



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การตรวจสอบขนาดท่อประปาของห้องน้ำ

กรณีศึกษาโครงการบ้านคุณวีรวัฒน์

**Checking the Size of the Plumbing of the Bathroom**

**Case study of Mr. Weerawat's House Project**

โดย

นาย ชาดิชา ย เหมสม

6123120001

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา สหกิจศึกษาสำหรับวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2563

หัวข้อโครงการ การตรวจสอบขนาดท่อประปาของห้องน้ำ  
กรณีศึกษาโครงการบ้านคุณวีรวัฒน์  
รายชื่อผู้จัดทำ นายชาติชาย เข้มสม  
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล  
คณะ วิศวกรรมศาสตร์  
ปีการศึกษา 3 / 2563  
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

อนุมัติให้รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ภาควิชา  
วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีการศึกษาที่ 3 / 2563

คณะกรรมการการสอบโครงการ



.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย)



.....พนักงานที่ปรึกษา  
(นาย ภาคิน บุญวัฒน์คุณ)



.....กรรมการกลาง  
(อาจารย์สมบัติ หิรัญวรรณพงษ์)



.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา  
(ผศ.ดร.มารุจ ลิ้มปะวัฒน์นะ)

## จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2563

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา  
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
อาจารย์ ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย

ตามที่นาย ชชาติชาย เข้มสม นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้เข้าปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 18 พฤษภาคม 2563 ถึง วันที่ 29 สิงหาคม 2563 ในแผนกฝ่ายเครื่องกล ตำแหน่ง วิศวกร ณ โครงการบ้าน คุณวีรวัฒน์ องค์กรว่าสิญธุ์

โดยได้รับมอบหมายงานจากทางแผนกฝ่ายเครื่องกลให้ใช้วิชาที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ในการทำงานและได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานควบคุมการติดตั้งระบบท่อน้ำประปาในห้องน้ำ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหน้าที่ หลักการทำงานของระบบท่อน้ำประปาในห้องน้ำ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้มาตรฐาน

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้วข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้ จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นาย ชชาติชาย เข้มสม

## กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้เข้ามาปฏิบัติงานสหกิจศึกษากับทางบริษัท เอ็ม.เค.เอส. เอ็นจิเนียริง จำกัด ในส่วนของโครงการระบบประปาตั้งแต่วันที่ 18 พฤษภาคม–วันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2563 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและการสนับสนุนจาก

1. นายภากิน ปัญจวัฒนคุณ ตำแหน่ง วิศวกรระบบ
2. ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจ
3. อาจารย์ สมบัติ เรืองแสงสกุล กรรมการ

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวชื่อนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนการให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้โดย

ผู้จัดทำ

นาย ชาทิชาย เข้มสม

22 กรกฎาคม 2564

ชื่อโครงการ : การตรวจสอบขนาดท่อประปาของห้องน้ำ  
กรณีศึกษาโครงการบ้านคุณวีรวัฒน์  
ชื่อนักศึกษา : นายชาติชาย เข้มสม  
อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ชาญชัย วิรุณฤทธิชัย  
ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี  
ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล  
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์  
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา : 3 / 2563

#### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการนำเสนอการตรวจสอบขนาดท่อประปาของห้องน้ำ ในโครงการบ้านคุณวีรวัฒน์ ซึ่งจะ แสดงขั้นตอนการตรวจสอบขนาดท่อประปาของห้องน้ำ ซึ่งในการตรวจสอบครั้งนี้ จะใช้ตารางมาตรฐานการออกแบบท่อ ตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ในปัจจุบันการติดตั้งท่อน้ำประปา ยังมีปัญหาในการออกแบบขนาดและข้อต่อที่ยังไม่สามารถออกแบบให้ตรงตามมาตรฐาน ซึ่งยังไม่มีการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง โดยให้เกิดความเสียหายและสิ้นเปลืองงบประมาณในการแก้ไข

เพื่อการแก้ไขปัญหาลำหรับการออกแบบท่อน้ำประปา นักศึกษาสหกิจจึงให้ความสำคัญของการออกแบบ โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการสร้างแบบและแบ่งช่วงระยะของท่อแต่ละเส้น เพื่อนำแบบมาเปรียบเทียบและใช้ในการออกแบบ เนื่องจากแบบทางหน้านั้นยังมีปัญหาในการออกแบบผิดพลาดอยู่

จากผลที่ได้จากแบบทางหน้านั้นพบว่า ท่อประปาในอาคาร มีขนาดท่อในช่วง A เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ขนาดท่อในช่วง B มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน ส่งผลให้การใช้งานสุขภัณฑ์น้ำจะไหลไม่เพียงพอ ขนาดท่อในช่วง C มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน ส่งผลให้การใช้งานสุขภัณฑ์น้ำจะไหลไม่เพียงพอ ขนาดท่อในช่วง D เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด และขนาดท่อลงสุขภัณฑ์ เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด และโครงการควรมีการแก้ไขปรับเปลี่ยนขนาดและความลาดเอียงของท่อเพื่อป้องกันความเสียหาย โดยมีงบประมาณในการแก้ไข 1,749 บาท คือ ตารางเมตร

คำสำคัญ : การตรวจสอบ, ท่อประปา, ห้องน้ำ

ผู้ตรวจ  
D.H.H.

**Project Title** : Checking the Plumbing Size of a Bathroom -  
Case Study of Baan Mr. Weerawat Project

**Student Name** : Mr. Chatchai Khemsom

**Advisor** : Dr. Chanchai Wiroonritichai

**Degree** : Bachelor's of Engineering

**Department** : Mechanical Engineering

**Faculty** : Engineering

**Semester/ Academic Year** : 3 / 2020

#### Abstract

This project presented a check the plumbing size of a bathroom. For the inspection, the standard pipe design table was used in accordance with the standards of the Engineering Institute of Thailand, under H.M. The King's Patronage. The installation of water supply pipes has many designing sizes and joints that do not meet the standards, which causes damage and wastes the maintenance budget.

To solve the problems of design of water supply pipes, a new design that used a prefabricated program to create and divide the span of each pipe to create a model to compare and use in the design. However, the design on the job site, still presented challengers.

As a result of the on-site design, the plumbing in the building has a pipe size in the range of A, that meets the required standards. The pipe sizes in the range of B and C were smaller than the standard and, the use of water sanitary ware did not flow sufficiently. Finally, the pipe size in the range of D and the sanitary pipe size was compliant. In conclusion, according to the specified standards, the project should be modified to adjust the size and slope of the pipes to prevent damage with a revised budget of 1,749 Baht per square meter.

**Keywords:** Inspection, Plumbing, Bathroom

Approved by  
.....

## สารบัญ

หน้า	
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์โครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.5 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 วัสดุท่อประปา	3
2.2 ระบบท่อประปาสำหรับอาคาร	4
2.3 ระบบจ่ายขึ้น	4
2.4 ระบบจ่ายลง	7
2.5 อัตราการไหลและความดันของเครื่องสูบน้ำ	12
2.6 ความต้องการน้ำต่อวัน	15
2.7 ขนาดท่อสำหรับเครื่องสูบน้ำ	17
2.8 การคำนวณหาขนาดท่อน้ำ	18
2.9 ขนาดและพิกัดของท่อ	21
3.0 ความหนาท่อ	23
3.1 มาตรฐานการเพิ่มอัตราส่วน (Standard Dimension Ratio)	23
3.2 การกำหนดขนาดท่อระบายน้ำและท่อโสโครกในแนวตั้งและแนวนอน	24
3.3 การออกแบบ	28
<b>บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน</b>	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	32
3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน	33
3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร	34

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	34
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	35
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	35
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	35
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	35
<b>บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ</b>	
4.1 การใช้ตารางในการออกแบบ	36
4.1.1 การใช้ตารางที่ 2.2 จำนวนสุขภัณฑ์สูงสุดของ Building Drain	36
4.1.2 การใช้ตารางที่ 2.6 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อตั้ง	37
4.1.3 การใช้ตารางที่ 2.7 Water-pipe sizes : Flush valves	37
4.1.4 การใช้ตารางที่ 2.3 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อตั้ง	38
4.1.5 การใช้ตารางที่ 2.4 ขนาดท่อเป็น มิลลิเมตร สำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ	39
4.1.6 การใช้ตารางที่ 2.3 อัตราความต้องการน้ำสูงสุด (Hunter's curve)	40
4.1.7 การใช้ตารางที่ 2.11 HUNTER'S CURVE	41
4.1.8 การใช้ตารางที่ 2.13 FRICTION LOSS, FT. PER 100 FT. OR M. PER 100 M.(FAIRLY ROUGH STEEL PIPE)	42
4.2 ขั้นตอนการออกแบบท่อประปาภายในห้องน้ำ	44
4.2.1 ออกแบบท่อประปาภายในห้องน้ำ	44
4.2.2 ขั้นตอนการหาในช่วง A-B	45
4.2.2.1 รวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ของท่อเมนหรือท่อแยกที่ต้องการ	46
4.2.2.2 หาอัตราความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้	47
4.2.2.3 หาขนาดของท่อเมนหรือท่อแยกได้จากรูปที่ 2.13	48
4.2.2.4 หาขนาดของท่อย่อยโดยอาศัยตารางที่ 2.6	49
4.2.3 ขั้นตอนการหาในช่วง B-D	50
4.2.3.1 รวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ของท่อเมนหรือท่อแยกที่ต้องการ	51
4.2.3.2 หาอัตราความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้	52
4.2.3.3 หาขนาดของท่อเมนหรือท่อแยกได้จากรูปที่ 2.13	53
4.2.3.4 หาขนาดของท่อย่อยโดยอาศัยตารางที่ 2.6	54
4.2.4 ขั้นตอนการหาในช่วง D-E	55
4.2.4.1 รวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ของท่อเมนหรือท่อแยกที่ต้องการ	56
4.2.4.2 หาอัตราความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้	57



4.2.4.3	หาขนาดของท่อเมนหรือท่อแยกได้จากรูปที่ 2.13	58
4.2.4.4	หาขนาดของท่อย่อยโดยอาศัยตารางที่ 2.6	59
4.2.5	ขั้นตอนการหาในช่วง B1-C	60
4.2.5.1	รวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ของท่อเมนหรือท่อแยกที่ต้องการ	61
4.2.5.2	หาอัตราความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้	62
4.2.5.3	หาขนาดของท่อเมนหรือท่อแยกได้จากรูปที่ 2.13	63
4.2.5.4	หาขนาดของท่อย่อยโดยอาศัยตารางที่ 2.6	64
4.2.6	ท่อตามหน่วยสุขภัณฑ์	65
4.2.6.1	หาขนาดของท่อย่อยโดยอาศัยตารางที่ 2.6	66
4.2.7	จำนวนติดตั้ง (Fitting) หรือ ข้อต่อในห้องน้ำ	67
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>		
5.1	สรุปผลโครงการ	68
5.2	สรุปผลการปฏิบัติงาน	68
5.3	ข้อเสนอแนะ	70
บรรณานุกรม		71
ภาคผนวก		72
ประวัติผู้ทำ		76

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 อัตราการไหลและความดันสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์	14
ตารางที่ 2.7 Water-pips sizes: Number of 15 mm. ( ½ In.) Connections allowed	20
ตารางที่ 2.8 Water-pipe sizes : Flush valves *	20
ตารางที่ 2.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อในระบบ DN และ NPS	22
ตารางที่ 3.0 จำนวนสุขภัณฑ์สูงสุดของ Building Drain	25
ตารางที่ 3.1 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อคิง	25
ตารางที่ 3.2 ขนาดท่อเป็น มิลลิเมตร สำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ	26
ตารางที่ 3.3 ตารางหน่วยสุขภัณฑ์และขนาดของที่ดักกลิ่น	27

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ระบบจ่ายน้ำโดยถังอัดความดัน	6
รูปที่ 2.2 ระบบจ่ายน้ำโดยถังสูงบนชั้นหลังคา	9
รูปที่ 2.3 ระบบจ่ายน้ำโดยใช้ถังสูงหลายถัง	10
รูปที่ 2.4 ระบบน้ำแบบจ่ายผสม	11
รูปที่ 2.5 อัตราการไหลและความดันของเครื่องสุขภัณฑ์	12
รูปที่ 2.6 การติดตั้งห้องอากาศสำหรับอ่างล้างมือ	13
รูปที่ 2.7 การใช้ห้องอากาศสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์หลายชุด	13
รูปที่ 2.8 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล	15
รูปที่ 2.9 สมรรถนะของ Exile Orifice	16

## บทที่ 1

### คำนำ

น้ำที่จ่ายให้กับอาคารทุกประเภทที่มีจุดประสงค์ให้คนใช้สอยจะต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพเหมาะแก่การบริโภคโดยปกติแล้วการจัดการแหล่งน้ำเป็นหน้าที่ของวิศวกรแหล่งน้ำโดยเฉพาะส่วนวิศวกรผู้ออกแบบระบบท่อประปาภายในอาคารจะถือว่าได้มีแหล่งน้ำที่เหมาะสมและเพียงพอแก่การใช้สอยภายในอาคารแล้วการจัดการน้ำให้กับอาคารนี้สามารถกระทำได้ง่าย ถ้าอาคารตั้งอยู่ในบริเวณที่มีแหล่งน้ำสาธารณะที่จะต่อมาเข้ากับระบบของการได้ถ้าหากว่าในบริเวณนั้นไม่มีน้ำประปาสาธารณะ หรือน้ำประปามีราคาสูงเกินไปและอาคารมีความต้องการน้ำมาก การจัดหาแหล่งน้ำของตนเองก็อาจจะเหมาะสมกว่า แหล่งน้ำดังกล่าวนี้มาจากทะเลสาบ แม่น้ำ น้ำฝน หรือบ่อบาดาลก็ได้ ในกรณีที่ทำกรจัดหาแหล่งน้ำเองกระบวนการทำให้น้ำมีคุณภาพให้เหมาะสมกับการบริโภคได้

ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงเห็นความสำคัญของงานระบบนี้ภายในอาคารจึงมีความคิดรวบรวมนวิธีการตรวจสอบและเสนอแนะแนวทางแก้ไขของระบบน้ำประปา รวมถึงการวางแผนบำรุงรักษาระบบภายในอาคาร การบำรุงรักษาและการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบให้มีประสิทธิภาพอย่างถูกวิธีและสามารถนำไปศึกษาต่อเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพได้

#### 1.2 วัตถุประสงค์โครงการ

- 1.2.1 การตรวจสอบขนาดท่อประปาในส่วนของโครงการ บ้านคุณวีรวัฒน์
- 1.2.2 เพื่อนำเสนอการถอดแบบท่อประปาในส่วนของโครงการ บ้านคุณวีรวัฒน์

#### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ศึกษาขนาดท่อประปาในส่วนของโครงการ บ้านคุณวีรวัฒน์

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นหลังการติดตั้งซึ่งก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองในการแก้ไข

### 1.5 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ก.ค. 62	ส.ค. 62	ก.ย. 62	ต.ค. 62	พ.ย. 62
ศึกษาข้อมูล	←→				
ตั้งหัวข้อของโครงการ		←→			
วิเคราะห์ข้อมูล		←→			
ทดสอบระบบ			←→		
สรุปผลและปรับปรุง				←→	
จัดทำเอกสาร					←→



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 วัสดุของท่อประปา

โดยปกติแล้วจะมีการกำหนดมาตรฐานวัสดุของท่อประปาโดยหน่วยงานของรัฐบาล เพื่อให้เหมาะสมแก่การใช้ส่งน้ำประปาภายในอาคารจะเป็น ท่อเหล็กอบสังกะสี ท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ท่อทองแดงท่อเหล็กหล่อ หรือ ท่อพลาสติก เช่น ท่อ Polyvinyl Chloride (ท่อ PVC) ท่อ Polyethylene ก็ได้ ท่อที่ใช้ส่งน้ำภายในอาคารที่นิยมกันมากที่สุด คือ ท่อเหล็กอบสังกะสี ทั้งนี้เพราะมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีพอสมควร และราคาไม่สูงจนเกินไป ถึงแม้ว่าท่อเหล็กดำจะมีราคาถูกกว่าท่อเหล็กอบสังกะสี แต่ก็ไม่ใช่เป็นที่นิยมใช้เป็นท่อประปาของอาคาร ทั้งนี้เพราะจะเกิดการกัดกร่อนได้เร็วกว่า ส่วนท่อที่นิยมใช้กันมากเช่นกันก็คือท่อ PVC แต่จะต้องใช้ในที่ไม่ถูกกับแสงแดด เพราะคุณภาพของท่อจะเสื่อมและเกิดการอ่อนตัวหรือบวมได้ท่อ PVC สามารถต่อได้ง่ายโดยการใช้น้ำยาประสาน และมีน้ำหนักเบา จึงเป็นเหตุผลให้มีการนำมาใช้กันมากขึ้นแต่ข้อต่อจะไม่มี ความแข็งแรงเท่ากับท่อโลหะ สำหรับท่อทองแดงจะราคาสูงกว่าท่อเหล็กมาก ฉะนั้นในประเทศไทยจึงไม่สู้ที่จะนิยมนำมาใช้เป็นท่อประปา อย่างไรก็ตามท่อทองแดงจะเบา กว่าท่อเหล็กทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี มีผิวเรียบและเกิดตะกรันจับช้า จึงมีความต้านทานต่อการไหลของน้ำน้อยกว่าท่อเหล็ก ซึ่งหมายถึงว่าผู้ออกแบบอาจจะสามารถเลือกใช้ขนาดท่อเล็กกว่าท่อเหล็กได้ และเมื่อคิดถึงอายุการใช้งานของท่อทองแดงซึ่งนานกว่าท่อเหล็กแล้ว จะเห็นได้ท่อทองแดงมีความเหมาะสมอยู่มากเช่นกัน ส่วนมากแล้วนิยมนำท่อทองแดงในการส่งน้ำร้อนเพื่อการใช้สอยภายในอาคาร เช่น ในโรงแรม โรงพยาบาล เป็นต้น สำหรับท่อเหล็กหล่อมักจะไม่นำมาใช้เป็นท่อส่งน้ำภายในอาคาร แต่มักจะใช้เป็นท่อประปาที่อยู่ใต้ดินภายนอกอาคารซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 100 มม. ขึ้นไป

## 2.2 ระบบท่อประปาสำหรับอาคาร

เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ที่ใช้น้ำบางชนิดต้องการแต่เพียงน้ำเย็นเพียงอย่างเดียว บางชนิดก็ต้องการน้ำร้อนด้วย ตามหลักเศรษฐศาสตร์แล้วจะต้องเดินทำให้มีระยะทางสั้นที่สุด ดังนั้นทางทฤษฎีแล้วท่อจะต้องเริ่มจากแหล่งน้ำ แล้วเดินเป็นเส้นตรงไปยังจุดที่ต้องการใช้น้ำ แต่ในทางปฏิบัติแล้วไม่สามารถที่จะทำได้ด้วยเหตุผลหลายประการ ประการแรก เนื่องจากจะต้องรักษาความสวยงามของอาคารเอาไว้ ทำให้จำเป็นที่จะท่อ ทำให้จำเป็นที่จะต้องซ่อนท่อไว้ในเพดาน กำแพง หรือ ช่องท่อ ประการที่สอง โครงสร้างของอาคารอาจจะขวางทางเดินของท่อ ทำให้จำเป็นที่จะต้องเดินท่ออ้อมไปทางด้านอื่น และประสุกท้าย เพื่อความสะดวกในการดูแลรักษาและซ่อมแซมท่อ จึงจำเป็นที่จะต้องพยายามที่จะรวมระบบท่อชนิดต่าง ๆ เอาไว้ด้วยกัน ซึ่งเป็นการป้องกันมิให้มีการเจาะรูจำนวนมากที่โครงสร้างของอาคารเพื่อให้เป็นทางผ่านของท่อด้วย

ความดันที่ช่วยในการส่งน้ำจากแหล่งน้ำไปยังจุดที่ต้องการใช้น้ำอาจจะมาจากความดันในท่อเมนประปาความดันจากเครื่องสูบน้ำ หรือ ความดันจากถังเก็บน้ำซึ่งตั้งอยู่บนหลังคา เป็นต้น ในกรณีของเครื่องสุขภัณฑ์ที่ต้องการน้ำร้อนและน้ำเย็น วิศวกรระบบท่อควรจะต้องออกแบบให้ความดันภายในท่อน้ำร้อนและน้ำเย็น ณ ตำแหน่งที่จะจ่ายเข้าเครื่องสุขภัณฑ์มีทำไม่แตกต่างกันมากนัก มิฉะนั้นแล้วอาจจะทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถที่จะผสมน้ำให้มีความร้อนตามต้องการได้ หรือทำให้การปรับวาล์วผสมน้ำกระทำได้ยากนั่นเอง ทั้งนี้เพราะน้ำภายในท่อที่มีความดันสูงกว่า จะพยายามดันเข้าไปภายในท่อที่มีความดันต่ำกว่าในขณะที่เปิดวาล์วผสมน้ำระบบการจ่ายน้ำของอาคารอาจจะแบ่งออกตามลักษณะของการออกแบบได้เป็น 2 ประเภท คือ

- ระบบจ่ายขึ้น (Upfeed System)

