การออกออกแบบระบบประปาในอาคาร

บทนำ

ในบทนี้จะเกี่ยวข้องเฉพาะการออกแบบระบบประปาภายในอาคารเท่านั้น มุ่งเน้นเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการออกแบบหรือตรวจสอบ ของผู้ออกแบบและผู้รับเหมาที่มีความรู้พื้นฐานแล้ว ซึ่งผู้ออกแบบได้ทำการเขียน Riser diagram เลือกระบบ และรูปแบบการจ่ายน้ำให้เหมาะสมกับลักษณะอาคารแล้วเช่น ระบบอัดแรงดัน หรือระบบถังสูง ไม่มุ่งเน้นรายละเอียด ซึ่งสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากหนังสือทั่วไป

การออกแบบระบบประปาชุมชุนและการออกแบบโรงผลิตน้ำประปาจะกล่าวในบทต่อไป และ สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้พื้นฐานหรือผู้สนใจสามารถศึกษาและทำความเข้าใจในหมวดตัวอย่างการคำนวณ ซึ่งมีแนวคิดและแบบแปลนจริง หรือ รูปภาพการทำงานและการติดตั้ง ที่เกี่ยวข้องกับระบบประปาในอาคาร

นาย จิตรกร มะลิซ้อน
บรรณาธิการ ผู้เรียบเรียง

ระบบประปา(CW.)

1.คำนวณปริมาณการใช้น้ำต่อวัน ตามลักษณะของอาคาร**หาขนาดถังเก็บน้ำ**

- ตารางที่ ป1. อัตราการใช้น้ำในอาคารพานิช
- ตารางที่ ป2. อัตราการใช้น้ำในอาคารที่เป็นลักษณะสถาบัน
- ตารางที่ ป3. อัตราการใช้น้ำตามประเภทอุตสาหกรรม

2. คำนวณหาหน่วยสุขภัณฑ์ (Fixture Unit) รวมของห้องน้ำแต่ละห้อง

- ตารางที่ ป.4 ค่าหน่วยสุขภัณฑ์ (Fixture Unit) แยกตามประเภท

3. คำนวณหาอัตราความต้องการน้ำของแต่ละห้องตามขนาดหน่วยสุขภัณฑ์

- ตารางที่ ป.5 อัตราความต้องการน้ำของแต่ละห้องตามขนาดหน่วยสุขภัณฑ์

4. คำนวณหาขนาดท่อแมนจ่ายน้ำตามห้องต่างๆ ตามชนิดท่อ

- กราฟที่ ป.1 ความสัมพันธ์แรงเสียดทานในเส้นท่อและอัตราการการไหล(Fairly smooth)
- กราฟที่ ป.2 ความสัมพันธ์แรงเสียดทานในเส้นท่อและอัตราการการไหล(Fairly rough)
- กราฟที่ ป.3 ความสัมพันธ์แรงเสียดทานในเส้นท่อและอัตราการการไหล(Copper type L)
- กราฟที่ ป.4 ความสัมพันธ์แรงเสียดทานในเส้นท่อและอัตราการการไหล (Rough)

5. กำหนดขนาดท่อย่อยรายละเอียดในห้องน้ำ

- ตารางที่ ป.6 อัตราความต้องการน้ำของท่อขนาดต่างๆ เทียบกับท่อ 1/2” (Faucet)
- ตารางที่ ป.7 อัตราความต้องการน้ำของท่อขนาดต่างๆ เทียบกับท่อ 1” (Flush)

6.หาความต้านทานในเส้นทั้งหมดเพื่อหาขนาดปั๊มเฮด และขนาดมอเตอร์

- ตารางที่ ป.8 ความยาวสมมูลของข้อต่อและวาล์วต่างๆ
- ตารางที่ ป.9 สูตรคำนวณหาขนาดมอเตอร์

ตารางที่ ป.1 อัตราการใช้น้ำในอาคารพานิชย์

Typical rates of water use for commercial facilities[a]

User	Unit	Flow, gal/unit · d Range	Typical
Airport	Passenger	4–5	3
Apartment house	Person	100–200	100
Automobile service station	Employee	8–15	13
	Vehicle served	8–15	10
Boarding house	Person	25–50	40
Department store	Toilet room	400–600	550
	Employee	8–13	10
Hotel	Guest	40–60	50
	Employee	8–13	10
Lodging house and tourist home	Guest	30–50	40
Motel	Guest	25–40	35
Motel with kitchen	Guest	25–60	40
Laundry (self-service)	Machine	400–650	550
	Wash	45–55	50
Office	Employee	8–20	15
Public lavatory	User	3–6	5
Restaurant (including toilet)			
Conventional	Customer	8–10	9
Short-order	Customer	3–8	6
Bar and cocktail lounge	Customer	2–4	3
	Seat	15–25	20
Shopping center	Parking space	1–3	2
	Employee	8–13	10
Theater			
Indoor	Seat	2–4	3
Outdoor	Car	3–5	4

[a] Adapted in part from Refs. 7 and 8.

Note: gal × 3.7854 = L

ตารางที่ ป.2 อัตราการใช้น้ำในอาคารที่เป็นลักษณะสถาบัน

Typical water-use values for institutional facilities[a]

User	Unit	Flow, gal/unit · d Range	Typical
Assembly hall	Seat	2–4	3
Hospital, medical	Bed	130–260	150
	Employee	5–15	10
Hospital, mental	Bed	80–150	120
	Employee	5–15	10
Prison	Inmate	80–150	120
	Employee	5–15	90
Rest home	Resident	5–120	90
	Employee	5–15	10
School, day			
With cafeteria, gym, and showers	Student	15–30	25
With cafeteria only	Student	10–20	15
Without cafeteria and gym	Student	5–15	10
School, boarding	Student	50–100	75

[a] Adapted in part from Refs. 7 and 8.

