคงที่ (C) 15

ตารางที่ 2.13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของการสูญเสียรอง 20

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ท่อพีพีอาร์ 4

รูปที่ 2.2 ท่อพีพีอาร์ PN10 และ PN20 6

รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลง velocity profile 17

รูปที่ 2.4 Moody Diagram 18

รูปที่ 2.5 Performance Curve Pump ยี่ห้อ Ebara 21

รูปที่ 3.1 ที่ตั้ง บริษัท ซิตี้เพาเวอร์ จำกัด 26

รูปที่ 3.2 หน่วยงาน AP-W 27

รูปที่ 3.3 ตำแหน่งงานในโครงการ สินธรวิลเลจ ตึก AP-W 28

รูปที่ 3.4 แบบห้อง พรีเมียร์ 2 30

รูปที่ 3.5 แบบห้อง จูเนียร์ 2 31

รูปที่ 3.6 การวัดระยะจากแบบเพื่อการติดตั้งที่ถูกต้อง 32

รูปที่ 3.7 ตีเส้นกำหนดระยะการติดตั้งจากแบบ 33

รูปที่ 3.8 ฉายเลเซอร์ขึ้นบนเพดานเพื่อติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตรงตามแนวที่ติดตั้ง 33

รูปที่ 3.9 เจาะพื้นเพดานด้วยสว่านเพื่อติดตั้งสลักเกลียวขยายตัว(Expansion Bolt) อุปกรณ์รองรับท่อ 34

รูปที่ 3.10 วัดระยะความสูงจากแบบเพื่อตัดเกลียวยึด อุปกรณ์รองรับท่อ ให้ได้ความสูงที่ถูกต้อง 34

รูปที่ 3.11 ติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตามตำแหน่งในแบบ 35

รูปที่ 3.12 วัดระยะท่อจากแบบและตัดท่อให้ได้ระยะที่ถูกต้อง 35

รูปที่ 3.13 เชื่อมท่อ พีพีอาร์ ด้วยเครื่องเชื่อม 36

รูปที่ 3.14 นำมาประกอบท่อและข้อต่อเพื่อยกขึ้นไปติดตั้ง 36

รูปที่ 3.15 นำท่อที่ประกอบสำเร็จแล้วนำขึ้นมาติดตั้งกับ อุปกรณ์รองรับท่อ ที่ติดตั้งไว้ก่อนแล้ว 37

รูปที่ 3.16 สว่านมือ 38

รูปที่ 3.17 เครื่องเชื่อมท่อพีพีอาร์ 38

รูปที่ 3.18 คีมตัดท่อ พีพีอาร์ 39

รูปที่ 3.19 เครื่องมือทั่วไป 39

รูปที่ 3.20 เต้าหมึก 40

รูปที่ 3.21 ตลับเมตร 40
รูปที่ 3.22 เครื่องวัดระดับเลเซอร์ 41
รูปที่ 3.23 แทนตัดเหล็ก 41
รูปที่ 4.1 แบบ ห้องพรีเมียร์ 2 ก่อนการปรับปรุง 46
รูปที่ 4.2 แบบ ห้องจูเนียร์สูท 2 ก่อนการปรับปรุง 52
รูปที่ 4.3 แบบ ห้องพรีเมียร์ 2 หลังการปรับปรุง 58
รูปที่ 4.4 แบบ ห้องจูเนียร์สูท 2 หลังการปรับปรุง 64

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบท่อน้ำประปาคือปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เราสามารถใช้น้ำในการใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ทั้งการอุปโภคและบริโภคโดยในปัจจุบันนี้ได้มีการก่อสร้างอาคารที่มีขนาดใหญ่และสูงขึ้นทุกทีโดยภายในอาคารเหล่านี้จะต้องมีระบบท่อน้ำประปาสำหรับการลำเลียงน้ำเพื่อการใช้สอยภายในอาคารเสมอ เพื่อให้มนุษย์สามารถจัดการใช้สอยน้ำภายในอาคารนั้นได้ตามวัตถุประสงค์ ในอาคารประเภทที่อยู่อาศัยนั้นจะมีชนิดของท่อต่างๆน้อยที่สุดและอาคารประเภทโรงแรมโรงพยาบาลจะมีชนิดของท่อต่างๆมากที่สุดดังนั้นการออกแบบและการติดตั้งระบบท่อประปาเหล่านี้อย่างไม่ถูกต้องอาจจะมีผลให้การปฏิบัติงานต่างๆภายในอาคารนั้นติดขัดได้

ในปัจจุบันการติดตั้งท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนยังมีปัญหาในการออกแบบขนาดและข้อต่อที่ยังสามารถลดวัสดุได้ ภายในอาคารซึ่งยังไม่มีการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องและเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาสำหรับการลดวัสดุท่อประปานั้นปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจึงเล็งเห็นความสำคัญของการติดตั้งระบบท่อประปาและการแก้ไขปัญหาของโครงการ หลังสวน วิลเลจ จังหวัดกรุงเทพมหานครและได้รับมอบหมายงานจากบริษัท ซิตี้เพาเวอร์ จำกัดให้ดูแลในส่วนของการติดตั้งโดยเริ่มต้นจากห้องชาร์ปไปยังตัวห้องพักตัวอย่าง

สำหรับการใช้น้ำประปาและน้ำร้อนในปริมาณที่เหมาะสมกับการใช้งานให้ที่พักอาศัยได้นั้นต้องใช้ความรู้งานด้านวิศวกรรม ดังนั้นทางผู้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจึงเห็นถึงปัญหาและความสำคัญที่จะจัดทำรายงานนี้รายงานนี้ขึ้นเพื่อเป็นแนวทางการลดค่าใช้จ่ายระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนเพื่อใช้สำหรับโครงการ สินธร วิลเลจ

1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน

1.2.1 เพื่อนำเสนอการใช้โปรแกรม Autodesk Revit 2018 ในการสร้างแบบของระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนของห้องพรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 ขึ้นมาใหม่เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับแบบห้องพรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 เดิมโดยการใช้โปรแกรมในการถอดปริมาณวัสดุทั้งหมด

1.2.2 เพื่อการลดค่าใช้จ่ายในการประกอบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบ ห้องพรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาการลดค่าใช้จ่ายและวัสดุของท่อน้ำประปา ของโครงการสินธรวิลเลจ ตึก (AP-W) จำนวน 2 ห้อง แบ่งออกเป็น แบบห้องพรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท เท่านั้น

1.3.2 การศึกษาการลดค่าใช้จ่ายและวัสดุของท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน คิดคำนวณเฉพาะท่อ ไม่ได้นำส่วนที่เป็นฉนวนมาคิด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้แนวทางในการเดินท่อเพื่อลดค่าใช้จ่าย

1.4.2 สามารถวางแนวทางระบบท่อประปาและท่อน้ำร้อนได้อย่างเหมาะสม

1.5 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ก.ค.61	ส.ค. 61	ก.ย. 61	ต.ค. 61	พ.ย. 61
ปรึกษาพนักงานพี่เลี้ยง	←				
ตั้งหัวข้อของโครงงาน		↔			
วิเคราะห์ข้อมูล			↔		
ทดสอบระบบ				↔	
สรุปผล				↔	
จัดทำเอกสาร					→

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน กรณีศึกษาโครงการสินธรวิลเลจ ตึก (เอพี-ดับบลิว) โดยนำเสนอตามหัวข้อย่อยเพื่อสะดวกในการพิจารณาดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.1.1 ทฤษฎีท่อโพลีโพรไพลีน (Polypropylene Random Copolymer , PP-R)

2.1.2 ทฤษฎีการออกแบบระบบท่อน้ำประปา

2.1.3 ทฤษฎีการกำหนดขนาดท่อน้ำประปา

2.1.4 ทฤษฎีการคำนวณขนาดท่อน้ำประปา

2.1.5 ทฤษฎีการวางระบบท่อประปาภายในอาคาร

2.1.6 ทฤษฎีการคำนวณโปรแกรมสำเร็จรูป

2.1.7 ทฤษฎีการออกกแบบระบบท่อน้ำร้อน

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.2.1 งานวิจัยการประเมินคุณภาพระบบท่อน้ำประปา

2.2.2 งานวิจัยงานระบบสุขาภิบาลในอาคารสูง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.1.1 ทฤษฎีท่อโพลีโพรไพลีน (PP-R) [1]

ท่อโพลีโพรไพลีน(PP-R) เป็นเม็ดพลาสติกโพลีโพรไพลีนที่มีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เจาะจงทำให้ได้คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพที่ดีขึ้นเหมาะสมสำหรับการใช้งานระบบท่อน้ำประปา ท่อน้ำร้อน ท่อน้ำเย็น และงานท่อประเภทอื่น

เอกลักษณ์ของท่อพีพีอาร์ผลิตจากเม็ดพลาสติกที่มีคุณภาพท่อพีพีอาร์ ผลิตจากเม็ดพลาสติกพีพีอาร์ (80) ชั้นดีของยุโรป จึงทำให้ท่อพีพีอาร์มีเนื้อพลาสติกที่มีคุณภาพและความหนาแน่นสูงแสงลอดผ่านไม่ได้ ท่อพีพีอาร์มีความหนาแน่น 0.897 g/cm3 หรือเบากว่าเหล็ก ถึง 8 เท่า ทำให้ติดตั้งง่ายและสะดวกต่อการขนส่งเป็นอย่างยิ่งสามารถใช้กับน้ำร้อนได้ถึง 95 องศาเซลเซียส และสามารถใช้งานได้ถึง 50 ปี ภายในแรงดันไม่เกินที่กำหนดท่อพีพีอาร์เป็นพลาสติกที่ได้รับการยอมรับจากกรีนพีช ว่าเป็นพลาสติกที่มีความปลอดภัย มีความสะอาดสูง ยิ่งไปกว่านั้นท่อพีพีอาร์ยังมีการทดสอบตามมาตรฐาน BS6920 PART II ว่าไม่มีปัญหาสนิมการสะสมตะกอนที่มาจากน้ำ การหมักหมมของเชื้อโรคไม่มีสารเคมีเจือปนและไม่เป็นสารก่อมะเร็ง การติดตั้งท่อและข้อต่อพีพีอาร์ ใช้วิธีให้ความร้อนจนผสานเป็นเนื้อเดียวกัน จึงมั่นใจว่าไม่เกิดปัญหารั่วซึมที่บริเวณจุดต่อเชื่อมระหว่างท่อและข้อต่อและเนื่องจากผิวมีความเรียบจึงมีความต้านทางการไหลน้อย ดังนั้นอัตราการไหลจึงดีตามไปด้วย ใช้งานร่วมกับท่อชนิดอื่นได้เนื่องจากมีข้อต่อเกลียวหลายชนิดและมีระบบหน้าจาน ANSI, JIS, DIN ซึ่งเป็นเกลียวมาตรฐานสากลจึงสามารถใช้ต่อเข้ากับท่อประเภทอื่นๆได้โดยไม่มีปัญหาดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ท่อพีพีอาร์

ตารางที่ 2.1 ขนาดของท่อพีพีอาร์

ขนาดท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ขนาดท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง (inch)
20	1/2
25	3/4
32	1
40	1 1/4
50	1 1/2
63	2
75	2 1/2
90	3
110	4
160	6

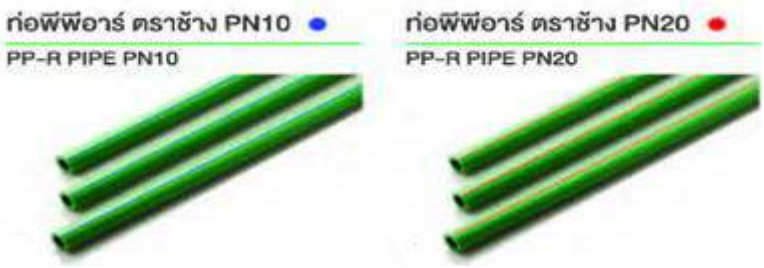
จากตารางที่ 2.1 ขนาดของท่อพีพีอาร์โดยทั่วไปแล้วจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 20-160 mm ความยาวของท่อพีพีอาร์ 6 m ต่อ 1 เส้น เป็นประเภทการใช้งานสำหรับท่อน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 3 - 95 องศาเซลเซียส

2.1.1.1 ตารางราคาท่อพีพีอาร์และข้อต่อต่างๆ[1]

ตารางราคาท่อพีพีอาร์และข้อต่อต่างๆ จาก318/1 ซอยเอกชัย 94 ถนนเอกชัย แขวงบางบอน เขตบางบอน กทม 10150 หมายเลขโทรศัพท์ 02-416-8477-9,02-893-9357-8 แฟกซ์ 02-416-8477-9

ตารางที่ 2.2 ราคาของท่อพีพีอาร์

ชื่อขนาด มม.(นิ้ว) Nominal size mm.(in.)	ราคาต่อท่อน(บาท) Unit Price (Bath)		จำนวนท่อน/มัด Pleces/Bundle
	PN 10 ระบบ ประปา 3-60° C	PN 20 ระบบ ประปาน้ำร้อน 3-95° C	
20(1/2")	149.80	231.12	25
25(3/4")	196.88	355.24	25
32(1")	325.28	573.52	25
40(1 1/4")	483.64	894.52	10
50(1 1/2")	770.4	1,391.00	10
63(2")	1,228.36	2,187.08	10
75(2 1/2")	1,720.56	2,516.64	-
90(3")	2,405.36	3,753.56	-
110(4")	3,569.52	5,345.72	-
*125(5")	4,461.90	9,320.77	-
160(6")	8,102.04	15,262.48	-



รูปที่ 2.2 ท่อพีพีอาร์ PN10 และ PN20

ตารางที่ 2.3 ราคาข้อต่องอ 90º

ข้อต่อ 90º พีพีอาร์ ELBOW 90º PP-R		
ชื่อขนาด มม.(นิ้ว) Nominal size mm.(in.)	ราคา (บาท/ชิ้น) Price (bath/pc.)	บรรจุ (ชิ้น/กล่อง) Packs (pcs./box)
20(1/2")	16.05	180
25(3/4")	23.54	125
32(1")	35.31	60
40(1 1/4")	58.85	30
50(1 1/2")	109.14	20
63(2")	180.83	12
75(2 1/2")	344.54	6
90(3")	612.04	8
110(4")	665.54	5
160(6")	2,485.00	2

ตารางที่ 2.4 ราคาฝาครอบ

ฝาครอบ พีพีอาร์ CAP PP-R		
ชื่อขนาด มม.(นิ้ว) Nominal size mm.(in.)	ราคา (บาท/ชิ้น) Price (bath/pc.)	บรรจุ (ชิ้น/กล่อง) Packs (pcs./box)
20(1/2")	8.56	150
25(3/4")	10.70	100
32(1")	18.19	40
40(1 1/4")	25.68	30
50(1 1/2")	49.22	40
63(2")	90.95	15
75(2 1/2")	164.78	10
90(3")	289.97	5
110(4")	477.22	7
160(6")	901.00	1

ตารางที่ 2.5 ราคาข้อต่อตรง

ข้อต่อตรง พีพีอาร์ EQUAL STRAIGHT PP-R		
ชื่อขนาด มม.(นิ้ว) Nominal size mm.(in.)	ราคา (บาท/ชิ้น) Price (bath/pc.)	บรรจุ (ชิ้น/กล่อง) Packs (pcs./box)
20(1/2")	11.77	220
25(3/4")	16.05	200
32(1")	21.40	100
40(1 1/4")	35.31	30
50(1 1/2")	57.78	40
63(2")	99.51	20
75(2 1/2")	227.91	10
90(3")	383.06	8
110(4")	617.39	8
160(6")	1,600.00	2

ตารางที่ 2.6 ราคาข้อต่องอ 45º

ข้อต่อ 45º พีพีอาร์ ELBOW 45º PP-R		
ชื่อขนาด มม.(นิ้ว) Nominal size mm.(in.)	ราคา (บาท/ชิ้น) Price (bath/pc.)	บรรจุ (ชิ้น/กล่อง) Packs (pcs./box)
20(1/2")	13.91	220
25(3/4")	21.40	150
32(1")	39.59	70
40(1 1/4")	64.20	35
50(1 1/2")	119.84	25
63(2")	201.16	15
75(2 1/2")	266.43	32
90(3")	434.42	12
110(4")	665.54	8
160(6")	2,050.00	2

ตารางที่ 2.7 ราคาข้อต่อสามทาง

สามทาง พีพีอาร์ EQUAL TEE PP-R		
ชื่อขนาด มม.(นิ้ว) Nomina size mm.(in.)	ราคา (บาท/ชิ้น) Price (bath/pc.)	บรรจุ (ชิ้น/กล่อง) Packs (pcs./box)
20(1/2")	20.33	120
25(3/4")	29.95	90
32(1")	47.08	40
40(1 1/4")	87.74	25
50(1 1/2")	123.05	30
63(2")	233.26	15
75(2 1/2")	425.86	10
90(3")	690.15	8
110(4")	904.15	4
160(6")	3,055.00	2

2.1.2 ทฤษฎีการออกแบบระบบท่อประปา[2]

การออกแบบ นั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะจำเป็นต้องคำนวณออกแบบให้น้ำประปาที่ไหลภายในท่อประปาภายในอาคารมีปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของผู้อยู่อาศัยภายในอาคารนั้นๆและยังต้องมีระดับความดันน้ำที่เหมาะสมการออกแบบระบบท่อประปาภายในอาคารได้อย่างถูกต้องจำเป็นต้องทำความเข้าใจแบบอาคารทางสถาปัตยกรรมเป็นอย่างดี และจำเป็นต้องปรึกษากับสถาปนิกเกี่ยวกับรายละเอียดของแบบอาคารเพื่อวางแนวท่อในตำแหน่งที่เหมาะสมมากที่สุดซึ่งขั้นตอนการเดินท่อภายในอาคารเป็นดังนี้

2.1.2.1 ศึกษาและทำความเข้าใจแบบสถาปัตยกรรมให้ชัดเจน

2.1.2.2 นัดประชุมกับสถาปนิก เพื่อให้แน่ใจว่าเข้าใจแบบได้ถูกต้องและถามคำถามที่ยังสงสัยอยู่เช่นช่องท่อสำหรับระบบสุขาภิบาลอยู่ที่ไหนมีขนาดกว้างยาวของช่องท่อ

2.1.2.3 ทำการร่างแนวท่อประปาลงไปในแบบสถาปัตยกรรม

2.1.2.4 ทำการออกแบบเดินท่อประปาของแต่ละห้องน้ำชนิดต่างๆ ในรูปแบบแปลน

2.1.2.5.ทำการวาดรูปการเดินท่อประปาของแต่ละห้องน้ำในรูปไอโซเมตริกเพื่อให้สามารถเห็นภาพการเดินท่อได้ชัดเจนยิ่งขึ้น พร้อมอุปกรณ์อื่นๆ เช่น วาล์วชนิดต่างๆ ข้องอ ต่างๆเป็นต้น

2.1.2.6 คำนวณออกแบบขนาดท่อประปาแต่ละเส้นท่อ โดยควรมีขนาดท่อประปาที่ใช้ใหญ่พอที่จะจ่ายน้ำ ให้กับอาคาร ด้วยปริมาณตามความต้องการน้ำสูงสุด และมีความเร็วของน้ำไหลภายในท่อไม่เกิน 3 เมตรต่อวินาที แต่ต้องมีขนาดท่อประปาไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)

ค่าหน่วยสุขภัณฑ์ (Fixture Units) สำหรับท่อประปาวิธีนี้สร้างโดย Roy B.Hunter ซึ่งพิจารณาถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

1.) ระยะเวลาของการใช้เครื่องสุขภัณฑ์แต่ละชุดเช่น ใช้เวลากี่วินาทีต่อการเปิดก๊อกน้ำซักผ้า

2.) จำนวนครั้งในการใช้เครื่องสุขภัณฑ์เช่น พิจารณาใช้อ่างล้างมือกี่ครั้งในแต่ละวัน

3.) อัตราการไหลของน้ำประปาจากเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละชุดเช่น มีปริมาณน้ำประปาไหลออกจากก๊อกรดน้ำสนามหญ้ากี่ลิตรต่อวินาที

ตารางที่ 2.8 ความต้องการน้ำประปาคิดเป็นหน่วยสุขภัณฑ์

ประเภทของเครื่องสุขภัณฑ์	สถานที่ใช้	ชนิดของเครื่องควบคุม	หน่วยสุขภัณฑ์
ส้วม	สาธารณะ	ประตูน้ำล้าง	10
	ส่วนบุคคล	ประตูน้ำล้าง	6.0
		ถังน้ำล้าง	2.2
ที่ปัสสาวะ	สาธารณะ	ประตูน้ำล้างขนาด 25 ม.ม.	10
		ประตูน้ำล้างขนาด 20 ม.ม.	5.0
		ถังน้ำล้าง	3.0
อ่างล้างมือ	สาธารณะ	ก๊อกน้ำ	1.0
อ่างอาบน้ำ	สาธารณะ	ก๊อกน้ำ	2.7
ฝักบัว	สาธารณะ	ประตูก๊อกน้ำ	3.0
อ่างซักล้าง	สำนักงานและอื่นๆ	ก๊อกน้ำ	2.25
อ่างล้างชาม	โรงแรมภัตตาคาร	ก๊อกน้ำ	3.0
อ่างล้างมือ	ส่วนบุคคล	ก๊อกน้ำ	0.5
อ่างอาบน้ำ	ส่วนบุคคล	ก๊อกน้ำ	2.0
ฝักบัว	ส่วนบุคคล	ประตูก๊อกน้ำ	1.0
อ่างล้างชาม	ส่วนบุคคล	ก๊อกน้ำ	1.0
อ่างซักผ้า	ส่วนบุคคล	ก๊อกน้ำ	1.8

การใช้เครื่องสุขภัณฑ์แต่ละชุดใน 1 ครั้งเช่น มีปริมาณน้ำประปาที่ถูกใช้ไป สำหรับการล้างมือแต่ละครั้งกี่ลิตร Roy B.Hunter ได้พัฒนาข้อมูลเหล่านี้ ออกมาเป็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเครื่องสุขภัณฑ์กับปริมาณน้ำใช้สูงสุดที่ต้องการซึ่งผลออกมามีปริมาณน้ำใช้สำหรับอาคารมากเกินไปทำให้ไม่เป็นที่ประหยัดสำหรับการนำน้ำไปใช้ในการออกแบบระบบท่อประปาของอาคาร ดังนั้น Hunter ได้พัฒนาออกมาเป็นหน่วยสุขภัณฑ์ดัง ตารางที่ 2.8 ซึ่งได้พิจารณาว่าเครื่องสุขภัณฑ์ได้ถูกใช้พร้อมกันทั้งอาคารโดยได้แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าหน่วยสุขภัณฑ์กับอัตราความต้องการน้ำสูงสุดที่น่าจะเป็นไปได้[2]

2.1.3 ทฤษฎีการกำหนดขนาดท่อน้ำประปา[2]

การกำหนดขนาดท่อมีข้อแนะนำเบื้องต้นคือควรออกแบบให้ความเร็วของการไหลอยู่ในช่วง 1.2 – 2.4 m/s โดยพิจารณาในรายละเอียดตามตารางที่ 2.8 ซึ่งถ้าช้ากว่านั้นจะใช้ท่อใหญ่เกินไปเป็น การสิ้นเปลือง (เว้นแต่เป็นการออกแบบเพื่อเผื่อการขยายระบบในอนาคต) ส่วนถ้าเร็วกว่านั้นจะทำให้ความดันตกมาก ท่อสึกหรอเร็ว (ดูตารางที่ 2.9) และอาจมีเสียงดัง นอกจากนี้ขนาดท่อยังมีผลต่อการกำหนดความเร็วด้วย เนื่องจากที่การไหลเร็วเท่ากัน ความดันลดในท่อขนาดเล็กจะสูงกว่าท่อขนาดใหญ่ ตารางที่ 2.9 และ 2.11 จึงให้ค่าแนะนำสำหรับความเร็วของการไหลในท่อและความเร็วของๆ ไหลทางด้านดูดของปั๊มตามขนาดท่อ ทั้งนี้ข้อมูลความเร็วที่แนะนำในตารางที่ 2.9 และ 2.11 อ้างอิงกับ ท่อเหล็กเหนียวเป็นหลัก หากใช้งานในท่อที่มีผิวเรียบกว่า และ ต้านทานการสึกกร่อนได้ดีกว่า เช่น ท่อสเตนเลส อาจใช้ความเร็วสูงกว่าที่ระบุในตารางได้บ้าง

ตารางที่ 2.9 ความเร็วที่เหมาะสมของน้ำในท่อส่วนต่างๆ[2]

ประเภทของท่อและของไหล	ความเร็ว (m/s)
ท่อทางส่งของปั๊มน้ำ	2.4 – 3.6
ท่อทางดูดของปั๊มน้ำ	1.2 – 2.1
ท่อน้ำทิ้ง (Drain Pipe)	1.2 – 2.1
ท่อร่วม (Header)	1.2 – 4.6
ท่อน้ำแทนแนวดิ่ง (Riser)	0.9 – 3.0
ท่อน้ำทั่วไป	1.2 – 3.0
ท่อส่งน้ำประปา	0.9 – 2.1
ท่อเดินน้ำสำหรับหม้อไอน้ำ	2.5 – 4.6

ตารางที่ 2.10 ความเร็วสูงสุดในระบบท่อเพื่อให้เกิดการสึกหรอในอัตราที่เหมาะสม [2]

ชั่วโมงการใช้งานต่อปี*	ความเร็วสูงสุด (m/s)
1,500	3.66
2,000	3.51
3,000	3.35
4,000	3.05
6,000	2.74
8,000	2.44
*หมายเหตุ 1ปี มี 8,760 ชม.	