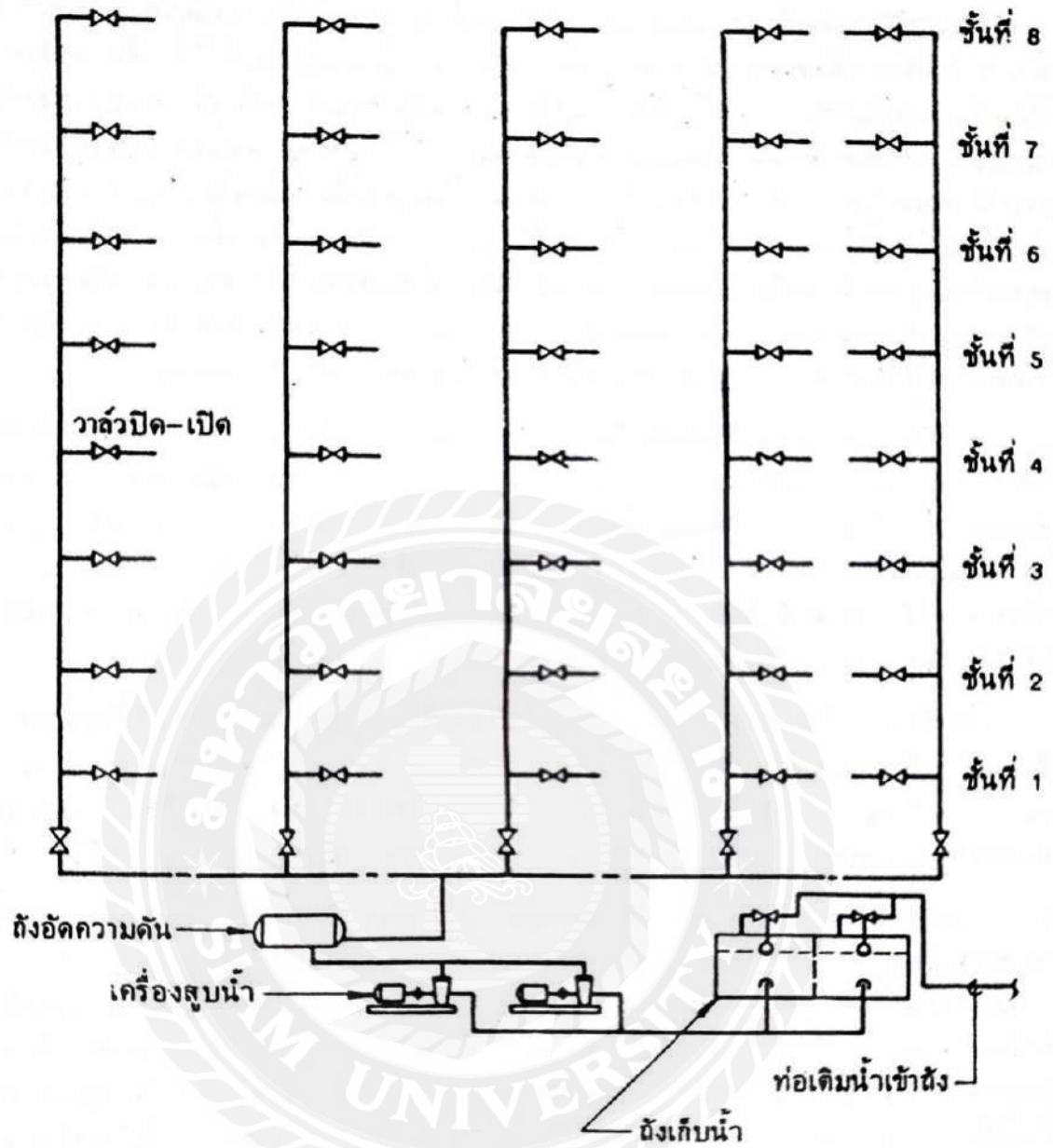
-ระบบจ่ายลง (Downfeed System)

## 2.3 ระบบจ่ายขึ้น

ระบบจ่ายขึ้น หมายถึง ระบบการจ่ายน้ำภายในอาคาร ซึ่งทำการจ่ายน้ำให้แก่เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในขณะที่ท่อจ่ายน้ำเดินจากชั้นล่างขึ้นไปตามความสูงของอาคาร ในกรณีของบ้านอยู่อาศัยทั่วไป ซึ่งมีความสูงเพียง 2 ชั้น ความดันจากท่อเมนของการประปาแต่เพียงอย่างเดียวควรจะเพียงพอแล้ว เพราะตามมาตรฐานของการประปาแล้ว ความดันในเส้นท่อ ณ ตำแหน่งใด ๆ จะต้องไม่น้อยกว่า 2 บาร์ ซึ่งก็เพียงสำหรับการจ่ายน้ำให้กับอาคารให้สูงถึง 3 ชั้นแล้ว

ในกรณีที่ความดันในบางพื้นที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ผู้อยู่อาศัยก็จำเป็นที่จะต้องใช้ชุดเครื่องสูบน้ำ (Booster Pumping Set) ช่วยเสริมความดันในเส้นท่อ

สำหรับอาคารที่มีหลายชั้น ระบบจ่ายน้ำอาจจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.1 ระบบดังกล่าว ประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำซึ่งดูดน้ำจากถังเก็บน้ำแล้วอัดเข้าไปภายในถังอัดความดัน (Pneumatic or Pressure Tank) จนกระทั่งระดับน้ำภายในถังอัดความดันสูงถึงระดับที่ต้องการ ส่วนเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) ซึ่งมีได้แสดงอยู่ในรูปจะอัดอากาศเข้าไปในถังอัดความดันจนกระทั่งมีความดันตามต้องการ และเพียงพอแก่การจ่ายน้ำขึ้นไปยังชั้นต่าง ๆ ของอาคาร ในรูปแสดงถึงอาคารที่มี 8 ชั้น และระบบท่อประกอบด้วยท่อค้ำ (Riser) เพียง 5 ท่อไม่เกิน 10 ชั้น และพื้นที่ใช้งาน ไม่มากกว่า 10000 ตารางเมตร เท่านั้น สำหรับอาคารที่มีความสูงมากกว่านี้ควรจะใช้ระบบถังเก็บน้ำสูง เพราะจะช่วยประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ได้มากกว่า อีกประการหนึ่งสำหรับอาคารขนาดใหญ่ที่มีความต้องการน้ำมาก ระบบถังอัดความดันจะมีถังอัดความดันที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าความเหมาะสมทางด้านปฏิบัติ



รูปที่ 2.1 ระบบจ่ายน้ำโดยถังอัดความดัน



## 2.4 ระบบจ่ายลง

ระบบดังกล่าวนี้แสดงอยู่ในรูปที่ 2.2 ประกอบด้วยถังเก็บน้ำตั้งอยู่บนชั้นหลังคา (Roof Tank) ถังเก็บน้ำสูงนี้อาจจะสร้างด้วยคอนกรีต เหล็ก หรือไฟเบอร์กลาส ก็ได้ระบบนี้เหมาะกับอาคารตั้งขนาดย่อมไปจนถึงขนาดใหญ่ ซึ่งมีความสูงตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไป ในรูปแสดงถึงระบบการจ่ายน้ำสำหรับอาคาร 30 ชั้น เครื่องสูบน้ำที่ระดับพื้นจะสูบน้ำขึ้นไปเก็บไว้บนถังสูง ซึ่งพร้อมที่จะจ่ายให้กับเครื่องสุขภัณฑ์ได้ทันที โดยปกติถังเก็บน้ำมักจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เพื่อที่จะสามารถทำความสะอาดได้ทีละส่วน โดยที่อาคารยังคงมีน้ำใช้อยู่เสมอ เครื่องสูบน้ำจะทำงานโดยการควบคุมของสวิตช์ลูกลอย(Float Switch) หรือสวิตช์อื่นๆ เช่น Electrode เมื่อระดับน้ำภายในถังลดลงถึงระดับที่ได้ตั้งเอาไว้ สวิตช์จะควบคุมให้เครื่องสูบน้ำทำงาน จนกระทั่งระดับน้ำภายในถังสูงถึงระดับที่ต้องการจึงจะหยุด

โดยปกติระบบการจ่ายน้ำมักจะใช้เครื่องสูบน้ำสองเครื่อง โดยมีเครื่องสูบน้ำเป็นเครื่องสำรองอยู่หนึ่งเครื่อง และมักจะควบคุมให้เครื่องสูบน้ำทั้งสองนี้ผลัดกันใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มีอายุใช้งานนานส่วนถังเก็บน้ำสูงก็จะมีส่วนหนึ่งซึ่งจะเก็บน้ำสำรองเอาไว้เพื่อการดับเพลิง ซึ่งควรมีปริมาณ ไม่น้อยกว่า 15 ลูกบาศก์เมตร ขนาดของถังเก็บน้ำบนหลังคาขึ้นอยู่กับอัตราการใช้น้ำในภาวะปกติ แต่ควรที่จะสามารถเก็บน้ำสำรองไว้ใช้ได้อย่างน้อยหนึ่งชั่วโมง อย่างไรก็ตามขนาดของถังเก็บน้ำทั้งบนหลังคาและที่ได้ดินรวมกันแล้วควรมีน้ำเพียงพอแก่การใช้สอยอย่างน้อย 6 ชั่วโมง

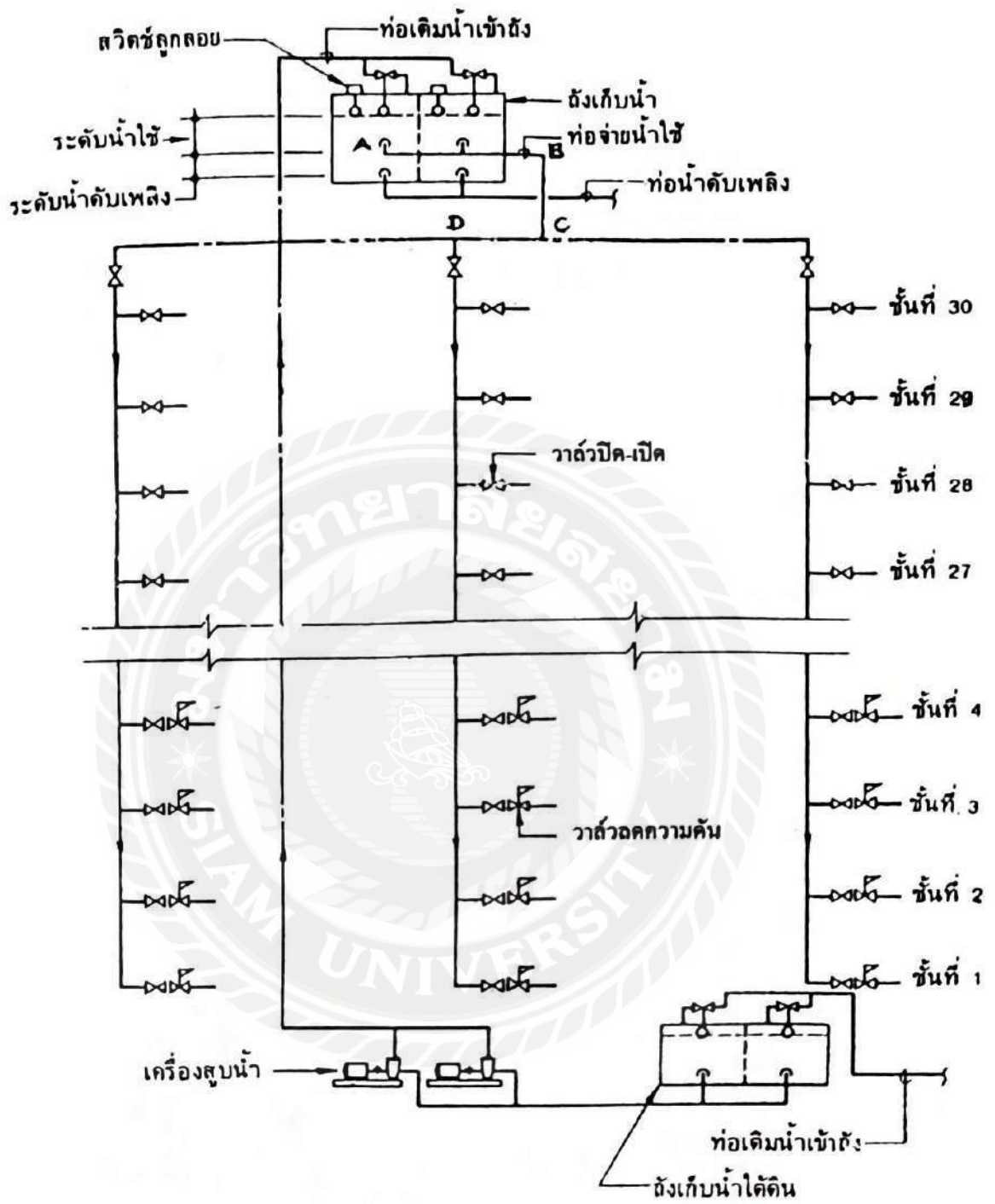
สำหรับอาคารที่มีความสูงมาก แรงดันของน้ำในเส้นท่อที่ชั้นล่าง ๆ จะสูงเกินไป ซึ่งจะทำให้วาล์วต่างๆสึกหรือเร็ว เครื่องสุขภัณฑ์เสียได้ง่าย และต้องใช้วาล์วที่ทนความดันสูง ฉะนั้นจึงต้องติดตั้งวาล์วลดความดัน(Pressure Reducing Valve) ที่ท่อแยกตามชั้นต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ โดยปกติแล้วไม่ควรที่จะให้ความดันในเส้นท่อที่จ่ายให้เครื่องสุขภัณฑ์สูงเกิน 4 บาร์ หรืออาจจะใช้วาล์วลดความดันประมาณทุก ๆ 10 ชั้นก็ได้

การจ่ายน้ำในอาคารสูงอาจจะแบ่งเป็นหลายเขตก็ได้ การแบ่งการจ่ายน้ำออกเป็นเขต ทำให้มีความคล่องตัวในด้านการบำรุงรักษา สามารถลดความดันในเส้นท่อให้เหมาะสม และยังสามารถเกิดความประหยัดในด้านพลังงานอีกด้วย รูปที่ 2.3 เป็นระบบจ่ายลงสำหรับอาคารสูง แต่ได้เพิ่มถังน้ำสูงที่ชั้นที่ 17 อีกหนึ่งถังถังน้ำบนหลังคาใช้สำหรับการจ่ายน้ำระหว่างชั้นที่ 16 ถึง 30 ส่วนอีกถังหนึ่งจะจ่ายน้ำให้กับชั้นที่ 1 ถึง 15 การแบ่งเขตการจ่ายน้ำโดยลักษณะนี้ จะเห็นได้ชัดเจนว่าเกิดความประหยัดพลังงานของเครื่องสูบน้ำส่วนที่จ่ายน้ำสำหรับการใช้สอยในชั้นที่ 1 ถึง 5 เพราะไม่ต้องใช้

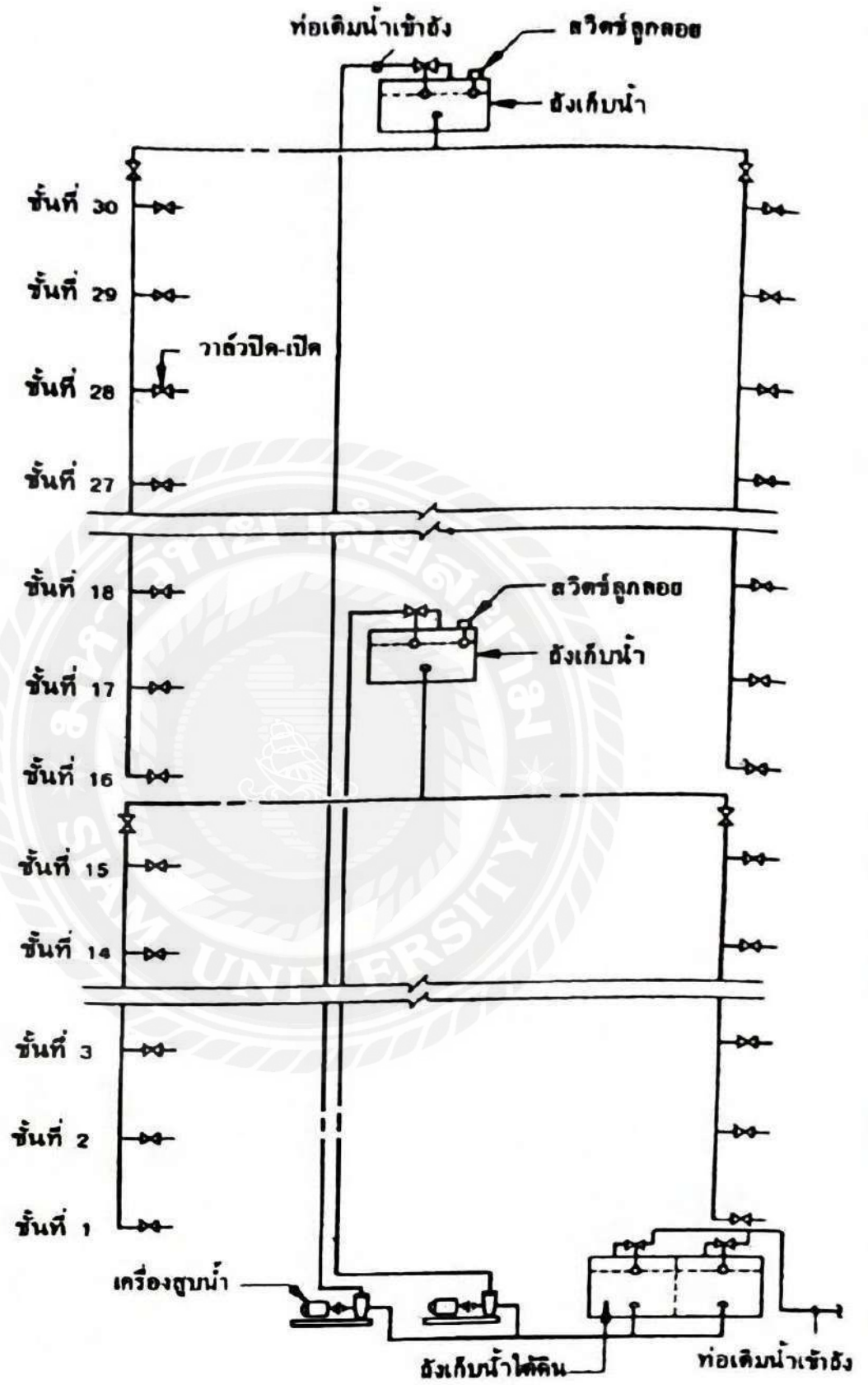
พลังงานในการยกเอาน้ำส่วนนี้ขึ้นไปไว้ส่วนบนสุดของอาคาร ซึ่งจะทำให้ความดันในเส้นท่อของชั้น  
ต่าง ๆ สูงเกินความต้องการมาก

เครื่องสูบน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้น้ำจะใช้งานได้ดีตามจุดประสงค์ ึ่งได้รับแรงดันน้ำและ  
อัตราไหลที่พอเหมาะ ในระบบจ่ายน้ำค้ำถังเก็บน้ำบนหลังคานั้น ส่วนใหญ่ความดันน้ำจะไม่พอเพียง  
สำหรับเครื่องสูบน้ำซึ่งอยู่ชั้นบนสุด ความจำกัดทางด้าน โครงสร้างและความสวยงามของอาคาร  
ทำให้ไม่สามารถที่จะยกถังเก็บน้ำให้สูงจนพอกับความต้องการได้ ในกรณีเช่นนี้ก็จำเป็นที่จะต้อง  
แยกระบบการจ่ายน้ำในส่วนบนของอาคารออกโดยหาวิธีการเพิ่มแรงดันในเส้นท่อเฉพาะส่วนนี้ให้  
เพียงพอ รูปที่ 2.4 แสดงให้เห็นถึงระบบหนึ่ง ซึ่งเป็นระบบผสมระหว่างถังอัดความดันและถังเก็บน้ำ  
สูงที่จะทำงานได้ตามความประสงค์