Note: gal × 3.7854 = L

ตารางที่ ป.3 อัตราการใช้น้ำตามประเภทอุตสาหกรรม

Typical rates of water use for various industries

Industry	Range of flow, gal/ton product
Cannery	
Green beans	12,000–17,000
Peaches and pears	3,600–4,800
Other fruits and vegetables	960–8,400
Chemical	
Ammonia	24,000–72,000
Carbon dioxide	14,400–21,600
Lactose	144,000–192,000
Sulfur	1,920–2,400
Food and beverage	
Beer	2,400–3,840
Bread	480–960
Meat packing	3,600–4,800[a]
Milk products	2,400–4,800
Whisky	14,400–19,200
Pulp and paper	
Pulp	60,000–190,000
Paper	29,000–38,000
Textile	
Bleaching	48,000–72,000[b]
Dyeing	7,200–14,400[b]

[a] Live weight.

[b] Cotton.

Note: gal/U.S. ton (short) × 0.00417 = $m^3/10^3$ kg

ตารางที่ ป.4 ค่าหน่วยสุขภัณฑ์ (Fixture Unit) แยกตามประเภท

LOAD VALUES ASSIGNED TO FIXTURES[a]

FIXTURE	OCCUPANCY	TYPE OF SUPPLY CONTROL	LOAD VALUES, IN WATER SUPPLY FIXTURE UNITS (wsfu)		
			Cold	Hot	Total
Bathroom group	Private	Flush tank	2.7	1.5	3.6
Bathroom group	Private	Flush valve	6.0	3.0	8.0
Bathtub	Private	Faucet	1.0	1.0	1.4
Bathtub	Public	Faucet	3.0	3.0	4.0
Bidet	Private	Faucet	1.5	1.5	2.0
Combination fixture	Private	Faucet	2.25	2.25	3.0
Dishwashing machine	Private	Automatic		1.4	1.4
Drinking fountain	Offices, etc.	$^3/_8$″ valve	0.25		0.25
Kitchen sink	Private	Faucet	1.0	1.0	1.4
Kitchen sink	Hotel, restaurant	Faucet	3.0	3.0	4.0
Laundry trays (1 to 3)	Private	Faucet	1.0	1.0	1.4
Lavatory	Private	Faucet	0.5	0.5	0.7
Lavatory	Public	Faucet	1.5	1.5	2.0
Service sink	Offices, etc.	Faucet	2.25	2.25	3.0
Shower head	Public	Mixing valve	3.0	3.0	4.0
Shower head	Private	Mixing valve	1.0	1.0	1.4
Urinal	Public	1″ flush valve	10.0		10.0
Urinal	Public	$^3/_4$″ flush valve	5.0		5.0
Urinal	Public	Flush tank	3.0		3.0
Washing machine (8 lbs.)	Private	Automatic	1.0	1.0	1.4
Washing machine (8 lbs.)	Public	Automatic	2.25	2.25	3.0
Washing machine (15 lbs.)	Public	Automatic	3.0	3.0	4.0
Water closet	Private	Flush valve	6.0		6.0
Water closet	Private	Flush tank	2.2		2.2
Water closet	Public	Flush valve	10.0		10.0
Water closet	Public	Flush tank	5.0		5.0
Water closet	Public or private	Flushometer tank	2.0		2.0

For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 pound = 0.454 kg.

a. For fixtures not listed, loads should be assumed by comparing the fixture to one listed using water in similar quantities and at similar rates. The assigned loads for fixtures with both hot and cold water supplies are given for separate hot and cold water loads and for total load, the separate hot and cold water loads being three-fourths of the total load for the fixture in each case.

Source: International Plumbing Code

ตารางที่ ป.5 อัตราความต้องการน้ำของแต่ละห้องตามขนาดหน่วยสุขภัณฑ์

Table for Estimating Demand

SUPPLY SYSTEMS PREDOMINANTLY FOR FLUSH TANKS			SUPPLY SYSTEMS PREDOMINANTLY FOR FLUSH VALVES		
Load	Demand		Load	Demand	
(Water supply fixture units)	(Gallons per minute)	(Cubic feet per minute)	(Water supply fixture units)	(Gallons per minute)	(Cubic feet per minute)
1	3.0	0.04104			
2	5.0	0.0684			
3	6.5	0.86892			
4	8.0	1.06944			
5	9.4	1.256592	5	15.0	2.0052
6	10.7	1.430376	6	17.4	2.326032
7	11.8	1.577424	7	19.8	2.646364
8	12.8	1.711104	8	22.2	2.967696
9	13.7	1.831416	9	24.6	3.288528
10	14.6	1.951728	10	27.0	3.60936
11	15.4	2.058672	11	27.8	3.716304
12	16.0	2.13888	12	28.6	3.823248
13	16.5	2.20572	13	29.4	3.930192
14	17.0	2.27256	14	30.2	4.037136
15	17.5	2.3394	15	31.0	4.14408
16	18.0	2.90624	16	31.8	4.241024
17	18.4	2.459712	17	32.6	4.357968
18	18.8	2.513184	18	33.4	4.464912
19	19.2	2.566656	19	34.2	4.571856
20	19.6	2.620128	20	35.0	4.6788
25	21.5	2.87412	25	38.0	5.07984
30	23.3	3.114744	30	42.0	5.61356
35	24.9	3.328632	35	44.0	5.88192
40	26.3	3.515784	40	46.0	6.14928
45	27.7	3.702936	45	48.0	6.41664
50	29.1	3.890088	50	50.0	6.684
60	32.0	4.27776	60	54.0	7.21872
70	35.0	4.6788	70	58.0	7.75344
80	38.0	5.07984	80	61.2	8.181216
90	41.0	5.48088	90	64.3	8.595624
100	43.5	5.81508	100	67.5	9.0234
120	48.0	6.41664	120	73.0	9.75864
140	52.5	7.0182	140	77.0	10.29336
160	57.0	7.61976	160	81.0	10.82808
180	61.0	8.15448	180	85.5	11.42964
200	65.0	8.6892	200	90.0	12.0312
225	70.0	9.3576	225	95.5	12.76644
250	75.0	10.0260	250	101.0	13.50168
275	80.0	10.6944	275	104.5	13.96956
300	85.0	11.3628	300	108.0	14.43744
400	105.0	14.0364	400	127.0	16.97736
500	124.0	16.57632	500	143.0	19.11624
750	170.0	22.7256	750	177.0	23.66136
1,000	208.0	27.80544	1,000	208.0	27.80544
1,250	239.0	31.94952	1,250	239.0	31.94952
1,500	269.0	35.95992	1,500	269.0	35.95992
1,750	297.0	39.70296	1,750	297.0	39.70296

Source: International Plumbing Code

Table for Estimating Demand—cont'd

SUPPLY SYSTEMS PREDOMINANTLY FOR FLUSH TANKS			SUPPLY SYSTEMS PREDOMINANTLY FOR FLUSH VALVES		
Load	Demand		Load	Demand	
(Water supply fixture units)	(Gallons per minute)	(Cubic feet per minute)	(Water supply fixture units)	(Gallons per minute)	(Cubic feet per minute)
2,000	325.0	43.446	2,000	325.0	43.446
2,500	380.0	50.7984	2,500	380.0	50.7984
3,000	433.0	57.88344	3,000	433.0	57.88344
4,000	535.0	70.182	4,000	525.0	70.182
5,000	593.0	79.27224	5,000	593.0	79.27224

For SI: 1 gpm = 3.785 L/m, 1 cfm = 0.4719 L/s.