ตารางที่ 2.11 ความเร็วของน้ำที่เหมาะสมสำหรับท่อขนาดต่างๆ [2]

ขนาดท่อ DN (mm)	ความเร็วที่เหมาะสม (m/s)	
	ท่อทั่วไป	ท่อทางดูดของปั๊ม
25	1.00	0.50
50	1.10	0.50
80	1.15	0.50
100	1.25	0.55
150	1.50	0.60
200	1.75	0.75
250	2.00	0.90
300	2.65	1.40

2.1.4 ทฤษฎีการคำนวณขนาดท่อน้ำประปา[3]

การคำนวณขนาดท่อน้ำประปาขณะที่น้ำไหลจะเกิดความเสียดทานขึ้นอันเนื่องมาจากความหนืดของน้ำถ้าผนังของท่อหยาบก็จะเพิ่มความเสียดทานขึ้นอีกเนื่องจากความหยาบของผนังท่อทำให้เพิ่ม Turbulent Flow ภายในท่อพลังงานที่สูญเสียไปเนื่องจากความเสียดทานนี่จะแสดงออกมาในรูปของ ความดันลด (Pressure Loss) ความดันลดที่แปรตามความยาวท่อความเร็วของน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อและความหยาบของผนังท่อ ถ้าถือเอาผิว ภายในเป็นหลักก็อาจจะแบ่งท่อได้เป็น 3 ประเภทคือ

1) ท่อผิวเรียบ หมายถึง ท่อที่มีผนังเรียบมากและหลังจากได้ใช้งานไปนานแล้วความหยาบของผนัง จะไม่เพิ่มขึ้นมากนักท่อประเภทนี้ ได้แก่ ท่อทองแดง เป็นต้น

2) ท่อผิวหยาบปานกลาง หมายถึง ท่อใหม่ที่มีผนังเรียบดีแต่หลังจากใช้งานไปสัก 3 ถึง 4 ปีแล้วผนังจะมีความความหยาบปานกลางท่อประเภทนี้ ได้แก่ ท่อเหล็กดำ ท่อเหล็กอาบสังกะสี ท่อเหล็กหล่อ เป็นต้น

3) ท่อผิวหยาบมาก หมายถึง ท่อซึ่งทำด้วยวัสดุที่มีผนังท่อหยาบมากหลักจากที่ใช้งานไปแล้วเป็นระยะเวลาหนึ่งหรือท่อเก่าที่นำมาใช้ใหม่สำหรับระยะเวลาที่ใช้งานจนผนังท่อหยาบนั่น ยังไม่มีการวางหลักเกณฑ์ลงไปจึงต้องเป็นหน้าที่ของวิศวกรระบบท่อที่จะต้องพิจารณาขนาดของท่อจะหาได้จากสมการเบื้องต้นทางกลศาสตร์ของไหล

$$Q = AV \tag{2.1}$$

โดยที่

Q = อัตราการไหลเชิงปริมาตร (m^3/s)

A = พื้นที่หน้าตัดของท่อ (m^2)

V = ความเร็วของน้ำภายในท่อ (m/s)

หรือสามารถหาได้จากสูตร Hazen – Williams Friction Loss คือ

$$Q = 0.278CD^{2.948}S^{0.54} \tag{2.2}$$

โดยที่

Q = อัตราการไหลเชิงปริมาตร (m^3/s)

S = h_f /L (m)

h_f = ความดันลด (m)

L = ความยาวท่อ (m)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (in)

C = สัมประสิทธิ์ชนิดของท่อ

ค่า C นี้ขึ้นอยู่กับขนาดของผนังท่อซึ่งวัสดุท่อและอายุที่ได้ใช้งานมาแล้ว ท่อผนังเรียบจะมีค่า C สูงกว่าท่อผนังหยาบสำหรับค่า C ที่ใช้ในการออกแบบระบบท่อนี้สามารถหาได้จากตาราง 2.12

ตาราง 2.12 ค่าคงที่ (C) [3]

Type of pipe	**C**
Asbestos Cement	140
Brass	130-140
Brick Sewer	100
Cast Iron New Unlined Old Unlined Cement Lined Bituminastic Enamel Lined Tar-Coated	 130 120 130-150 140-150 115-135
Concrete or Concrete Lined Steel forms Wooden form Centrifugally Spun	 140 120 135
Copper	130-140
Fire Hose (Rubber Lined)	135
Galvanize Iron	120

สำหรับการไหลของของไหล นั้นหากว่าพิจารณาว่าไม่มีการสูญเสียพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่นการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานหรือการถ่ายโอนความร้อน ดังนั้นตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์จะได้ว่าผลรวมของพลังงานทั้งหมดที่มีอยู่ในของไหลจะต้องคงที่และถ้าหากว่าการไหลนั้นเป็นการไหลที่อัดตัวไม่ได้เราสามารถที่จะเขียนสมการพลังงานให้อยู่ในรูปของสมการเบอร์นูลีย์ (Bernoulli's Equation) คือ

$$\frac{P}{\rho} + \frac{V^2}{2} + gZ = \text{constant} \tag{2.3}$$

เมื่อ P คือความดัน, V คือความเร็ว, Z คือความสูงจากระดับอ้างอิงหนึ่งและเป็นความหนาแน่นของของไหลหรือเมื่อพิจารณาที่จุดสองจุดใดๆในสนามการไหลจะได้

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} + gZ_1 = \frac{P_1}{\rho} + \frac{V_2^2}{2} + gZ_2 \tag{2.4}$$

หรืออาจใช้ค่า g หารตลอดทั้งสมการจะได้

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + H_p = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + H_f$$

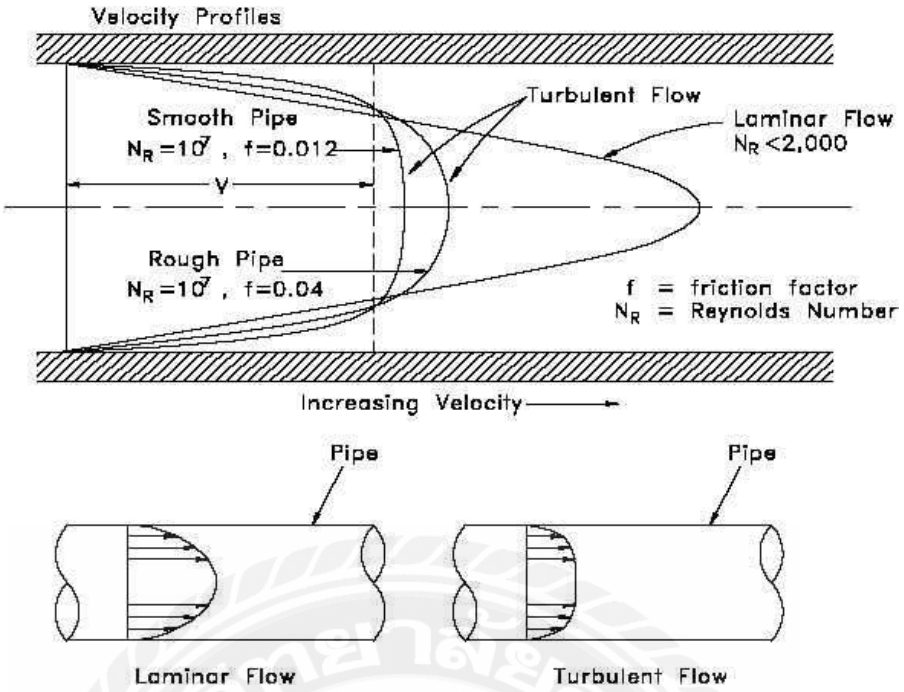
$$H_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + H_f + (Z_2 - Z_1) \tag{2.5}$$

เมื่อ

H_p = Head Pump เครื่องสูบน้ำในระบบ (m)

H_f = Head Loss ของระบบภายในท่อ (m)

จะพบว่าหน่วยของแต่ละพจน์จะเป็นหน่วยของความสูง (m) และสามารถเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า Head (เฮด) ซึ่งมีความหมายทางฟิสิกส์ว่าเป็นพลังงานต่อหน่วยน้ำหนักของของไหลและเมื่อพิจารณาที่ละพจน์ก็จะมีชื่อเรียกต่างๆกันออกไปคือสำหรับพจน์แรกเป็นพจน์ที่ประกอบด้วยความดันสถิต (Static Head) ส่วนพจน์ที่สองเป็นพจน์ เฮดความเร็ว (Velocity Head) และพจน์สุดท้ายจะเรียกว่า เฮดระดับความสูง (Elevation Head) และเมื่อรวมทั้งหมดเข้าด้วยกันจะเรียก ความดันรวม (Total Head)



รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลง velocity profile

จากรูปที่ 2.3 บริเวณปากทางเข้าความเร็วของของไหลจะมีลักษณะสม่ำเสมอ (Uniform) มีความเร็ว u_0 เนื่องจากของไหลมีความหนืดทำให้เกิดแรงเสียดทานที่ผนังท่อ ดังนั้นของเหลวที่ติดกับผนังท่อจะมีความเร็วเป็นศูนย์และผลของแรงเสียดทานทำให้ การกระจายของความเร็ว (Velocity Profile) ตามแนวหน้าตัดของท่อเปลี่ยนรูปไปจากที่เป็นอยู่ที่ปากทางเข้าแนวเส้นที่แสดงรอยต่อระหว่าง ที่เป็นเส้นตรงและเส้นโค้งเรียกว่า ชั้นขอบเขต (Boundary Layer) จากรูปจะเห็นว่าความหนาจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จะเป็นจุดเริ่มต้นการเกิด การกระจายความเร็ว

ค่าเรย์โนลดส์หรือค่า Re (Reynolds Number) สำหรับการไหลภายในท่อนั้นถ้าให้ V เป็นค่าความเร็วเฉลี่ย D เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของพื้นที่หน้าตัดท่อแล้วจะได้สมการหาค่าเรโนลดส์

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho VD}{\mu} = \frac{\rho D}{\mu}\frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4Q\rho}{\mu\pi D} \qquad (2.6)$$

เมื่อ

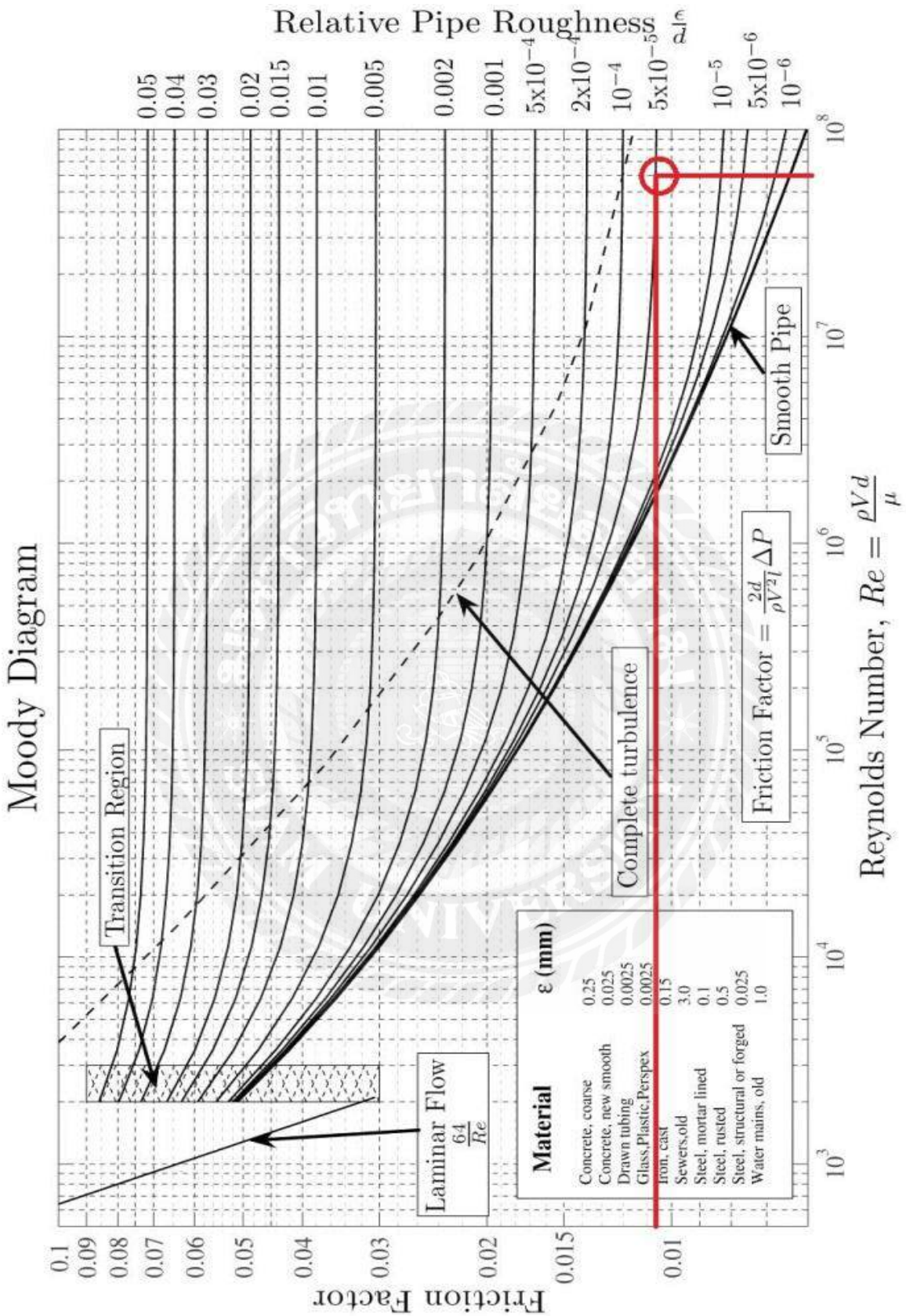
V = ความเร็วการไหล (m/s)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางในท่อ (m)

Q = อัตราการไหล (m^3/s)

ρ = ความหนาแน่นของของไหล (kg/m^3)

μ = ค่าความหนืดของของไหล (kg/m.s)



รูปที่ 2.4 Moody Diagram

จากรูปที่ 2.4 การไหลแบบราบเรียบนั้นค่า f จะแปรผันกับค่า Re โดยจะอยู่ในช่วง 0-2000 (หรือกล่าวได้ว่าแปรผกผันกับค่า V, D) ในค่า f เป็นค่าของท่อที่ผิวเรียบสำหรับค่า f ของท่อที่มีผิวขรุขระค่า Re จะอยู่ในช่วง 2001-4000 ค่า f สามารถหาได้จากแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์กันระหว่างค่า f และค่า Re ซึ่งมีชื่อว่าแผนภาพมูดี้ (Moody Diagram) เมื่อได้ค่า ตัวประกอบความเสียดทาน (Friction) จากมูดี้แล้วให้นำกลับมาแทนในสมการของเบอร์นูลลีย์ (Bernoulli's Equation)

H_f = Major Loss + Minor Loss

$$H_f = \frac{fL}{D}\frac{V^2}{2g} + \sum k\frac{V^2}{2g} \tag{2.7}$$

จากสมการ 2.1 จะได้ว่า

$$H_f = \left(\frac{fL}{D} + \sum k\right)\frac{16\,Q^2}{\pi^2 D^4 2g} \tag{2.8}$$

แทนลงในสมการ 2.5 จะได้ว่า

$$H_p = \frac{P_1 - P_2}{\rho g} + (Z_2 - Z_1) + \left(\frac{fL}{D} + \sum k\right)\frac{16\,Q^2}{\pi^2 D^4 2g} \tag{2.9}$$

เมื่อ

L = ความยาวของท่อ (m)

g = แรงโน้มถ่วง (m/s^2)

f = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

Z = ระดับความสูง (m)

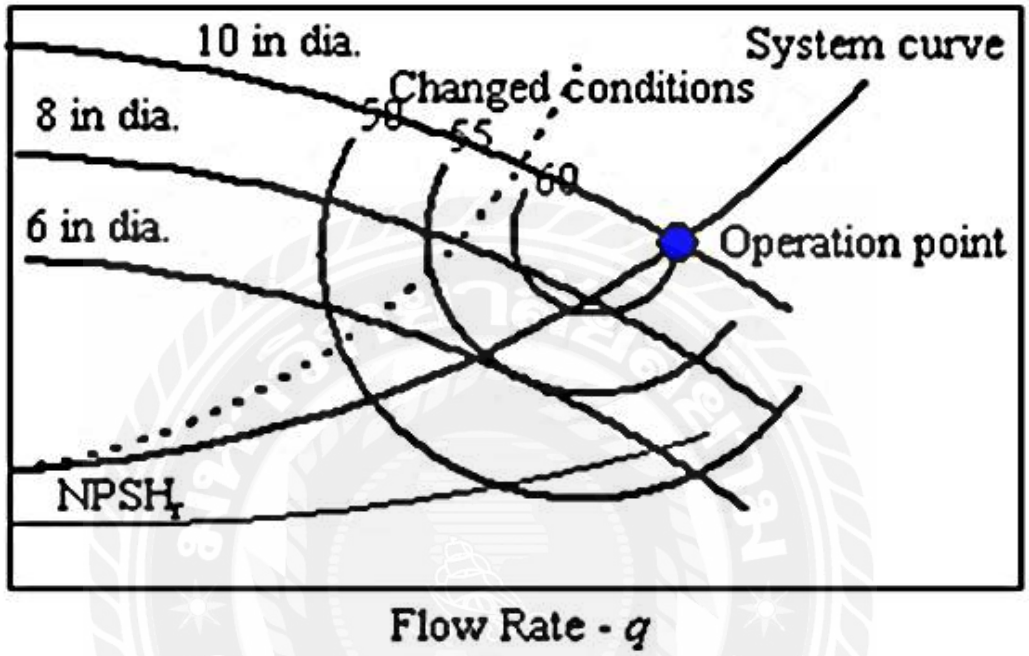
P = ความดัน (N/m^2)

ตารางที่ 2.13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของการสูญเสียรอง

Elbows	ค่าสัมประสิทธิ์สูญเสียรอง
Regular 90 flanged	0.3
Regular 90 threaded	1.5
Long radius 90 flanged	0.2
Long radius 90 threaded	0.7
Long radius 45 flanged	0.2
Regular 45 threaded	0.4
180 Return bends	ค่าสัมประสิทธิ์สูญเสียรอง
180 Return bend flanged	0.2
180 Return bend threaded	1.5
Tees	ค่าสัมประสิทธิ์สูญเสียรอง
Line flow flanged	0.2
Line flow threaded	0.9
Branch flow flanged	1.0
Branch flow threaded	2.0
Valves	ค่าสัมประสิทธิ์สูญเสียรอง
Globe fully open	10
Angle fully open	2
Gate fully open	0.15
Ball valve fully open	0.05

การสูญเสียจากความฝืดในระบบท่อ (Pipe Friction Losses)

จากตารางที่ 2.13 คือการสูญเสียของพลังงานของการไหลในท่อเกิดจากผลของความหนืดที่กระทำต่อพื้นผิวภายในของท่อที่เรียกว่า การสูญเสียหลัก (Major Loss) รวมกับการสูญเสียของพลังงานจากสิ่งกีดขวางในระบบท่อที่เรียกว่า การสูญเสียรอง (Minor Loss) เช่น ข้องอ ข้อต่อ วาล์ว