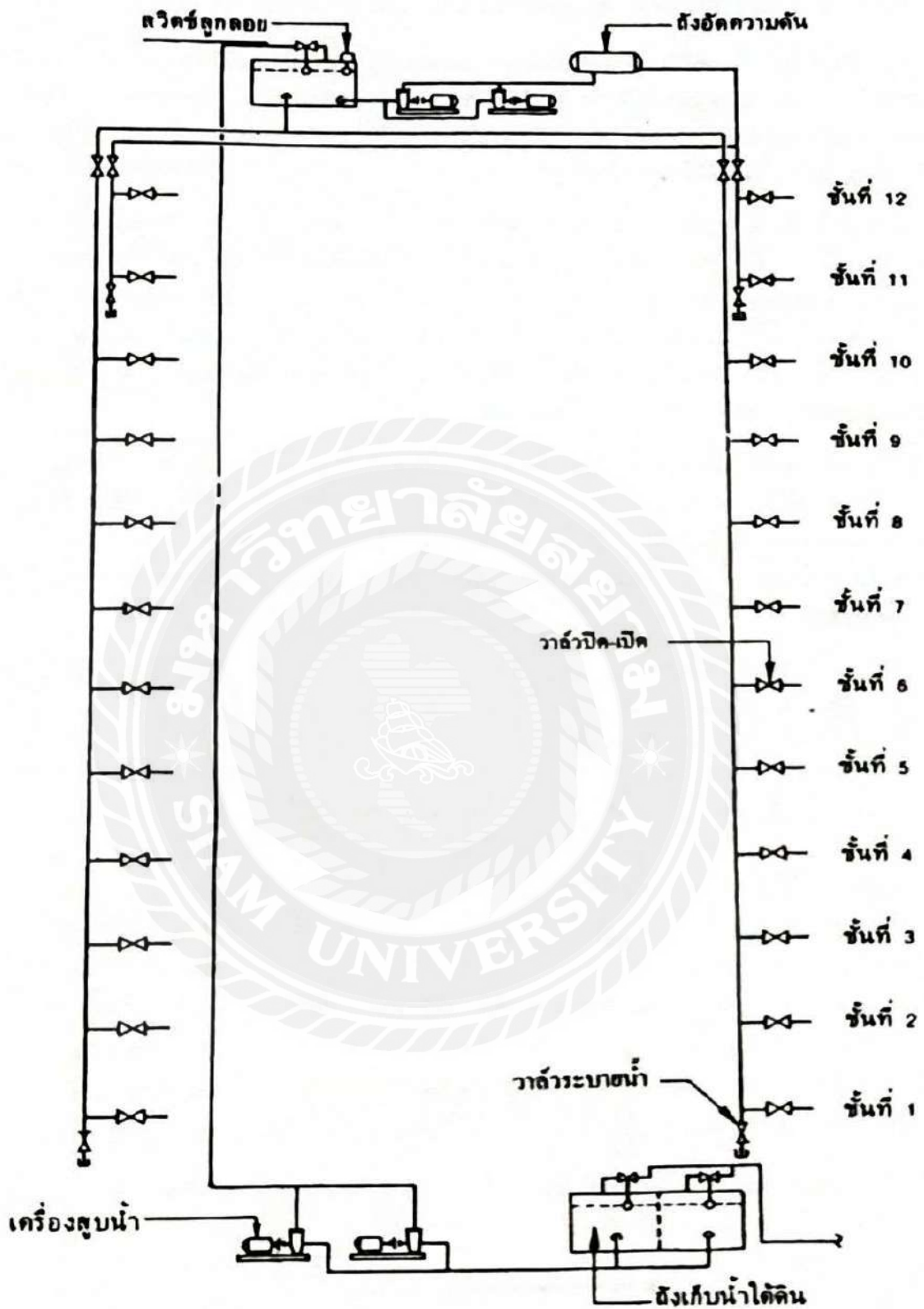




รูปที่ 2.2 ระบบจ่ายน้ำโดยถังสูงบนชั้นหลังคา



รูปที่ 2.3 ระบบจ่ายน้ำโดยใช้ถังสูงหลายถัง

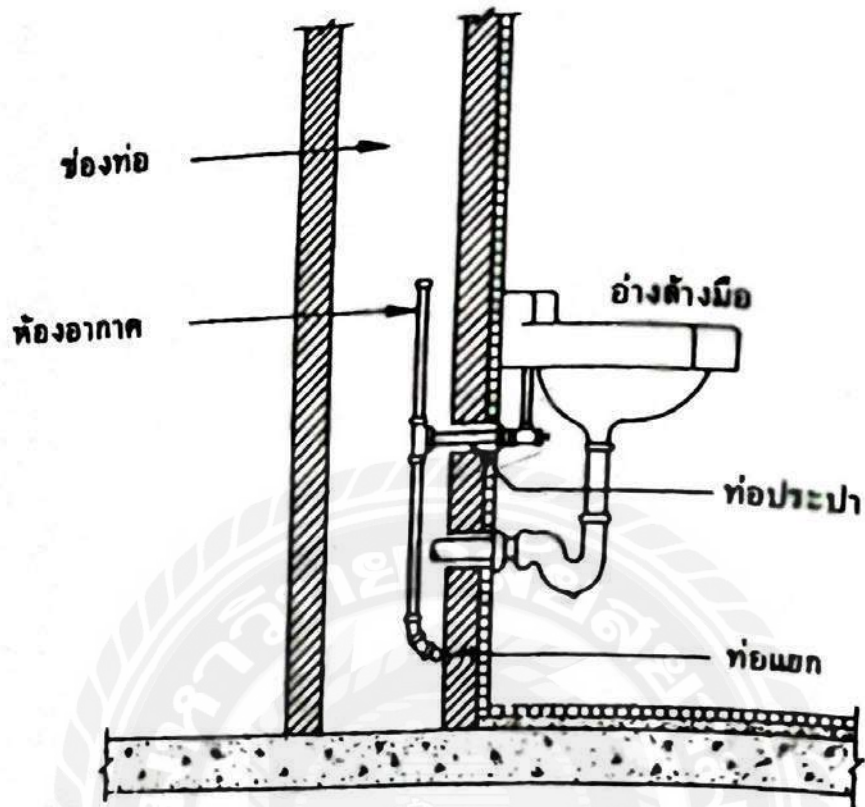


รูปที่ 2.4 ระบบจ่ายน้ำแบบผสม

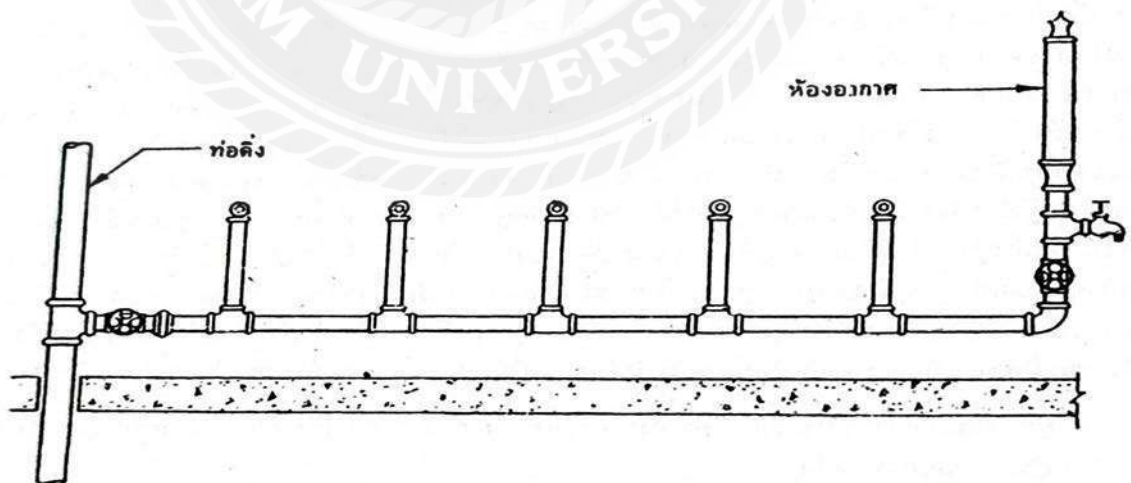
## 2.5 อัตราการไหลและความดันของเครื่องสุกัณฑ์

เครื่องสุกัณฑ์แต่ละชนิดต้องการความดันของน้ำที่พอเหมาะเพื่อการทำงานอย่างเป็นที่พอใจแตกต่างกันไป เมื่อมีความดันที่พอดีตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องสุกัณฑ์แล้ว อัตราการไหลของน้ำก็จะเหมาะกับการใช้สอยด้วย ตารางที่ 2.1 แสดงถึงความดันและอัตราการไหลต่ำสุดของเครื่องสุกัณฑ์ทั่วไป ความดันในตารางที่ 2.1 นี้ หมายถึงความดันภายในเส้นท่อ ณ ตำแหน่งที่จะจ่ายน้ำเข้าสู่เครื่องสุกัณฑ์ และอัตราการไหลของน้ำจะเป็นอัตราการไหลในขณะที่เปิดวาล์วของเครื่องสุกัณฑ์เต็มที่ ในระยะหลังนี้มีการตื่นตัวทางด้านความปลอดภัยพลังงานกันมากขึ้น จึงมีการทดสอบดูว่า ถ้าอัตราการไหลของน้ำสำหรับเครื่องสุกัณฑ์แต่ละชนิดลดลง ผู้ใช้จะยังคงมีความพอใจอยู่หรือไม่ ซึ่งผลปรากฏว่าอัตราการจ่ายน้ำของเครื่องสุกัณฑ์บางชนิดลดลงได้ ฉะนั้นผู้ผลิตจึงได้มีการคิดแปลงเครื่องสุกัณฑ์บางชนิดให้ใช้น้ำน้อยลง ซึ่งวิศวกรระบบท่อควรที่จะศึกษาข้อมูลเหล่านี้จากผู้ผลิตเครื่องสุกัณฑ์โดยตรง นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Device) ที่แต่ละเครื่องสุกัณฑ์หรือแต่ละหมู่ของเครื่องสุกัณฑ์ เพื่อควบคุมอัตราการไหลคงที่ให้ในขณะที่ความดันในเส้นท่อแปรเปลี่ยนไปอีกด้วย การใช้อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลนี้มีผลดี คือ

1. ผู้ออกแบบสามารถที่จะจำกัดอัตราการไหลให้น้อยที่สุดเท่าที่จะจำเป็นต่อการใช้สอยสำหรับเครื่องสุกัณฑ์แต่ละชนิดได้
2. ผู้ออกแบบสามารถที่จะออกแบบระบบท่อ ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น
3. เป็นการประหยัดพลังงานให้แก่ระบบน้ำ ได้



รูปที่ 2.6 การติดตั้งห้องอากาศสำหรับอ่างล้างมือ



รูปที่ 2.7 การใช้ห้องอากาศสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์หลายชุด

อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลมีหลายแบบ แต่ละแบบต่างก็อาศัยหลักการแปรเปลี่ยนพื้นที่หน้าตัด ซึ่งน้ำจะไหลผ่านเพื่อการแปรเปลี่ยนความดันลดภายในท่อส่งน้ำก่อนที่จะเข้าสู่เครื่องสุขภัณฑ์ รูปที่ 2.8 แสดงถึงหลักการของอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลชนิดหนึ่ง ซึ่งอาศัยแรงดันของน้ำเพื่อให้ความดันลด ณ Flexible orifice แปรเปลี่ยนไป ถ้ารูปร่างและขนาดของ Orifice นี้ได้รับการออกแบบอย่างพอเหมาะ ก็จะสามารถจำกัดอัตราการไหลสูงสุดได้ตามต้องการในขณะที่ความดันของน้ำในระบบแปรเปลี่ยนไปมาก รูปที่ 2.9 แสดงถึงการทำงานของ Orifice ชนิดนี้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อความดันเพิ่มขึ้น อัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นด้วยจนกระทั่งถึงความดันประมาณ 1 บาร์ ต่อจากนี้ อัตราการไหลจะมีค่าเกือบจะคงที่ไปจนถึงความดันประมาณ 9 บาร์

ตารางที่ 2.1 อัตราการไหลและความดันสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์

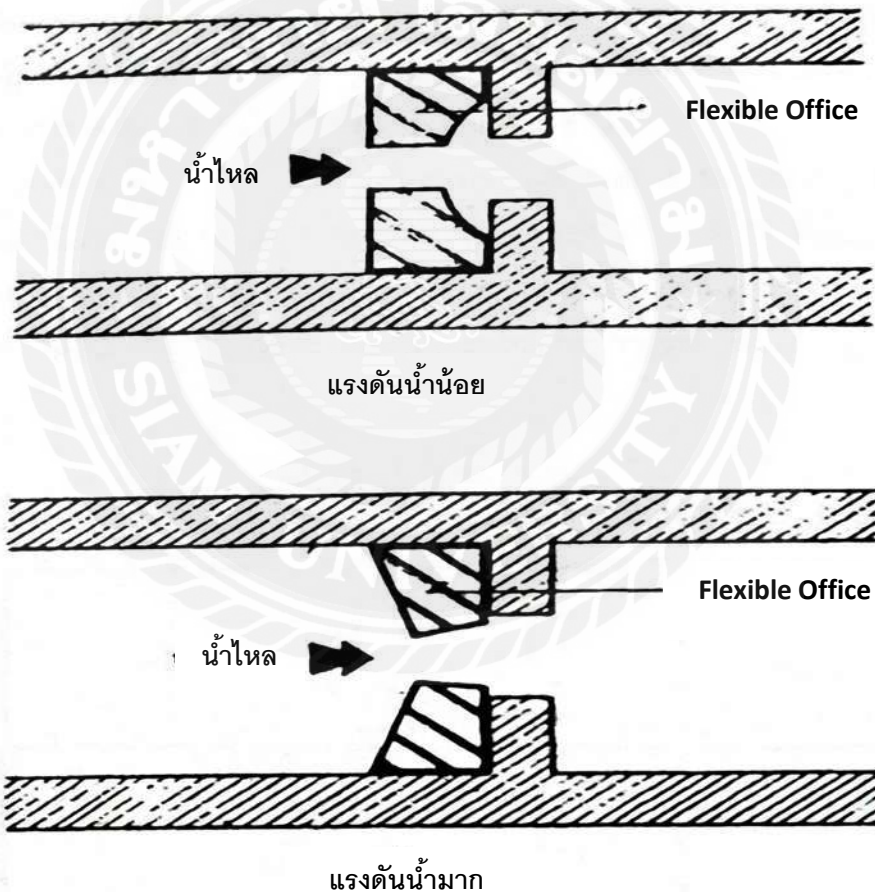
เครื่องสุขภัณฑ์	ความดัน บาร์ (psi)	อัตราการไหล lps (gpm)
Ordinary basin faucet	0.55 (8)	0.19 (3)
Self-closing basin faucet	0.84 (12)	0.16 (2.5)
Sink Faucet (15 mm.)	0.35 (5)	0.28 (4.5)
Bathtub faucet	0.35 (5)	0.38 (6)
Laundry tub cock (15 mm.)	0.35 (5)	0.32 (5)
Shower	0.84 (12)	0.32 (5)
Ball cock for closet	1.00 (15)	0.19 (3)
Flush valve for closet	0.7-1.4 (10-20)	0.9-2.5 (15-40)
Flush valve for urinal	1.00 (15)	0.95 (15)

ที่มา : National Plumbing Code Handbook Table 18.3.2

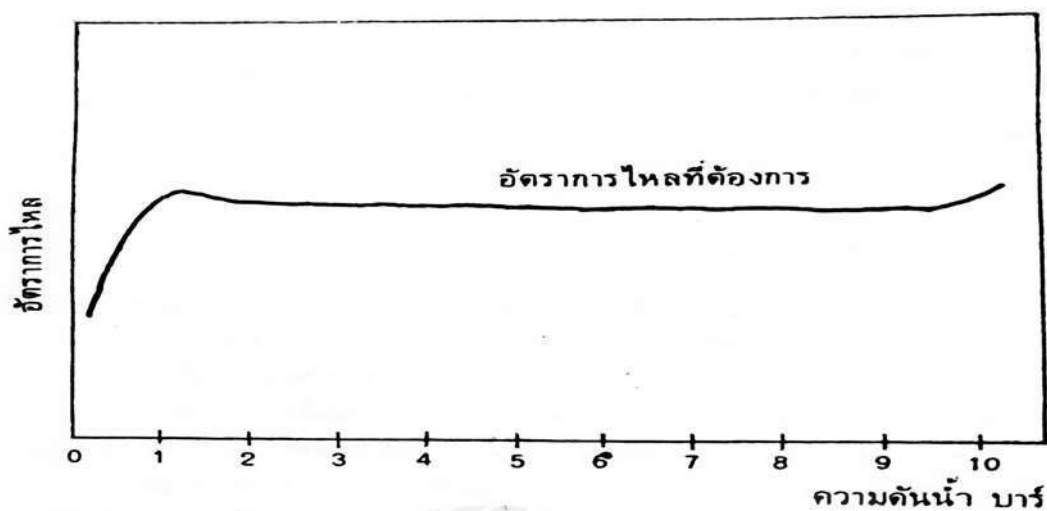


## 2.6 ความต้องการน้ำต่อวัน

ความต้องการใช้สอยน้ำเพื่อการบริโภค อาบน้ำ ชักผ้า และอื่น ๆ จะแตกต่างกันไปตามฐานะ และมาตรฐานความเป็นอยู่ของผู้บริโภค ตลอดจนลักษณะการใช้สอยของอาคาร และสภาพของดินฟ้าอากาศโดยเฉลี่ยแล้วอัตราความอากาศน้ำต่อคนต่อวันสำหรับอาคารทั่วไปจะแปรเปลี่ยนอยู่ระหว่าง 75 ลิตร (20 แกลลอน) ถึง 300 ลิตร (80 แกลลอน) การที่สามารถประมาณความต้องการน้ำต่อวันภายในอาคารแต่ละชนิดได้ย่อมมีประโยชน์ต่อการประมาณขนาดของถังเก็บน้ำเพื่อใช้สอยได้ในระยะเวลาที่ต้องการ โดยตรงเนื่องจากข้อมูลเหล่านี้แปรเปลี่ยนไปได้มากตามตัวประกอบต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว การประมาณปริมาณความต้องการน้ำจึงอาศัยประสบการณ์ และการตัดสินใจของผู้ออกแบบประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งอาจจะแยกออกตามประเภทของอาคาร ได้ดังนี้



รูปที่ 2.8 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล



รูปที่ 2.9 สมรรถนะของ Exile Orifice

อาคารอยู่อาศัยประเภท Apartment	100-300	ลิตร/คน/วัน
อาคารสำนักงาน	40-75	ลิตร/คน/วัน
โรงพยาบาล	600-1200	ลิตร/เตียง/วัน
โรงเรียน	50-80	ลิตร/คน/วัน
โรงแรม	200-400	ลิตร/ห้อง/วัน
หอพัก	200-300	ลิตร/คน/วัน
โรงซักรีด	20-40	ลิตร/ผ้า 1 กก.
สนามบิน	15-25	ลิตร/ผู้โดยสารหนึ่งคน

ในการออกแบบอาคารประเภทอยู่อาศัย โดยคิดให้ปริมาณน้ำประปาเท่ากับ 200 ลิตร/คน/วัน ควรจะเป็นตัวเลขที่เพียงพอ ส่วนปริมาณความต้องการน้ำสำหรับโรงพยาบาล 1000 ลิตร/เตียง/วัน จะเป็นปริมาณที่ปลอดภัยพอกับการออกแบบ สำหรับตัวเลขประมาณการเหล่านี้ได้รวมถึงการใช้น้ำของส่วนอื่นๆ ของอาคารด้วย เช่น ภัตตาคาร น้ำที่ใช้ทางการแพทย์ น้ำที่ใช้โดยบุคคลที่อยู่ในบริเวณโรงพยาบาล เป็นต้น แต่ไม่รวมถึงน้ำใช้เนื่องจากการปรับอากาศซึ่งจะต้องนำมารวมกับการประมาณน้ำใช้ดังกล่าว

## 2.7 ขนาดท่อสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์

เครื่องสุขภัณฑ์เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการทดสอบการใช้งานมาแล้ว จนเป็นที่ยอมรับว่าสามารถใช้สอยได้เป็นที่พอใจ ฉะนั้นขนาดท่อประปาที่จ่ายให้แก่เครื่องสุขภัณฑ์แต่ละชนิดจึงได้รับการกำหนดขึ้นเพื่อให้สามารถจ่ายน้ำได้อย่างเพียงพอเมื่อมีแรงดันในเส้นท่ออย่างพอเหมาะดังเช่นแสดงอยู่ในตารางที่ 2.1 ขนาดท่อที่เล็กที่สุดซึ่งแนะนำให้ใช้สำหรับเครื่องสุขภัณฑ์แต่ละชนิดควรมีขนาดดังนี้

ชนิดของเครื่องสุขภัณฑ์	ขนาดท่อ มม. (นิ้ว)
Bathtub (อ่างอาบน้ำ)	15 ( 1/2 )
Drinking fountain (น้ำพุดื่ม)	10 ( 3/8 )
Dishwasher (เครื่องล้างจาน)	15 ( 1/2 )
Kitchen sink (อ่างล้างสำหรับครัว)	15 ( 1/2 )
Lavatory (อ่างล้างมือ)	15 ( 1/2 )
Shower (ฝักบัวอาบน้ำ)	15 ( 1/2 )
Urinal (angle valve) (โถปัสสาวะชาย)	15 ( 1/2 )
Urinal (flush valve)	20 ( 3/4 )
Water closet (flush tank) (โถส้วม)	15 ( 1/2 )
Water closet (flush valve)	25 (1)
Hose bibb (ก๊อกสนาม)	15 ( 1/2 )
Service sink (อ่างซักล้าง)	20 ( 3/4 )

สำหรับชนิดของเครื่องสุญญากาศที่มีได้ระบุเอาไว้ ก็อาจจะถือขนาดท่อโดยการเปรียบเทียบ อัตราความ ต้องการน้ำกับชนิดของเครื่องสุญญากาศที่มีอัตราน้ำคล้ายคลึงกัน

## 2.8 การคำนวณหาขนาดท่อ

ในขณะที่น้ำไหลไปภายในท่อ จะเกิดความเสียดทานขึ้นอันเนื่องมาจากความหนืดของน้ำ ถ้าผนังของท่อหยาบ ก็จะเพิ่มความเสียดทานขึ้นอีก เนื่องมาจากความหยาบของผนังท่อทำให้เพิ่ม Turbulent Flow ภายในท่อพลังงานที่สูญเสียไปเนื่องจากความเสียดทานนี้แสดงออกมาในรูปของความดันลด (Pressure Loss) ความดันลดนี้แปรตามความยาวของท่อ ความเร็วของน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ และความหยาบของผนังท่อถ้าถือผิวภายในเป็นหลักก็อาจจะแบ่งท่อออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ท่อผิวเรียบ หมายถึง ท่อที่มีผนังเรียบมาก และหลังจากได้ใช้งานไปนานแล้วความหยาบของผนังจะไม่เพิ่มขึ้นมากนัก ท่อประเภทนี้ได้แก่ ท่อทองแดง ท่อทองเหลือง ท่อ PVC เป็นต้น

2. ท่อผิวหยาบบนกลาง หมายถึง ท่อใหม่ที่มีผนังเรียบ แต่หลังจากใช้งานไปสัก 3 ถึง 4 ปี แล้วผนังจะมีความหยาบบนกลาง ท่อประเภทนี้ได้แก่ท่อเหล็กดำ ท่อเหล็กอาบสังกะสี ท่อเหล็กหล่อ เป็นต้น

3. ท่อผิวหยาบมาก หมายถึง ท่อซึ่งทำด้วยวัสดุที่จะมีผนังท่อหยาบมากหลังจากที่ได้ใช้งานไปแล้วเป็นระยะเวลาหนึ่ง หรือท่อเก่าที่นำมาใช้ใหม่ สำหรับระยะเวลาที่ใช้งานจนผนังท่อหยาบมากนั้น ยังไม่มีการวางหลักเกณฑ์ลงไป จึงต้องเป็นหน้าที่ของวิศวกรระบบท่อที่จะต้องพิจารณาเอาเอง

ขนาดของท่อจะหาได้จากสมการเบื้องต้นทางกลศาสตร์ของไหล คือ

$$Q = AV$$

โดยที่  $Q$  = อัตราการไหล

$$A = \text{พื้นที่หน้าตัดของท่อ}$$

$$V = \text{ความเร็วของน้ำภายในท่อ}$$

ส่วนความดันลดสามารถหาได้จากสูตรของ Hazen - Williams คือ

$$h_f = \frac{4.727}{D^{4.87}} L \left( \frac{Q}{C} \right)^{1.85}$$

โดยที่  $h_f$  = ความดันลด เป็นฟุตของน้ำ

$D$  = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ เป็นฟุต

$L$  = ความยาวของท่อ เป็นฟุต

$Q$  = อัตราการไหล เป็น ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที

$C$  = สัมประสิทธิ์ความหยาบ

ค่า  $C$  นี้ ขึ้นอยู่กับความหยาบของผนังท่อ ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุท่อและอายุที่ได้ใช้งานมาแล้ว ท่อผนังเรียบจะมีค่า  $C$  สูงกว่าท่อผนังหยาบ สำหรับค่า  $C$  ที่ใช้ในการออกแบบระบบท่อนี้ค่าอยู่ระหว่าง 100 ถึง 140 ซึ่งที่มอกับความหยาบของผนัง อย่างไรก็ตามการที่จะใช้สมการ (2.2) และ (2.3) ในการคำนวณนั้นย่อมไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ สมการนี้สามารถแปลงในรูปของกราฟได้ ซึ่งแสดงอยู่ในรูปที่ 2.12 และ 2.13 ดังนั้นผู้ออกแบบจึงสามารถอ่านค่าขนาดท่อ ความเร็วของน้ำ อัตราการไหลและความดันลดได้จากกราฟโดยตรง โดยปกติแล้วการออกแบบระบบท่อซึ่งทำตัวเหล็กมักจะใช้กราฟรูปที่ 2.13 (ถึงแม้ว่าท่อใหม่จะมีผนังเรียบก็ตาม) ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าในอนาคตจะยังคงมีน้ำจ่ายให้เครื่องสุขภัณฑ์ได้อย่างเพียงพอส่วนความเร็วของน้ำภายในท่อก็ไม่ควรเกิน 3 m/s (10 fps) เพื่อป้องกันมิให้มีเสียงดังของน้ำและลดอัตราการสึกกร่อนของบ่าวาล์วและท่อ ตลอดจนจำกัดความดันลดไม่ให้สูงมากจนทำให้ต้องใช้แรงคั้นน้ำสูงเกินไปค่าที่ออกแบบในทางปฏิบัติควรอยู่ระหว่าง 1.2 m/s (4 fps.) ถึง 2.4 m/s (8 fps.) สำหรับข้อมูลที่จะช่วยในการออกแบบขนาดของท่อให้รวดเร็วขึ้น แสดงอยู่ในตารางที่ 2.6 และ 2.7 ในตารางที่ 2.6 บอกถึงจำนวนท่อขนาด 15 มม. ซึ่งสามารถจะต่อได้กับท่อขนาดอื่น ๆ ส่วนตารางที่ 2.7 ใช้สำหรับเทียบจำนวนท่อขนาด 25 มม. ซึ่งใช้โถส้วมหรือโถปัสสาวะแบบ Flush Valve โดยปกติแล้วผู้ที่ทำการออกแบบจนมีความชำนาญเพียงพอแล้ว ก็จะสามารถกำหนดขนาดของท่อย่อยได้โดยมิต้องอาศัยตารางทั้งสองนี้