Source: International Plumbing Code

กราฟที่ ป.1 ความสัมพันธ์แรงเสียดทานในเส้นท่อและอัตราการการไหล (Fairly smooth)

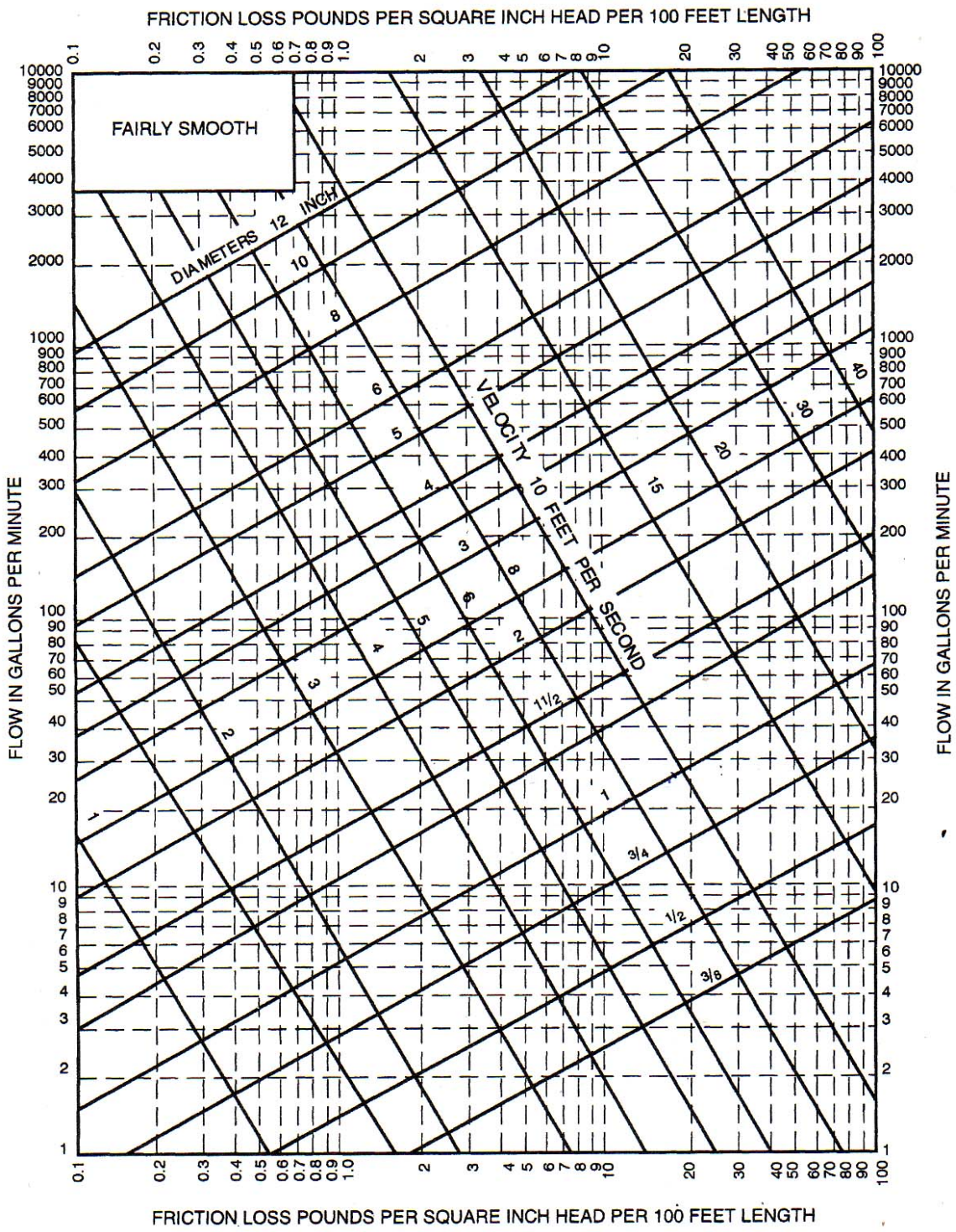


FIGURE E103B
FRICTION LOSS IN FAIRLY SMOOTH PIPE[a]

For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 foot = 304.8 mm, 1 gpm = 3.785 L/m, 1 psi head per 100-foot length = 2.26 kPa head per 10 m length, 1 foot per second = 0.305 m/s.

a. This chart applies to smooth new steel (fairly smooth) pipe and to actual diameters of standard-weight pipe.

Source: International Plumbing Code

กราฟที่ ป.2 ความสัมพันธ์แรงเสียดทานในเส้นท่อและอัตราการการไหล (Fairly rough)