รูปภาพที่ 2.5 Performance Curve Pump ยี่ห้อ Ebara

จากรูปภาพที่ 2.5 เป็นกราฟประสิทธิภาพของปั๊ม (Performance Curve) เมื่อตัดกับเส้นระบบ (System Curve) จะได้จุดทำงานของปั๊ม (Operation Point) โดยเลือกขนาดใบพัดให้ประสิทธิภาพสูงสุด

2.1.5 ทฤษฎีการวางระบบท่อประปาภายในอาคาร[2]

งานวางท่อประปาภายในอาคาร ประกอบด้วยงานจัดหาและวางท่อประปาพร้อมทั้งติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องรวมทั้งการติดตั้งถังเก็บกักน้ำประปาและเครื่องสูบน้ำประปา การวางท่อและการติดตั้งอุปกรณ์ตามคำแนะนำของผู้ผลิต งานทดสอบและงานทำความสะอาดท่อประปา การเก็บเศษวัสดุท่อเหลือใช้และเศษขยะต่างๆออกจากอาคาร

การรักษาความสะอาดสถานที่ก่อสร้างและความปลอดภัย

(1) จะต้องป้องกันอัคคีภัย และระมัดระวังให้เกิดความปลอดภัยต่อทรัพย์สินและบุคคลผู้ร่วมปฏิบัติงานทั้งหมด

(2) จะต้องรับผิดชอบเต็มที่กับความเสียหายต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานการติดตั้ง

(3) จะต้องดูแลสถานที่ปฏิบัติงาน ที่พักชั่วคราว ที่เก็บของต่างๆ ให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพปลอดภัยตลอดเวลา

(4) จะต้องพยายามทำงานให้เงียบ และสั่นสะเทือนน้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อนและมีผลกระทบกระเทือนต่อคนหรืองานอื่นๆที่อยู่ใกล้สถานที่ติดตั้ง

(5) เมื่อได้ติดตั้งสมบูรณ์แล้ว จะต้องขนย้ายเครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนรื้อถอนอาคารชั่วคราวซึ่งได้ปลูกสร้างขึ้นสำหรับงานนี้ออกไปให้พ้นจากสถานที่ทั้งหมด

(6) จะต้องจัดให้มีช่องทางเข้าถึงเครื่องจักรวัสดุและอุปกรณ์โดยมีขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้สะดวกแก่การขนส่งและการซ่อมบำรุงรักษา

(7) จะต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าชั่วคราวให้มีแสงสว่างเพียงพอตามจุดต่างๆ ภายในอาคาร ซึ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานหรือตรวจสอบงานและความปลอดภัยในการทำงานของส่วนระบบ

2.1.6 ทฤษฎีการคำนวณโปรแกรมสำเร็จรูป[3]

จุดประสงค์ของการนำสูตรมาซ้อนสูตร เพื่อทำให้สูตรๆเดียวสามารถคำนวณให้ผลลัพธ์ได้เลยทันที โดยไม่ต้องพึ่งพาสูตรในเซลล์อื่น ๆ และ เขียนแบบของท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนขึ้นมาโดยใช้โปรแกรม AutoCad ทำให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. ช่วยกำจัดเซลล์ที่ต้องใช้เพื่อสร้างสูตร
2. ช่วยให้ค้นหาเซลล์สูตรได้ง่ายเนื่องจากสูตรถูกนำมารวมกันไว้เพียงที่เดียว
3. หากมีจำนวนเซลล์ที่มีสูตรยาวๆจำนวนไม่มากนักจะทำให้ File มีขนาดเล็กลง เนื่องจากไม่ต้องเปลืองเซลล์หรือ Sheet เพื่อแยกเก็บสูตร และช่วยให้คำนวณรวดเร็วยิ่งขึ้น
4. ช่วยในการเขียนแบบของท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนขึ้นมาโดยใช้โปรแกรม AutoCad เพื่อการสะดวกในการเขียนและรวดเร็ว

ส่วนข้อเสียของการสร้างสูตรซ้อนสูตรคือ สร้างยาก และทำให้แก้ไขสูตรภายหลังยากขึ้นจึงต้องเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียดังกล่าวนี้เสมอ หากสร้างเองใช้เองแก้เองคงไม่ต้องห่วงหนัก แต่ถ้าสร้างสูตรแล้วทิ้งไว้ให้คนอื่นแก้ไข้ คงต้องลืมกันไปเลยว่า จะเริ่มแก้ไขยังไงกันดีส่วนมากมักสร้างสูตรกันขึ้นมาใหม่เลยหลักการสร้างสูตรซ้อนสูตร

1.ควรรวมกลุ่มของสูตรซึ่งคำนวณเป็นลำดับต่อเนื่องกันไว้เป็นสูตรเดียว และแยกขั้นตอนซึ่ง ไม่ต่อเนื่องออกเป็นอีกหนึ่งสูตร

2.ควรแยกสูตรออกให้ทำงานคืนค่าซึ่งมีความหมายสมบูรณ์ในขั้นนั้น ๆ และง่ายต่อการตรวจสอบว่าลำดับการคำนวณขั้นใดผิดพลาด จะได้สะดวกต่อการแก้ไขให้ถูกต้อง

3.อย่ารวมทุกขั้นตอนของการคำนวณไว้ในสูตรๆเดียวจนยาวเกินไป

2.1.7 ทฤษฎีการออกกแบบระบบท่อน้ำร้อน[2]

ระบบท่อน้ำร้อนมีใช้อยู่ในอาคารหลายประเภท เช่น โรงแรม สถานอาบอบนวด และโรงพยาบาล เป็นต้น จุดประสงค์เบื้องต้นของการออกแบบระบบท่อน้ำร้อนสำหรับอาคารก็คือ การจัดระบบให้สามารถจ่ายน้ำร้อนตามอุณหภูมิที่ต้องการได้ในทุกๆ ส่วนของระบบตลอดเวลา ระบบท่อน้ำร้อนอย่างง่ายที่สุดจะประกอบด้วยท่อเมนต่อออกจากเครื่องทำน้ำร้อนไปยังจุดที่ต้องการใช้น้ำร้อน ถ้าความต้องการใช้น้ำร้อนมีเป็นระยะๆ ดังเช่น อ่างล้างมือ และอ่างอาบน้ำตามโรงแรมทั่วไปแล้ว ในระหว่างที่ไม่มีการใช้น้ำร้อน น้ำที่ค้างอยู่ภายในท่อจะค่อยๆเย็นลงจนอาจจะมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิโดยรอบได้ การหุ้มฉนวนท่อเป็นเพียงการชะลอให้น้ำเย็นช้าลงเท่านั้น เมื่อทำการเปิดวาล์วของเครื่องสุขภัณฑ์ น้ำส่วนที่ค้างอยู่ภายในท่อจะต้องไหลออกมาจนหมดเสียก่อน จึงจะได้น้ำร้อนตามที่ต้องการระยะเวลาที่ต้องรอน้ำร้อนนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ค้างอยู่ภายในท่อ และอัตราการไหลที่เครื่องสุขภัณฑ์จากที่ได้กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่าการออกแบบระบบท่อน้ำร้อนสำหรับอาคารมีความยากกว่าการออกแบบระบบท่อน้ำเย็น และระบบท่อน้ำเสียของอาคาร

ระบบท่อสำหรับจ่ายน้ำร้อนให้กับอาคารจะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แบบจ่ายขึ้น (Up-Feed) และจ่ายลง (Down-Feed) วิธีการจัดระบบท่อน้ำร้อนที่นิยมใช้กันทั่วไป มี 4 แบบ ดังนี้

1.แบบระบบน้ำร้อนชนิดใช้ท่อจ่ายเป็นท่อไหลวนกลับ

2.แบบระบบน้ำร้อนชนิดใช้ท่อไหลวนกลับแยกต่างหาก

3.แบบระบบน้ำร้อนชนิดใช้ท่อจ่ายเป็นท่อไหลวนกลับสำหรับแต่ละRISER

4.แบบระบบน้ำร้อนชนิดจ่ายลง

เนื่องจากน้ำที่ค้างอยู่ภายในท่อในขณะที่ไม่มีการใช้น้ำจะเย็นลงจึงจะต้องจัดให้มีการหมุนเวียนน้ำร้อนกลับมาสู่อุปกรณ์ทำน้ำร้อน เพื่อให้ระบบมีน้ำร้อนตามอุณหภูมิที่ต้องการอยู่เสมอ

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

2.2.1 งานวิจัยการประเมินคุณภาพระบบท่อน้ำประปา

งานวิจัยการประเมินระบบคุณภาพท่อน้ำประปา การศึกษานี้เพื่อประเมินการควบคุมและดูแลระบบผลิตประปาหมู่บ้าน คุณภาพน้ำ ประปาและ การบริหารงานกิจการประปาของคณะกรรมการบริหาร โดยทำการการสุ่มตัวอย่างระบบผลิต ประปาทั้งสิ้น 110 แห่งและใช้แบบสอบถามความคิดเห็นของคณะกรรมการและผู้ดูแลระบบ เก็บตัวอย่างน้ำประปาเพื่อตรวจวัดคุณภาพ การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้าได้กำหนดพารามิเตอร์คือ ความเป็นกรด-ด่าง สีความขุ่น ของแข็งละลาย ความกระด้าง เหล็ก คลอไรด์ ไนเตรต โคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำ ประปา ปี พ.ศ. 2543 ของกรมอนามัยพบว่าคุณภาพน้ำ ประปาหมู่บ้าน 48% ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ น้ำประปา ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการโดยคณะกรรมการบริหารกิจการประปาอยู่ในระดับพอใช้ผู้ดูแลระบบประปาหมู่บ้านยังขาดความรู้ความเข้าใจในการดูแลระบบเพราะขาด การได้รับ การอบรมการผลิตประปาที่ถูกต้องดังนั้น จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงและพัฒนาต่อไป[2]

2.2.2 งานวิจัยงานระบบสุขาภิบาลในอาคารสูง

วิศวกรงานระบบสุขาภิบาลในระบบอาคารสูง บริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน) โครงงานนี้เป็นการศึกษาระบบสุขาภิบาลในอาคารสูง ณ โครงการ ศุภาลัย วิสต้า(แยกติวานนท์) ซึ่งเป็นสถานที่ปฏิบัติงานโดยปฏิบัติงานในตำแหน่ง วิศวกรงานระบบ ในอาคารสูง ซึ่งงานระบบสุขาภิบาลถือได้ว่าเป็นระบบทีมีความสำคัญระบบหนึ่งในอาคารสูง เพื่อความสะดวกสบายและความพึงพอใจสูงสุดของผู้อยู่อาศัยในอาคาร[3]

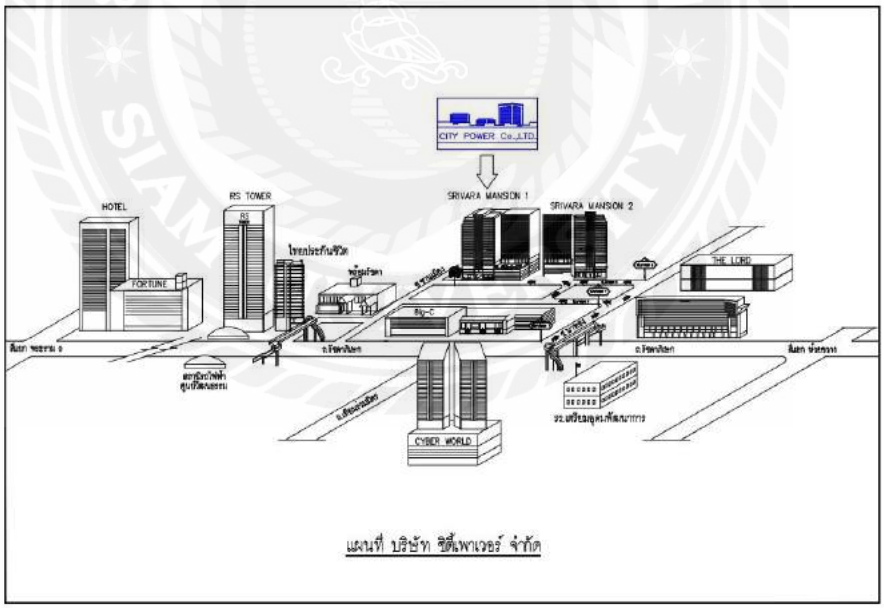
โดยระบบสุขาภิบาลในอาคารจะแบ่งออกเป็นระบบย่อยๆดังนี้ 1.ระบบน้ำดีหรือระบบน้ำใช้ 2.ระบบระบายน้ำทิ้ง (น้ำทิ้งที่เกิดจากอ่างล้างจานอ่างล้างมือและการชำระล้างร่างกายของผู้อยู่อาศัย) 3.ระบบระบายน้ำโสโครก (น้ำโสโครกที่เกิดจากการขับถ่ายของผู้อยู่อาศัย) 4.ระบบระบายน้ำฝน เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยในอาคารเกิดความพึ่งพอใจสุดสูงในระบบ สุขาภิบาล การระบายน้ำทิ้งต่างๆจะต้องไม่เกิดการรั่วซึมหรืออุดตัน ระบบจ่ายน้ำใช้จะต้องมีการจ่ายน้ำที่ดีคงที่ไม่แรงเกินไปและไม่เบาจนเกิดไป ซึ่งทั้งหมดที่ได้กล่าวมานั้นจะให้ระบบสุขาภิบาลที่ดีมีคุณภาพจะต้องเกิดจากการควบคุมงานและการติดตั้งที่มีมาตรฐาน และทดสอบระบบก่อนส่งมอบให้แก่ผู้อยู่อาศัย

บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติ จะกล่าวถึง ชื่อ-ที่ตั้ง ของสถานประกอบการ ลักษณะโดยรวมของสถานประกอบการ รูปแบบการบริหารองค์กร ตำแหน่งงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงานโครงการสหกิจ

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

สำนักงานใหญ่ : 236/6 อาคาร ศรีวราแมนชั่น1 ซอย นาทอง ถนน รัชดาภิเษก
แขวง ดินแดง เขต ดินแดง กรุงเทพ 10400
รายละเอียดบริษัท : รับเหมาก่อสร้างงานระบบ
โทรศัพท์ : 02-6412255
แฟกซ์ : 02-6412249



รูปที่ 3.1 ที่ตั้ง บริษัท ซิตี้เพาเวอร์ 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 ถ.สุขุมวิท 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

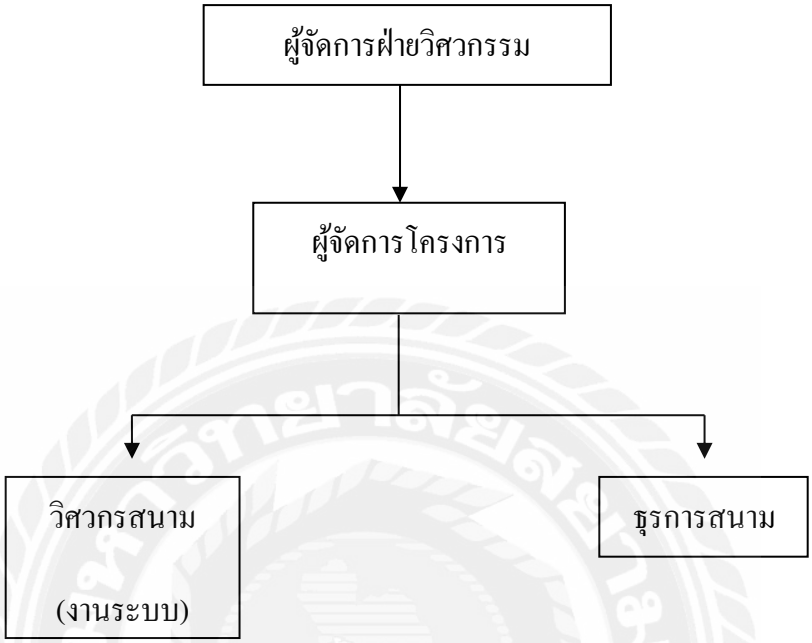
ระยะเวลาก่อสร้าง : 22 เดือน

ผู้รับเหมาโครงสร้าง : THAI OBAYASHI

เจ้าของโครงการ : Siam Sindtorn Co,Ltd.

3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร

บริษัท ซิตี้เพาเวอร์ จำกัด



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งงานในโครงการ สินธรวิลเลจ ตึก AP-W

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : วิศวกรงานระบบ

ลักษณะงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : ตรวจสอบช่างติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล

3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา : จิระพล สังวาลย์

ตำแหน่ง : วิศวกรโครงการ (Project Engineer)

แผนก : งานระบบ (Mechanical Engineer)

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มปฏิบัติงาน : วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2561

สิ้นสุดการปฏิบัติงาน : วันที่ 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2561

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.7.1 ปรึกษาพนักงานพี่เลี้ยง

สอบถามถึงหัวข้อโครงงานในหัวเรื่องต่างๆที่สามารถ นำมา ประยุกต์ใช้ในทางวิศวกรรม

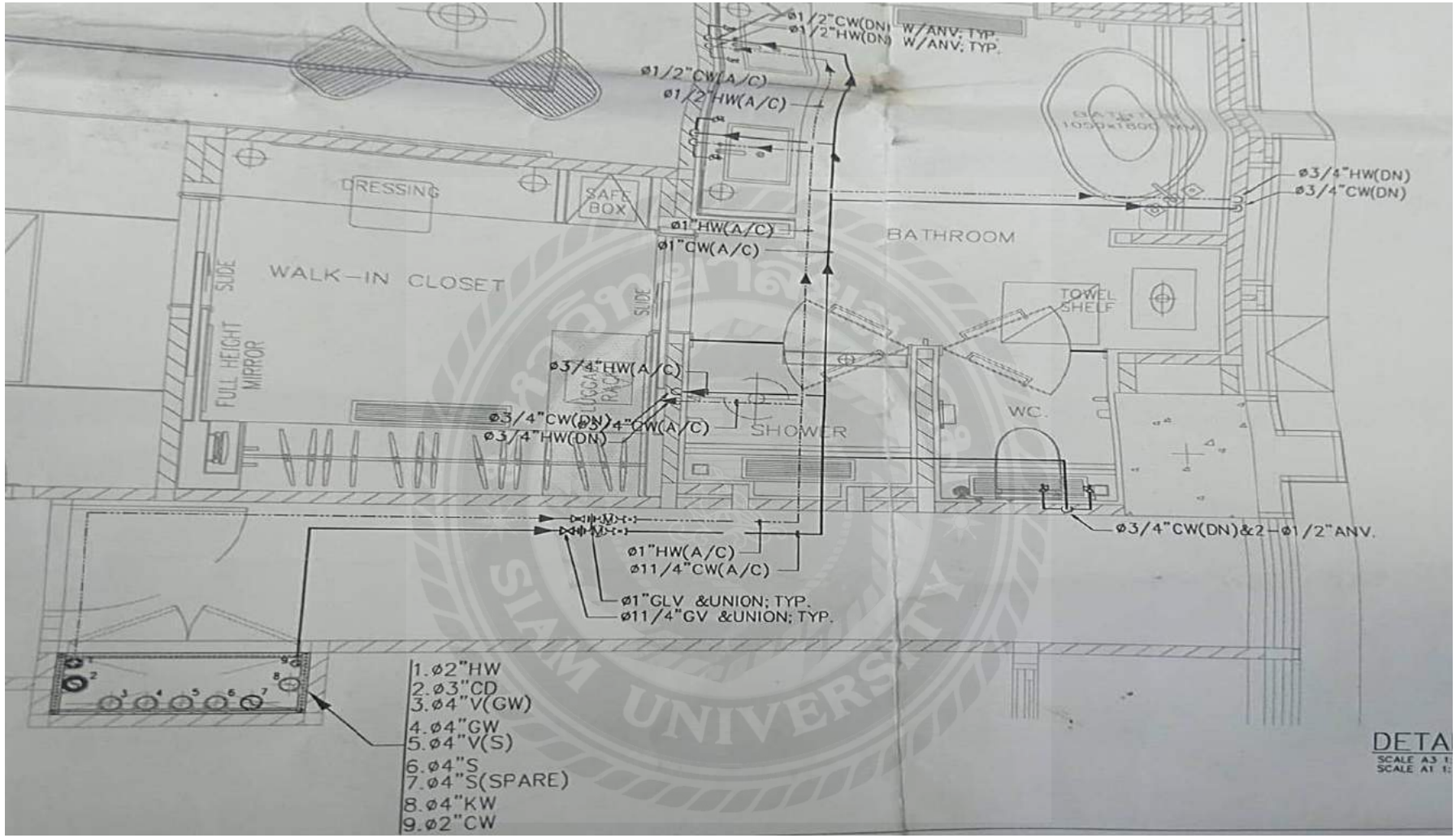
3.7.2 ตั้งหัวข้อโครงงาน

หาหัวข้อโครงงาน โดยการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาถึงความเป็นไปได้ในโครงงาน รวมถึงขอคำชี้แนะในการเจอปัญหาในการทำโครงงาน