ตารางที่ 2.7 Water-pips sizes: Number of 15 mm. ( ½ In.) Connections allowed

Pipe size, mm. (in.)	Average demand	percent demand
15 ( ½ )	1	1
20 ( ¾ )	4	3
25 (1)	10	6
30 (1 ¾ )	20	12
40 (1 ½ )	30	20
50 (2)	50	35
65 (2 ½ )	90	60
80 (3)	125	85
100 (4)	225	150

ตารางที่ 2.8 Water-pipe sizes : Flush valves \*

Pipe size, mm. (in)	Number of 25 mm. (1 in) in flush valves allowed
30 (1 1/4)	1
40 (1 1/2)	2-4
50 (2)	5-12
65 (2 1/2)	13-25
80 (3)	26-40
100 (4)	41-100

\*ให้นับ flush valve ขนาด 20 มม. จำนวน 2 ตัว มีค่าเท่ากับ flush valve ขนาด 25 มม. จำนวน 1 ตัว และใช้ท่อจ่ายขนาด 25 มม. ได้

## 2.9 ขนาดและพิกัดของท่อ [1]

ในการออกแบบท่อผู้ออกแบบไม่สามารถระบุขนาดได้อย่างอิสระ เนื่องจากผู้ผลิตจะผลิตท่อมาตามขนาดมาตรฐานซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาเป็นมาตรฐานที่กำหนดไว้แล้ว ดังรายละเอียดต่อไปนี้ เส้นผ่านศูนย์กลางและความหนาของท่อ ระบบการกำหนดขนาดท่อที่ใช้มาแต่ดั้งเดิมคือ ระบบ สำหรับกำหนดขนาดท่อเหล็ก (Iron Pipe Size - IPS) ซึ่งระบบนี้กำหนดขนาดท่อตามเส้น ผ่านศูนย์กลางภายในเป็นหน่วยนิ้ว เช่น IPS 6 คือท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 6 นิ้ว ภายหลังมีการผลิตท่อที่มีความหนาต่างๆกัน ระบบ การกำหนดขนาดท่อจึงเปลี่ยนไปอ้างอิงกับเส้น 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 ศูนย์กลางภายนอกใหญ่กว่าขนาดระบุขณะที่ท่อ ขนาดตั้งแต่ 14 นิ้วขึ้นไปจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับขนาดระบุส่วนเส้นผ่านศูนย์กลางภายในจะแปรเปลี่ยนตามความหนาของท่อ ซึ่งท่อที่มีขนาดท่อสูงๆหมายถึงท่อที่มีความหนามากก็จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเล็กกว่าท่อที่มีขนาดท่อต่อ การระบุขนาดท่อในระบบเมตริก จะระบุเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ (Diameter 7Nominal - DN) โดยเส้นผ่านศูนย์กลางระบุจะมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร เช่น DN 50 มีความหมายเหมือน NPS

ตารางที่ 2.9 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

### 3.0 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

### 3.1 มาตรฐานการเพิ่มอัตราส่วน (Standard Dimension Ratio) [1]

$SDR = (\text{เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก} / \text{ความหนาของท่อ})$  เป็นวิธีการบอกความหนาท่อที่นิยมใช้ในท่อพลาสติก เช่น SDR11 หมายความว่าท่อมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเป็น 11 เท่าของความหนาซึ่งท่อที่มีค่า SDR สูงหมายความว่าท่อบางรับความดันได้ต่ำกว่าท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ภายนอกเท่ากันแต่มี SDR ต่ำกว่า

### 3.2 การกำหนดขนาดท่อระบายน้ำและท่อโสโครกในแนวตั้งและแนวนอน [2]

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การไหลของน้ำภายในท่อระบายน้ำเป็นปัญหาที่ค่อนข้างจะซับซ้อนการกำหนดขนาดท่อระบายน้ำที่ใหญ่เกินไปทำให้เกิดความสิ้นเปลือง ส่วนท่อที่มีขนาดเล็กเกินไปก็จะทำให้การระบายน้ำไม่เพียงพอ และอาจทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย ขนาดของท่อระบายน้ำที่ให้ไว้ในตาราง 2.2 และ 2.3 เป็นผลมาจากทฤษฎีและประสบการณ์ที่ใช้ได้ผลดีมาแล้วซึ่งมีข้อคำนึงมาจากหลายสิ่งต่อไปนี้

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

โดยทั่วไปแล้วความลาดเอียงของท่อแนวนอน จะเป็นตัวกำหนดความเร็วของน้ำภายในท่อความเร็วของน้ำที่ระบายควรจะไม่ต่ำกว่า 0.6 m/s (2 fps) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการ โกรกของน้ำในการพาเอาเศษผงต่าง 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 ทั้งได้เพราะป้องกันไม่ให้เกิดการอุดตันได้ง่าย ส่วนท่อโสโครกในแนวตั้ง จะต้องมิขนาดไม่เล็กไปกว่า 80 มม. ตารางที่ 2.4 แสดงถึงขนาดของท่อระบายน้ำ ท่ออากาศ ท่อน้ำเย็น และท่อน้ำร้อนสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์บางชนิดที่ใช้เป็นหลักในการออกแบบระบบท่อทั่วไป

ตารางที่ 3.0 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 3.1 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 3.2 ขนาดท่อเป็น มิลลิเมตร สำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ

เครื่องสุขภัณฑ์	ท่อน้ำเย็น	ท่อน้ำร้อน	ท่อระบาย น้ำ	ท่ออากาศ
อ่างอาบน้ำ	15	15	50	40
อ่างชักล้าง	15-20	15	50	40
อ่างล้างในครัว	15-20	15	50-80	40
อ่างล้างมือ	15	15	40-50	40
เครื่องล้างชามขนาดเล็ก	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

ตารางที่ 3.3 ตารางหน่วยสุขภัณฑ์และขนาดของที่ดักกลิ่น

ชนิดของเครื่องสุขภัณฑ์	หน่วยสุขภัณฑ์	ขนาดเล็กที่สุดของที่ดัก กลิ่น มม.
อ่างอาบน้ำ (BT : Bathtub)	2	40
อ่างอาบน้ำ (BT)	3	50
บิเดท์ (โถปัสสาวะหญิง)(BD : Bidet)	3	40
อ่างซັดล้าง (Sink)	3	40
อ่างล้างชามพร้อมที่บดเศษอาหาร	4	40
น้ำพุดื่ม (DF : Drinking Fountian)	0.5	25
เครื่องล้างชาม (ตามบ้าน)	2	40
ช่องระบายน้ำที่พื้น (FD : Floor Drain)	1	50
อ่างล้างในครัว (KS : Kitchen Sink)	2	40
อ่างล้างมือ (LAV : Lavatory)	1	30
อ่างล้างมือ (LAV)	2	40
ฝักบัวอาบน้ำ (SD : Shower Drain)	2	50
โถปัสสาวะชาย (Angle Valve) (UR)	4	40
โถปัสสาวะชาย (Flush Valve) (UR)	8	80
โถส้วม (Flush Tank) (WC)	4	80
โถส้วม (Flush Valve) (WC)	8	80

### 3.3 การออกแบบ [7]

การออกแบบ เป็นความคิดสร้างสรรค์ขึ้นเพื่อต้องการสร้างผลิตภัณฑ์ขึ้นนั้นๆ โดยการสเก็ตช์หรือเขียนแบบแล้วทำการอ่านแบบต่อไป เนื่องจากการอ่านแบบเป็นการศึกษาถึงรูปร่าง ลักษณะรายละเอียดของชิ้นงาน เพื่อต้องการทราบความสัมพันธ์และวัสดุ ตลอดจนการประมาณราคา

การออกแบบ หมายถึง การถ่ายทอดรูปแบบจากความคิดออกมาเป็นผลงาน ที่ผู้อื่นสามารถมองเห็น รับรู้ หรือสัมผัสได้ เพื่อให้มีความเข้าใจในผลงานร่วมกัน แบบที่คิดออกมาอาจเป็นสิ่งที่เป็นไปได้จริง หรือแบบที่เป็นลักษณะเพื่อฝัน เป็นเพียงนามธรรมก็ได้

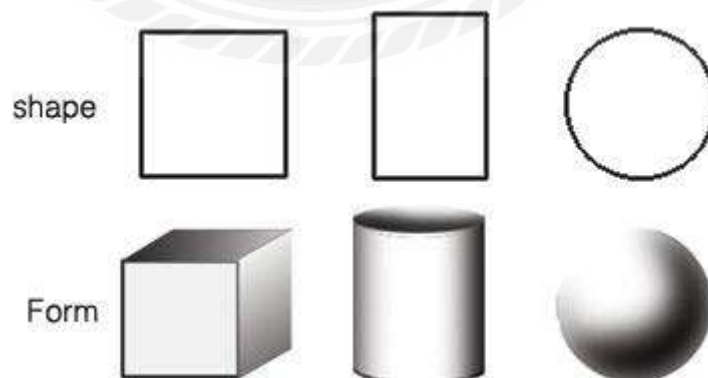
หลักทั่วไปก่อนการออกแบบ จะต้องพิจารณาหรือคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้



การออกแบบรูปร่างต่าง

รูปที่ 2.7 การออกแบบรูปร่างต่างๆ

1. รูปร่าง (Shape) คือ รูปแบน ๆ มี 2 มิติ มีความกว้างกับความยาวไม่มีความหนาเกิดจากเส้นรอบนอกที่แสดงพื้นที่ขอบเขตของรูปต่าง ๆ เช่น รูปวงกลม รูปสามเหลี่ยม หรือ รูปอิสระที่แสดงเนื้อที่ของผิวที่เป็นระนาบมากกว่าแสดงปริมาตรหรือมวล



รูปทรงต่างๆ

รูปที่ 2.8 รูปทรงต่างๆ

2. รูปทรง (Form) คือ รูปที่ลักษณะเป็น 3 มิติ โดยนอกจากจะแสดง ความกว้าง ความยาว แล้ว ยังมีความลึก หรือความหนา นูน ด้วย เช่น รูปทรงกลม ทรงสามเหลี่ยม ทรงกระบอก เป็นต้น ให้ความรู้สึกมีปริมาตร ความหนาแน่น มีมวลสาร ที่เกิดจากการใช้ ค่าน้ำหนัก หรือการจัด องค์ประกอบของรูปทรง หลายรูปรวมกัน

### 3. ขนาดและสัดส่วน

ขนาด (Dimensions) หมายถึง ลักษณะของวัตถุ ที่จะเขียน คือ มีลักษณะใหญ่เล็ก กว้างยาว ตามที่เรารับรู้ได้ ตามหลักการมองเห็นภาพด้วยสายตา ของเราคือ วัตถุชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน อยู่ ใกล้กว่าจะมีขนาด ใหญ่กว่าวัตถุที่อยู่ไกล ออกไป และยิ่งอยู่ไกลมากเท่าไร ก็ยิ่งเล็กลงไปจนมอง ไม่เห็น

สัดส่วน (Proportion) หมายถึง การจัดภาพ หรือ การเขียนภาพให้ได้ขนาดและที่สว่างจนเกิดความ สมส่วน ซึ่งกันและกัน ซึ่งเกิดความสัมพันธ์กันด้วยดี ในการปฏิบัติงานศิลปะ สัดส่วนมีความ สำคัญมากจะต้องมีความสัมพันธ์กับขนาดเป็นอย่างดีด้วย ขนาดและสัดส่วนมีความสัมพันธ์ กับรูปร่าง รูปทรง เมื่อนำรูปร่าง รูปทรง มาจัดองค์ประกอบเข้าด้วยกัน จะทำให้เกิดความรู้สึก ดังนี้

- ขนาดใกล้เคียงกัน ให้ความรู้สึกกลมกลืน

- ขนาดต่างกัน ให้ความรู้สึกขัดแย้ง

4. สีสิ้นและความสวยงาม (colour) การออกแบบต้องมีเรื่องการใช้สีเข้าไปเกี่ยวข้องด้วย เพราะสีนั้นมีประโยชน์ด้านความรู้สึก

สีแดง ให้ความรู้สึก ตื่นเต้น

สีน้ำเงิน ให้ความรู้สึก เกร็งขรุขระ

สีชมพู ให้ความรู้สึก อ่อนหวาน

5. ประโยชน์ใช้สอย (Use) การออกแบบนั้นจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับประโยชน์ ใช้สอย ผลงานเมื่อออกมาแล้วสามารถใช้ประโยชน์ได้จริง และมีความสอดคล้องกับการใช้ งานเช่น ออกแบบแจกันสำหรับใส่ดอกไม้ ออกแบบโถงสำหรับใส่น้ำ เป็นต้น

6. ความประหยัด (Economize) ความประหยัดเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก การออกแบบต้อง คำนึงถึงทุนที่ใช้ต้งน้อยที่สุด ต้องประหยัดไม่ใช้งบประมาณให้สิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์

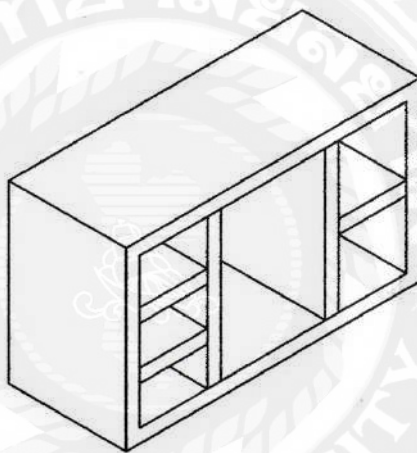
7. มีคุณค่า (Worthy) การออกแบบต้องเน้นที่การเพิ่มคุณค่า โดยการออกแบบที่มี รายละเอียดเพิ่มผลงาน มีความประณีต เรียบร้อย ความมีคุณค่ามิใช่ที่การตีราคา แต่จะเป็นการ ประเมินโดยรวมว่า มีคุณค่า

8. การเลือกใช้ วัสดุ อุปกรณ์ (Material) ต้องให้มีความเหมาะสมกับงาน ควรเป็นวัสดุ พื้นบ้านและหาได้ง่ายตามท้องตลาด มีมากพอ หาได้ง่าย ราคาถูก และเป็นวัสดุที่แข็งแรงทนทาน

9. กระบวนการหรือขั้นตอน (Process) การออกแบบต้องคำนึงถึงความยากง่าย ความสลับซับซ้อนของการดำเนินงานหรือการกระทำด้วยเพราะส่วนจะเป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้เกิดอุปสรรคต่อการสร้างสรรค์ผลงานหรือการทำงาน การลดขั้นตอนกระบวนการทำงานลงได้ก็อยู่ที่การออกแบบด้วยเช่นกัน

#### 2.1.1.14 การเขียนแบบ [7]

การเขียนแบบเป็นสาขาวิชาหนึ่งที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมทั่วโลก เพื่อแสดงรูปร่างลักษณะและรูปร่างขนาดของสิ่งของ การเขียนแบบเป็นการแสดงให้เห็นภาพอย่างแจ่มชัดทั้งลักษณะรูปร่างขนาดทุก ๆ ส่วน ดังนั้นการเขียนแบบจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้ในงานช่างและงานสร้างสรรค์ต่าง ๆ เรียกว่าวิชาเขียนแบบเป็นหัวใจของงานช่างทุกชนิด แม้แต่ในสมัยโบราณการเขียนแบบยังไม่เจริญเหมือนสมัยนี้แต่ช่างก็พยายามถ่ายทอดความคิดลงในแผ่นหิน โดยมีได้แยกชิ้นส่วนให้เห็นชัดเจน ซึ่งไม่สะดวกในการทำงานนัก แต่ก็ดีกว่าที่จะทำโดยไม่มีแบบแผนเสียเลย



รูปที่ 2.9 รูปการเขียนแบบ

ความหมายและประโยชน์ของการเขียนแบบ

การเขียนแบบ หมายถึง การเขียนที่แสดงรูปร่างและขนาด

การออกแบบ หมายถึง ความสามารถในการอ่านแบบที่เขียนขึ้นและสามารถนำไปปฏิบัติตามแบบนั้นและทำเป็นรูปทรงได้

ประโยชน์ของงานเขียนแบบมีผลต่อการปฏิบัติงานช่างที่จะกำหนดรายละเอียดของงานและดำเนินงานไปได้ตามขั้นตอนอย่างเหมาะสม การศึกษาวิธีการเขียนแบบเราจะต้องศึกษาหลักการเบื้องต้นของการเขียนแบบได้อย่างถูกต้อง จะช่วยให้มีความเข้าใจและนำไปเขียนแบบได้ความสำคัญของงานเขียนแบบนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเรา คือ

1. ช่วยบันทึกตามแนวคิดสร้างสรรค์
2. ช่วยในการจัดลักษณะและสัดส่วนของงานได้อย่างถูกต้อง



3. ช่วยในการคิดคำนวณวัสดุในการปฏิบัติงานช่างได้อย่างถูกต้อง
4. ช่วยในการนำรูปแบบที่ได้กำหนดแล้วนั้นไปปฏิบัติได้ตามแบบที่เขียนขึ้น

ลักษณะอาชีพการเขียนแบบ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การเขียนแบบทางวิศวกรรม คือการเขียนแบบด้านเครื่องจักรมากกว่าอย่างอื่น การเขียนแบบด้านวิศวกรรมนี้สามารถแยกออกได้ดังนี้

- 1.1. การเขียนแบบเครื่องกล
- 1.2. การเขียนแบบงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า
- 1.3. การเขียนแบบงานเครื่องยนต์
- 1.4. การเขียนแบบงานแผนที่และช่างสำรวจ
- 1.5. การเขียนแบบงานช่างกลและโลหะแผ่น

2. การเขียนแบบทางสถาปัตยกรรม คือการเขียนแบบทางด้านก่อสร้างซึ่งได้แยกงานเขียนแบบชนิดนี้ออกได้ดังนี้

- 2.1. การเขียนแบบโครงสร้าง
- 2.2. การเขียนแบบสัดส่วนของรูปต่าง ๆ
- 2.3. การเขียนแบบรูปตัด
- 2.4. การเขียนแบบภาพวาด

ลักษณะอาชีพของงานเขียนแบบอาจแยกไปได้มากกว่านี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของงานที่ทำ แต่ความหมายของการเขียนแบบพอสรุปได้ว่าการเขียนแบบหมายถึงการเขียนรูปลงแผ่นกระดาษ ซึ่งมีคำอธิบายไว้ในแบบอย่างพร้อมมูลโดยการเขียนรูปสัญลักษณ์ หรือเส้นไว้ในแบบทำให้ผู้นำเอาแบบนั้นไปทำเป็นของจริงได้ การเขียนแบบเป็นสิ่งที่จะต้องนำไปผลิตชิ้นงาน ซึ่งการเขียนแบบนั้นก็เพื่อให้เกี่ยวข้องกับทราบดีถึงแนวคิดและรายละเอียดต่างๆ พอที่จะนำไปเป็นแนวทางการผลิตชิ้นงานได้ ในการเขียนแบบนั้น นักเรียนจะต้องมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องต่อไปนี้

- เครื่องมือเขียนแบบเบื้องต้น
- เส้นที่ใช้ในการเขียนแบบ
- สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบ
- การเขียนภาพในงานเขียนแบบ

### บทที่ 3

#### รายละเอียดการปฏิบัติงาน

รายละเอียดของงานที่ปฏิบัติ จะกล่าวถึง ชื่อ-ที่ตั้ง ของสถานประกอบการ

ลักษณะโดยรวมของสถานประกอบการ รูปแบบการบริหารองค์กร

ตำแหน่งงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน

อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน โครงการสหกิจ

ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

สำนักงานใหญ่ : 494/2 ซอย ศรทิพย์ แขวง บางโพงพาง เขต ยานนาวา กรุงเทพมหานคร 10120

รายละเอียดบริษัท : รับเหมาก่อสร้างบ้าน

โทรศัพท์ : 02 294 0202



รูปที่ 3.1 ที่ตั้ง บริษัท เอ็ม.เค.เอส.เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

สถานที่ปฏิบัติงาน : โครงการ บ้าน คุณวีรวัฒน์ องค์กรว่าสิญจน์ ซอยท่านผู้หญิงพหลฯ ถนน งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักรฯ กรุงเทพมหานคร