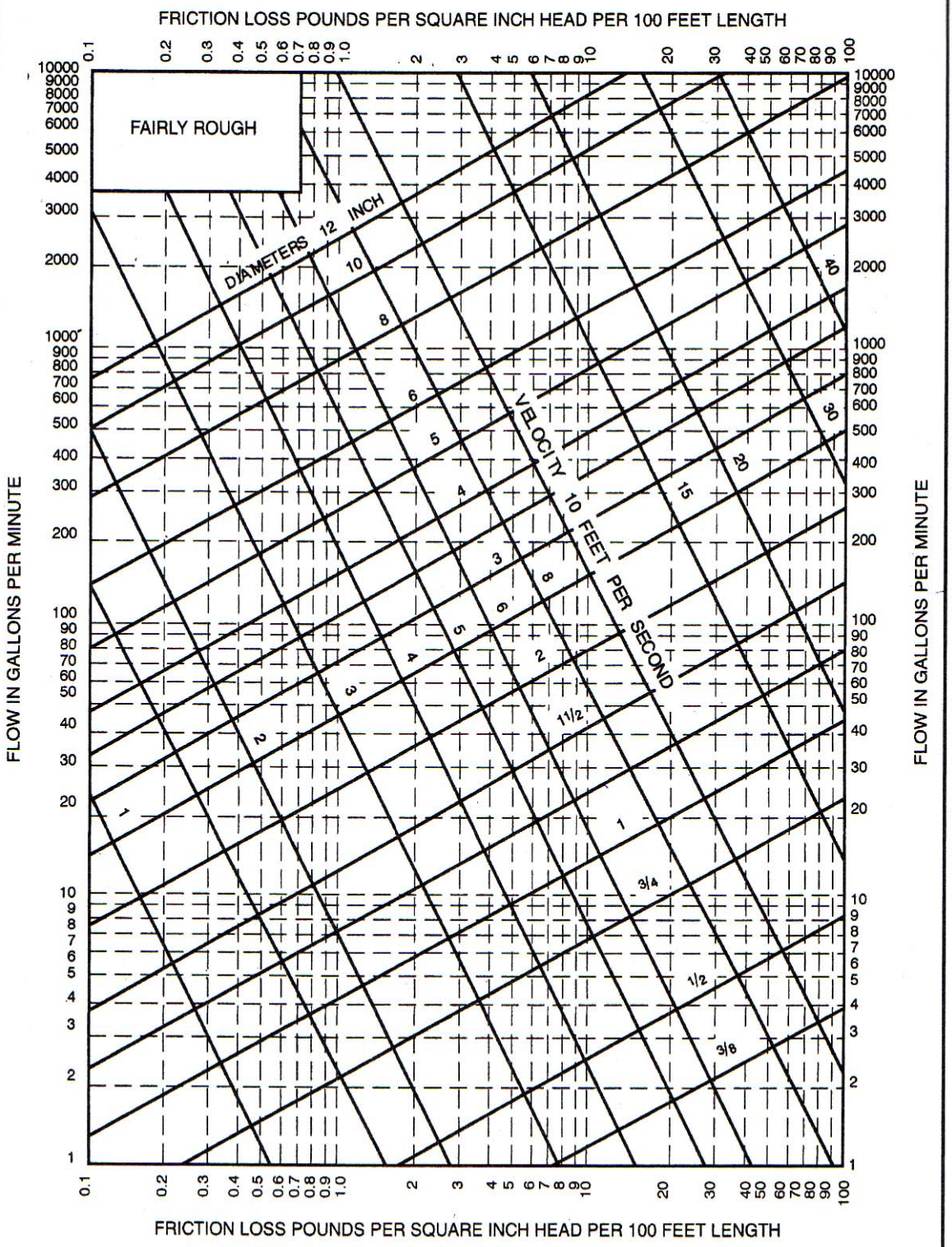


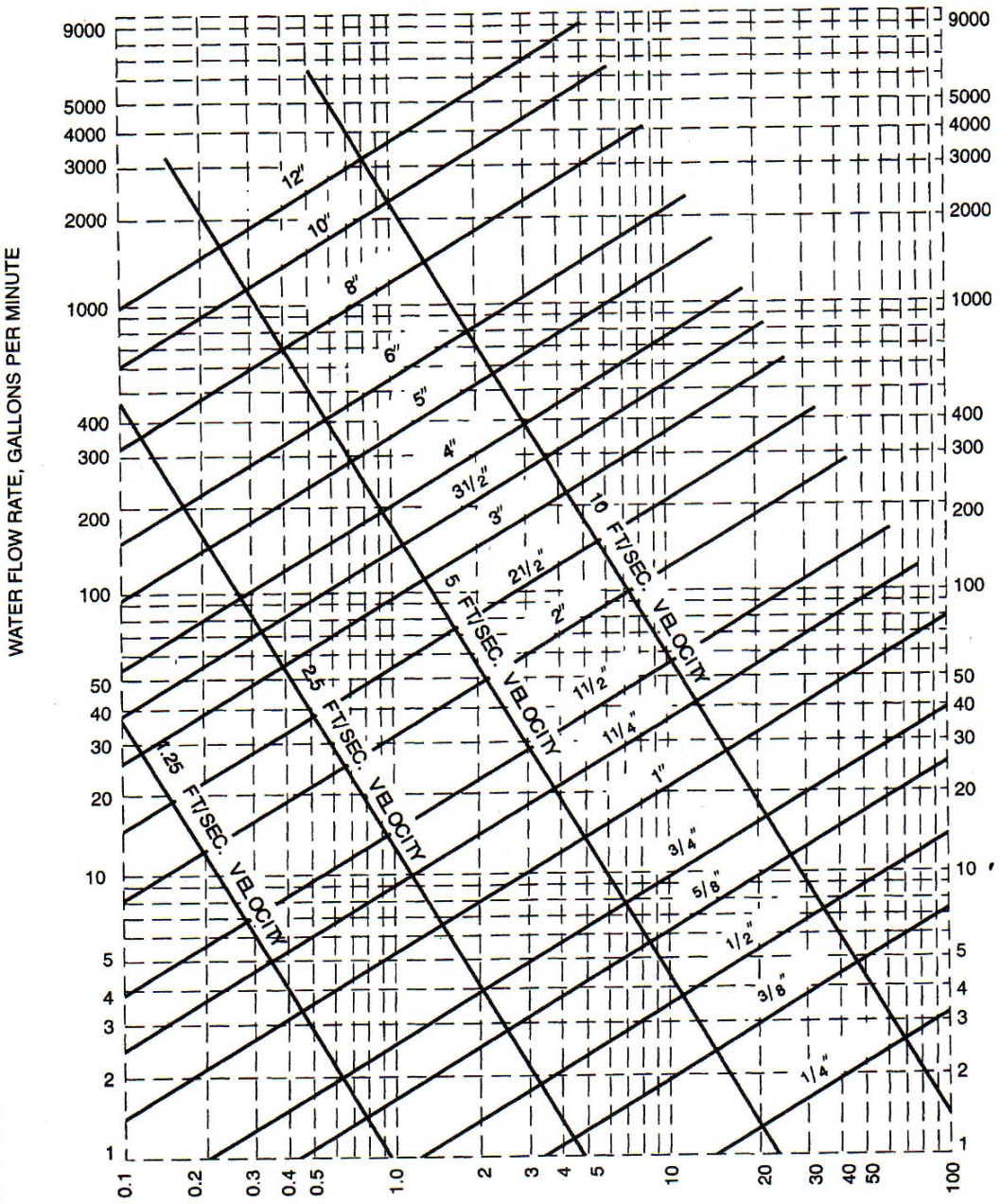
FIGURE E103C
FRICTION LOSS IN FAIRLY ROUGH PIPE[a]