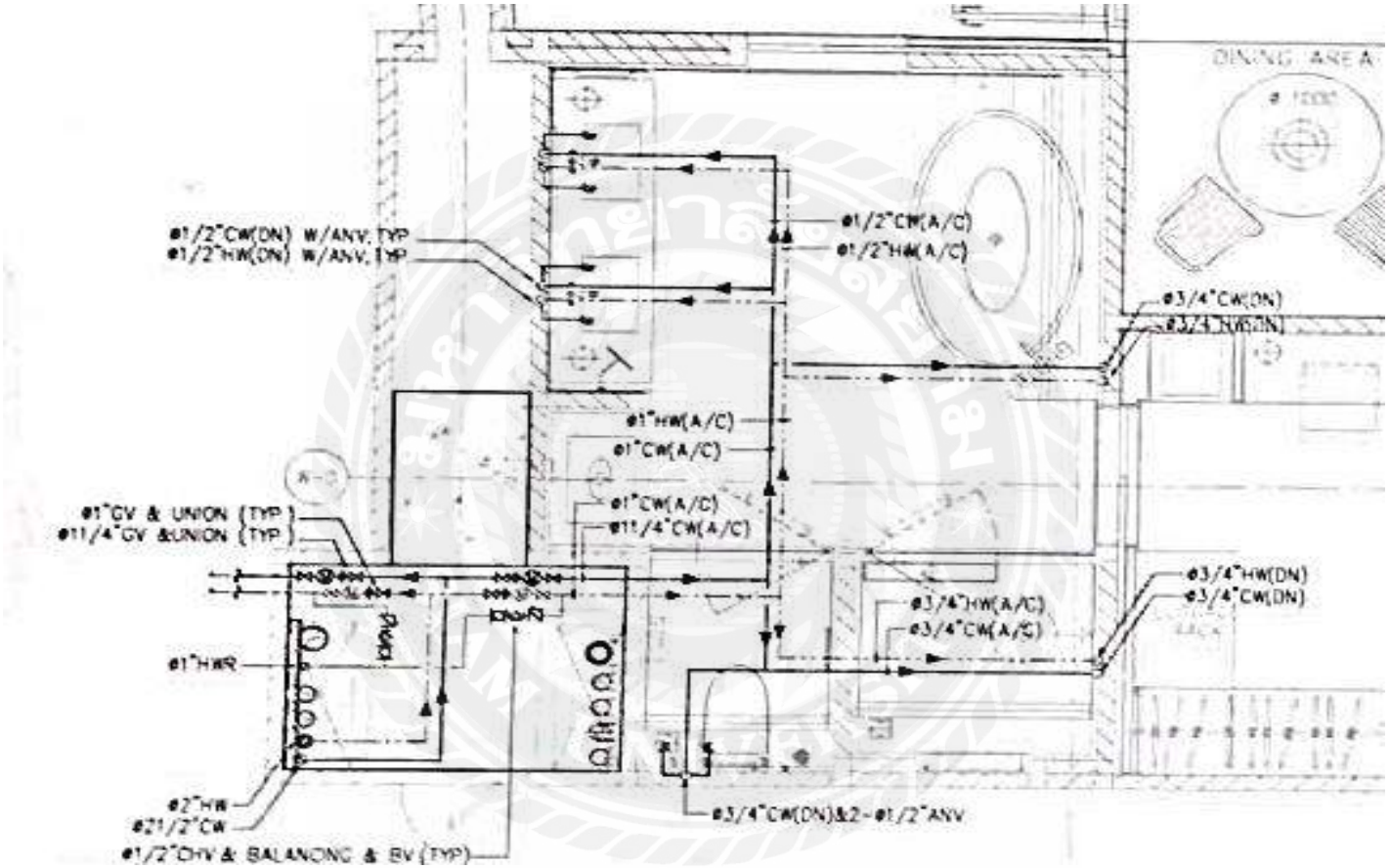
3.7.3 ขั้นตอนการคำนวณ

ทำการค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณการจัดการระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนที่เหมาะสมเพื่อลดค่าใช้จ่าย

3.7.3.1 แบบแปลนห้องพรีเมียร์ 2 - จูเนียร์สูท 2



รูปที่ 3.4 แบบห้อง พรีเมียร์ 2



รูปที่ 3.5 แบบห้อง จูเนียร์สูท 2

3.7.4 วิธีการติดตั้ง

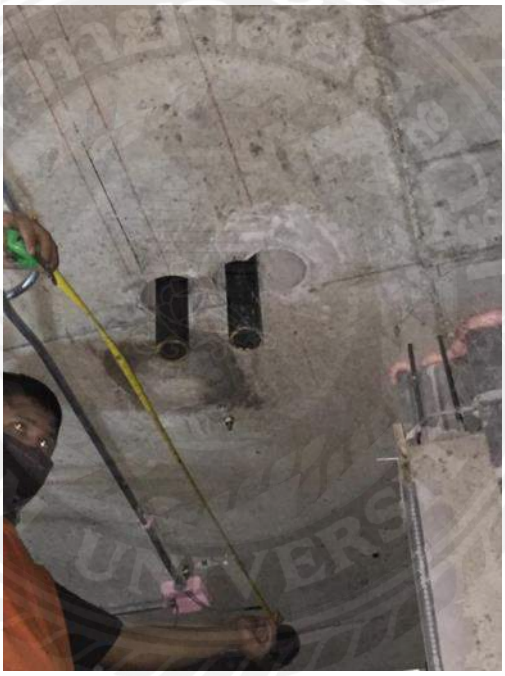
การติดตั้งระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนส่วนมากจะให้ช่างมาติดตั้งและคนซื้อมักไม่มีความรู้ในส่วนนี้ แต่ส่วนนี้จำเป็นมากกว่าการเลือกซื้อท่อและอุปกรณ์เลยอาจจะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยต่อผู้อยู่อาศัย

3.7.4.1 การสำรวจห้องและเตรียมพื้นที่

จะทำการสำรวจตามแบบงานที่ได้รับเพื่อติดตั้งท่อในระบบสุขาภิบาล สำรวจเสร็จก็ทำการเตรียมพื้นที่สำหรับการติดตั้ง

3.7.4.2 การเดินในท่อระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน

สำหรับการเดินท่อในระบบสุขาภิบาลจะมีการวัดระยะจากแบบเพื่อให้ได้ระยะที่ถูกต้องในการติดตั้งในหน้างานจริง

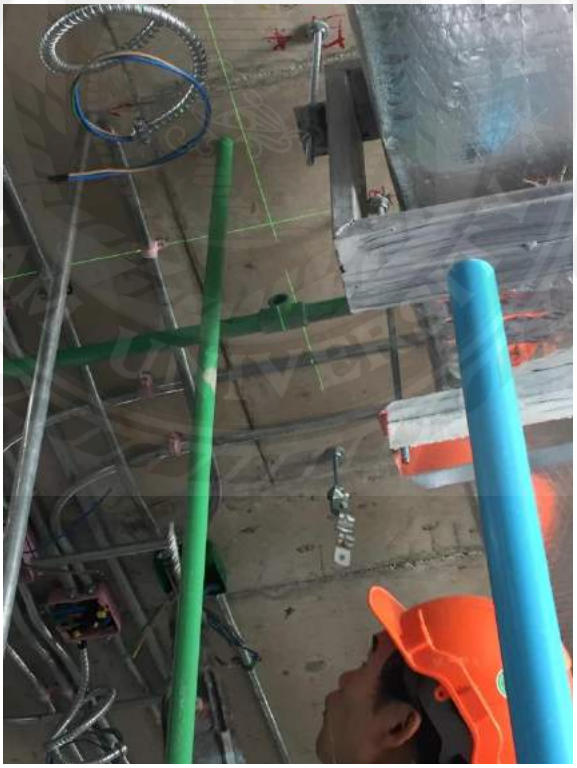


รูปที่ 3.6 การวัดระยะจากแบบเพื่อการติดตั้งที่ถูกต้อง

การวัดระยะจากแบบเพื่อการติดตั้งที่ถูกต้องโดยการใช้ตลับเมตรวัดระยะจากเส้นหน้างานให้ได้ระยะตามแบบ

รูปที่ 3.7 ตีเส้นกำหนดระยะการติดตั้งจากแบบ

จากรูปที่ 3.6 นั้น เราจะได้ระยะตามแบบ จากนั้นให้ใช้เต้าตีเส้นกำหนดระยะที่ได้เพื่อให้ได้แนวทางการติดตั้งท่อ



รูปที่ 3.8 ฉายเลเซอร์ขึ้นบนเพดานเพื่อติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตรงตามแนวที่ติดตั้ง

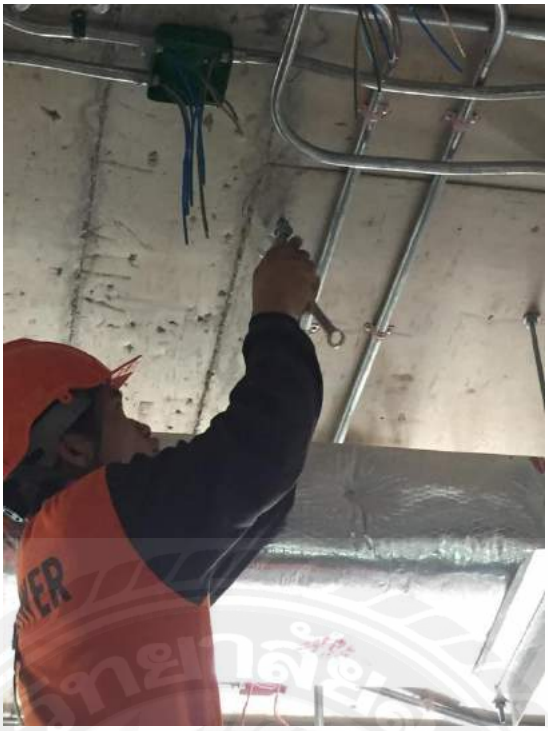
จากที่เราได้เส้นกำหนดระยะตามแบบ เพื่อการวางแนวท่อแล้ว ให้นำเลเซอร์มาตั้งที่เส้นกำหนดระยะแล้วฉายขึ้นบนเพดาน เพื่อทำการติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตามแนวท่อ

รูปที่ 3.9 เจาะพื้นเพดานด้วยสว่านเพื่อติดตั้งพุ๊กเหล็กยึด อุปกรณ์รองรับท่อ

เมื่อมีเส้นฉายบนเพดาน ให้เราทำการเจาะเพดานตามระยะการติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ เพื่อติดตั้งพุ๊กเหล็กยึด อุปกรณ์รองรับท่อ กับ เพดาน

รูปที่ 3.10 วัดระยะความสูงจากแบบเพื่อตัดเกลียวยึด อุปกรณ์รองรับท่อ ให้ได้ความสูงที่ถูกต้อง

หลังจากนั้น ให้วัดระยะความสูงของการติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ จากแบบ แล้วตัดเกลียวยึดให้ได้ระยะความสูงที่ถูกต้องตามแบบ เพื่อการติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ให้ได้ระยะตามแบบที่ถูกต้อง



รูปที่ 3.11 ติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตามตำแหน่งในแบบ

จากนั้นให้ติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ ตามระยะที่ถูกต้องตามแบบ ตรวจเช็คการขันน็อตเกลียวยึดของ อุปกรณ์รองรับท่อ ให้เรียบร้อย

รูปที่ 3.12 วัดระยะท่อจากแบบและตัดท่อให้ได้ระยะที่ถูกต้อง

เมื่อเราติดตั้ง อุปกรณ์รองรับท่อ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำท่อและข้อต่อต่างๆมาวางตามเส้นแนวท่อที่ได้ แล้วนำมาตัดให้ได้ขนาดตามแบบที่กำหนดไว้

รูปที่ 3.13 เชื่อมท่อ พีพีอาร์ ด้วยเครื่องเชื่อม

นำท่อที่ตัดได้มาตามขนาดที่กำหนด มาเชื่อมต่อกับข้อต่อต่างๆด้วยเครื่องเชื่อมร้อน ทิ้งไว้ประมาน 3-4 วินาที หรืออาจนานกว่า ตามแต่ละขนาดของท่อ

รูปที่ 3.14 นำมาประกอบท่อและข้อต่อเพื่อยกขึ้นไปติดตั้ง

นำท่อที่เชื่อมเสร็จแล้วมาประกอบกัน หลังให้นำมาวางตามเส้นแนวท่อที่กำหนดไว้ และนำขึ้นไปติดตั้ง

รูปที่ 3.15 นำท่อที่ประกอบสำเร็จแล้วนำขึ้นมาติดตั้งกับ อุปกรณ์รองรับท่อ ที่ติดตั้งไว้ก่อนแล้ว

นำท่อที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขึ้นมาติดตั้งกับ อุปกรณ์รองรับท่อ ที่ติดตั้งไว้ก่อนแล้ว ตรวจเช็คการติดตั้ง โดยการขันน็อตยึดทุกตัวให้เรียบร้อย เป็นอันเสร็จสิ้นการติดตั้ง

3.7.5 อุปกรณ์การติดตั้ง

1.สว่านมือ

2.เครื่องเชื่อมท่อ พีพีอาร์

3.คีมตัดท่อ พีพีอาร์

4.เครื่องมือทั่วไป

5.เต้าหมึก

6.ตลับเมตร

7.เครื่องวัดระดับเลเซอร์

8.แทนตัดเหล็ก

รูปที่ 3.16 สว่านมือ

รูปที่ 3.17 เครื่องเชื่อมท่อพีพีอาร์

รูปที่ 3.18 คีมตัดท่อพีพีอาร์

รูปที่ 3.19 เครื่องมือทั่วไป

รูปที่ 3.20 ปักเต้าตีเส้น

รูปที่ 3.21 ตลับเมตร

รูปที่ 3.22 เครื่องวัดระดับเลเซอร์

รูปที่ 3.23 แทนตัดเหล็ก

3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

รายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทำโครงการ โดยใช้เครื่องฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ เช่น

Hardware

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

Software

1. โปรแกรม Microsoft Word 2010
2. โปรแกรม Revit 2018

3.9 การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน

จากห้องตัวอย่าง ห้อง พรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 ดังนั้นจากวัตถุประสงค์ในบทที่ 1 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดวางระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนที่เหมาะสมเพื่อจัดทำเป็นแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายในการประกอบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อน เราเลยดำเนินการนำเสนอโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit 2018 ในสร้างแบบและคำนวณการถอดปริมาณวัสดุท่อเพื่อคำนวณราคาวัสดุในการลดค่าใช้จ่าย

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

บทที่ 4
ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

จากการคำนวณการลดวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน โดยใช้การคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ในการเขียนแบบเพื่อให้ดูและเข้าใจง่ายในรูปแบบที่เป็น 3 มิติ และการถอดปริมาณท่อหรือการถอดปริมาณของวัสดุท่อที่ใช้ในการก่อสร้าง เพื่อให้สั่งซื้อวัสดุท่อไม่ขาด และไม่เกินจนเกินไป จึงทำให้ไม่สิ้นเปลืองต่องบประมาณในการก่อสร้าง

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบราคาท่อ พีพีอาร์ ตราช้าง

ชื่อขนาด มม.(นิ้ว) Nominal size mm.(in.)	ราคาต่อท่อนยาว 4 เมตร (บาท) Unit Price (Bath)		จำนวนท่อน/มัด Pleces/Bundle
	PN 10 ระบบประปา 3-60° C	PN 20 ระบบประปาน้ำร้อน 3-95° C	
20(1/2")	149.80	231.12	25
25(3/4")	196.88	355.24	25
32(1")	325.28	573.52	25
40(1 1/4")	483.64	894.52	10
50(1 1/2")	770.4	1,391.00	10
63(2")	1,228.36	2,187.08	10
75(2 1/2")	1,720.56	2,516.64	-
90(3")	2,405.36	3,753.56	-
110(4")	3,569.52	5,345.72	-
*125(5")	4,461.90	9,320.77	-
160(6")	8,102.04	15,262.48	-

ตารางที่ 4.2 ราคาข้อต่องอ 90º

ข้อต่อ 90º พีพีอาร์ ELBOW 90º PP-R		
ชื่อขนาด มม.(นิ้ว) Nominal size mm.(in.)	ราคา (บาท/ชิ้น) Price (bath/pc.)	บรรจุ (ชิ้น/กล่อง) Packs (pcs./box)
20(1/2")	16.05	180
25(3/4")	23.54	125
32(1")	35.31	60
40(1 1/4")	58.85	30
50(1 1/2")	109.14	20
63(2")	180.83	12
75(2 1/2")	344.54	6
90(3")	612.04	8
110(4")	665.54	5
160(6")	2,485.00	2

ตารางที่ 4.3 ราคาข้อต่องอ 45º

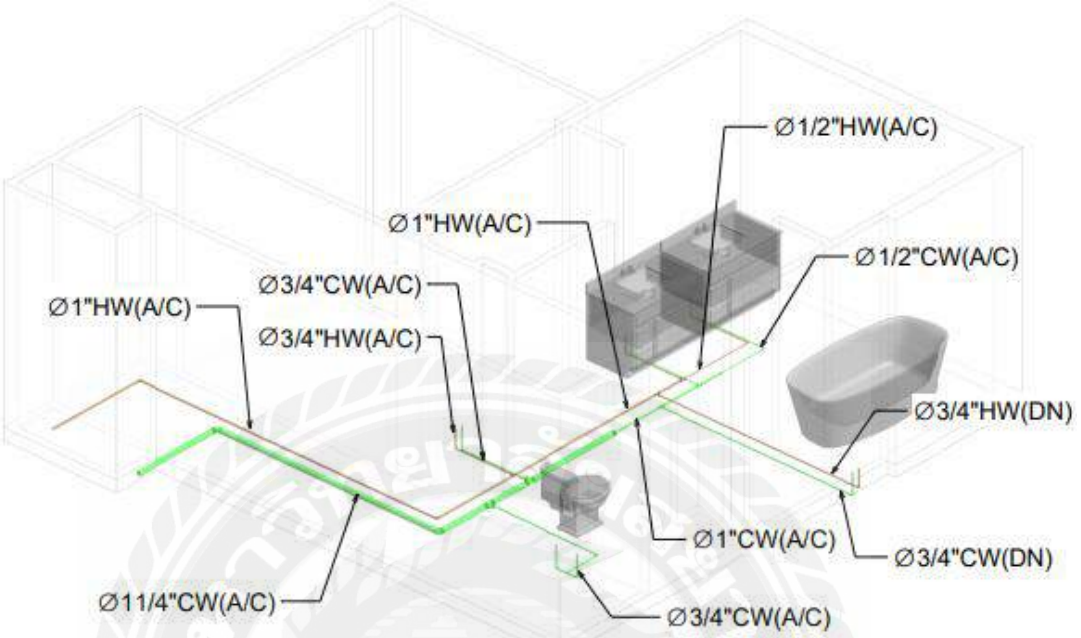
ข้อต่อ 45º พีพีอาร์ ELBOW 45º PP-R		
ชื่อขนาด มม.(นิ้ว) Nominal size mm.(in.)	ราคา (บาท/ชิ้น) Price (bath/pc.)	บรรจุ (ชิ้น/กล่อง) Packs (pcs./box)
20(1/2")	13.91	220
25(3/4")	21.40	150
32(1")	39.59	70
40(1 1/4")	64.20	35
50(1 1/2")	119.84	25
63(2")	201.16	15
75(2 1/2")	266.43	32
90(3")	434.42	12
110(4")	665.54	8
160(6")	2,050.00	2

ตารางที่ 4.4 ราคาข้อต่อสามทาง

สามทาง พีพีอาร์ EQUAL TEE PP-R		
ชื่อขนาด มม.(นิ้ว) Nomina size mm.(in.)	ราคา (บาท/ชิ้น) Price (bath/pc.)	บรรจุ (ชิ้น/กล่อง) Packs (pcs./box)
20(1/2")	20.33	120
25(3/4")	29.95	90
32(1")	47.08	40
40(1 1/4")	87.74	25
50(1 1/2")	123.05	30
63(2")	233.26	15
75(2 1/2")	425.86	10
90(3")	690.15	8
110(4")	904.15	4
160(6")	3,055.00	2

4.1 การคำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของ แบบห้อง พรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 ก่อนการปรับปรุง

4.1.1 การคำนวณราคาก่อนลดวัสดุ แบบห้อง พรีเมียร์ 2 ก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 4.1 แบบห้อง พรีเมียร์ 2 ก่อนการปรับปรุง

ตารางท่อ					
ประเภทระบบ	ขนาด (มม.)	ยาว (ซม.)	ข้องอ 90 องศา	ข้องอ 45 องศา	ท่อแยก 3 ทาง
Cw	25	633	3	-	2
Cw	32	146	-	-	1
Cw	40	639	2	-	-
Hw	25	376	2	-	2
Hw	32	865	2	-	1

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

4.1.1.1 คำนวณราคาท่อ Cw (25 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Cw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อพีพีอาร์ 3/4" (4 เมตร) ราคา = 196.88 บาท

ท่อพีพีอาร์ 3/4" (1 เมตร) ราคา = 49 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Cw (25 มม.) = 633 ซม.

ราคาท่อพีพีอาร์ 3/4" (633 ซม.) $= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } \mathbf{CW} \times \text{ราคาท่อพีพีอาร์ } 3/4"(1 \text{ เมตร})}{100}$

$= \frac{633 \times 49}{100}$

= 310.17 บาท

ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด = 3 ชิ้น

ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 23.54 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (3 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) $\times$ ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด)

= 23.54 $\times$ 3

= 70.62 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" ทั้งหมด= 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 29.95 บาท

ราคา ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (2 ชิ้น) = (ราคา ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น) $\times$ ท่อแยก 3 ทาง 3/4" ทั้งหมด)

= 29.95 $\times$ 2

= 59.90 บาท

4.1.1.2 คำนวณราคาท่อ Cw (32 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Cw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อพีพีอาร์ 1" (4 เมตร) ราคา = 325.28 บาท

ท่อพีพีอาร์ 1" (1 เมตร) ราคา = 81.32 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Cw (32 มม.) = 146 ซม.

$$\text{ราคาท่อพีพีอาร์ 1" (146 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } cw \times \text{ราคาท่อพีพีอาร์ } 1"(1 \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{146 \times 81.32}{100}$$

$$= 118.72 \text{ บาท}$$

ท่อแยก 3 ทาง 1" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 1" (1 ชิ้น) ราคา = 47.08 บาท

4.1.1.3 คำนวณราคาท่อ Cw (40 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Cw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อพีพีอาร์ 1 1/4" (4 เมตร) ราคา = 483.64 บาท

ท่อพีพีอาร์ 1 1/4" (1 เมตร) ราคา = 120.91 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Cw (40 มม.) = 639 ซม.

$$\text{ราคาท่อพีพีอาร์ 1 1/4" (639 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } cw \times \text{ราคาท่อพีพีอาร์ } 1\ 1/4"(1 \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{639 \times 120.91}{100}$$

$$= 772.61 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 1 1/4" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90^o 1 1/4" (1 ชิ้น) ราคา = 58.85 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 1 1/4" (2 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 1 1/4" (1 ชิ้น) × ข้องอ 90^o 1 1/4" ทั้งหมด)

= 58.85 × 2

= 117.7 บาท

4.1.1.4 คำนวณราคาท่อ Hw (25 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Hw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อน้ำร้อน 3/4" (4 เมตร) ราคา = 355.24 บาท

ท่อน้ำร้อน 3/4" (1 เมตร) ราคา = 88.81 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Hw (25 มม.) = 376 ซม.