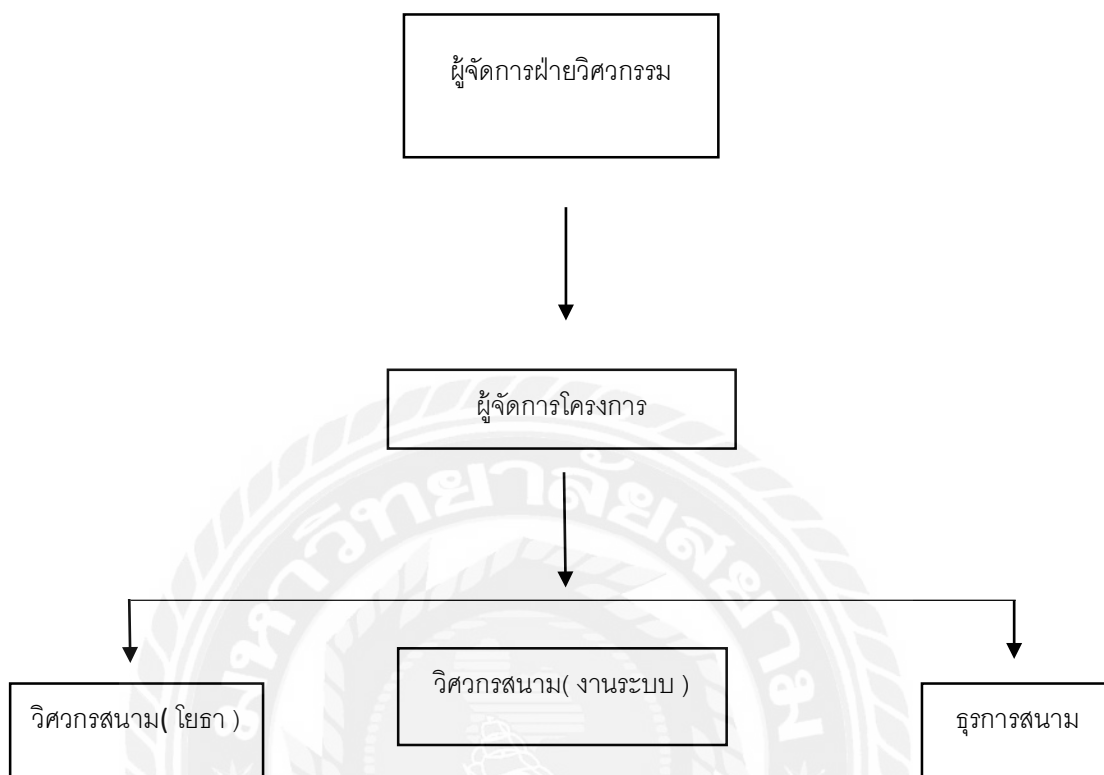


รูปที่ 3.2 โครงการ บ้าน คุณวีรวัฒน์ องค์กรว่าสิญจน์

### 3.2 ลักษณะของสถานที่ปฏิบัติงาน

ชื่อโครงการ	: โครงการ บ้าน คุณวีรวัฒน์ องค์กรว่าสิญจน์
ที่ตั้ง	: ซอยท่านผู้หญิงพหลฯ ถนน งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร
จุดเด่น	: ตรงข้ามมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เนื้อที่ทั้งหมด	: 2 ไร่
จำนวนตึก	: 1 หลัง ( บ้านเดี่ยว 1 หลัง)
เริ่มก่อสร้าง	: เดือน กันยายน 2561
คาดว่าจะแล้วเสร็จ	: เดือน สิงหาคม 2563
ระยะเวลาก่อสร้าง	: 730 วัน
ผู้รับเหมาโครงสร้าง	: บริษัท เอ็ม.เค.เอส.เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
เจ้าของโครงการ	: บริษัท เอ็ม.เค.เอส.เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด

### 3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร



รูปที่ 3.3 ตำแหน่งงานในโครงการ บ้าน คุณวีรวัฒน์ องค์กรวิบูลย์

### 3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : วิศวกรงานระบบ

ลักษณะงานที่นักศึกษารับผิดชอบ : ตรวจสอบช่างติดตั้งงานระบบสุขาภิบาล

### 3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา	: นาย โกสินทร์ พระภักดิ์
ตำแหน่ง	: วิศวกรงานระบบ (Engineer)
แผนก	: งานระบบ (Mechanical Engineer)

### 3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

เริ่มปฏิบัติงาน	: วันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2563
สิ้นสุดการปฏิบัติงาน	: วันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2563

### 3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

#### 3.7.1 ปรึกษาพนักงานพี่เลี้ยง

สอบถามถึงหัวข้อโครงการในหัวเรื่องต่างๆที่สามารถ นำมา ประยุกต์ใช้ในทางวิศวกรรม

#### 3.7.2 ตั้งหัวข้อ โครงการ

หาหัวข้อโครงการ โดยการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาถึงความเป็นไปได้ในโครงการ รวมถึงขอคำชี้แนะในการเจอปัญหาในการทำโครงการ

#### 3.7.3 ขั้นตอนการออกแบบระบบประปา

### 3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

รายละเอียดของอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทำโครงการ โดยใช้เครื่องฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

#### Hardware

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ Acer Nitro5
2. เครื่องปลิ้น Canon IP2700
3. แบบแปลน โครงการ บ้าน คุณวีรวัฒน์ องค์กรวิบูลย์
4. โปรแกรม Microsoft Word 2010

## บทที่ 4

### ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

โครงการ การเขียนแบบระบบท่อน้ำประปาในห้องน้ำ กรณีศึกษา บ้านตัวอย่าง ซึ่งระบบท่อน้ำประปา คือท่อน้ำที่ใช้ภายในบ้านและห้องน้ำ ซึ่งท่อน้ำที่นิยมนำมาใช้กับระบบน้ำประปามีอยู่หลายชนิดด้วยกัน ทั้งท่อPVC และท่อ PP-R ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

#### 4.1 การใช้ตารางในการออกแบบ

##### 4.1.1 ตารางที่ 2.2 Load values assigned to fixtures

Fixture	Type of supply control	Occupancy	Cold	Hot	Total
Water closet	Flush valve	Public	10.0	.....	10.0
Water closet	Flush tank	Public	5.0	.....	5.0
Urinal	1-in flush valve	Public	10.0	.....	10.0
Urinal	3/4-in flush valve	Public	5.0	.....	5.0
Urinal	Flush tank	Public	3.0	.....	3.0
Lavatory	Faucet	Public	1.5	1.5	2.0
Bathtub	Faucet	Public	3.0	3.0	4.0
Shower head	Mixing valve	Public	3.0	3.0	4.0
Service sink	Faucet	Offices, etc.	2.25	2.25	3.0
Kitchen sink	Faucet	Hotel, restaurant	3.0	3.0	4.0
Drinking fountain	3/8-in valve	Offices, etc.	0.25	.....	0.25
Water closet	Flush valve	Private	6.0	.....	6.0
Water closet	Flush tank	Private	3.0	.....	3.0
Lavatory	Faucet	Private	0.75	0.75	1.0
Bathtub	Faucet	Private	1.5	1.5	2.0
Shower stall	Mixing valve	Private	1.5	1.5	2.0
Kitchen sink	Faucet	Private	1.5	1.5	2.0
Laundry trays(1to3)	Faucet	Private	2.25	2.25	30
Combination fixture	Faucet	Private	2.25	2.25	30
Dishwashing machine	Automatic	Private		1.0	10

#### 4.1.2 การใช้ตารางที่ 2.6 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อตั้ง

Pipe size, mm. (in.)	Average demand	100 percent demand
15 ( ½ )	1	1
20 ( ¾ )	4	3
25 (1)	10	6
30 (1 ¾)	20	12
40 (1 ½)	30	20
50 (2)	50	35
65 (2 ½)	90	60
80 (3)	125	85
100(4)	225	150

#### 4.1.3 ตารางที่ 2.7 Water-pipe sizes : Flush valves\*

Pipe size, mm. (in)	Number of 25 mm. (1 in) in flush valves allowed
30 (1 ¼)	1
40 (1 ½)	24
50 (2)	5-12
65 (2 ½)	13-25
80 (3)	26-40
100(4)	41-100

ใ้ให้นับ Flush Valve ขนาด 20 มม. จำนวน 2 ตัว มีค่าเท่ากับ Flush Valve ขนาด 25 มม. จำนวน 1 ตัว และใช้ท่อจ่ายขนาด 25 มม. ได้

#### 4.1.4 การใช้ตารางที่ 2.3 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อคิ่ง

ขนาดท่อ ม.ม	ท่อแยก แนวระดับ	ท่อคิ่งยาวเกิน 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	8400	1,500
375	7,000	-	-	-

ในการใช้ตารางที่ 2.3 นั้นจะต้องใช้ขนาดท่อและหน่วยสุขภัณฑ์รวมในการหาขนาดท่อในแนวดิ่ง  
ภายในอาคาร



#### 4.1.5 การใช้ตารางที่ 2.4 ขนาดท่อเป็น มิลลิเมตร สำหรับเครื่องสูบน้ำต่าง ๆ

เครื่องสูบน้ำ	ท่อน้ำเย็น	ท่อน้ำร้อน	ท่อระบายน้ำ	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 Gung Rype	15	15	80	40
น้ำพุดื่ม	10	-	25-40	25
ตู้เย็น	10	-	25-40	25
โถปัสสาวะชาย A.V	15	-	50	40
โถปัสสาวะชาย E.V	20-25	-	50-80	40
โถส้วมแบบมีถังพักน้ำ	15	-	100	50
โถส้วมระบบปลั้ววาล์ว	25	-	100	50
ช่องระบายน้ำที่พื้น	-	-	50	40

การใช้ตารางที่ 2.4 จะต้องเลือกชนิดสูบน้ำที่ต้องการออกแบบ เพื่อนำมาเทียบกับขนาดท่อระบายน้ำ

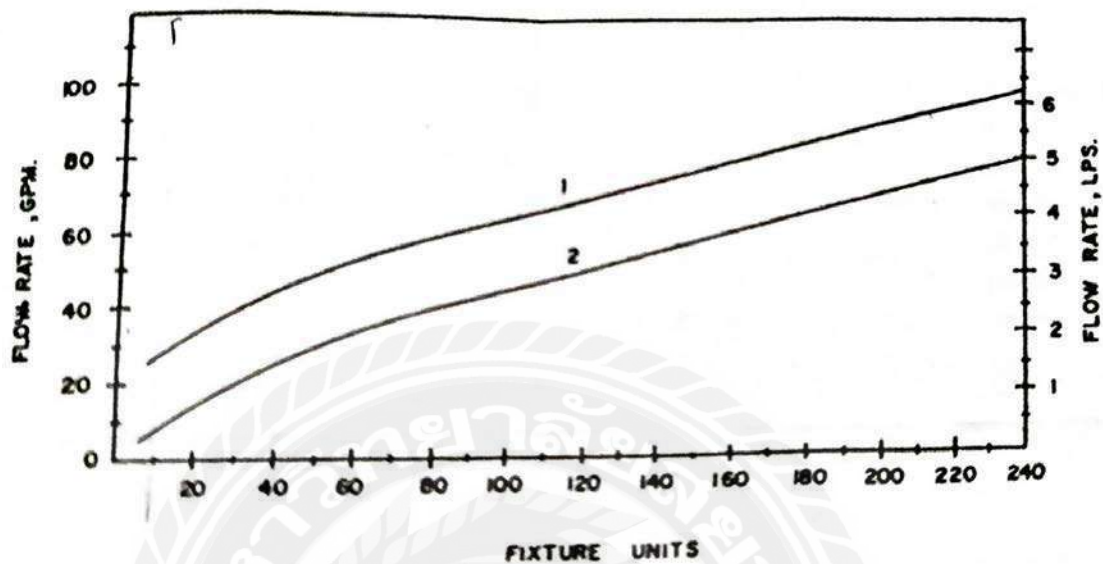
## 4.1.6 ตารางที่ 2.3 อัตราความต้องการน้ำสูงสุด (Hunter's curve)

Supply systems predominantly for flush tanks		Supply systems predominantly for flush valves	
Load (water-supply fixture units)	Demand gpm	Load (water-supply fixture units)	Demand gpm
6	5		
8	6.5		
10	8	10	27
12	9.2	12	28.6
14	10.4	14	30.2
16	11.6	16	31.8
18	12.8	18	33.4
20	14	20	35
25	17	25	38
30	20	30	41
35	22.5	35	43.8
40	24.8	40	46.5
45	27	45	49
50	29	50	51.5
60	32	60	55
70	35	70	58.5
80	38	80	62
90	41	90	64.8
100	43.5	100	67.5
120	48	120	72.5
140	52.5	140	77.5
160	57	160	82.5
180	61	180	87
200	65	200	91.5
225	70	225	97
250	75	250	101
275	80	275	105.5
300	85	300	110
400	105	400	126
500	125	500	142
750	170	750	178
1,000	208	1,000	208
1,250	240	1,250	240
1,500	267	1,500	267
1,750	294	1,750	294
2,000	321	2,000	321
2,250	348	2,250	348
2,500	375	2,500	375
2,750	402	2,750	402
3,000	432	3,000	432
4,000	525	4,000	525
5,000	593	5,000	593
6,000	643	6,000	643
7,000	685	7,000	685
8,000	718	8,000	718
9,000	745	9,000	745
10,000	769	10,000	769

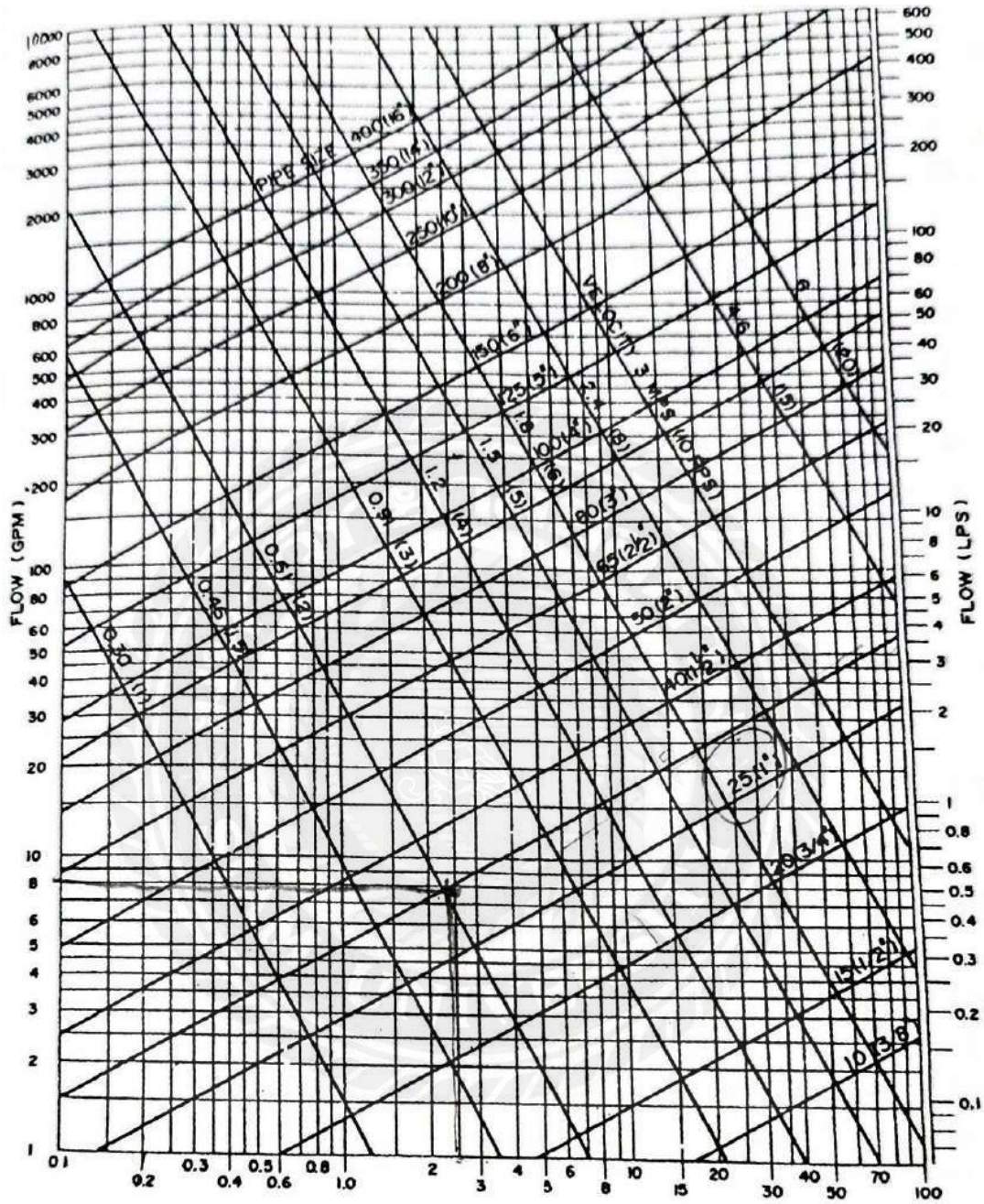
## 4.1.7 ตารางที่ 2.11 HUNTER'S CURVE

NO. 1 FOR SYSTEM PREDOMINANTLY FOR FLUSH VALVES.

NO. 2 FOR FLUSH TANKS



4.1.8 ตารางที่ 2.13 FRICTION LOSS, FT. PER 100 FT. OR M. PER 100 M. (FAIRLY ROUGH STEEL PIPE)



ตัวอย่างการคำนวณ

อาคารอยู่อาศัยประกอบด้วยเครื่องสุขภัณฑ์ดังนี้

โถส้วมชนิด flush rank	2 โถ
อ่างล้างมือ	2 อ่าง
Shower	1 หัว

อาคารหลังนี้จะต้องใช้ท่อเมนขนาดเท่าใด จึงจะสามารถจ่ายน้ำให้ได้เพียงพอ  
จากตารางที่ 2.2 ทำให้สามารถหาจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ได้ดังนี้

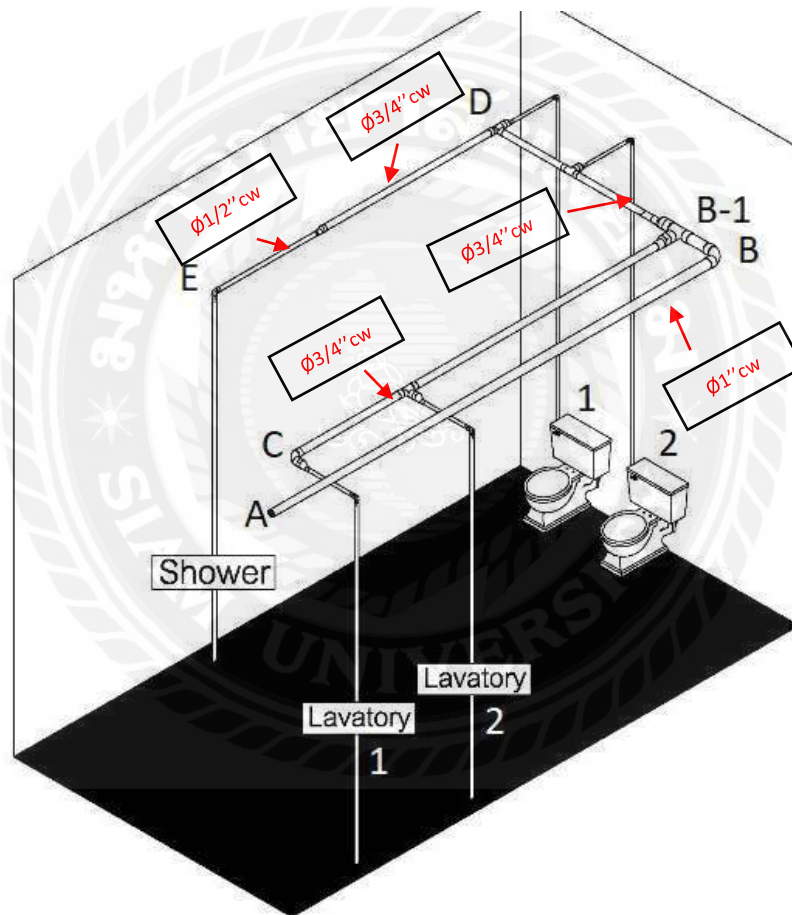
โถส้วม 2 โถ	= 2 * 3 = 6 FU
อ่างล้างมือ 2 อ่าง	= 2 * 1 = 2 FU
Shower	= 1 * 2 = 2 FU
รวมหน่วยสุขภัณฑ์	6 + 2 + 2 = 10 FU

จากตารางที่ 2.3 จะได้ว่า 10 FU มีค่าประมาณ 8 gpm

#### 4.2 ขั้นตอนการออกแบบท่อประปาภายในห้องน้ำ

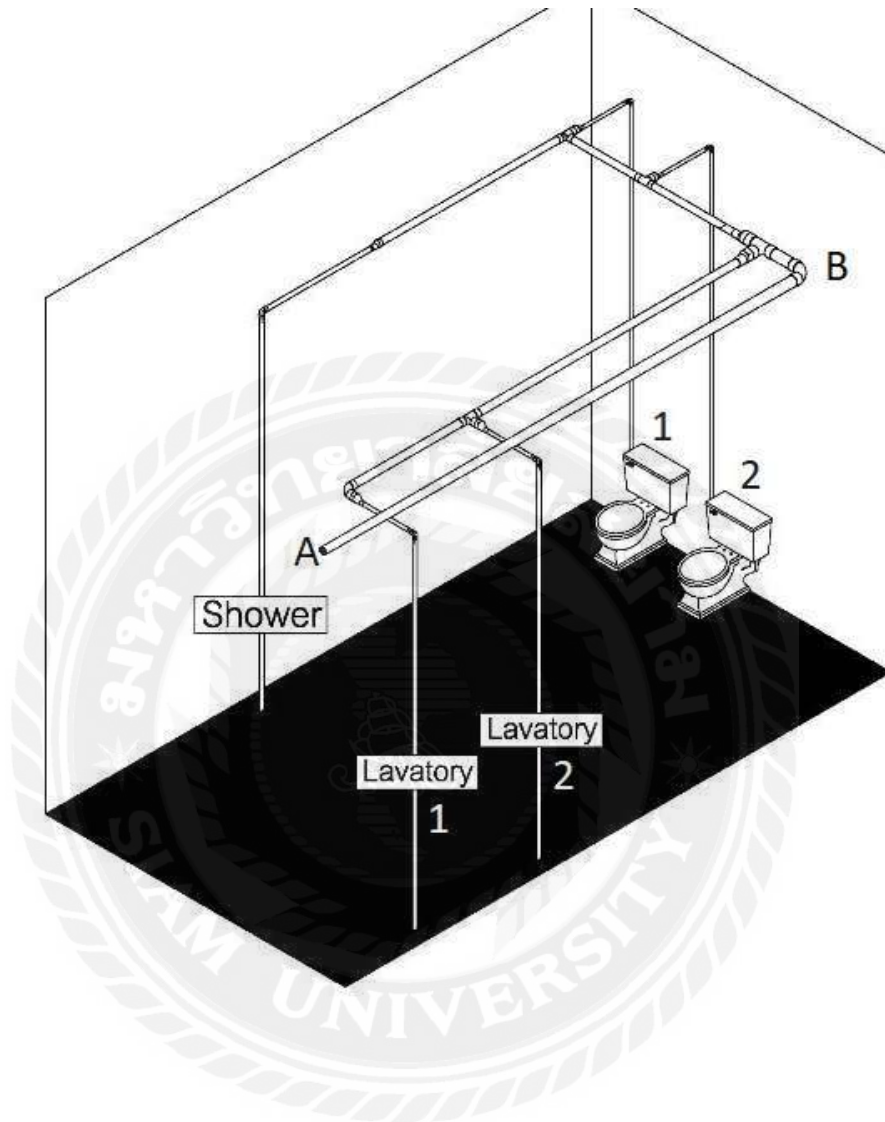
1. รวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ของท่อเมนหรือท่อแยกที่ต้องการโดยอาศัยตารางที่ 2.2
2. หาอัตราความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้ โดยใช้ตารางที่ 2.11 ประกอบ
3. หาขนาดของท่อเมนหรือท่อแยกได้จากตารางที่ 2.13 โดยให้ความเร็วของน้ำภายในท่อไม่เกิน 3 m/s
4. หาขนาดของท่อย่อยโดยอาศัยตารางที่ 2.6 หรือใช้อัตราความต้องการน้ำสูงสุดของท่อย่อย ส่วนขนาดของท่อที่จะต่อเข้ากับเครื่องสุขภัณฑ์ให้เป็นไปตามขนาดที่ผู้ผลิตแนะนำ