For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 foot = 304.8 mm, 1 gpm = 3.785 L/m, 1 psi head per 100-foot length = 2.26 kPa head per 10 m length, 1 foot per second = 0.305 m/s.

a. This chart applies to fairly rough pipe and to actual diameters which in general will be less than the actual diameters of the new pipe of the same kind.

Source: International Plumbing Code

กราฟที่ ป.3 ความสัมพันธ์แรงเสียดทานในเส้นท่อและอัตราการการไหล (Copper type L)



Note: Fluid velocities in excess of 5 to 8 feet/second are not usually recommended.

FIGURE E103A.2
FRICTION LOSS IN SMOOTH PIPE[a]
(TYPE L, ASTM B 88 COPPER TUBING)

For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 foot = 304.8 mm, 1 gpm = 3.785 L/m, 1 psi = 6.895 kPa, 1 foot per second = 0.305 m/s.

a. This chart applies to smooth new copper tubing with recessed (Streamline) soldered joints and to the actual sizes of types indicated on the diagram.

Source: International Plumbing Code

กราฟที่ ป.4 ความสัมพันธ์แรงเสียดทานในเส้นท่อและอัตราการการไหล (Rough)

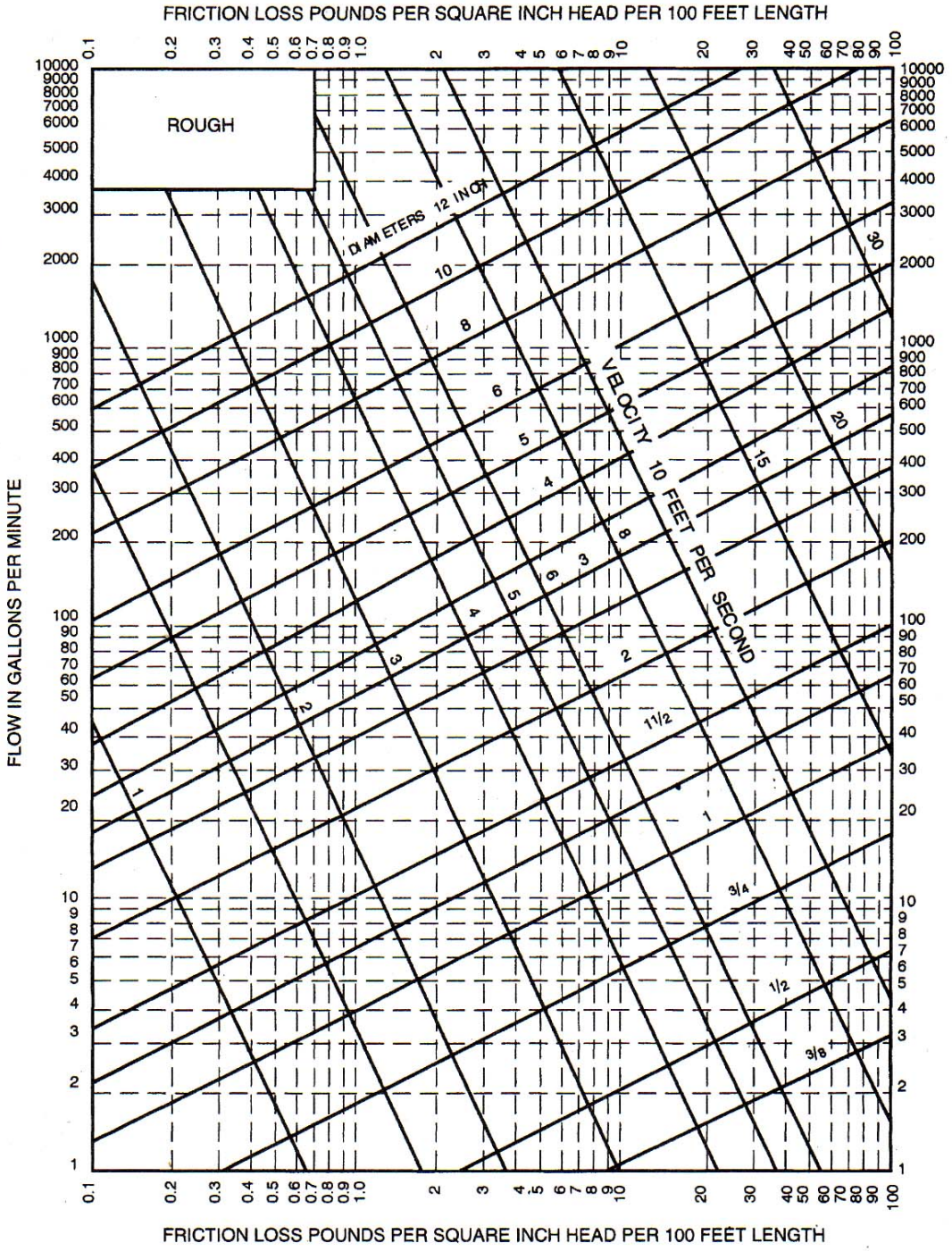


FIGURE E103D
FRICTION LOSS IN ROUGH PIPE[a]

For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 foot = 304.8 mm, 1 gpm = 3.785 L/m, 1 psi head per 100-foot length = 2.26 kPa head per 10 m length, 1 foot per second = 0.305 m/s.

a. This chart applies to very rough pipe and existing pipe and to their actual diameters.