ราคาท่อน้ำร้อน 3/4" (376 ซม.) $= \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } Hw \times \text{ราคาท่อน้ำร้อน } 3/4"(1 \text{ เมตร})}{100}$

$= \frac{376 \times 88.81}{100}$

= 333.92 บาท

ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 23.54 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (2 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) × ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด)

= 23.54 × 2

= 47.08 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 29.95 บาท

ราคา ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (2 ชิ้น) = (ราคา ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น) × ท่อแยก 3 ทาง 3/4" ทั้งหมด)

= 29.95 × 2

= 59.90 บาท

4.1.1.5 คำนวณราคาท่อ Hw (32 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Hw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อน้ำร้อน 1" (4 เมตร) ราคา = 573.52 บาท

ท่อน้ำร้อน 1" (1 เมตร) ราคา = 143.38 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Hw (32 มม.) = 865 ซม.

$$\text{ราคาท่อน้ำร้อน 1" (865 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } Hw \times \text{ราคาท่อน้ำร้อน } 1"(1 \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{865 \times 143.38}{100}$$

$$= 1{,}240.23 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 1" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90^o 1" (1 ชิ้น) ราคา = 35.31 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 1" (2 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 1" (1 ชิ้น) $\times$ ข้องอ 90^o 1" ทั้งหมด)

$= 35.31 \times 2$

= 70.62 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 1" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 1" (1 ชิ้น) ราคา = 47.08 บาท

4.1.1.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบห้อง พรีเมียร์ 2 ก่อนการปรับปรุง

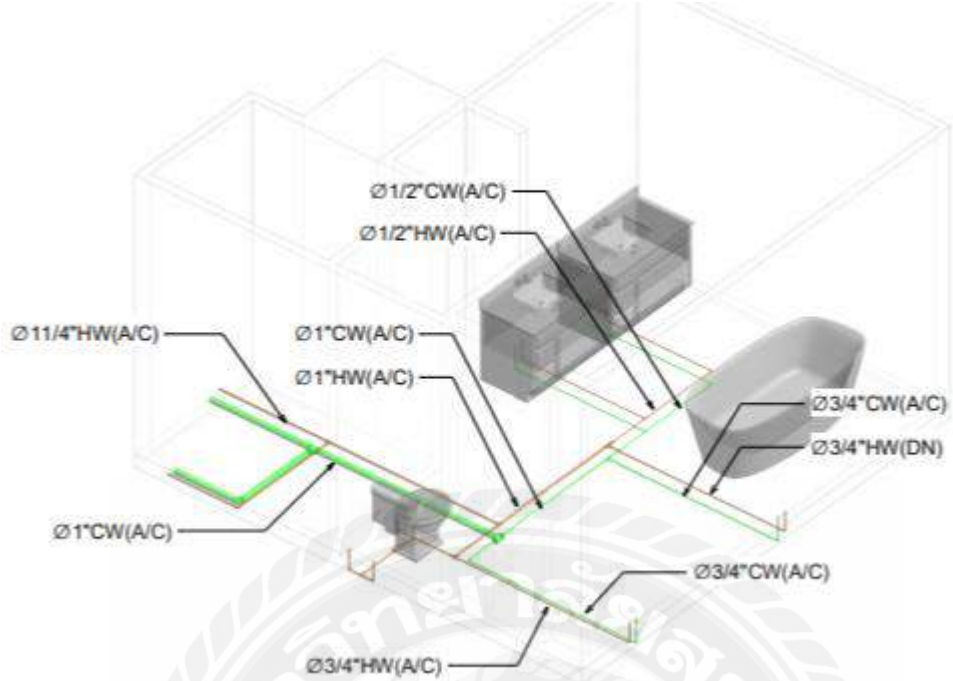
นำราคาของ ท่อประปา ท่อน้ำร้อน และข้อต่อต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้คำนวณมาแล้วนำมารวมกันเพื่อได้ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้อง พรีเมียร์ 2

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้อง พรีเมียร์ 2 = [ท่อพีพีอาร์ 3/4" (633 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 3/4" (3 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (2 ชิ้น)] + [ท่อพีพีอาร์ 1" (146ซม.)] + [ท่อแยก 3 ทาง 1" (1 ชิ้น)] + [ท่อพีพีอาร์ 1 1/4" (639 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 1 1/4" (2 ชิ้น)] + [ท่อน้ำร้อน 3/4" (376 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 3/4" (2 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 2" (2 ชิ้น)] + [ท่อน้ำร้อน 1" (865 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 1" (2 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 1”(1 ชิ้น)]

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้อง พรีเมียร์ 2 = 310.17 + 70.62 + 59.9 +118.72 + 47.08 + 772.61+ 117.7 + 333.92 + 47.08 + 59.9 +1,240.23 + 70.62 +47.08

= 3,295.63 บาท

4.1.2 การคำนวณวัสดุก่อนลดวัสดุ แบบห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 4.2 แบบห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนการปรับปรุง

ตารางท่อ					
ประเภทระบบ	ขนาด (มม.)	ยาว (ซม.)	ข้องอ 90 องศา	ข้องอ 45 องศา	ท่อแยก 3 ทาง
Cw	25	458	3	-	1
Cw	32	618	1	-	1
Hw	25	440	2	-	2
Hw	32	597	-	-	2
Hw	40	710	2	-	1

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

4.1.2.1 คำนวณราคาท่อ Cw (25 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Cw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อพีพีอาร์ 3/4" (4 เมตร) ราคา= 196.88 บาท

ท่อพีพีอาร์ 3/4" (1 เมตร) ราคา = 49 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Cw (25 มม.)= 458 ซม.

$$\text{ราคาท่อพีพีอาร์ 3/4" (458 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } cw \times \text{ราคาท่อพีพีอาร์ } 3/4"(1 \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{458 \times 49}{100}$$

$$= 224.42 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด = 3 ชิ้น

ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 23.54 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (3 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) $\times$ ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด)

$= 23.54 \times 3$

= 70.62 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น) ราคา= 29.95 บาท

4.1.2.2 คำนวณราคาท่อ Cw (32 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Cw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อพีพีอาร์ 1" (4 เมตร) ราคา = 325.28 บาท

ท่อพีพีอาร์ 1" (1 เมตร) ราคา = 81.32 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Cw (32 มม.) = 618 ซม.

$$\text{ราคาท่อพีพีอาร์ 1" (618 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } \boldsymbol{Cw} \times \text{ราคาท่อพีพีอาร์ } \boldsymbol{1"(1} \text{ เมตร)}}{\boldsymbol{100}}$$

$$= \frac{618 \times 81.32}{100}$$

$$= 502.55 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 1" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้องอ 90^o 1" (1 ชิ้น) ราคา = 35.31 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 1" ทั้งหมด= 1 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 1" (1 ชิ้น) ราคา= 47.08 บาท

4.1.2.3 คำนวณราคาท่อ Hw (25 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Hw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อน้ำร้อน 3/4" (4 เมตร) ราคา = 355.24 บาท

ท่อน้ำร้อน 3/4" (1 เมตร) ราคา = 88.81 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Hw (25 มม.) = 440 ซม.

$$\text{ราคาท่อน้ำร้อน3/4" (440 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } \boldsymbol{Hw} \times \text{ราคาท่อน้ำร้อน } \boldsymbol{3/4"(1} \text{ เมตร)}}{\boldsymbol{100}}$$

$$= \frac{440 \times 88.81}{100}$$

$$= 390.76 \text{บาท}$$

ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 23.54 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (2 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) × ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด)

= 23.54 × 2

= 47.08 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 29.95 บาท

ราคา ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (2 ชิ้น) = (ราคา ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น) × ท่อแยก 3 ทาง 3/4" ทั้งหมด)

= 29.95 × 2

= 59.90 บาท

4.1.2.4 คำนวณราคาท่อ Hw (32 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Hw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อน้ำร้อน 1" (4 เมตร) ราคา = 573.52 บาท

ท่อน้ำร้อน 1" (1 เมตร) ราคา = 143.38 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Hw (32 มม.) = 597 ซม.

ราคาท่อน้ำร้อน 1" (597 ซม.) = $\frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } Hw \times \text{ราคาท่อน้ำร้อน } 1"(1 \text{ เมตร})}{100}$

= $\frac{597 \times 143.38}{100}$

= 855.97 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 1" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 1" (1 ชิ้น) ราคา = 47.08 บาท

ราคา ท่อแยก 3 ทาง 1" (2 ชิ้น) = (ราคา ท่อแยก 3 ทาง 1" (1 ชิ้น) × ท่อแยก 3 ทาง 1" ทั้งหมด)

= 47.08 × 2

= 94.16 บาท

4.1.2.5 คำนวณราคาท่อ Hw (40 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Hw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อน้ำร้อน 1 1/4" (4 เมตร) ราคา = 894.52 บาท

ท่อน้ำร้อน 1 1/4" (1 เมตร) ราคา = 223.63 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Hw (40 มม.) = 710 ซม.

$$\text{ราคาท่อน้ำร้อน 1 1/4" (710 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } Hw \times \text{ราคาท่อน้ำร้อน } 1\ 1/4"(1 \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{710 \times 223.63}{100}$$

$$= 1{,}587.77 \text{ บาท}$$

ท่อแยก 3 ทาง 1 1/4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 1 1/4" (1 ชิ้น) ราคา = 87.74 บาท

4.1.2.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนการปรับปรุง

นำราคาของ ท่อประปา ท่อน้ำร้อน และข้อต่อต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้คำนวณมาแล้วนำมารวมกันเพื่อได้ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้องจูเนียร์สูท 2

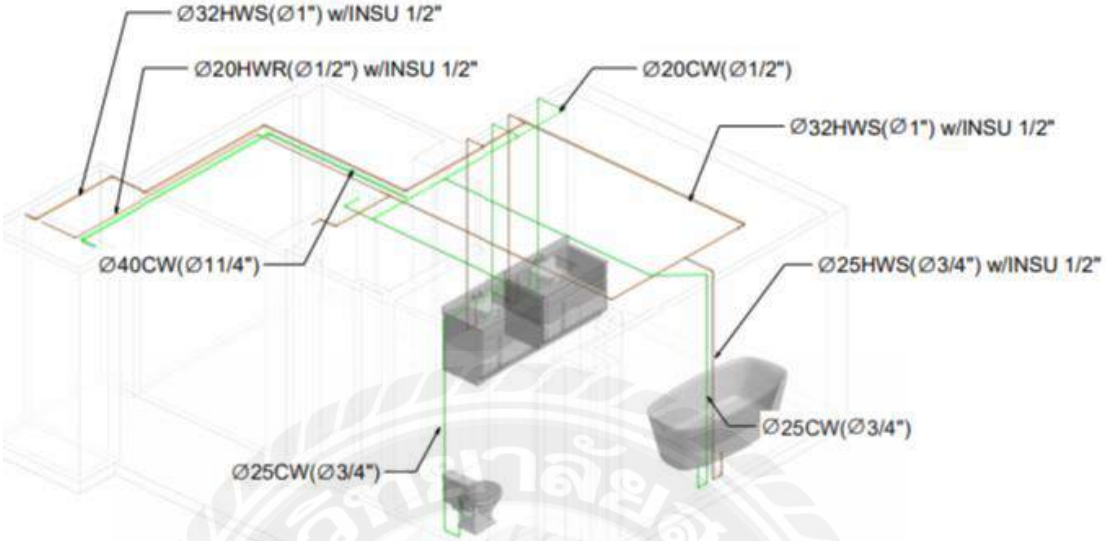
ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้องจูเนียร์สูท 2 = [ท่อพีพีอาร์ 3/4" (458 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 3/4" (3 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น)] + [ท่อพีพีอาร์ 1" (618 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 1" (1 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 1" (1 ชิ้น)] + [ท่อน้ำร้อน 3/4" (440 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (2 ชิ้น)] + [ท่อน้ำร้อน 1" (597 ซม.)] + [ท่อแยก 3 ทาง 1" (2 ชิ้น)] + [ท่อน้ำร้อน1 1/4" (710 ซม.] + [ท่อแยก 3 ทาง 1 1/4" (1 ชิ้น)]

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้องจูเนียร์สูท 2 = 224.42 + 70.62 + 29.95 + 502.55 + 35.31 + 47.08 +390.76 + 47.08 + 59.9 + 855.97 + 94.16 + 1,587.77 + 87.74

= 4,033.31 บาท

4.2 การคำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบห้อง พรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2 หลังการปรับปรุง

4.2.1 การคำนวณวัสดุหลังลดวัสดุ แบบห้อง พรีเมียร์ 2 หลังการปรับปรุง



รูปที่ 4.3 แบบห้อง พรีเมียร์ 2 หลังการปรับปรุง

ตารางท่อ					
ประเภทระบบ	ขนาด (มม.)	ยาว (ซม.)	ข้องอ 90 องศา	ข้องอ 45 องศา	ท่อแยก 3 ทาง
Cw	20	166	2	-	2
Cw	25	547	2	1	-
Cw	40	318	1	-	-
Hw	25	104	1	-	1
Hw	32	114	2	-	2

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

4.2.1.1 คำนวณราคาท่อ Cw (20 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Cw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อพีพีอาร์ 1/2" (4 เมตร) ราคา= 149.80 บาท

ท่อพีพีอาร์ 1/2" (1 เมตร) ราคา = 37.45 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Cw (20 มม.) = 166 ซม.

$$\text{ราคาท่อพีพีอาร์ 1/2" (166 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } cw \times \text{ราคาท่อพีพีอาร์ } 1/2"(1 \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{166 \times 37.45}{100}$$

$$= 62.16 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 1/2" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90^o 1/2" (1 ชิ้น) ราคา = 16.05 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 1/2" (2 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 1/2" (1 ชิ้น) $\times$ ข้องอ 90^o 1/2" ทั้งหมด)

$= 16.05 \times 2$

$= 32.1$ บาท

ท่อแยก 3 ทาง 1/2" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 1/2" (1 ชิ้น) ราคา = 20.33 บาท

ราคา ท่อแยก 3 ทาง 1/2" (2 ชิ้น) = (ราคา ท่อแยก 3 ทาง 1/2" (1 ชิ้น) $\times$ ท่อแยก 3 ทาง 1/2" ทั้งหมด)

$= 20.33 \times 2$

$= 40.66$ บาท

4.2.1.2 คำนวณราคาท่อ Cw (25 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Cw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อพีพีอาร์ 3/4" (4 เมตร) ราคา = 196.88 บาท

ท่อพีพีอาร์ 3/4" (1 เมตร) ราคา = 49 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Cw (25 มม.) = 547 ซม.

$$\text{ราคาท่อพีพีอาร์ 3/4" (547 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } cw \times \text{ราคาท่อพีพีอาร์ } 3/4"(1 \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{547 \times 49}{100}$$

$$= 268.03 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 23.54 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (3 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) $\times$ ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด)

$= 23.54 \times 2$

= 47.08 บาท

ข้องอ 45^o 3/4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้องอ 45^o 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 21.40 บาท

4.2.1.3 คำนวณราคาท่อ Cw (40 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Cw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อพีพีอาร์ 1 1/4" (4 เมตร) ราคา = 483.64 บาท

ท่อพีพีอาร์ 1 1/4" (1 เมตร) ราคา = 120.91 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Cw (40 มม.) = 318 ซม.

$$\text{ราคาท่อพีพีอาร์ 1 1/4" (318 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } \boldsymbol{Cw} \times \text{ราคาท่อพีพีอาร์ } \mathbf{1\ 1/4"(1}\ \text{เมตร)}}{\mathbf{100}}$$

$$= \frac{318 \times 120.91}{100}$$

$$= 384.49 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 1 1/4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้องอ 90^o 1 1/4" (1 ชิ้น) ราคา = 58.85 บาท

4.2.1.4 คำนวณราคาท่อ Hw (25 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Hw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อน้ำร้อน 3/4" (4 เมตร) ราคา = 355.24 บาท

ท่อน้ำร้อน 3/4" (1 เมตร) ราคา = 88.81 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Hw (25 มม.) = 104 ซม.

$$\text{ราคาท่อน้ำร้อน 3/4" (104 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } \boldsymbol{Hw} \times \text{ราคาท่อน้ำร้อน } \mathbf{3/4"(1}\ \text{เมตร)}}{\mathbf{100}}$$

$$= \frac{104 \times 88.81}{100}$$

$$= 92.36 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 23.54 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 29.95 บาท

4.2.1.5 คำนวณราคาท่อ Hw (32 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Hw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อน้ำร้อน 1" (4 เมตร) ราคา = 573.52 บาท

ท่อน้ำร้อน 1" (1 เมตร) ราคา = 143.38 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Hw (32 มม.) = 114 ซม.

$$\text{ราคาท่อน้ำร้อน 1" (114 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } Hw \times \text{ราคาท่อน้ำร้อน } 1"(1 \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{114 \times 143.38}{100}$$

$$= 163.45 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 1" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90^o 1" (1 ชิ้น) ราคา = 35.31 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 1" (2 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 1" (1 ชิ้น) $\times$ ข้องอ 90^o 1" ทั้งหมด)

$= 35.31 \times 2$

$= 70.62$ บาท

ท่อแยก 3 ทาง 1" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 1" (1 ชิ้น) ราคา = 47.08 บาท

ราคา ท่อแยก 3 ทาง 1" (2 ชิ้น) = (ราคา ท่อแยก 3 ทาง1" (1 ชิ้น) $\times$ ท่อแยก 3 ทาง 1" ทั้งหมด)

$= 47.08 \times 2$

$= 94.16$ บาท

4.2.1.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อน ของแบบห้อง พรีเมียร์ 2 หลังการลดวัสดุ

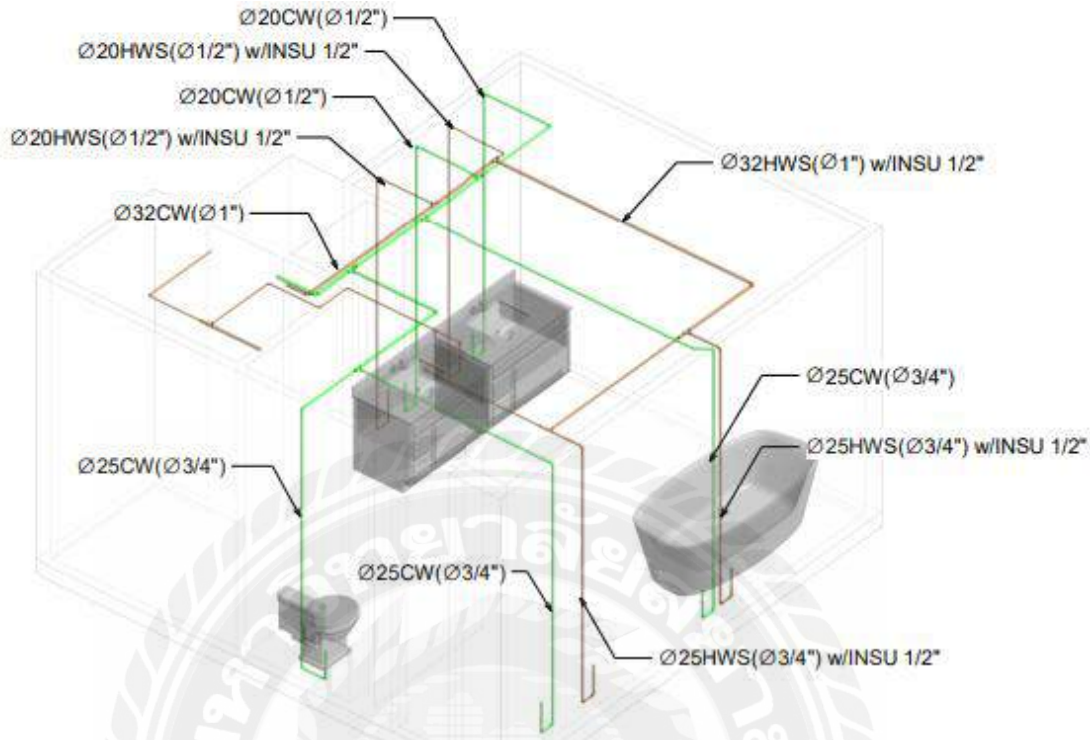
นำราคาของ ท่อเประปา ท่อน้ำร้อน และข้อต่อต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้คำนวณมาแล้วนำมารวมกันเพื่อได้ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้องพรีเมียร์ 2

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้องพรีเมียร์ 2 = [ท่อพีพีอาร์ 1/2" (166 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 1/2" (2 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 1/2" (2 ชิ้น)] + [ท่อพีพีอาร์ 3/4" (547 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 3/4" (2 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น)] + [ท่อพีพีอาร์ 1 1/4" (318 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 1 1/4" (1 ชิ้น)]+ [ท่อน้ำร้อน 3/4" (104 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น)] + [ท่อน้ำร้อน 1" (114 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 1" (2 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 1" (2 ชิ้น)]

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้องพรีเมียร์ 2 = 62.16 + 32.1 + 40.66 + 268.03 + 47.08 + 21.40 + 384.94 + 58.85 + 92.36 + 23.54 + 29.95 + 163.45 + 70.62 +94.16

= 1,389.3 บาท

4.2.2 การคำนวณวัสดุก่อนลดวัสดุ แบบห้อง จูเนียร์สูท 2 หลังการปรับปรุง



รูปที่ 4.4 แบบห้อง จูเนียร์สูท 2 หลังการลดวัสดุ

ตารางท่อ					
ประเภทระบบ	ขนาด (มม.)	ยาว (ซม.)	ข้องอ 90 องศา	ข้องอ 45 องศา	ท่อแยก 3 ทาง
Cw	25	235	2	1	-
Cw	32	347	1	-	
Hw	25	470	1	-	2
Hw	32	346	2	-	1
Hw	20	386	2	-	-

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

4.2.2.1 คำนวณราคาท่อ Cw (25 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Cw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อพีพีอาร์ 3/4" (4 เมตร) ราคา = 196.88 บาท

ท่อพีพีอาร์ 3/4" (1 เมตร) ราคา = 49 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Cw (25 มม.) = 235 ซม.

$$\text{ราคาท่อพีพีอาร์ 3/4" (235 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } cw \times \text{ราคาท่อพีพีอาร์ } 3/4"(1 \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{235 \times 49}{100}$$

$$= 115.15 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 23.54 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (2 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) $\times$ ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด)

$= 23.54 \times 2$

= 47.08 บาท

ข้องอ 45^o 3/4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้องอ 45^o 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 21.40 บาท

4.2.2.2 คำนวณราคาท่อ Cw (32 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Cw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อพีพีอาร์ 1" (4 เมตร) ราคา = 325.28 บาท

ท่อพีพีอาร์ 1" (1 เมตร) ราคา = 81.32 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Cw (32 มม.) = 347 ซม.

$$\text{ราคาท่อพีพีอาร์ 1" (347 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } \boldsymbol{Cw} \times \text{ราคาท่อพีพีอาร์ } \boldsymbol{1"}(\text{1 เมตร})}{100}$$

$$= \frac{347 \times 81.32}{100}$$

$$= 282.18 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 1" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้องอ 90^o 1" (1 ชิ้น) ราคา = 35.31 บาท

4.2.2.3 คำนวณราคาท่อ Hw (25 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Hw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อน้ำร้อน 3/4" (4 เมตร) ราคา = 355.24 บาท

ท่อน้ำร้อน 3/4" (1 เมตร) ราคา = 88.81 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Hw (25 มม.) = 470 ซม.

$$\text{ราคาท่อน้ำร้อน 3/4" (470 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } \boldsymbol{Hw} \times \text{ราคาท่อน้ำร้อน } \boldsymbol{3/4"}(\boldsymbol{1} \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{470 \times 88.81}{100}$$

$$= 417.40 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 3/4" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ข้ องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 23.54 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น) ราคา = 29.95 บาท

ราคา ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (3 ชิ้น) = (ราคา ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (1 ชิ้น) × ท่อแยก 3 ทาง 3/4" ทั้งหมด)

= 29.95 × 2

= 59.9 บาท

4.2.2.4 คำนวณราคาท่อ Hw (32 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Hw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อน้ำร้อน 1" (4 เมตร) ราคา = 573.52 บาท

ท่อน้ำร้อน 1" (1 เมตร) ราคา = 143.38 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Hw (32 มม.) = 346 ซม.

$$\text{ราคาท่อน้ำร้อน 1" (346 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } Hw \times \text{ราคาท่อน้ำร้อน } 1"(1 \text{ เมตร})}{100}$$

$$= \frac{346 \times 143.38}{100}$$

= 496.09 บาท

ข้องอ 90^o 1" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90^o 1" (1 ชิ้น) ราคา = 35.31 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 1" (3 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o" (1 ชิ้น) × ข้องอ 90^o 1" ทั้งหมด)

= 35.31 × 2

= 70.62 บาท

ท่อแยก 3 ทาง 1" ทั้งหมด = 1 ชิ้น

ท่อแยก 3 ทาง 1" (1 ชิ้น) ราคา = 47.08 บาท

4.2.2.5 คำนวณราคาท่อ Hw (20 มม.)