##### 4.2.1 ออกแบบท่อประปาภายในห้องน้ำ



รูปภายในห้องน้ำ

## 4.2.2 ขั้นตอนการทำในช่วง A-B



รูปภายในห้องน้ำช่วงท่อ A-B

#### 4.2.2.1 รวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ของท่อเมนหรือท่อแยกที่ต้องการโดยอาศัยตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 Load values assigned to fixtures

Fixture	Type of supply control	Occupancy	Cold	Hot	Total
Water closet	Flush valve	Public	10.0	.....	10.0
Water closet	Flush tank	Public	5.0	.....	5.0
Urinal	1-in flush valve	Public	10.0	.....	10.0
Urinal	3/4-in flush valve	Public	5.0	.....	5.0
Urinal	Flush tank	Public	3.0	.....	3.0
Lavatory	Faucet	Public	1.5	1.5	2.0
Bathtub	Faucet	Public	3.0	3.0	4.0
Shower head	Mixing valve	Public	3.0	3.0	4.0
Service sink	Faucet	Offices, etc.	2.25	2.25	3.0
Kitchen sink	Faucet	Hotel,	3.0	3.0	4.0
Drinking fountain	3/8-in valve	restaurant	0.25	.....	0.25
Water closet	Flush valve	Offices, etc.	6.0	.....	6.0
Water closet	Flush tank	Private	3.0	.....	3.0
Lavatory	Faucet	Private	0.75	0.75	1.0
Bathtub	Faucet	Private	1.5	1.5	2.0
Shower stall	Mixing valve	Private	1.5	1.5	2.0
Kitchen sink	Faucet	Private	1.5	1.5	2.0
Laundry trays(1to3)	Faucet	Private	2.25	2.25	30
Combination fixture	Faucet	Private	2.25	2.25	30
Dishwashing machine	Automatic	Private		1.0	10

จุดที่ 1 เลือกชนิดตามแบบ คือ ชักโครก แล้วไปดูที่หน่วยสุขภัณฑ์ คือ 3.0 หน่วย

จุดที่ 2 เลือกชนิดตามแบบ คือ อ่างล้างมือ แล้วไปดูที่หน่วยสุขภัณฑ์ คือ 1.0 หน่วย

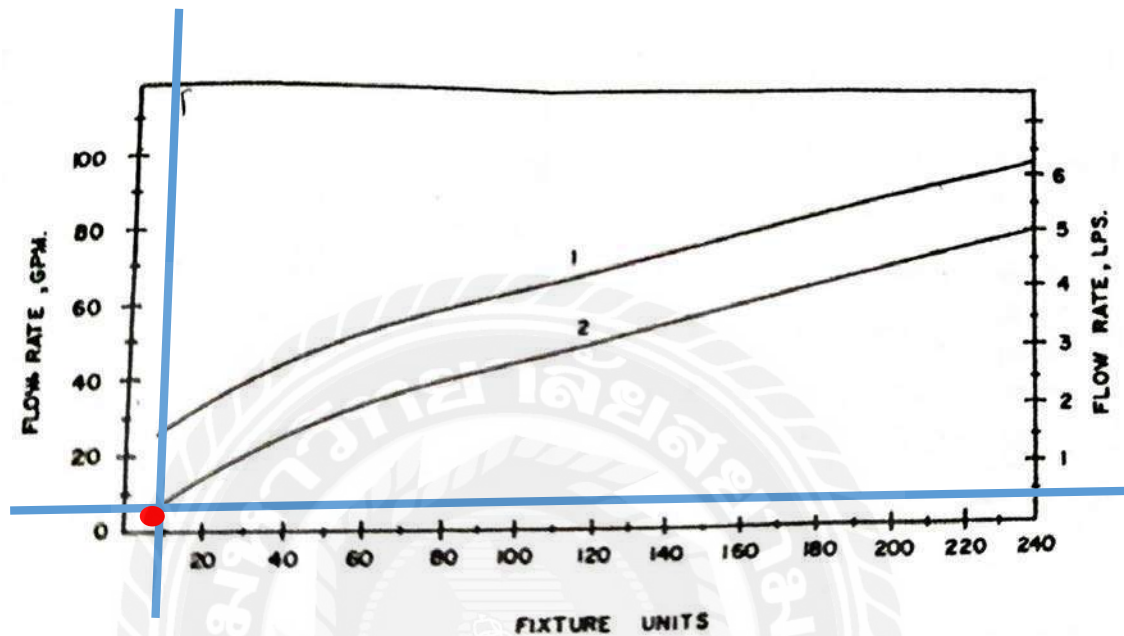
จุดที่ 3 เลือกชนิดตามแบบ คือ ฝักบัวอาบน้ำ แล้วไปดูที่หน่วยสุขภัณฑ์ คือ 2.0 หน่วย



4.2.2.2 หาค่าความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้ โดยใช้ตารางที่ 2.11 ประกอบ  
ตารางที่ 2.11 HUNTER'S CURVE

NO. 1 FOR SYSTEM PREDOMINANTLY FOR FLUSH VALVES.

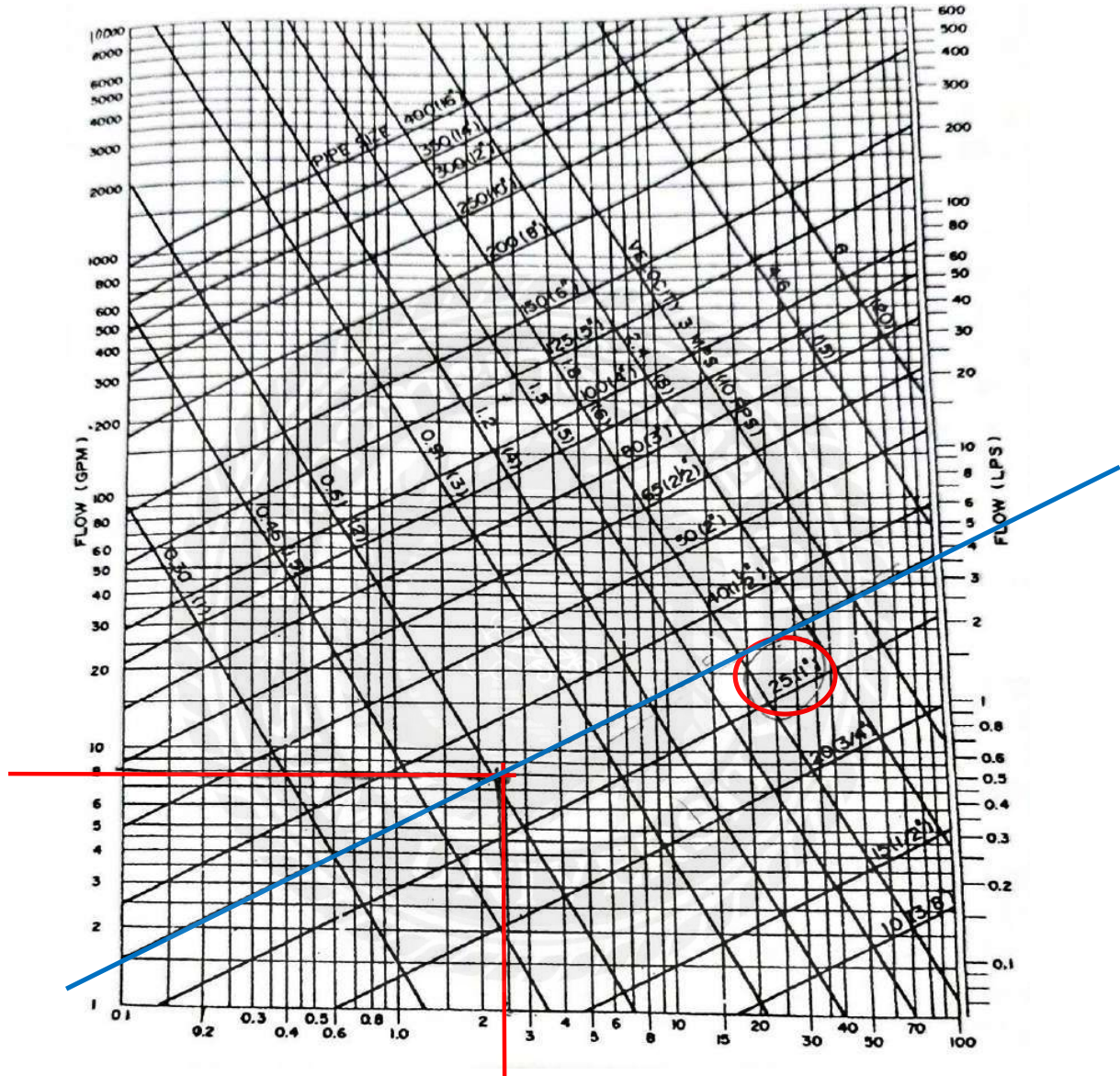
NO. 2 FOR FLUSH TANKS



ดูกราฟ FLUSH TANKS ตัดแบ่งเส้นท้อ โดยดูที่แกนหน่วยสุขภัณฑ์ที่หาได้จาก ตารางก่อนหน้า  
คือ 10 หน่วย กราฟจะตัดกันที่บริเวณ ประมาณ 8 GPM

4.2.2.3 หาขนาดของท่อเมนหรือท่อแยกได้จากตารางที่ 2.13 โดยให้ความเร็วของน้ำภายในท่อไม่เกิน 3 m/s ความเร็วของน้ำที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 1.2 ถึง 2.4 m/s ตารางที่ 2.13 FRICTION LOSS, FT. PER 100 FT. OR M. PER 100 M.

(FAIRLY ROUGH STEEL PIPE)



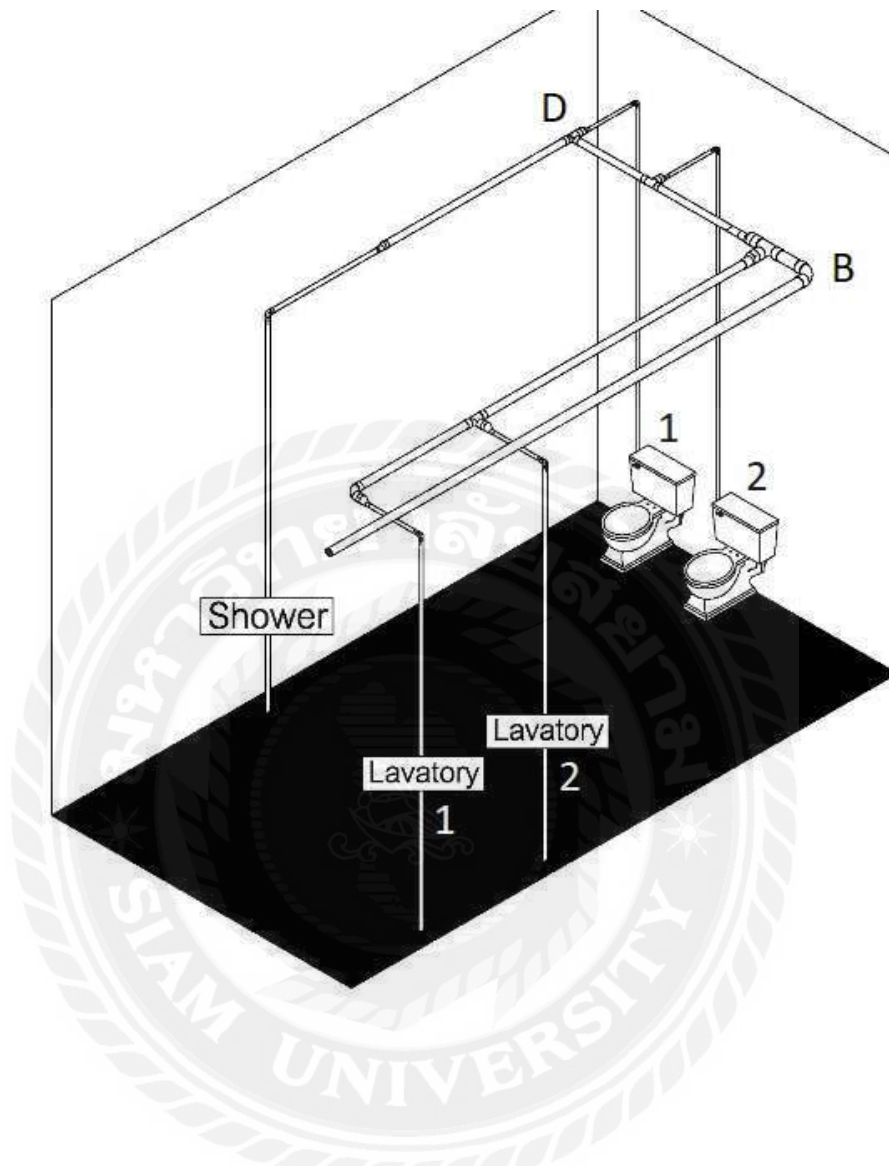
กำหนดความเร็วในเส้นท่อ ประมาณ 2.4 เมตรต่อวินาที แล้วเทียบกับแกน อัตราการไหล กราฟจะตัดกันที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว

4.2.2.4 หาขนาดของท่อย่อยโดยอาศัยตารางที่ 2.6 หรือใช้อัตราความต้องการน้ำสูงสุด ส่วนขนาดของท่อที่จะต่อเข้ากับเครื่องสุขภัณฑ์ให้เป็นไปตามขนาดที่ผู้ผลิตแนะนำ ตารางที่ 2.6 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อตั้ง

Pipe size, mm. (in.)	Average demand	100 percent demand
15 (½)	1	1
20 (¾)	4	3
25 (1)	10	6
30 (1 ¼)	20	12
40 (1 ½)	30	20
50 (2)	50	35
65 (2 ½)	90	60
80 (3)	125	85
100(4)	225	150

จากตารางที่ 2.6 ท่อขนาด 1 นิ้ว รับหน่วยสุขภัณฑ์ได้ 10หน่วย

## 4.2.3 ขั้นตอนการหาในช่วง B-D



รูปภายในห้องน้ำช่วงท่อ B-D

### 4.2.3.1 รวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ของท่อเมนหรือท่อแยกที่ต้องการโดยอาศัยตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 Load values assigned to fixtures

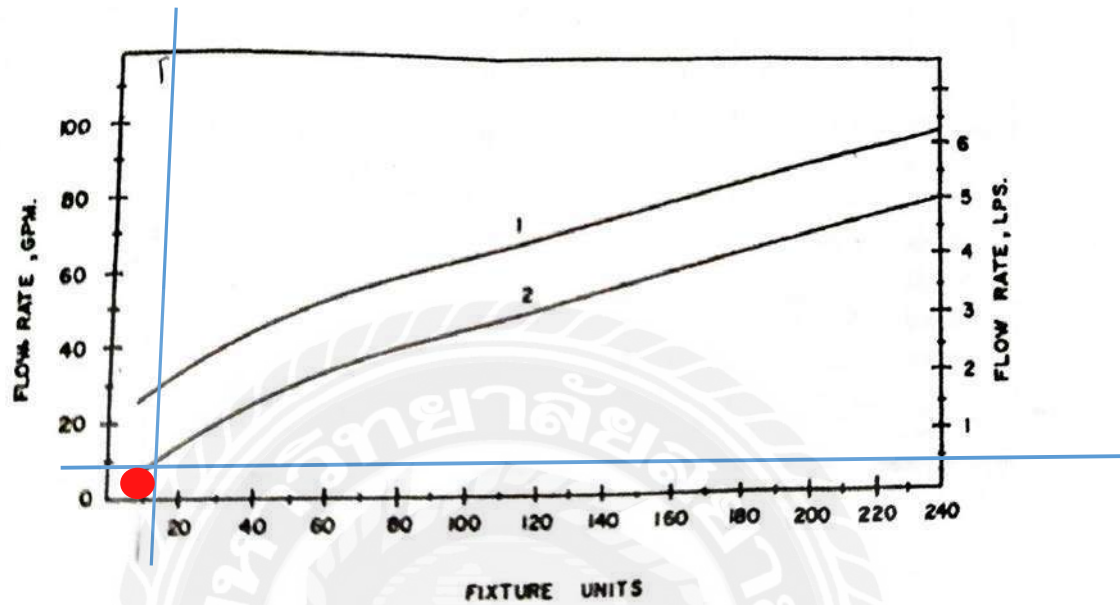
Fixture	Type of supply control	Occupancy	Cold	Hot	Total
Water closet	Flush valve	Public	10.0	.....	10.0
Water closet	Flush tank	Public	5.0	.....	5.0
Urinal	1-in flush valve	Public	10.0	.....	10.0
Urinal	3/4-in flush valve	Public	5.0	.....	5.0
Urinal	Flush tank	Public	3.0	.....	3.0
Lavatory	Faucet	Public	1.5	1.5	2.0
Bathtub	Faucet	Public	3.0	3.0	4.0
Shower head	Mixing valve	Public	3.0	3.0	4.0
Service sink	Faucet	Offices, etc.	2.25	2.25	3.0
Kitchen sink	Faucet	Hotel,	3.0	3.0	4.0
Drinking fountain	3/8-in valve	restaurant	0.25	.....	0.25
Water closet	1 Flush valve	Offices, etc.	6.0	.....	6.0
Water closet	Flush tank	Private	3.0	.....	3.0
Lavatory	Faucet	Private	0.75	0.75	1.0
Bathtub	Faucet	Private	1.5	1.5	2.0
Shower stall	Mixing valve	Private	1.5	1.5	2.0
Kitchen sink	Faucet	Private	1.5	1.5	2.0
Laundry trays(1to3)	Faucet	Private	2.25	2.25	30
Combination fixture	Faucet	Private	2.25	2.25	30
Dishwashing machine	Automatic	Private		1.0	10

จุดที่ 1 เลือกชนิดตามแบบ คือ ชักโครก แล้วไปดูที่หน่วยสุขภัณฑ์ คือ 3.0 หน่วย

4.2.3.2 หาค่าความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้ โดยใช้รูปที่ 2.11 ประกอบ  
ตารางที่ 2.11 HUNTER'S CURVE

NO. 1 FOR SYSTEM PREDOMINANTLY FOR FLUSH VALVES.

NO. 2 FOR FLUSH TANKS

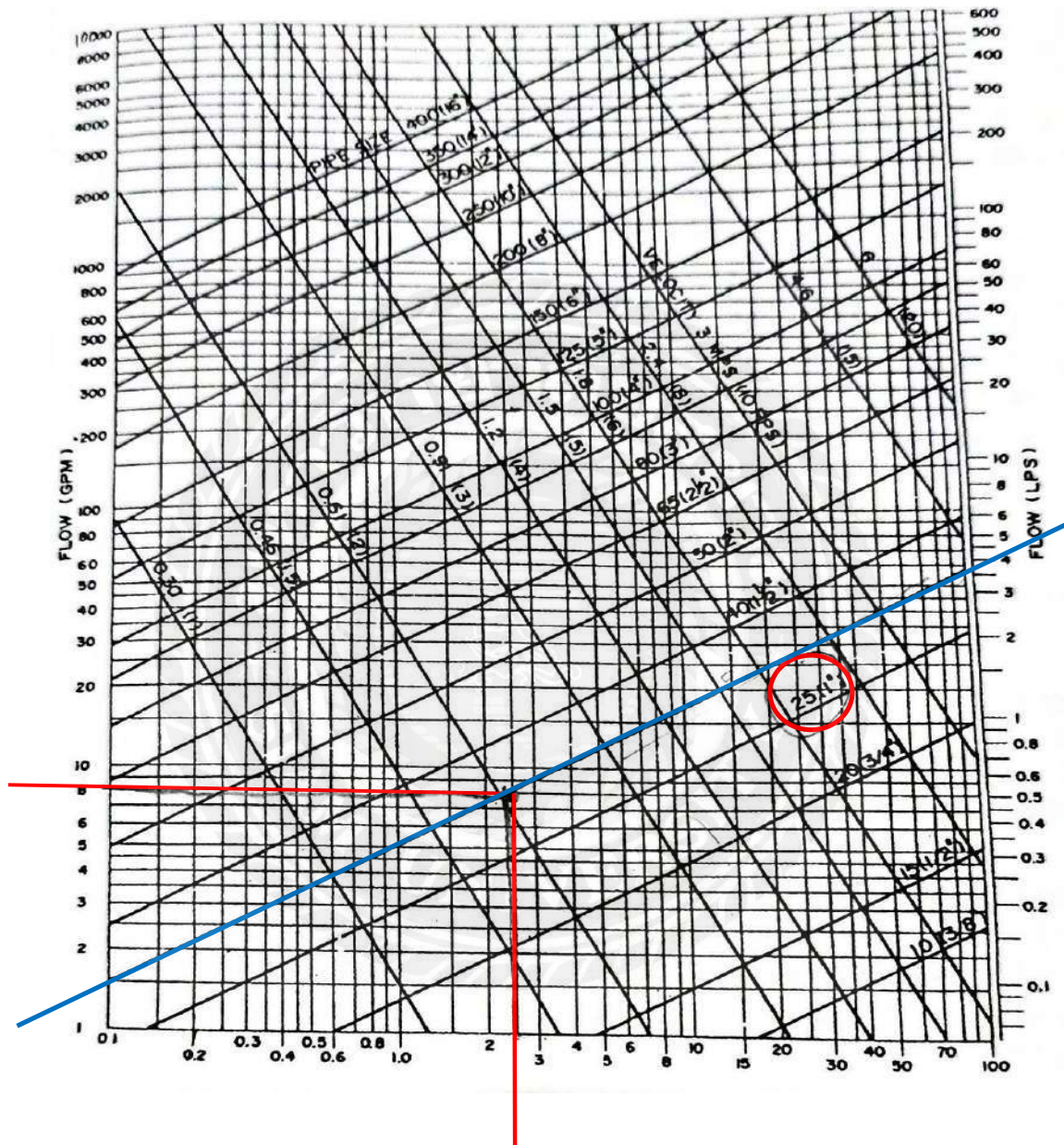


ดูกราฟ FLUSH TANKS ตัดแบ่งเส้นท้อ โดยดูที่แกนหน่วยสุขภัณฑ์ที่หาได้จาก ตารางก่อนหน้า  
คือ 10 หน่วย กราฟจะตัดกันที่บริเวณ ประมาณ 8 GPM

4.2.3.3 หาขนาดของท่อเมนหรือท่อแยกได้จากรูปที่ 2.13 โดยให้ความเร็วของน้ำภายในท่อไม่เกิน 3 m/s ความเร็วของน้ำที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 1.2 ถึง 2.4 m/s

ตารางที่ 2.13 FRICTION LOSS, FT. PER 100 FT. OR M. PER 100 M.