Source: International Plumbing Code

ตารางที่ ป.6 อัตราความต้องการน้ำของท่อขนาดต่างๆ เทียบกับท่อ 1/2" (Faucet)

Pipe size, mm. (in.)	Average demand	100 percent demand
15(½)	1	1
20(¾)	4	3
25(1)	10	6
30(1¼)	20	12
40(1½)	30	20
50(2)	50	35
65(2½)	90	60
80(3)	125	85
100(4)	225	150

ตารางที่ ป.7 อัตราความต้องการน้ำของท่อขนาดต่างๆ เทียบกับท่อ 1" (Flush)

Pipe size, mm. (in.)	Number of 25 mm.(1 in.) in flush valves allowed
30(1¼)	1
40(1½)	2-4
50(2)	5-12
65(2½)	13-25
80(3)	26-40
100(4)	41-100

**Figure that two 3/4-in flush valves equals one 1-in flush valve but can be served by 1-in pipe. Water-pipe sizing must be tempered by consideration of demand factor, available pressure, and length of run.*

ตารางที่ ป.8 ความยาวสมมูลของข้อต่อและวาล์วต่างๆ

Allowance in equivalent length of pipe for friction loss in valves and threaded fittings.*

Equivalent Length of Pipe for Various Fittings

Diameter of fitting **Inches**	90° Standard Elbow **Feet**	45° Standard Elbow **Feet**	Standard Tee 90° **Feet**	Coupling or Straight Run of Tee **Feet**	Gate Valve **Feet**	Globe Valve **Feet**	Angle Valve **Feet**
3/8	1.0	0.6	1.5	0.3	0.2	8	4
1/2	2.0	1.2	3.0	0.6	0.4	15	8
3/4	2.5	1.5	4.0	0.8	0.5	20	12
1	3.0	1.8	5.0	0.9	0.6	25	15
1-1/4	4.0	2.4	6.0	1.2	0.8	35	18
1-1/2	5.0	3.0	7.0	1.5	1.0	45	22
2	7.0	4.0	10.0	2.0	1.3	55	28
2-1/2	8.0	5.0	12.0	2.5	1.6	65	34
3	10.0	6.0	15.0	3.0	2.0	80	40
4	14.0	8.0	21.0	4.0	2.7	125	55
5	17.0	10.0	25.0	5.0	3.3	140	70
6	20.0	12.0	30.0	6.0	4.0	165	80

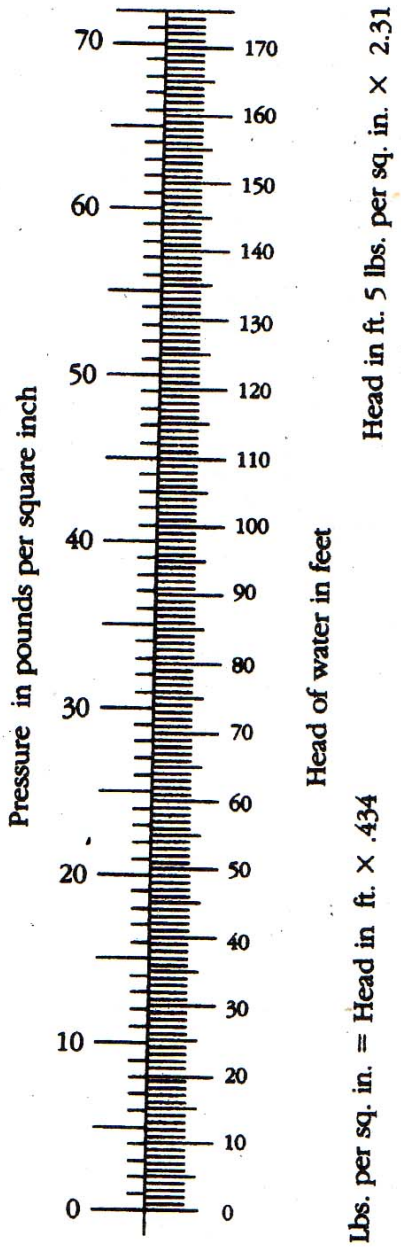
Source: International Plumbing Code

- ตารางที่ ป.9 สูตรคำนวณหาขนาดมอเตอร์

Engineering data

Formulas and conversion factors

Centrifugal pumps



$$\text{Pipe velocity (ft. per second)} = \frac{.408 \times \text{gpm}}{(\text{pipe diameter})^2} = \frac{.321 \times \text{gpm}}{\text{pipe area}}$$

$$\text{Velocity head (feet)} = \frac{(\text{pipe velocity ft. per second})^2}{64.4}$$

$$\text{Water horsepower} = \frac{\text{gpm} \times \text{head in ft.} \times \text{specific gravity}}{3960}$$

$$\text{Brake horsepower (pump)} = \frac{\text{gpm} \times \text{head in ft.} \times \text{specific gravity}}{3960 \times \text{pump efficiency}}$$

$$\text{Efficiency (pump)} = \frac{\text{gpm} \times \text{head in ft.} \times \text{specific gravity}}{3960 \times \text{BHP}} = \frac{\text{WHP}}{\text{BHP}}$$

$$\text{Brake horsepower (motor)} = \frac{\text{Watts input} \times \text{motor efficiency}}{746}$$

$$\text{Pressure (lbs. per sq. in.)} = \frac{\text{head ft.} \times \text{specific gravity}}{2.31} = \text{head ft.} \times \text{specific gravity} \times .433$$

$$\text{Head feet} = \frac{\text{lbs. per sq. in.} \times 2.31}{\text{Specific gravity}}$$

Conversion factors

Head

1 lb. per sq. in. = 2.31 ft. of water
1 foot of water = 0.433 lbs. per sq. in.
1 inch of mercury = 1.133 ft. of water
1 atmosphere (sea level) = 14.7 lbs. per sq. in.
1 kilogram per sq. centimeter = 14.22 lbs. per sq. in.

Length

1 meter = 3.28 feet = 39.37 inches

Power

1 horsepower = 745.7 watts
1 kilowatt = 1000 watts
1 kilowatt = 1.341 HP
100 boiler HP requires 7 gpm feed water approximately.