คำนวณราคาท่อและข้อต่อต่าง ๆ ของท่อ Hw ตามขนาดของแบบที่ยังไม่ได้ลดขนาดและวัสดุ

ท่อน้ำร้อน 1/2" (4 เมตร) ราคา = 231.12 บาท

ท่อน้ำร้อน 1/2" (1 เมตร) ราคา = 57.78 บาท

ความยาวทั้งหมดของท่อ Hw (20 มม.) = 386 ซม.

$$\text{ราคาท่อน้ำร้อน } 1/2\text{" (386 ซม.)} = \frac{\text{ความยาวทั้งหมดของท่อ } Hw \times \text{ราคาท่อน้ำร้อน } 1/2\text{"(1 เมตร)}}{100}$$

$$= \frac{386 \times 143.38}{100}$$

$$= 553.44 \text{ บาท}$$

ข้องอ 90^o 1/2" ทั้งหมด = 2 ชิ้น

ข้องอ 90^o 1/2" (1 ชิ้น) ราคา = 16.05 บาท

ราคา ข้องอ 90^o 1/2" (3 ชิ้น) = (ราคา ข้องอ 90^o 1/2 " (1 ชิ้น) $\times$ ข้องอ 90^o 1/2" ทั้งหมด)

$= 16.05 \times 2$

$= 32.1$ บาท

4.2.2.6 คำนวณราคาวัสดุของท่อประปาและท่อน้ำร้อนของแบบห้อง จูเนียร์สูท 2 หลังการลดวัสดุ

นำราคาของ ท่อประปา ท่อน้ำร้อน และข้อต่อต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้คำนวณมาแล้วนำมารวมกันเพื่อได้ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้อง จูเนียร์สูท 2

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้อง จูเนียร์สูท 2 = [ท่อพีพีอาร์ 3/4" (235 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 3/4" (2 ชิ้น)] + [ข้องอ 45^o 3/4" (1 ชิ้น)] + [ท่อพีพีอาร์ 1" (347 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 1" (1 ชิ้น)] + [ท่อน้ำร้อน 3/4" (470 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 3/4" (1 ชิ้น)] +[ท่อแยก 3 ทาง 3/4" (2 ชิ้น)] + [ท่อน้ำร้อน1" (346 ซม.)] + [ข้องอ 90^o 1" (2 ชิ้น)] + [ท่อแยก 3 ทาง 1" (1 ชิ้น)] + [ท่อน้ำร้อน 1/2" (386ซม.)] + [ข้องอ 90^o 1/2" (2 ชิ้น)]

ราคาวัสดุทั้งหมดของแบบห้อง จูเนียร์สูท 2 =115.15 + 47.08 +21.40 + 282.18 +35.31 + 417.40 +23.54 +59.9 +496.09 +70.62 + 47.08 +553.44 +32.1

= 2,201.29 บาท

4.3 ผลการคำนวณของห้อง พรีเมียร์ 2 - จูเนียร์สูท 2 ก่อนและหลังปรับปรุง

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบผลการคำนวณการลดค่าใช้จ่ายของห้อง พรีเมียร์ 2 ก่อนและหลังปรับปรุง

ประเภทระบบ	ประเภทท่อ	พรีเมียร์ 2 ก่อนปรับปรุง		พรีเมียร์ 2 หลังปรับปรุง		Reduce Cost	
		Unit	Price (Bath)	Unit	Price (Bath)	Material	Price (Bath)
Cw 3/4 "	พีพีอาร์ 3/4"	633	310.17	166	62.16	467	248.01
	ข้องอ 90º 3/4"	3	70.62	2	32.1	1	38.52
	ข้องอ 45º 3/4"	-	-	-	-	0	0
	ท่อแยก3ทาง 3/4"	2	59.9	2	40.66	0	19.24
Cw 1"	พีพีอาร์ 1"	146	118.72	547	268.03	-401	-149.31
	ข้องอ 90º 1"	-	-	2	47.08	-2	-47.08
	ข้องอ 45º 3"	-	-	1	21.40	-1	-21.40
	ท่อแยก3ทาง 3"	1	47.08	-	-	1	47.08
Cw 1 1/4"	พีพีอาร์ 1 1/4"	639	772.61	318	384.49	321	388.12
	ข้องอ 90º1 1/4"	2	117.7	1	58.85	1	58.85
	ข้องอ 45º1 1/4"	-	-	-	-	0	0
	ท่อแยก3ทาง 1 1/4"	-	-	-	-	0	0
Hw 3/4"	ท่อน้ำร้อน 3/4"	376	333.92	104	92.36	272	241.62
	ข้องอ 90º 3/4"	2	47.08	1	23.54	1	23.54
	ข้องอ 45º 3/4"	-	-	-	-	0	0
	ท่อแยก3ทาง 3/4"	2	59.9	1	29.95	1	29.95
Hw 1"	ท่อน้ำร้อน 1"	865	1,240.23	114	163.45	751	1,076.78
	ข้องอ 90º 1"	2	70.62	2	70.62	0	0
Total Reduce Cost Price							1,907.28

4.3.1 สรุปผลการคำนวณของห้อง พรีเมียร์ 2 ก่อนและหลังปรังปรุง

ผลการคำนวณก่อนปรับปรุงของห้อง พรีเมียร์ 2 = 3,295.63 บาท

ผลการคำนวณหลังปรับปรุงของห้อง พรีเมียร์ 2 = 1,389.3 บาท

สรุปผลการคำนวณหลังจากปรังปรุงแล้วลดลงเป็นจำนวนเงิน = 1,907.28 บาท

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบผลการคำนวณการลดค่าใช้จ่ายของห้อง จูเนียร์สูท 2 ก่อนและหลังปรับปรุง

ประเภทระบบ	ประเภทท่อ	จูเนียร์ 2 ก่อนปรับปรุง		จูเนียร์ 2 หลังปรับปรุง		Reduce Cost	
		Unit	Price (Bath)	Unit	Price (Bath)	Material	Price (Bath)
Cw 3/4"	พีพีอาร์ 3/4"	458	224.42	235	115.15	223	108.92
	ข้องอ 90^o 3/4"	3	70.62	2	47.08	1	23.54
	ท่อแยก3ทาง 3/4"	1	29.95	-	-	1	29.95
Cw 1"	พีพีอาร์ 1"	618	502.55	347	282.18	271	220.37
	ข้องอ 90^o 1"	1	35.31	1	35.31	0	0
	ข้องอ 1"	-	-	-	-	0	0
	ท่อแยก3ทาง 1"	1	47.08	-	-	1	47.08
Hw 3/4"	ท่อน้ำร้อน 3/4"	440	390.76	470	417.40	-30	-26.64
	ข้องอ 90^o 3/4"	2	47.08	1	23.54	1	23.54
	ข้องอ 45^o 3/4"	-	-	-	-	0	0
	ท่อแยก3ทาง 3/4"	2	59.9	2	59.9	0	0
Hw 1"	ท่อน้ำร้อน 1"	597	855.97	346	496.09	251	359.88
	ข้องอ 90^o 1”	-	-	2	70.62	-2	-70.62
	ข้องอ 45^o 1"	-	-	-	-	0	0
Hw 1/2"	ท่อน้ำร้อน 1/2"	710	1,587.77	386	553.44	324	1,034.33
	ข้องอ 90^o 1/2"	-	-	2	32.1	2	32.1
	Total Reduce Cost Price						1,832.45

4.3.1 สรุปผลการคำนวณของห้อง จูเนียร์ 2 ก่อนและหลังปรังปรุง

ผลการคำนวณก่อนปรับปรุงของห้อง พรีเมียร์ 2 = 4,033.31 บาท

ผลการคำนวณหลังปรับปรุงของห้อง พรีเมียร์ 2 = 2,201.29 บาท

สรุปผลการคำนวณหลังจากปรังปรุงแล้วลดลงเป็นจำนวนเงิน = 1,832.45 บาท

คำนิยาม

Cold Water Pipes , Cw หมายถึง ท่อน้ำประปา

Hot Water Pipes , Hw หมายถึง ท่อน้ำประปา

Original หมายถึง ก่อนปรับปรุง

Design หมายถึง หลังปรับปรุง

System Type หมายถึง ประเภทระบบ

Pipe หมายถึง ขนาด

Unit หมายถึง หน่วย

Price (Bath) หมายถึง ราคา (บาท)

Reduce Cost หมายถึง ลดต้นทุน

Total Reduce Cost Price หมายถึง รวมลดราคาต้นทุน

UP หมายถึง ขึ้น

DN หมายถึง ลง

A/C (Above Celing) หมายถึง เดินท่อในแนวบน

B/F (Bolow Floor) หมายถึง เดินท่อในแนวล่าง

TYP (Typical) หมายถึง ชนิดของแบบห้องเหมือนกัน

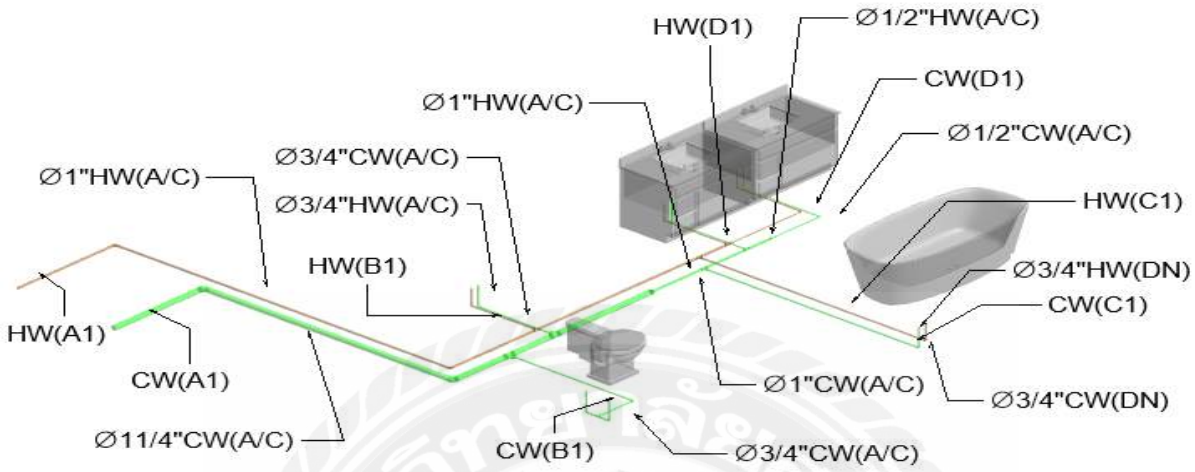
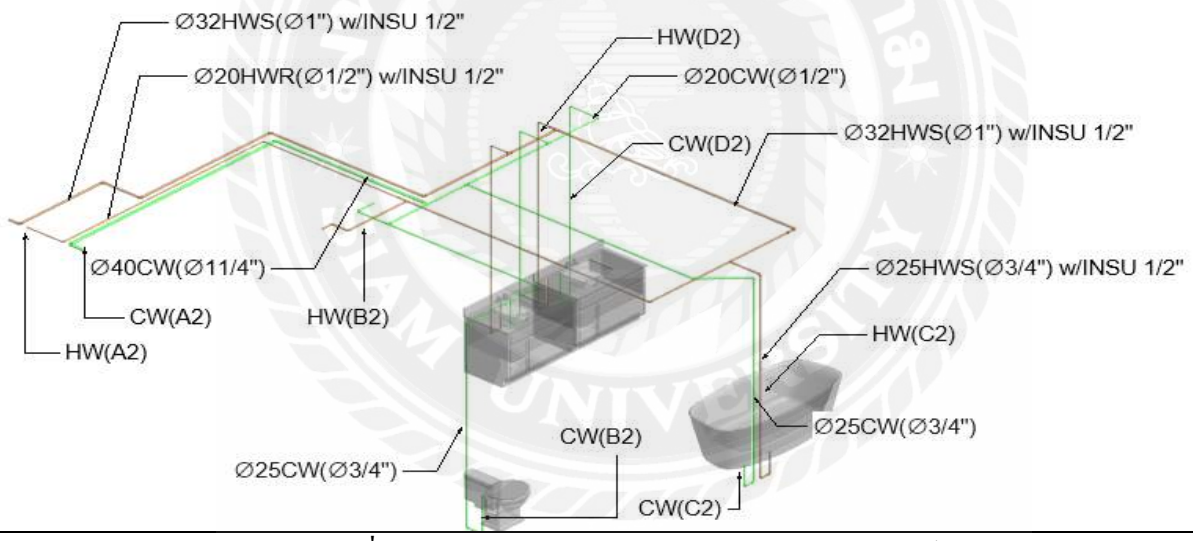
บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

การจัดทำโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อศึกษาการคำนวณการจัดการระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนที่เหมาะสมเพื่อลดค่าใช้จ่ายกรณีศึกษาแบบของห้อง พรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์ 2โครงการ สินธรวิลเลจ ตึก (เอพี-ดับบลิว) โดยจุดประสงค์หลักคือ

1.เพื่อการคำนวณในการลดค่าใช้จ่ายในการประกอบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนมาเปรียบเทียบกันโดยผลที่ได้

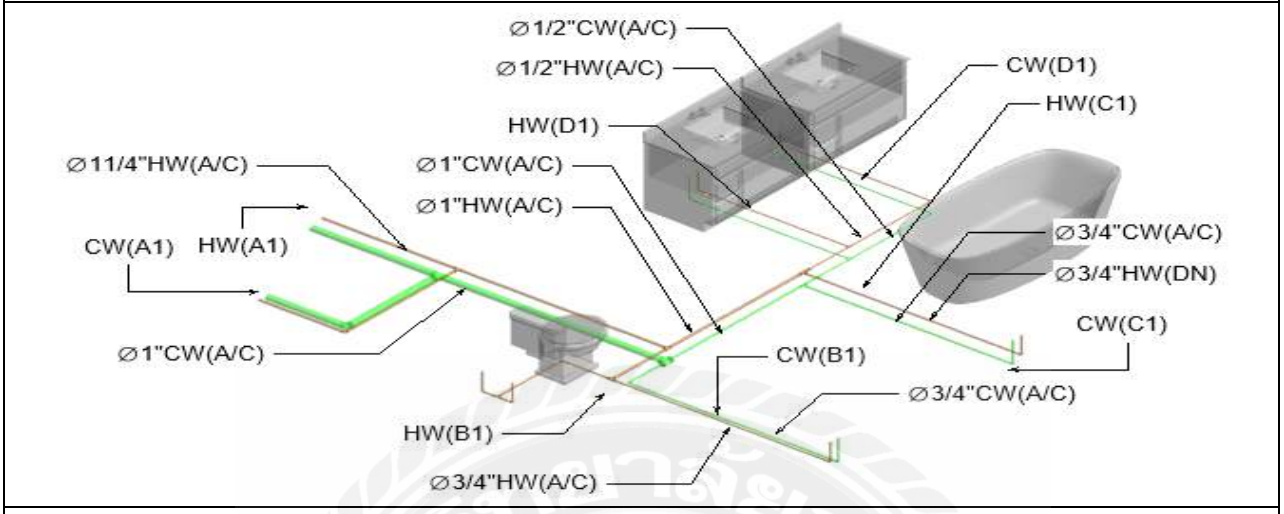
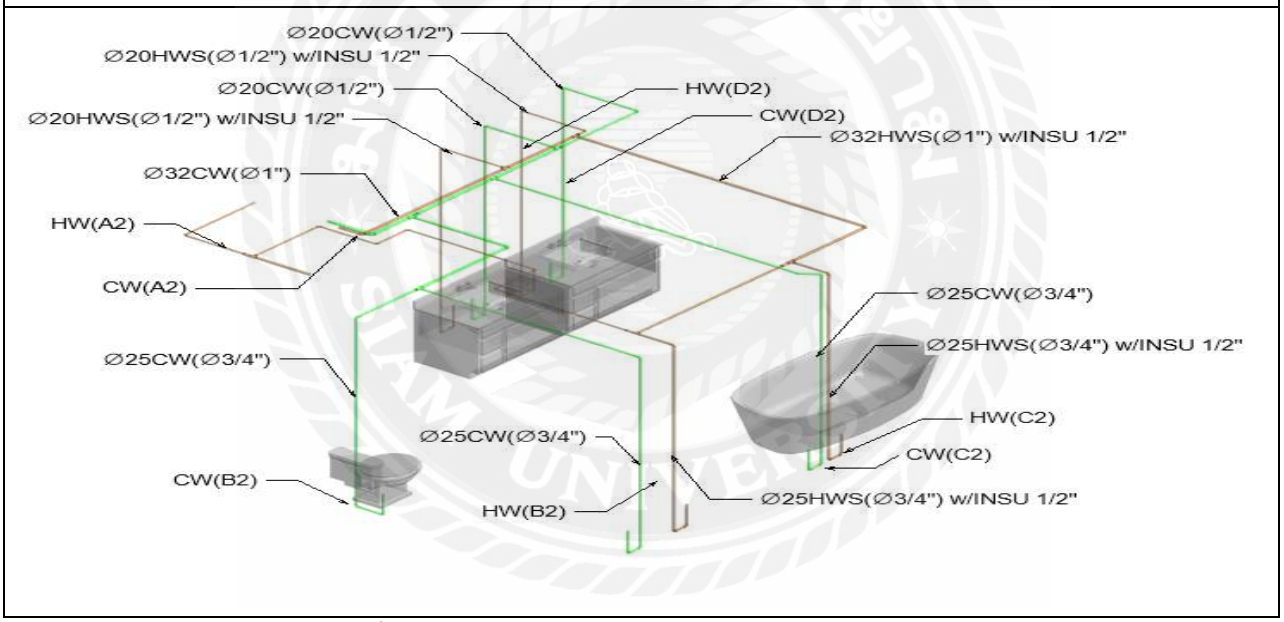
เปรียบเทียบแบบการลดวัสดุของห้อง พรีเมียร์ 2
ก่อนปรับปรุง

หลังปรับปรุง


ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบแบบการลดวัสดุของห้อง พรีเมียร์ 2

แบบห้อง พรีเมียร์2 มีทั้งหมดของโครงการจำนวน 35 ห้อง

ตารางที่ 5.2 ผลการคำนวณลดราคาต้นทุนแบบห้อง พรีเมียร์ 2

	สรุปการคำนวณ บาท/ห้อง	สรุปการคำนวณบาทต่อโครงการ
ก่อนปรับปรุง	3,295	3,295 × 35 = 115,347
หลังปรับปรุง	1,389	1,389 × 35 = 48,625
รวมลดราคาต้นทุน	1,907	66,721

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	4,033	4,033 × 29 = 116,957
หลังปรับปรุง	2,201	2,201 × 29 = 63,829
รวมลดราคาต้นทุน	1,832	53,128

เปรียบเทียบราคาทั้งหมดก่อนและหลังปรับปรุง

ก่อนปรับปรุง 116,957+ 115,347 = 232,301 บาท

หลังปรับปรุง 63,829+ 48,625 = 112,454 บาท

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ทั้งหมด

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

$$\frac{112{,}454 - 232{,}301}{232{,}301} \times 100 = 5.1\ \%$$

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ทั้งหมด = 5.1 %

เหตุผลและสาเหตุของท่อในแบบหลังปรับปรุงที่เปลี่ยนแปลงตำแหน่งจากแบบก่อนปรับปรุง

ท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนที่พื้นตำแหน่งอ่างล้างมือ CW(A1) ถึง CW(D1) และ HW(A1) ถึง HW(D1) ได้เปลี่ยนไปอยู่ข้างบน เนื่องจากการออกแบบเดิมตำแหน่งที่อยู่ข้างล่างทับหรือใกล้เคียงกับท่อน้ำทิ้งมากเกินไป และเพื่อลดความยาวของท่อให้น้อยลงเพื่อลดค่าใช้จ่าย จึงย้ายไปอยู่ตำแหน่ง CW(A2) ถึง CW(D2) และ HW(A2) ถึง HW(D2)แทน ทั้งแบบ พรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2