(FAIRLY ROUGH STEEL PIPE)



กำหนดความเร็วในเส้นท่อ ประมาณ 2.4 เมตรต่อวินาที แล้วเทียบกับแกน อัตราการไหล กราฟจะตัดกันที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว

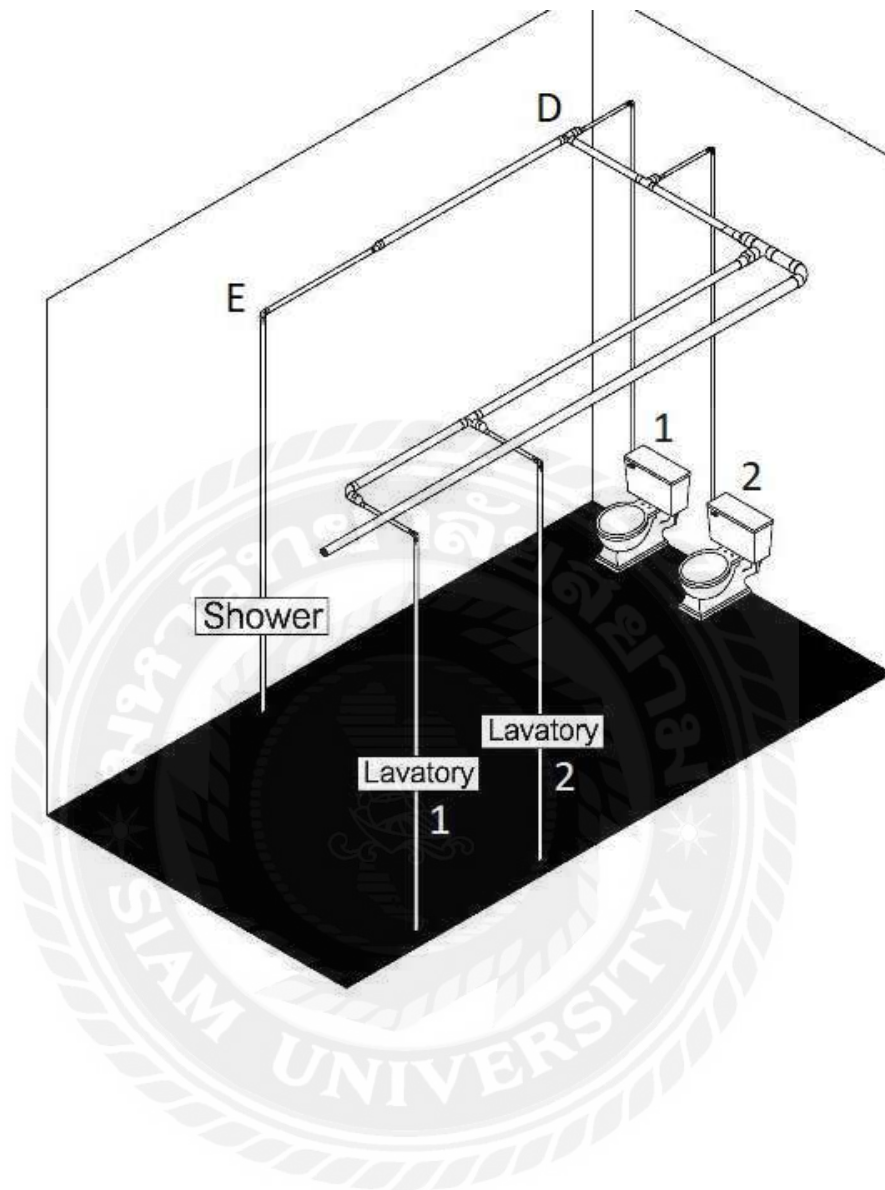
4.2.3.4 หาขนาดของท่อย่อยโดยอาศัยตารางที่ 2.6 หรือใช้อัตราความต้องการน้ำสูงสุดของท่อย่อย ส่วนขนาดของท่อที่จะต่อเข้ากับเครื่องสุขภัณฑ์ให้เป็นไปตามขนาดที่ผู้ผลิตแนะนำ ตารางที่ 2.3 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อตั้ง

	Pipe size, mm. (in.)	Average demand	100 percent demand
1	15 (½)	1	1
	20 (¾)	4	3
	25 (1)	10	6
	30 (1 ¼)	20	12
	40 (1 ½)	30	20
	50 (2)	50	35
	65 (2 ½)	90	60
	80 (3)	125	85
	100(4)	225	150

จากตารางที่ 2.6 ท่อขนาด ¾ นิ้ว รับหน่วยสุขภัณฑ์ได้ 4 หน่วย



## 4.2.4 ขั้นตอนการหาในช่วง D-E



รูปภายในห้องน้ำช่วงท่อ D-E

#### 4.2.4.1 รวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ของท่อเมนหรือท่อแยกที่ต้องการโดยอาศัยตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 Load values assigned to fixtures

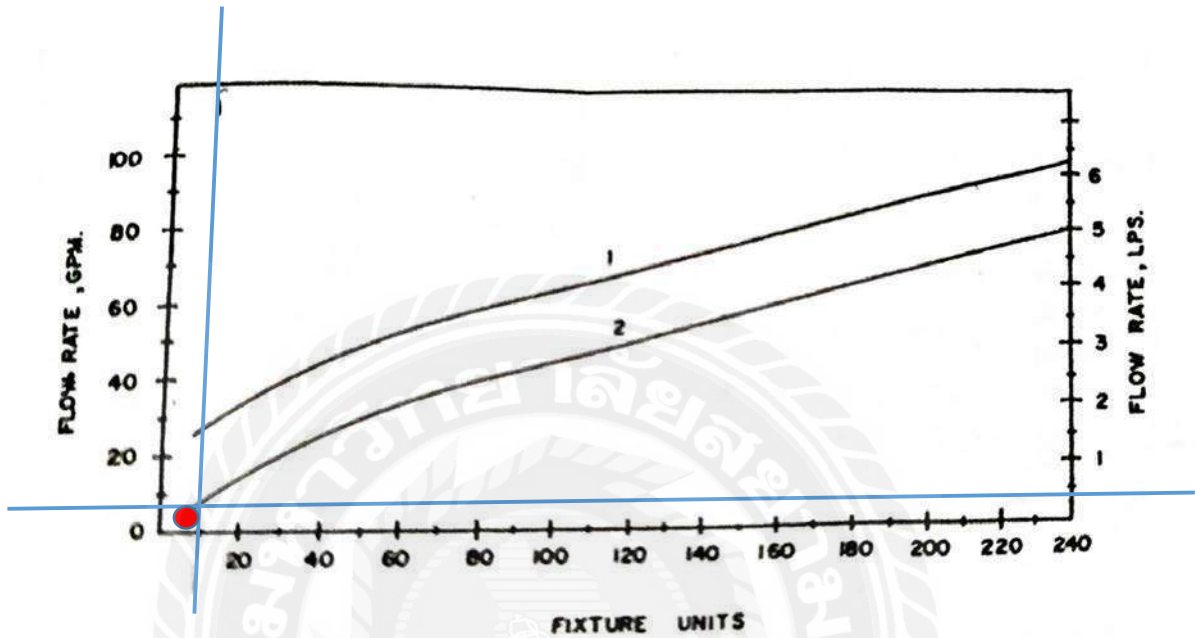
Fixture	Type of supply control	Occupancy	Cold	Hot	Total
Water closet	Flush valve	Public	10.0	.....	10.0
Water closet	Flush tank	Public	5.0	.....	5.0
Urinal	1-in flush valve	Public	10.0	.....	10.0
Urinal	3/4-in flush valve	Public	5.0	.....	5.0
Urinal	Flush tank	Public	3.0	.....	3.0
Lavatory	Faucet	Public	1.5	1.5	2.0
Bathtub	Faucet	Public	3.0	3.0	4.0
Shower head	Mixing valve	Public	3.0	3.0	4.0
Service sink	Faucet	Offices, etc.	2.25	2.25	3.0
Kitchen sink	Faucet	Hotel, restaurant	3.0	3.0	4.0
Drinking fountain	3/8-in valve	Offices, etc.	0.25	.....	0.25
Water closet	Flush valve	Private	6.0	.....	6.0
Water closet	Flush tank	Private	3.0	.....	3.0
Lavatory	Faucet	Private	0.75	0.75	1.0
Bathtub	Faucet	Private	1.5	1.5	2.0
Shower stall	Mixing valve	Private	1.5	1.5	2.0
Kitchen sink	Faucet	Private	1.5	1.5	2.0
Laundry trays(1to3)	Faucet	Private	2.25	2.25	30
Combination fixture	Faucet	Private	2.25	2.25	30
Dishwashing machine	Automatic			1.0	10

จุดที่ 1 เลือกชนิดตามแบบ คือ ฝักบัวอาบน้ำ แล้วไปดูที่หน่วยสุขภัณฑ์ คือ 2.0 หน่วย

4.2.4.2 หาค่าความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้ โดยใช้รูปที่ 2.11 ประกอบ  
ตารางที่ 2.11 HUNTER'S CURVE

NO. 1 FOR SYSTEM PREDOMINANTLY FOR FLUSH VALVES.

NO. 2 FOR FLUSH TANKS

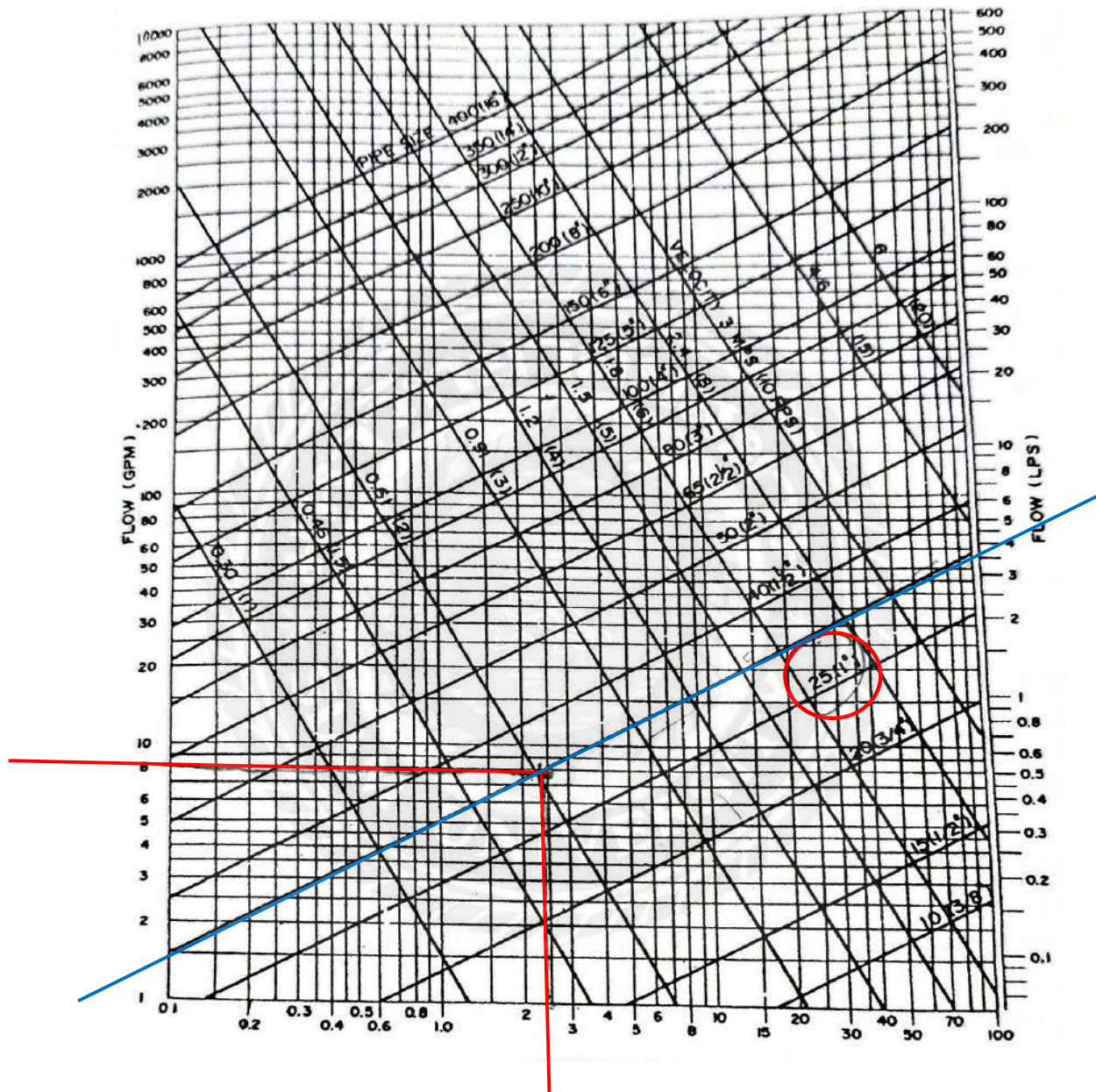


ดูกราฟ FLUSH TANKS ตัดแบ่งเส้นท้อ โดยดูที่แกนหน่วยสุขภัณฑ์ที่หาได้จาก ตารางก่อนหน้า  
คือ 10 หน่วย กราฟจะตัดกันที่บริเวณ ประมาณ 8 GPM

4.2.4.3 หาขนาดของท่อเมนหรือท่อแยกได้จากรูปที่ 2.13 โดยให้ความเร็วของน้ำภายในท่อไม่เกิน 3 m/s ความเร็วของน้ำที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 1.2 ถึง 2.4 m/s

ตารางที่ 2.13 FRICTION LOSS, FT. PER 100 FT. OR M. PER 100 M.

(FAIRLY ROUGH STEEL PIPE)



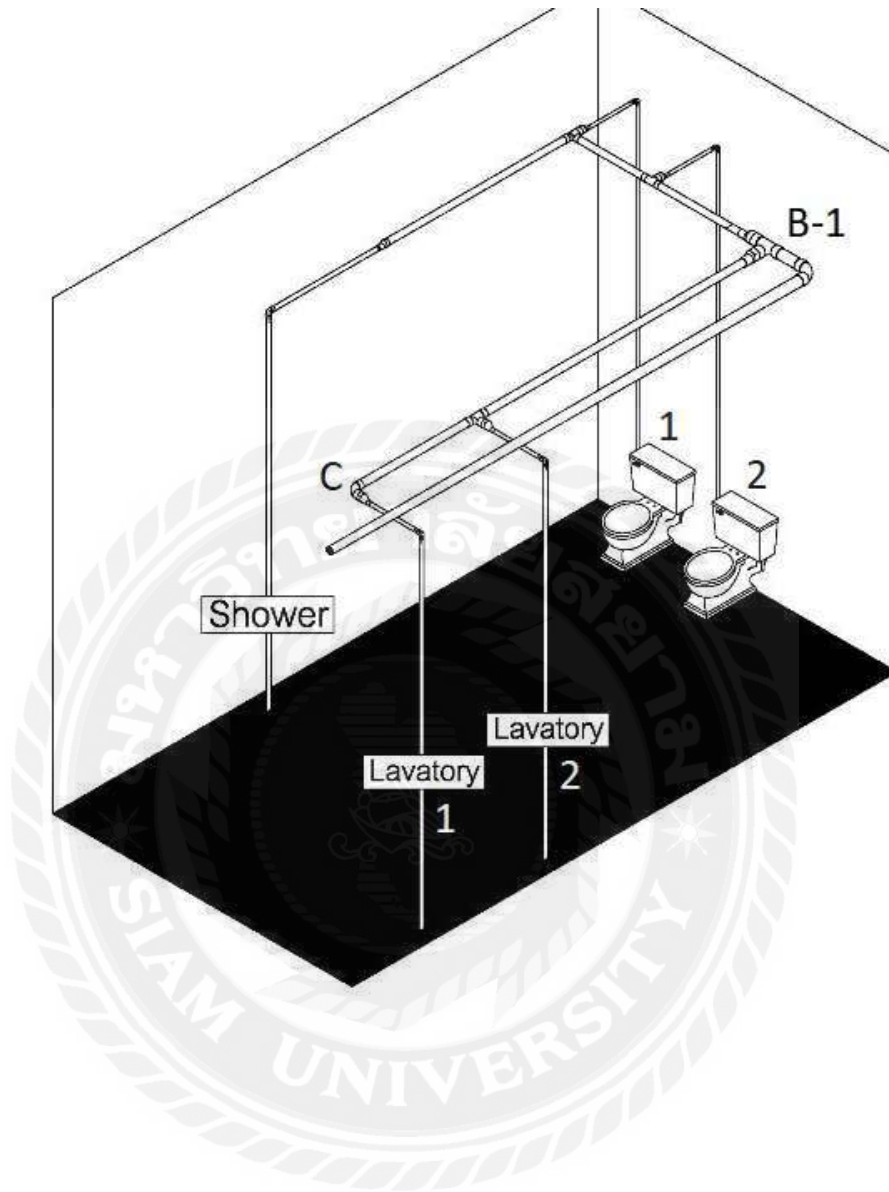
กำหนดความเร็วในเส้นท่อ ประมาณ 2.4 เมตรต่อวินาที แล้วเทียบกับแกน อัตราการไหล กราฟจะตัดกันที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว

4.2.4.4 หาขนาดของท่อโดยอาศัยตารางที่ 2.6 หรือใช้อัตราความต้องการน้ำสูงสุด ส่วนขนาดของท่อที่จะต่อเข้ากับเครื่องสุขภัณฑ์ให้เป็นไปตามขนาดที่ผู้ผลิตแนะนำ ตารางที่ 2.3 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อตั้ง

Pipe size, mm. (in.)	Average demand	100 percent demand
3 → 15 ( ½ )	1 ← 4	1
→ 20 ( ¾ )	4 ←	3
1 25 (1)	10 2	6
30 (1 ¾)	20	12
40 (1 ½)	30	20
50 (2)	50	35
65 (2 ½)	90	60
80 (3)	125	85
100(4)	225	150

จากตารางที่ 2.6 จุด 1 ท่อขนาด ¾ นิ้ว รับหน่วยสุขภัณฑ์ได้ 4 หน่วย  
จุด 3 ท่อขนาด ½ นิ้ว รับหน่วยสุขภัณฑ์ได้ 1 หน่วย

## 4.2.5 ขั้นตอนการหาในช่วง B1-C



รูปภายในห้องน้ำช่วงท่อ B1-C

#### 4.2.5.1 รวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์ของท่อเมนหรือท่อแยกที่ต้องการโดยอาศัยตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 Load values assigned to fixtures

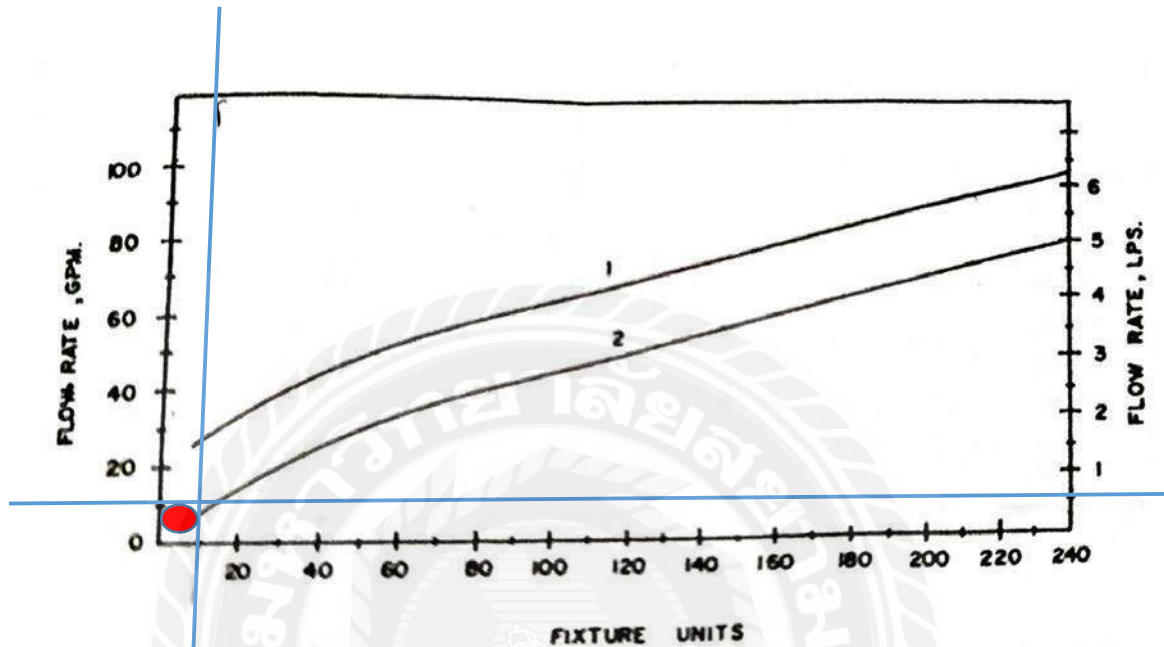
Fixture	Type of supply control	Occupancy	Cold	Hot	Total
Water closet	Flush valve	Public	10.0	.....	10.0
Water closet	Flush tank	Public	5.0	.....	5.0
Urinal	1-in flush valve	Public	10.0	.....	10.0
Urinal	3/4-in flush valve	Public	5.0	.....	5.0
Urinal	Flush tank	Public	3.0	.....	3.0
Lavatory	Faucet	Public	1.5	1.5	2.0
Bathtub	Faucet	Public	3.0	3.0	4.0
Shower head	Mixing valve	Public	3.0	3.0	4.0
Service sink	Faucet	Offices, etc.	2.25	2.25	3.0
Kitchen sink	Faucet	Hotel, restaurant	3.0	3.0	4.0
Drinking fountain	3/8-in valve	Offices, etc.	0.25	.....	0.25
Water closet	Flush valve	Private	6.0	.....	6.0
Water closet	Flush tank	Private	3.0	.....	3.0
Lavatory	Faucet	Private	0.75	0.75	1.0
Bathtub	Faucet	Private	1.5	1.5	2.0
Shower stall	Mixing valve	Private	1.5	1.5	2.0
Kitchen sink	Faucet	Private	1.5	1.5	2.0
Laundry trays(1to3)	Faucet	Private	2.25	2.25	30
Combination fixture	Faucet	Private	2.25	2.25	30
Dishwashing machine	Automatic			1.0	10

จุดที่ 1 เลือกชนิดตามแบบ คือ อ่างล้างมือ แล้วไปดูที่หน่วยสุขภัณฑ์ คือ 1.0 หน่วย

4.2.5.2 หาอัตราความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ โดยใช้รูปที่ 2.11 ประกอบ  
ตารางที่ 2.11 HUNTER'S CURVE

NO. 1 FOR SYSTEM PREDOMINANTLY FOR FLUSH VALVES.