Volume

1 U.S. gallon = 231 cu. in.
1 U.S. gallon = 3.785 liters
1 Imperial gallon = 1.2 U.S. gallons
1 barrel (oil) = 42 U.S. gallons
1 cubic foot = 7.48 U.S. gallons
1 acre foot = 325,850 U.S. gallons
1 cubic meter = 264.2 U.S. gallons

Weight

1 U.S. gallon water weighs 8.35 lbs.
1 cubic foot water weighs

การออกออกแบบระบบท่อสุขาภิบาล

บทนำ

ระบบสุขาภิบาลในอาคารได้แก่ระบบท่อ Soil, Waste, Vent: โดยจะเน้นเฉพาะการนำไปใช้ เพื่อความสะดวกรวดเร็วสำหรับผู้ที่มีความรู้พื้นฐานแล้ว โดยผู้ออกแบบต้องมีความรู้โดยได้กำหนดแนวเส้นท่อเป็น Riser diagram แล้ว

สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้พื้นฐานหรือผู้สนใจสามารถศึกษาและทำความเข้าใจในหมวดตัวอย่างการคำนวณ ซึ่งมีแนวคิดและแบบแปลนจริง หรือ รูปภาพการทำงานและการติดตั้ง ที่เกี่ยวข้องกับระบบท่อสุขาภิบาลในอาคาร

นาย จิตรกร มะลิซ้อน
บรรณาธิการ ผู้เรียบเรียง

ระบบสุขาภิบาล (Soil, Waste, Vent)

1. คำนวณหาหน่วยสุขภัณฑ์ (Drainage Fixture Unit) รวมของห้องน้ำแต่ละห้องแยกระบบ Soil, Waste

- ตารางที่ ส.1 ค่าหน่วยสุขภัณฑ์การระบายน้ำ (Drainage Fixture Units)

2. คำนวณหาขนาดท่อระบาย Soil, Waste ตามจำนวนขนาดของ Drainage Fixture Unit

- ตารางที่ ส.2 ขนาดท่อที่สัมพันธ์กับค่า Drainage Fixture Unitsแนวระนาบตามค่าความชัน
- ตารางที่ ส.3 ขนาดท่อที่สัมพันธ์กับค่าDrainage Fixture Units แนวระนาบและแนวดิ่ง

3. กำหนดขนาดรายละเอียดท่อ Soil, Waste ในแต่ละห้อง

- ตารางที่ ส.4 ขนาดท่อที่สัมพันธ์กับค่าDrainage Fixture Units ของแต่ละสุขภัณฑ์หรือ Trap

4. กำหนดขนาดรท่อVent ในแต่ละห้อง และ Main Riser ตามค่าDrainage Fixture Units รวม

- ตารางที่ ส.5 ขนาดท่อVent ที่สัมพันธ์กับค่าDrainage Fixture Units และความยาว

ตารางที่ ส.1 ค่าหน่วยสุขภัณฑ์การระบายน้ำ (Drainage Fixture Units)

Inch	mm
1-1/4	32
1-1/2	40
2	50
2-1/2	65
3	80

Drainage Fixture Unit Values (DFU)

Plumbing Appliance, Appurtenance or Fixture	Min. Size Trap and Trap Arm[7]	Private	Public	Assembly[8]
Bathtub or Combination Bath/Shower	1-1/2"	2.0	2.0	
Bidet	1-1/4"	1.0		
Bidet	1-1/2"	2.0		
Clothes Washer, domestic, standpipe[5]	2"	3.0	3.0	3.0
Dental Unit, cuspidor	1-1/4"		1.0	1.0
Dishwasher, domestic, with independent drain	1-1/2"[2]	2.0	2.0	2.0
Drinking Fountain or Watercooler (per head)	1-1/4"	0.5	0.5	1.0
Food-waste-grinder, commercial	2"		3.0	3.0
Floor Drain, emergency	2"		0.0	0.0
Floor Drain (for additional sizes see Section 702)	2"	2.0	2.0	2.0
Shower single head trap	2"	2.0	2.0	2.0
Multi-head, each additional	2"	1.0	1.0	1.0
Lavatory, single	1-1/4"	1.0	1.0	1.0
Lavatory in sets of two or three	1-1/2"	2.0	2.0	2.0
Washfountain	1-1/2"		2.0	2.0
Washfountain	2"		3.0	3.0
Mobile Home, trap	3"	12.0		
Receptor, indirect waste[1,3]	1-1/2"		See footnote 1,3	
Receptor, indirect waste[1,4]	2"		See footnote 1,4	
Receptor, indirect waste[1]	3"		See footnote 1	
Sinks				
Bar	1-1/2"	1.0		
Bar	1-1/2"[2]		2.0	2.0
Clinical	3"		6.0	6.0
Commercial with food waste	1-1/2"[2]		3.0	3.0
Special Purpose	1-1/2"	2.0	3.0	3.0
Special Purpose	2"	3.0	4.0	4.0
Special Purpose	3"		6.0	6.0
Kitchen, domestic (with or without food-waste-grinder and/or dishwasher)	1-1/2"[2]	2.0	2.0	
Laundry (with or without discharge from a clothes washer)	1-1/2"	2.0	2.0	2.0
Service or Mop Basin	2"		3.0	3.0
Service or Mop Basin	3"		3.0	3.0
Service, flushing rim	3"		6.0	6.0
Wash, each set of faucets			2.0	2.0
Urinal, integral trap 1.0 GPF[2]	2"	2.0	2.0	5.0
Urinal, integral trap greater than 1.0 GPF	2"	2.0	2.0	6.0
Urinal, exposed trap	1-1/2"[2]	2.0	2.0	5.0
Water Closet, 1.6 GPF Gravity Tank[6]	3"	3.0	4.0	6.0
Water Closet, 1.6 GPF Flushometer Tank[6]	3"	3.0	4.0	6.0
Water Closet, 1.6 GPF Flushometer Valve[6]	3"	3.0	4.0	6.0
Water Closet, greater than 1.6 GPF Gravity Tank[6]	3"	4.0	6.0	8.0
Water Closet, greater than 1.6 GPF Flushometer Valve[6]	3"	4.0	6.0	8.0

1. Indirect waste receptors shall be sized based on the total drainage capacity of the fixtures that drain therein to, in accordance with Table 7-4.
2. Provide a 2" (51 mm) minimum drain.
3. For refrigerators, coffee urns, water stations, and similar low demands.
4. For commercial sinks, dishwashers, and similar moderate or heavy demands.
5. Buildings having a clothes washing area with clothes washers in a battery of three (3) or more clothes washers shall be rated at six (6) fixture units each for purposes of sizing common horizontal and vertical drainage piping.
6. Water closets shall be computed as six (6) fixture units when determining septic tank sizes based on Appendix K of this Code.
7. Trap sizes shall not be increased to the point where the fixture discharge may be inadequate to maintain their self-scouring properties.
8. Assembly [Public Use (See Table 4-1)].