ท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนที่พื้นตำแหน่งอ่างอาบน้ำ CW(A1) ถึง CW(C1) และ HW(A1) ถึง HW(C1) ได้เปลี่ยนไปอยู่ข้างบน เนื่องจากการออกแบบเดิมตำแหน่งที่อยู่ข้างล่างทับหรือใกล้เคียงกับท่อน้ำทิ้งมากเกินไป และเพื่อลดความยาวของท่อให้น้อยลงเพื่อลดค่าใช้จ่าย จึงย้ายไปอยู่ตำแหน่ง CW(A2) ถึง CW(C2) และ HW(A2) ถึง HW(C2)แทน ทั้งแบบ พรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2

ท่อน้ำประปาที่พื้นตำแหน่งชักโครก CW(A1) ถึง CW(B1) ได้เปลี่ยนไปอยู่ข้างบน เนื่องจากการออกแบบเดิมตำแหน่งที่อยู่ข้างล่างทับหรือใกล้เคียงกับท่อน้ำทิ้งมากเกินไปและเพื่อลดความยาวของท่อให้น้อยลงเพื่อลดค่าใช้จ่าย จึงย้ายไปอยู่ตำแหน่ง CW(A2) ถึง CW(B2) แทน ทั้งแบบ พรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2

สรุปเรื่องการเปรียบเทียบผลการคำนวณการลดค่าใช้จ่าย พรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์ 2

จากการคำนวณการลดท่อและวัสดุในการลดค่าใช้จ่าย ควรเลือกแบบ จูเนียร์สูท 2 -พรีเมียร์ 2 หลังปรับปรุงมากกว่า จูเนียร์สูท 2 -พรีเมียร์ 2 ก่อนปรับปรุง เนื่องจากการที่เปรียบเทียบแล้วห้อง พรีเมียร์ 2 หลังปรับปรุงประหยัดค่าใช้จ่าย 1,907 บาท/ห้อง 66,721 บาท/โครงการ และ ห้อง จูเนียร์สูท 2 หลังปรับปรุงประหยัดค่าใช้จ่าย 1,832 บาท/ห้อง 53,128 บาท/โครงการ และในความเป็นจริงในงานรับเหมาก่อสร้าง การลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ติดตั้ง ราคาลดลงห้องละ 1,800 บาทโดยประมาณเฉลี่ยในแต่ละห้อง ซึ่งถ้ารวมทั้งหมดของตึกจะมีราคาที่ลดลง 5.1 เปอร์เซ็นต์ จึงมีประโยชน์มากที่ลดค่าใช้จ่าย ถ้าไม่มีการคำนวณในการลดค่าใช้จ่าย อาจสิ้นเปลืองงบประมาณในการก่อสร้าง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาจำนวนผู้อยู่อาศัยในห้องของคอนโดมิเนียมและพฤติกรรมในการบริโภคเพื่อเลือกชนิดของท่อและขนาดที่เหมาะสมที่สุด

2. ข้อมูลจะสมบูรณ์แบบได้ต้องมีแบบการออกแบบเดิมที่ได้ออกแบบมาก่อนแล้ว โดยนำมาคำนวณระยะและขนาดเพื่อลดค่าใช้จ่าย

3. ควรให้พนักงานถอดแบบด้วยมือกับถอดแบบด้วยเครื่องเพื่อเปรียบเทียบเวลาในการลดค่าใช้จ่าย

บรรณานุกรม

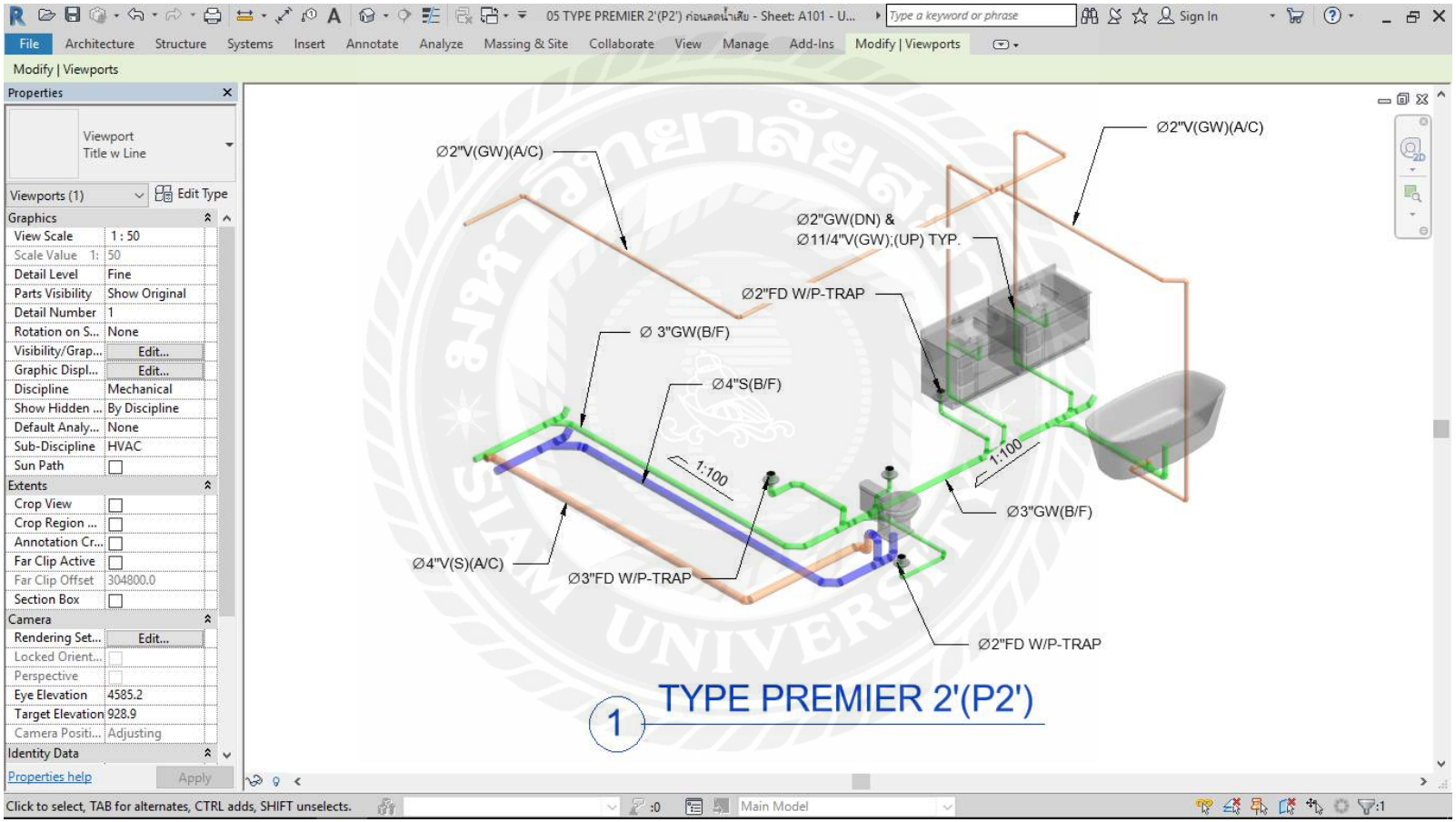
ดุลยโชติ ชลศึก. (2550). *การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นพดล มูลผล. (2556). *วิศวกรงานระบบสุขาภิบาลในระบบอาคารสูง บริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน) โครงงานนี้เป็นการศึกษาระบบสุขาภิบาลในอาคารสูง ณ โครงการ ศุภาลัย วิสต้า (แยกติวานนท์).* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม. .

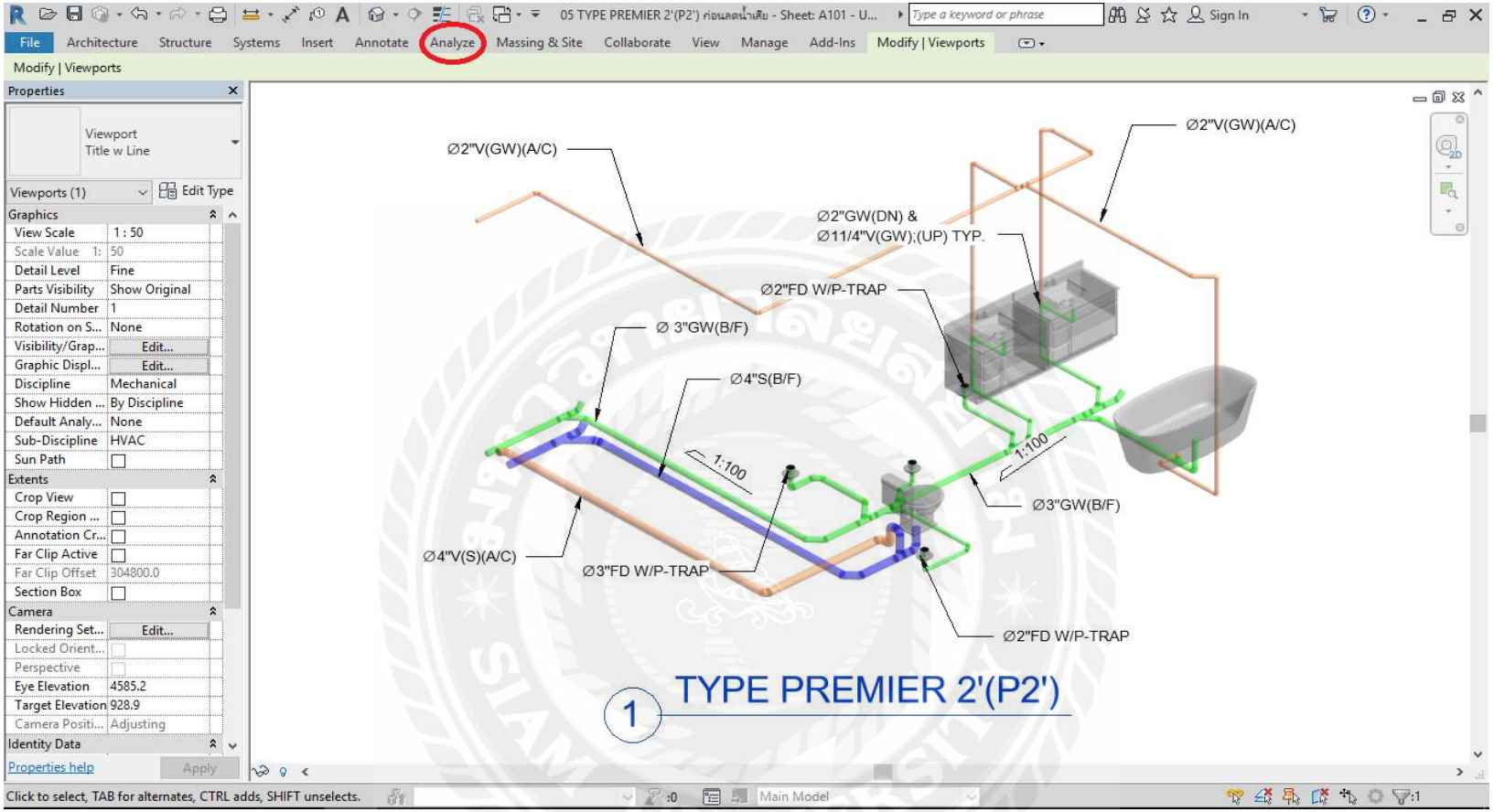
วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์. (2558). *การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ภาคผนวก

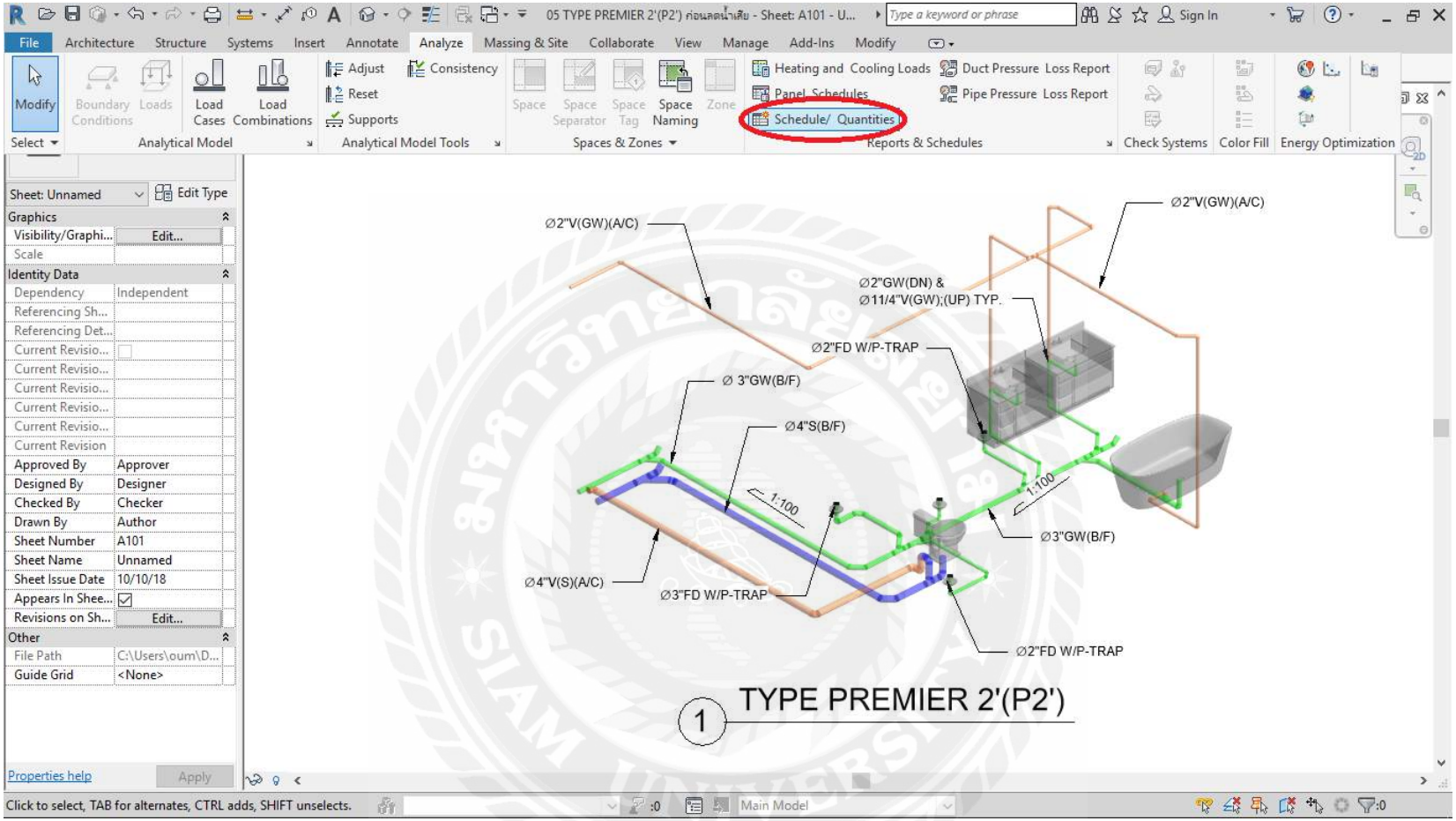
1. วิธีการถอดปริมาณด้วยโปรแกรม Autodesk Revit 2018



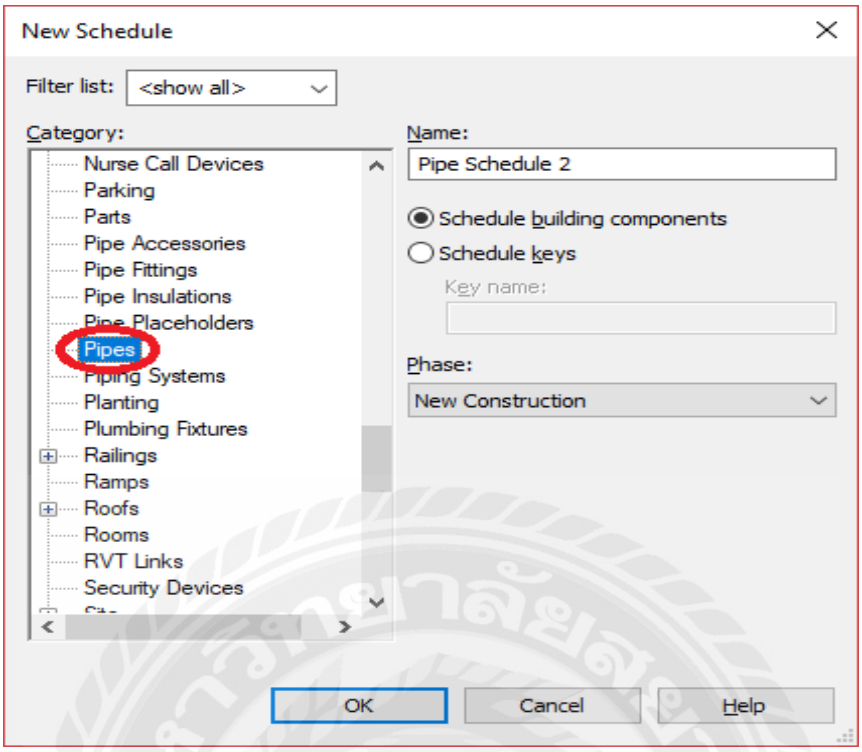
เปิดแบบ Revit ที่เราต้องการถอดปริมาณ



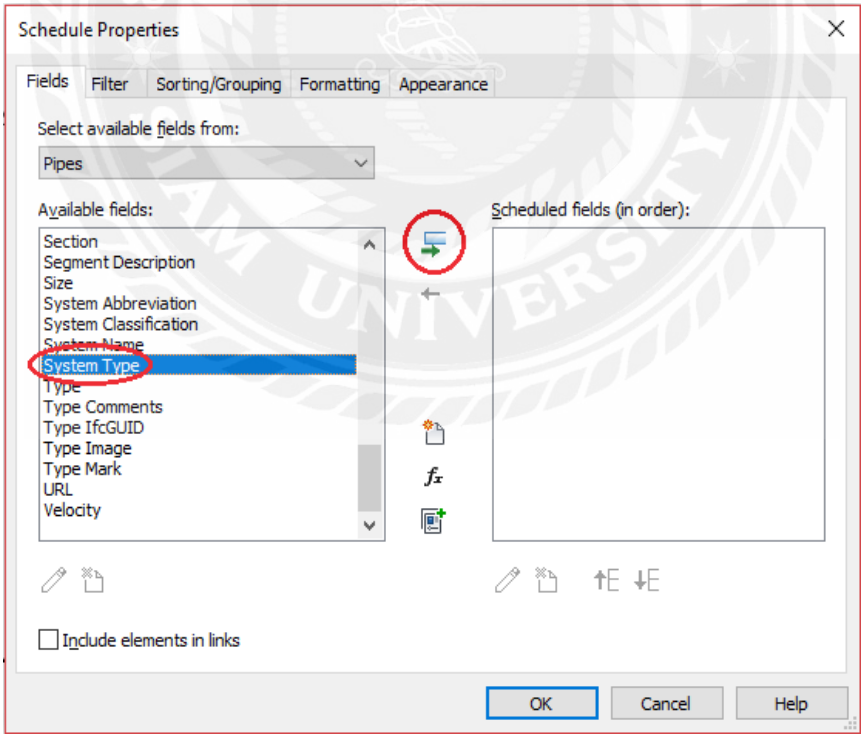
กด Analyze เพื่อเลือกคำสั่ง Schedule/Quantities



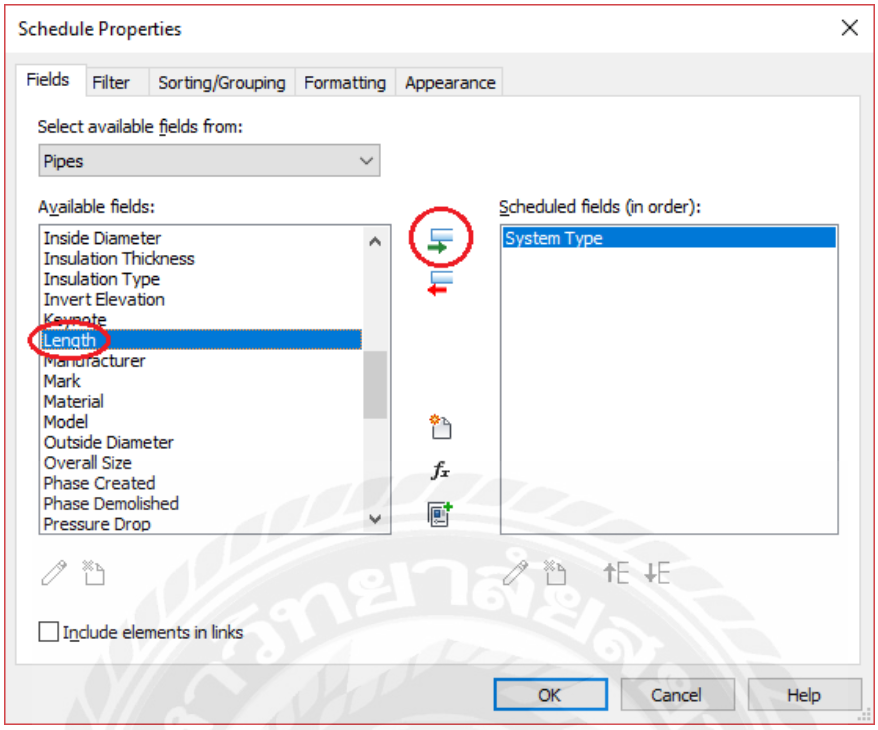
กด Schedule/Quantities เพื่อเปิดหน้า New Schedule