NO. 2 FOR FLUSH TANKS

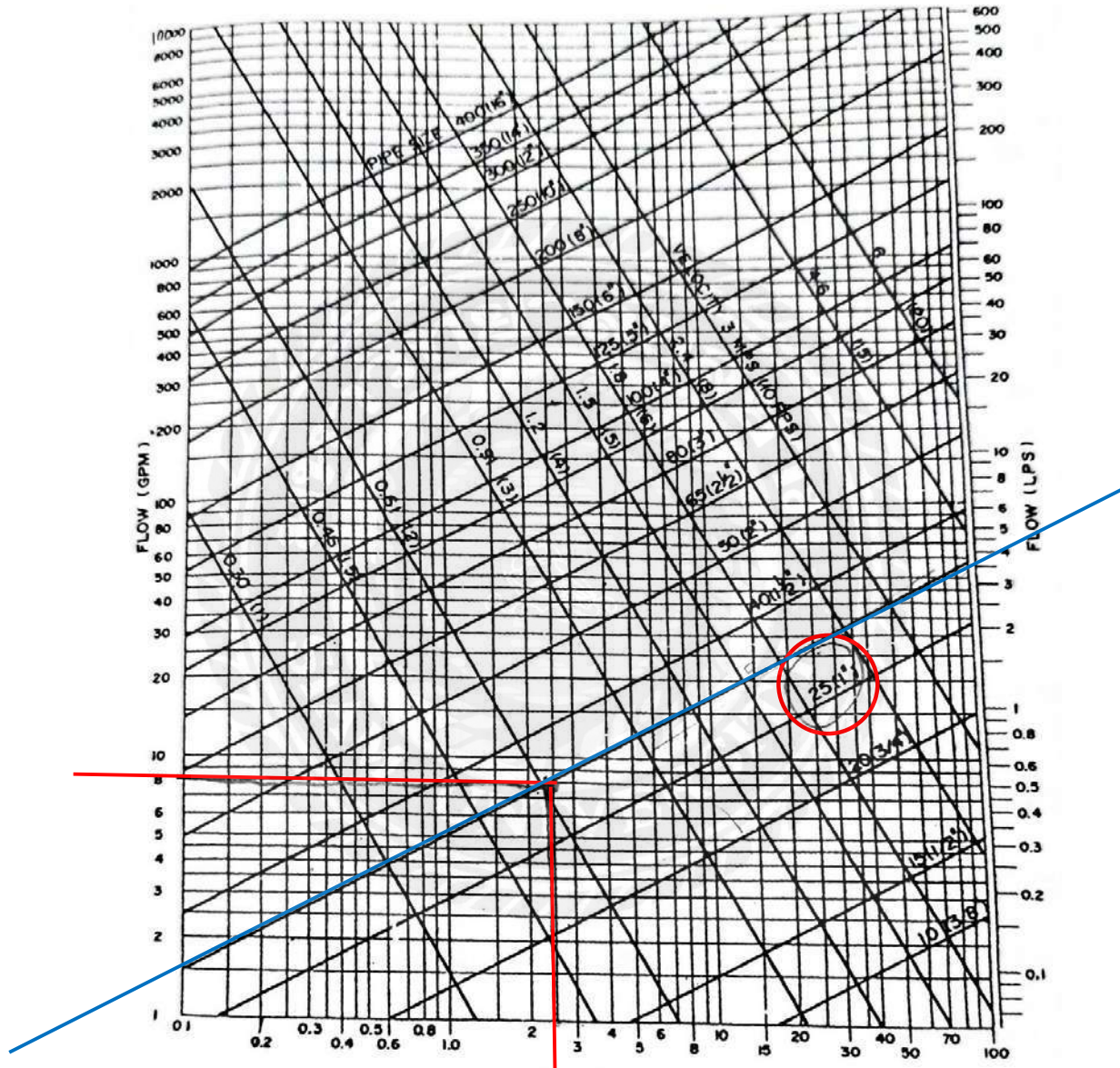


ดูกราฟ FLUSH TANKS ตัดแบ่งเส้นท้อ โดยดูที่แกนหน่วยสุขภัณฑ์ที่หาได้จาก ตารางก่อนหน้า  
คือ 10 หน่วย กราฟจะตัดกันที่บริเวณ ประมาณ 8 GPM



4.2.5.3 หาขนาดของท่อเมนหรือท่อแยกได้จากรูปที่ 2.13 โดยให้ความเร็วของน้ำภายในท่อไม่เกิน 3 m/s ความเร็วของน้ำที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 1.2 ถึง 2.4 m/s ตารางที่ 2.13 FRICTION LOSS, FT. PER 100 FT. OR M. PER 100 M.

(FAIRLY ROUGH STEEL PIPE)



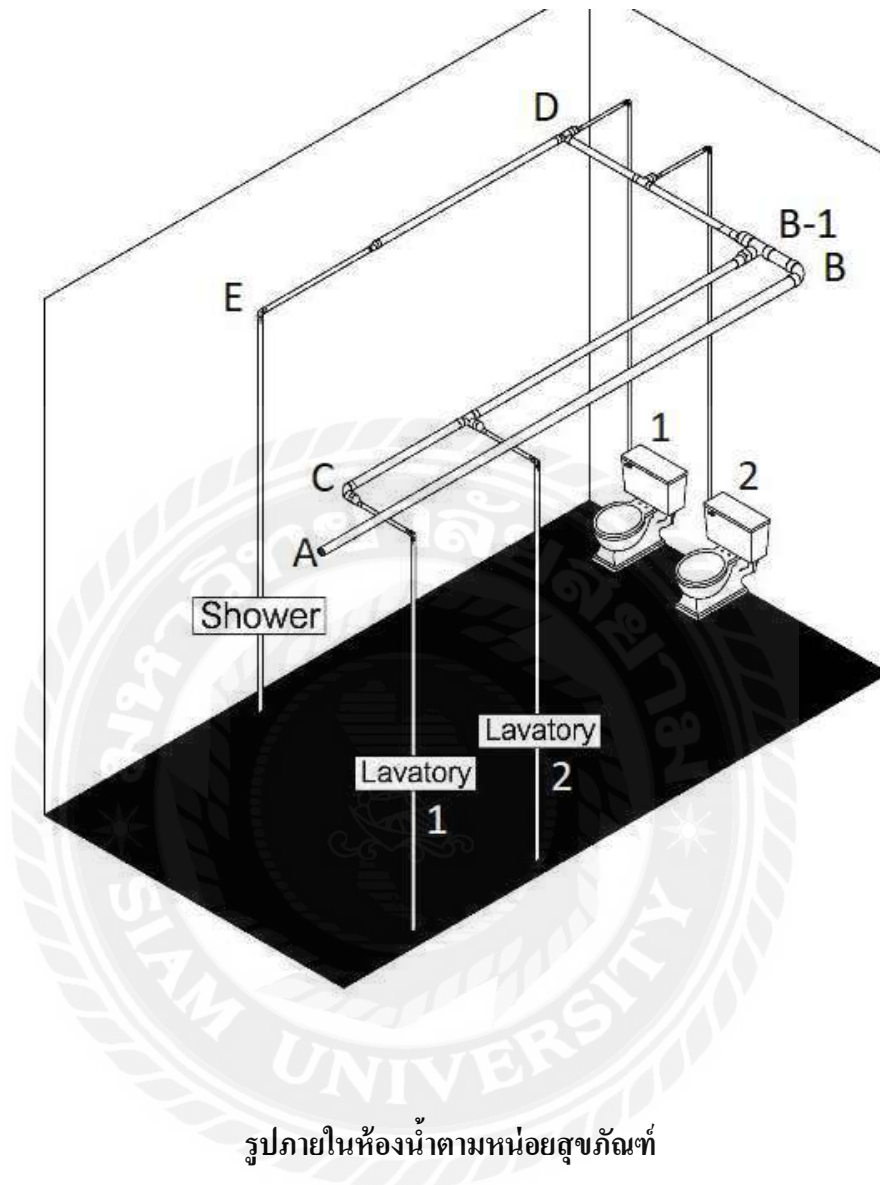
กำหนดความเร็วในเส้นท่อ ประมาณ 2.4 เมตรต่อวินาที แล้วเทียบกับแกน อัตราการไหล กราฟจะตัดกันที่ ขนาดท่อ 1 นิ้ว

4.2.5.4 หาขนาดของท่อโดยอาศัยตารางที่ 2.6 หรือใช้อัตราความต้องการน้ำสูงสุด ส่วนขนาดของท่อที่จะต่อเข้ากับเครื่องสุขภัณฑ์ให้เป็นไปตามขนาดที่ผู้ผลิตแนะนำ ตารางที่ 2.6 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อตั้ง

Pipe size, mm. (in.)	Average demand	100 percent demand
15 (½)	1	1
20 (¾)	4	3
25 (1)	10	6
30 (1 ¼)	20	12
40 (1 ½)	30	20
50 (2)	50	35
65 (2 ½)	90	60
80 (3)	125	85
100(4)	225	150

จากตารางที่ 2.6 ท่อขนาด ¾ นิ้ว รับหน่วยสุขภัณฑ์ได้ 4 หน่วย

#### 4.2.6 ท่อตามหน่วยสุขภัณฑ์



รูปภายในห้องน้ำตามหน่วยสุขภัณฑ์

4.2.6.1 หาขนาดของท่อย่อยโดยอาศัยตารางที่ 2.6 หรือใช้อัตราความต้องการน้ำสูงสุด ส่วนขนาดของท่อที่จะต่อเข้ากับเครื่องสุขภัณฑ์ให้เป็นไปตามขนาดที่ผู้ผลิตแนะนำ ตารางที่ 2.6 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อตั้ง

Pipe size, mm. (in.)	Average demand	100 percent demand
15 (½)	1	1
20 (¾)	4	3
25 (1)	10	6
30 (1 ¼)	20	12
40 (1 ½)	30	20
50 (2)	50	35
65 (2 ½)	90	60
80 (3)	125	85
100(4)	225	150

จากตารางที่ 2.6 ท่อ ขนาด ½ นิ้ว รับหน่วยสุขภัณฑ์ ได้ 1 หน่วย  
แต่ที่ทางพนักงานกำหนด กำหนดให้ท่อแยกเข้าสู่สุขภัณฑ์ มีขนาดเท่ากับที่สุขภัณฑ์กำหนด

#### 4.2.7 จำนวนติดตั้ง (Fitting) หรือ ข้อต่อในห้องน้ำ

ขนาด (นิ้ว)	ข้องอ 90	สามทาง T	ข้อลด 1 ลง $\frac{3}{4}$	ข้อลด $\frac{3}{4}$ ลง $\frac{1}{2}$	ยูเนียนต่อ อุปกรณ์
1	1	1	2	-	-
$\frac{3}{4}$	1	3	-	5	-
$\frac{1}{2}$	10	-	-	-	5



## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลโครงการ

จากการที่ผู้จัดทำได้รับมอบหมายเข้าไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในบริษัท เอ็ม.เค.เอส. เอ็นจิเนียริง จำกัด ในตำแหน่งผู้ช่วยวิศวกรงานระบบ ผู้จัดทำได้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบการออกแบบท่อน้ำประปาของห้องน้ำห้องที่ 9 บ้านตัวอย่าง ให้เป็นไปตามแบบที่กำหนดตามที่ได้รับมอบหมายให้ดำเนินการ และการแก้ไขปัญหาต่างๆ เช่นการแก้ไขระบบการออกแบบท่อน้ำร้อนใน ส่วนของห้องน้ำ ให้สามารถติดตั้งได้สะดวกและสามารถซ่อมบำรุงได้ง่ายยิ่งขึ้น

#### 5.2 สรุปผลการปฏิบัติงาน

##### ตารางที่ 5.2.1 ตารางสรุปผลในแต่ละช่วง

ช่วง	ขนาดที่แบบกำหนด	ขนาดตามมาตรฐาน	ผลที่ได้
A-B	1 นิ้ว	1 นิ้ว	เป็นไปตามมาตรฐาน
B-D	$\frac{3}{4}$ นิ้ว	1 นิ้ว	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
D-E	$\frac{3}{4}$ - $\frac{1}{2}$ นิ้ว	$\frac{3}{4}$ นิ้ว	ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
B1-C	$\frac{3}{4}$ นิ้ว	$\frac{3}{4}$ นิ้ว	เป็นไปตามมาตรฐาน
ท่อแยกลง สุขภัณฑ์	$\frac{1}{2}$ นิ้ว ตามสุขภัณฑ์ กำหนด	ตามสุขภัณฑ์กำหนด	เป็นไปตามมาตรฐาน

สรุป ขนาดท่อในช่วง A-B เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ขนาดท่อในช่วง B-D มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน ซึ่งจะทำให้เวลาใช้สุขภัณฑ์น้ำจะไหลไม่เพียงพอ ขนาดท่อในช่วง D-E มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน ซึ่งจะทำให้เวลาใช้สุขภัณฑ์น้ำจะไหลไม่เพียงพอ ขนาดท่อในช่วง B1-C เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ขนาดท่อลงสุขภัณฑ์ เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด

สรุปผลจากตารางทั้งหมด ในการออกแบบขนาดน้ำดี ของโครงการ บ้านคุณวีรวัฒน์ มีการออกแบบที่ไม่ตรงตามมาตรฐานของสภาวิศวกรอยู่บ้าง ในบางส่วนซึ่งมีผลเสียที่มีผลกระทบต่องานโครงสร้างอันทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวอาคารและความสิ้นเปลืองงบประมาณในการแก้ไข โดยการคำนวณการจากราคาวัสดุอุปกรณ์และค่าแรงในการดำเนินงานในการแก้ไขบริเวณที่เกิดปัญหาดังนี้

ตารางที่ 5.2.2 ราคาและค่าแรงในการก่อสร้าง [8]

รายการ	หน่วย	ราคา (บาท)
ค่าแรงก่ออิฐมอญ ก่อเต็มแผ่น	ตร.ม.	167
ค่าแรงติดตั้งโครงเหล็กชุบสังกะสีและบุแผ่นฝ้าพร้อมปีตรอยต่อ	ตร.ม.	75
ค่าแรงฉาบปูนโครงสร้าง (รวมงานจับเช็ยม)	ตร.ม.	100
ค่าแรงฉาบปูนผนัง	ตร.ม.	82
ค่าแรงปูกระเบื้องดินเผาเคลือบเซรามิก	ตร.ม.	166
ค่าแรงปูแผ่นไม้ลามิเนต	ตร.ม.	70
ค่าแรงติดตั้งบัวผนังไม้สำเร็จรูป	เมตร	45
กระเบื้องดินเผาเคลือบเซรามิก	ตร.ม.	108
บัวผนัง ไม้สำเร็จรูป	3 เมตร	136
แผ่นไม้ลามิเนต	กล่อง / 5 แผ่น	800
รวม		1,749

ในการออกแบบ โครงการ บ้านคุณวีรวัฒน์ มีความผิดพลาดอยู่ในตารางข้างต้น ซึ่งถ้าโครงการปรับเปลี่ยนขนาดต่อตามตารางที่ 5.2.1 จะสามารถป้องกันความเสียหายและงบประมาณในการแก้ไข ตารางเมตรละ 1,749 บาท

## ด้านนักศึกษา

### 5.2.1 ข้อดีของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

1. ทำให้นักศึกษาได้รู้วิธีการอ่านแบบและการถอดปริมาตรของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในแบบที่ได้รับมอบหมาย
2. ทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้การแก้ไขปัญหาและขั้นตอนระบบการออกแบบท่อน้ำร้อนในส่วนของห้องน้ำ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. เพิ่มประสบการณ์ของนักศึกษาในการเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการทำงานภายในอนาคต

## ด้านสถานประกอบการ

### 5.2.2 ปัญหาที่พบของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

1. อุปกรณ์การทำงานไม่เพียงพอต่อการทำงาน
2. การสื่อสารภายในองค์กร
3. การปรับตัวให้เข้ากับสถานประกอบการ

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบท่อดี นั้นสามารถออกแบบได้วิธีการ เช่น การใช้ตารางเพื่อเทียบหน่วยสุกซ์กันซ์ในการหาขนาดท่อและอัตราการไหล การใช้กราฟเพื่อหาขนาดท่อและอัตราการไหลภายในท่อ การใช้วิธีการคำนวณโดยใช้สูตรในการหาอัตราการไหลที่เหมาะสมกับสุกซ์กันซ์ หรือการนำสูตรคำนวณไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรมต่างๆเช่น ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อหาขนาดและอัตราการไหลของท่อ เป็นต้น



## บรรณานุกรม

- กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย .(2551). *มาตรฐานการติดตั้งท่อประปา*.  
 เข้าถึงได้จาก [http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd\\_work/MRT08.pdf](http://subsites.dpt.go.th/edocument/images/pdf/sd_work/MRT08.pdf)
- ณัฐภณ ราชเดิม .(2560). *การศึกษาเปรียบเทียบการออกแบบระบบท่อประปาโดยใช้ท่อพีวีซีและท่อ  
 พีพีอาร์ในโครงการ โรงเรียนนานาชาติคอนคอร์เดีย*.  
 เข้าถึงได้จาก [https://e-research.siam.edu/kb/compartive-study-of-plumbing-system-  
 design-using-pvc-and-ppr-pipe-in-project-of-concordian-internation-school/](https://e-research.siam.edu/kb/compartive-study-of-plumbing-system-design-using-pvc-and-ppr-pipe-in-project-of-concordian-internation-school/)
- รัตนชัย จาตุรนต์กุล .(2560). *การลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบท่อน้ำโสโครก ท่อระบายน้ำทิ้งและ  
 ท่ออากาศ: กรณีศึกษาโครงการ สิ้นธรวิลเลจ ตึก (เอพี-คัมบลิว)*.  
 เข้าถึงได้จาก [https://e-research.siam.edu/kb/cost-reduction-in-the-installation-for-soil-  
 waste-and-vent-pipes-systems-the-case-study-of-sindhorn-village-project-ap-w/](https://e-research.siam.edu/kb/cost-reduction-in-the-installation-for-soil-waste-and-vent-pipes-systems-the-case-study-of-sindhorn-village-project-ap-w/)
- สราวุธ พลวงษ์ศรี .(2559). *งานวิจัยการเพิ่มสมรรถนะการทำงานของระบบทำน้ำร้อน*.  
 เข้าถึงได้จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/Itech/article/view/29370>



**ภาคผนวก**



รูปที่ 1 ควบคุมติดตั้งระบบท่อน้ำประปา



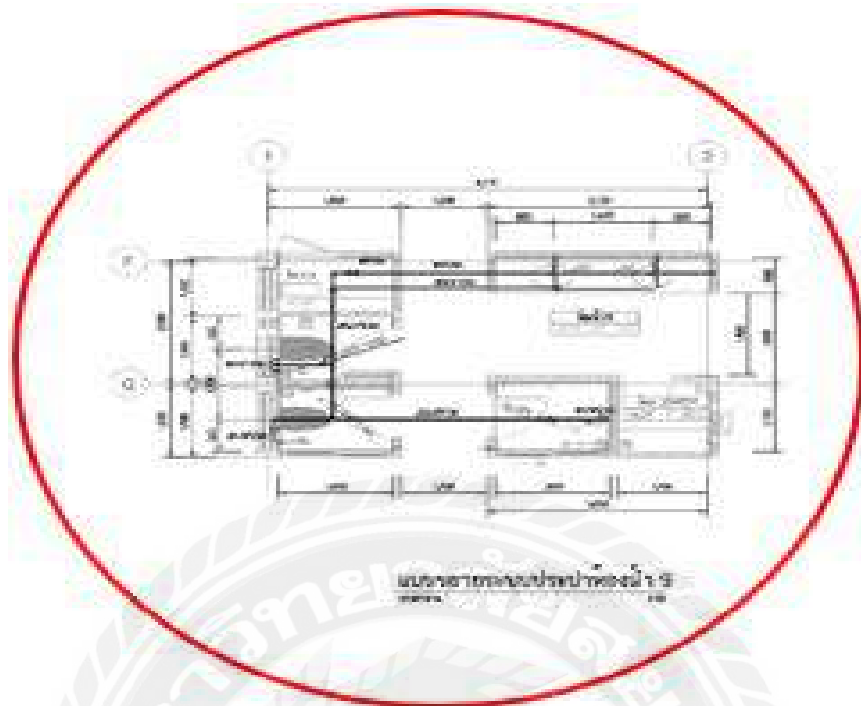
รูปที่ 2 ขั้นตอนตอนการเชื่อมต่อ PPR



รูปที่ 3 ตรวจสอบส่งงานระบบท่อน้ำประปา



รูปที่ 4 ขั้นตอนการ Coring ผนัง เดินระบบท่อน้ำประปา



รูปที่ 5 แบบระบบประปาห้องน้ำที่ 9

## ประวัติผู้จัดทำ



รหัสนักศึกษา	6123120001
ชื่อ-นามสกุล	นาย ชชาติชาย เข็มสม
อีเมลล์	<a href="mailto:Chatchai.kha@siam.edu">Chatchai.kha@siam.edu</a>
เบอร์โทรศัพท์	095-670-8097
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ที่อยู่	17-19เพชรเกษม42แขวงบางหว้า เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160
ผลงาน	การตรวจสอบขนาดท่อประปาของห้องน้ำ กรณีศึกษาโครงการบ้านคุณวีรวัฒน์