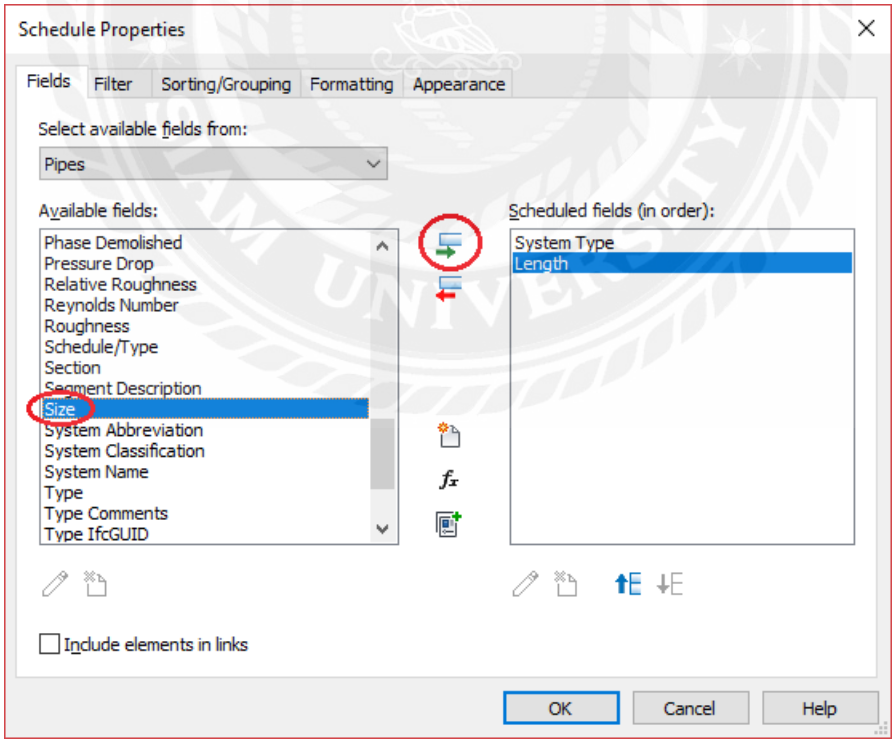
กด Pipes เพื่อเปิดหน้า Schedule Properties



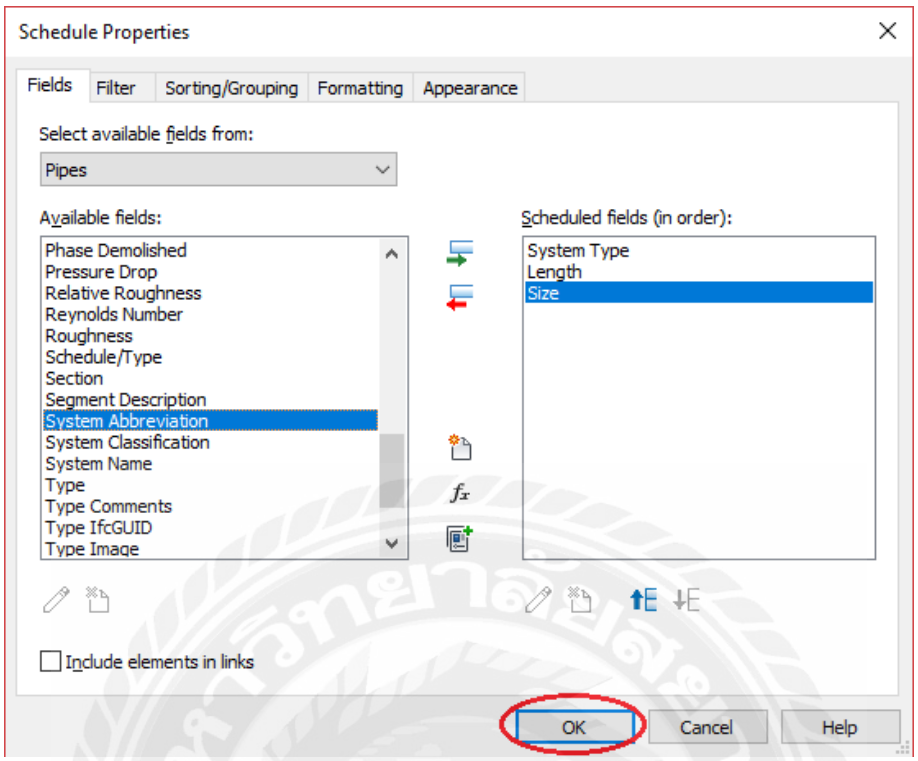
กด System Type และกดแทรกเข้าไปในช่อง Schedule Fields (in order)



กด Length และกดแทรกเข้าไปในช่อง Schedule Fields (in order)



กด Size และกดแทรกเข้าไปในช่อง Schedule Fields (in order)

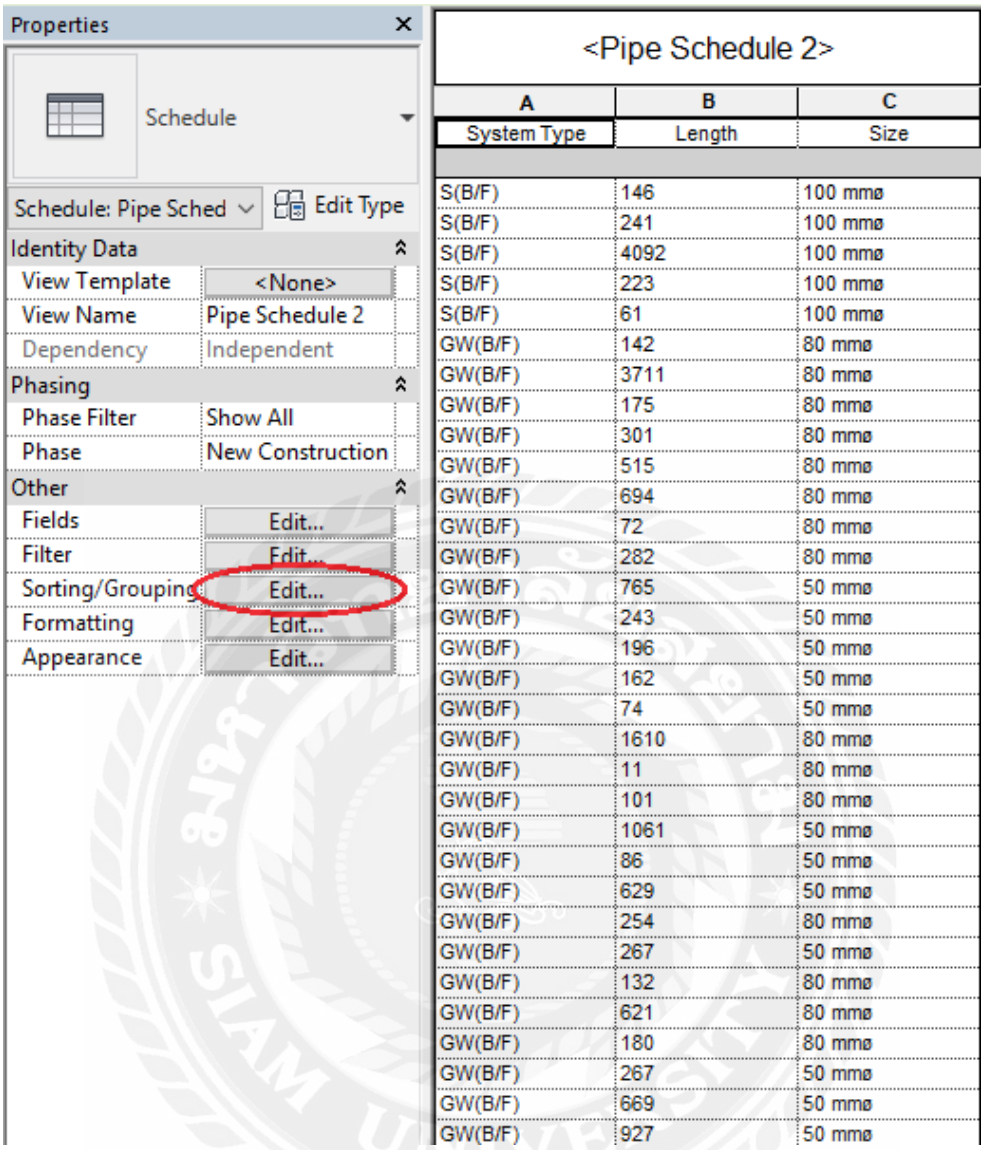


กด OK เพื่อเลือก System Type, Length, Size

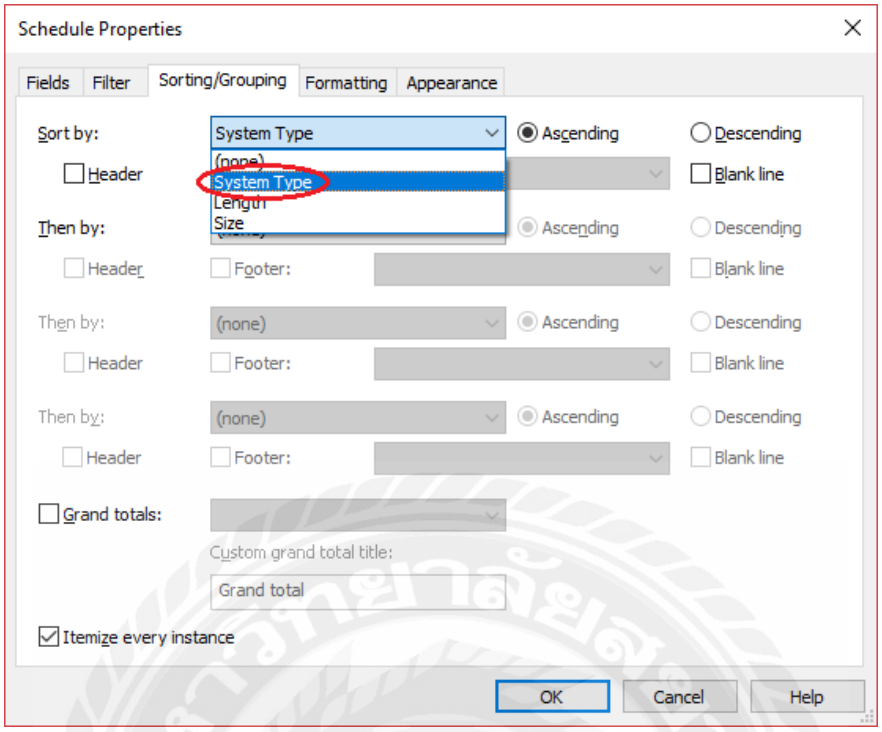
<Pipe Schedule 2>

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

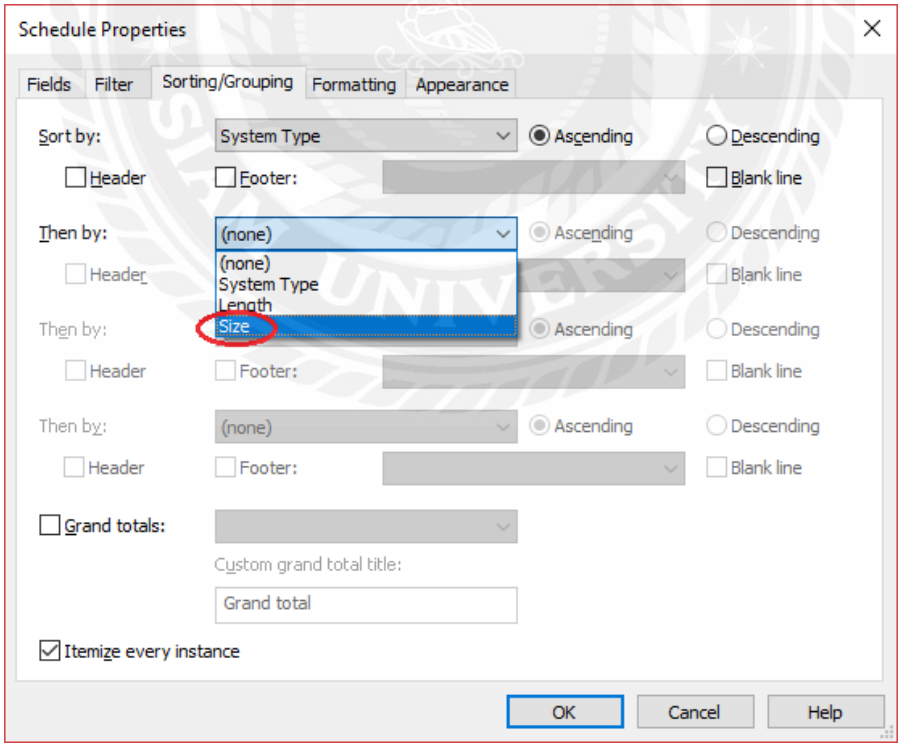
จะได้ตารางในการถอดปริมาณ แต่ขนาดและชนิดของท่อยังจัดระเบียบไม่ถูกต้อง



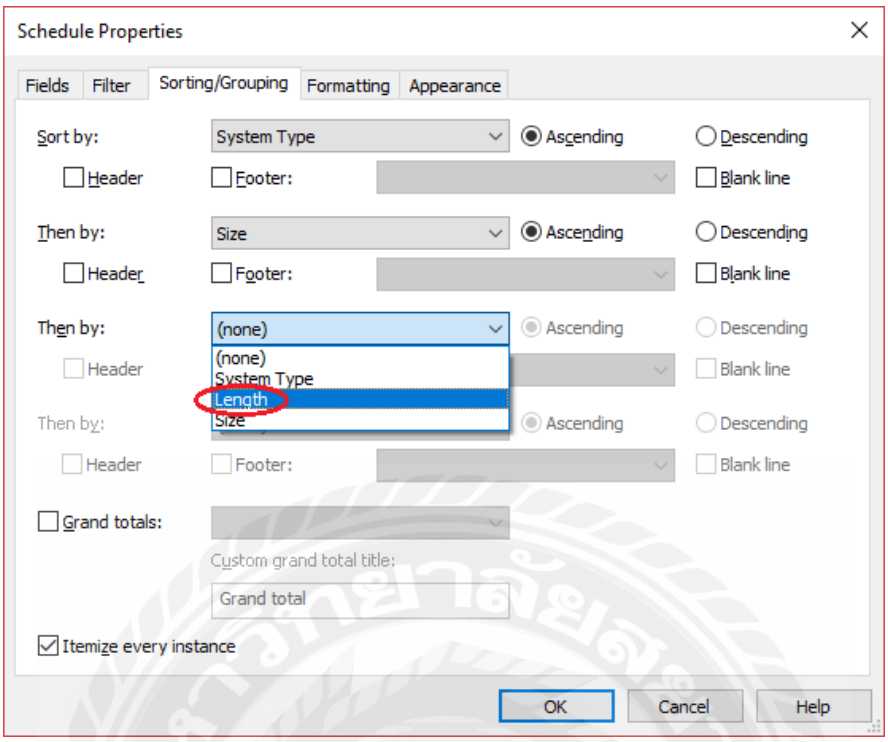
กดเลือก Edit.. ในช่องของ Sorting/Grouping ในการเปิดหน้าต่าง Schedule Properties เพื่อแก้ไขจัดระเบียบให้ถูกต้อง



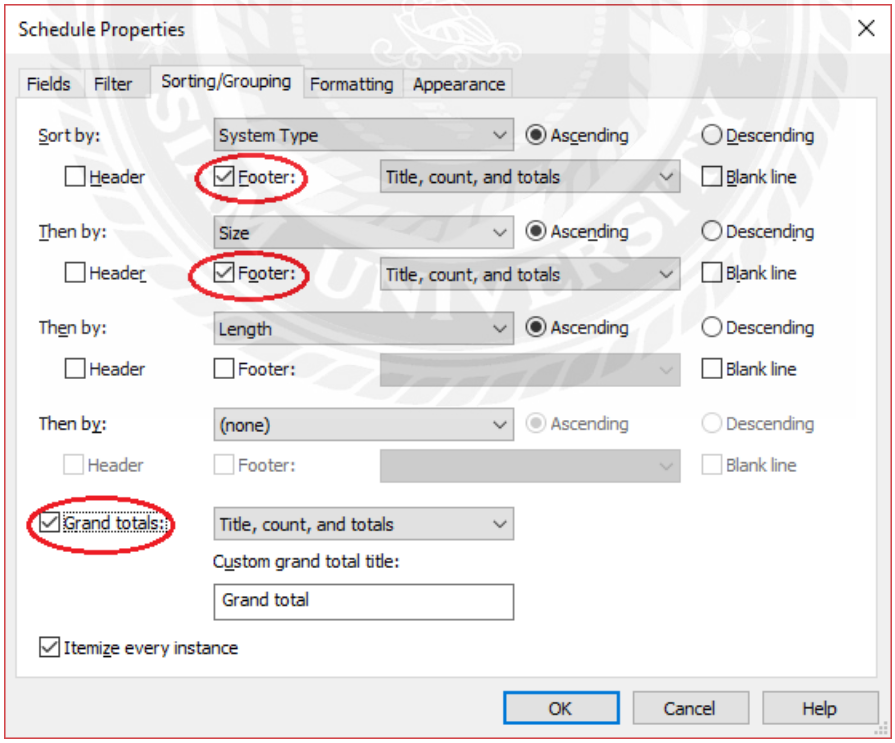
เลือก Sorting/Grouping เพื่อแก้ไขช่อง Sort by ให้เลือก System Type



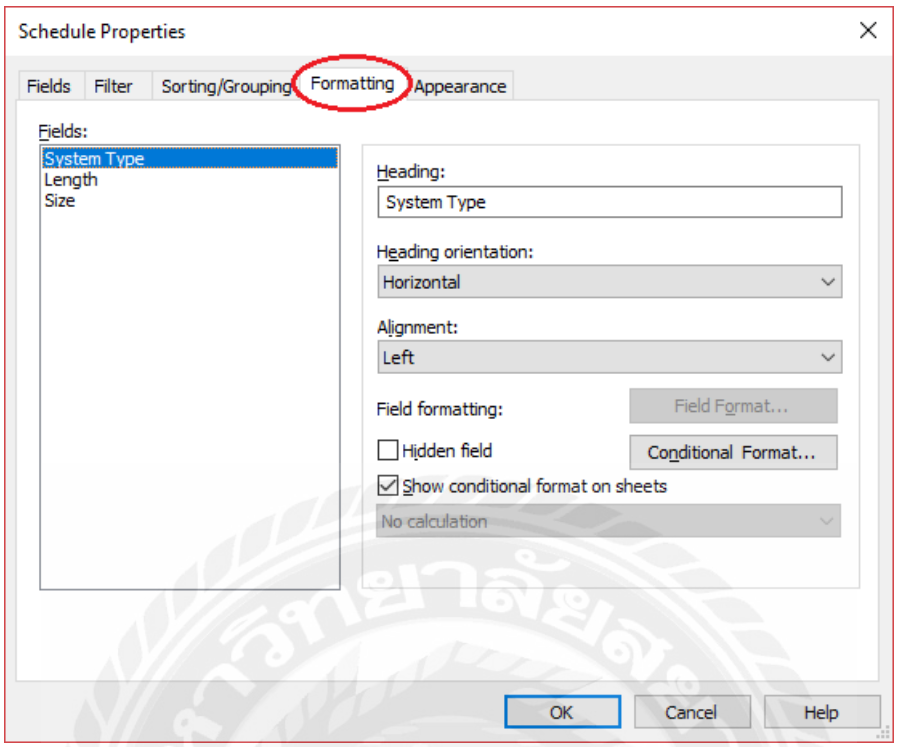
แก้ไข Then by ให้เลือก Size



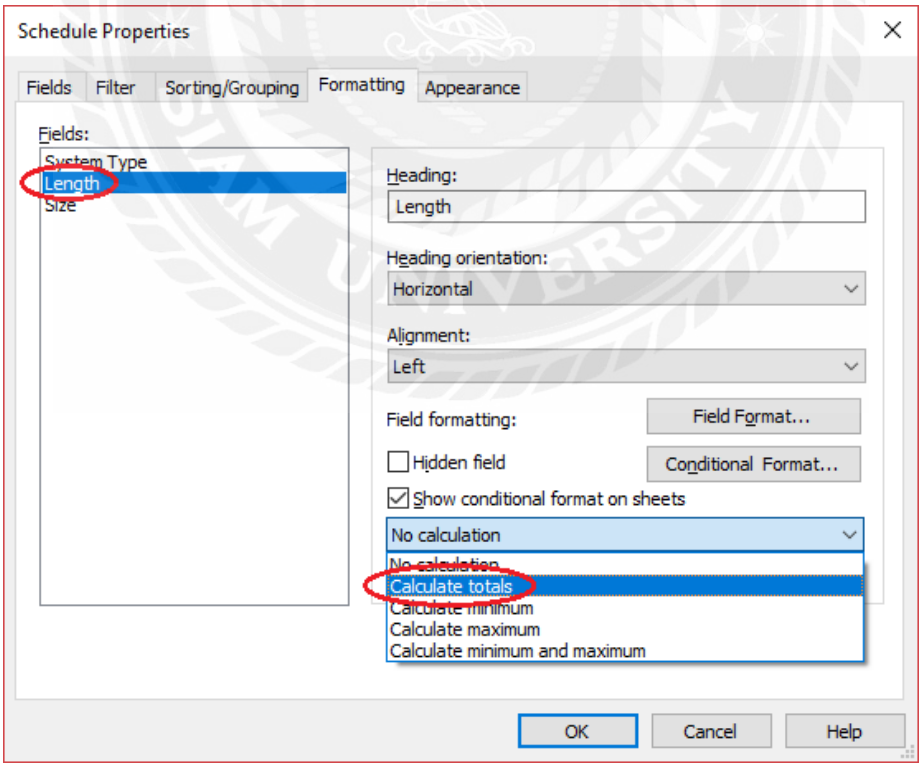
แก้ไข Then by ให้เลือก Length



เลือก Footer และ Grand totals ตามที่ได้แสดงดังภาพ



เลือกช่อง Formatting



กดที่ Length และไปเลือก Calculate totals และกด OK จะได้ตารางในการถอดปริมาณที่จัดระเบียบแล้ว

<Pipe Schedule 2>

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

จากวิธีการข้างต้นทั้งหมดทำให้ได้ตารางในการถอดปริมาณมา โดยโปรแกรมจะคิดคำนวณในการถอดปริมาณออกมาแบบอัตโนมัติซึ่งมีความแม่นยำมากกว่าการถอดปริมาณด้วยมือและยังสามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานจริงได้อีกด้วย

ประวัติผู้จัดทำ

รหัสนักศึกษา	5803100006
ชื่อ-นามสกุล	นาย ชัชวาล บินฮูเซ็น
อีเมล์	Siamtech2012@gmail.com
เบอร์โทศัพท์	082-010-6319
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ที่อยู่	5 ซ.เจริญกรุง 103/1 ถ.เจริญกรุง ข.บางคอแหลม อ.บางคอแหลม จ.กรุงเทพฯ 10120
ผลงาน	การจัดการระบบท่อน้ำประปาและท่อน้ำร้อนที่เหมาะสมเพื่อลดค่าใช้จ่าย กรณีศึกษาแบบของห้อง พรีเมียร์ 2 และ จูเนียร์สูท 2