Source: International Plumbing Code

ตารางที่ ส.2 ขนาดท่อที่สัมพันธ์กับค่าDrainage Fixture Units แนวระนาบตามค่าความชัน

BUILDING DRAINS AND SEWERS

DIAMETER OF PIPE (inches)	MAXIMUM NUMBER OF DRAINAGE FIXTURE UNITS CONNECTED TO ANY PORTION OF THE BUILDING DRAIN OR THE BUILDING SEWER, INCLUDING BRANCHES OF THE BUILDING DRAIN[a]			
	Slope per foot			
	1/16 inch	1/8 inch	1/4 inch	1/2 inch
1 1/4	—	—	1	1
1 1/2	—	—	3	3
2	—	—	21	26
2 1/2	—	—	24	31
3	—	36	42	50
4	—	180	216	250
5	—	390	480	575
6	—	700	840	1,000
8	1,400	1,600	1,920	2,300
10	2,500	2,900	3,500	4,200
12	3,900	4,600	5,600	6,700
15	7,000	8,300	10,000	12,000

For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 inch per foot = 0.0833 mm/m.

a. The minimum size of any building drain serving a water closet shall be 3 inches.

ตารางที่ ส.3 ขนาดท่อที่สัมพันธ์กับค่าDrainage Fixture Units ระนาบและแนวดิ่ง

HORIZONTAL FIXTURE BRANCHES AND STACKS[a]

DIAMETER OF PIPE (inches)	MAXIMUM NUMBER OF DRAINAGE FIXTURE UNITS (dfu)			
		Stacks[b]		
	Total for a horizontal branch	Total discharge into one branch interval	Total for stack of three branch intervals or less	Total for stack greater than three branch intervals
1 1/2	3	2	4	8
2	6	6	10	24
2 1/2	12	9	20	42
3	20	20	48	72
4	160	90	240	500
5	360	200	540	1,100
6	620	350	960	1,900
8	1,400	600	2,200	3,600
10	2,500	1,000	3,800	5,600
12	2,900	1,500	6,000	8,400
15	7,000	Footnote c	Footnote c	Footnote c

For SI: 1 inch = 25.4 mm.

a. Does not include branches of the building drain. Refer to Table 710.1(1).

b. Stacks shall be sized based on the total accumulated connected load at each story or branch interval. As the total accumulated connected load decreases, stacks are permitted to be reduced in size. Stack diameters shall not be reduced to less than one-half of the diameter of the largest stack size required.

c. Sizing load based on design criteria.

ตารางที่ ส.4 ขนาดท่อที่สัมพันธ์กับค่าDrainage Fixture Units ของแต่ละสุขภัณฑ์หรือ Trap

DRAINAGE FIXTURE UNITS FOR FIXTURE DRAINS OR TRAPS

FIXTURE DRAIN OR TRAP SIZE (inches)	DRAINAGE FIXTURE UNIT VALUE
1 1/4	1
1 1/2	2
2	3
2 1/2	4
3	5
4	6

For SI: 1 inch = 25.4 mm.

Source: International Plumbing Code

ตารางที่ ส.5 ขนาดท่อVent ที่สัมพันธ์กับค่าDrainage Fixture Units และความยาว

SIZE AND DEVELOPED LENGTH OF STACK VENTS AND VENT STACKS

DIAMETER OF SOIL OR WASTE STACK (inches)	TOTAL FIXTURE UNITS BEING VENTED (dfu)	MAXIMUM DEVELOPED LENGTH OF VENT (feet)[a] DIAMETER OF VENT (inches)										
		1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12
1 1/4	2	30										
1 1/2	8	50	150									
1 1/2	10	30	100									
2	12	30	75	200								
2	20	26	50	150								
2 1/2	42		30	100	300							
3	10		42	150	360	1,040						
3	21		32	110	270	810						
3	53		27	94	230	680						
3	102		25	86	210	620						
4	43			35	85	250	980					
4	140			27	65	200	750					
4	320			23	55	170	640					
4	540			21	50	150	580					
5	190				28	82	320	990				
5	490				21	63	250	760				
5	940				18	53	210	670				
5	1,400				16	49	190	590				
6	500					33	130	400	1,000			
6	1,100					26	100	310	780			
6	2,000					22	84	260	660			
6	2,900					20	77	240	600			
8	1,800						31	95	240	940		
8	3,400						24	73	190	720		
8	5,600						20	62	160	610		
8	7,600						18	56	140	560		
10	4,000							31	78	310	960	
10	7,200							24	60	240	740	
10	11,000							20	51	200	630	
10	15,000							18	46	180	570	
12	7,300								31	120	380	940
12	13,000								24	94	300	720
12	20,000								20	79	250	610
12	26,000								18	72	230	500
15	15,000									40	130	310
15	25,000									31	96	240
15	38,000									26	81	200
15	50,000									24	74	180

การออกแบบระบบท่อน้ำฝนในอาคาร

บทนำ

ระบบท่อน้ำฝนในอาคาร โดยจะเน้นเฉพาะการนำไปใช้ เพื่อความสะดวกรวดเร็วสำหรับผู้ที่มีความรู้พื้นฐานแล้ว โดยผู้ออกแบบต้องมีความรู้โดยได้กำหนดแนวเส้นท่อเป็น Riser diagram แล้ว

ในการออกแบบท่อระบายน้ำฝนรอบอาคาร Storm Drainage ตลอดจนการคำนวณบ่อหน่วงน้ำจะกล่าวในบทถัดไป สำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้พื้นฐานหรือผู้สนใจสามารถศึกษาและทำความเข้าใจในหมวดตัวอย่างการคำนวณ ซึ่งมีแนวคิดและแบบแปลนจริง หรือ รูปภาพการทำงานและการติดตั้ง ที่เกี่ยวข้องกับระบบท่อท่อน้ำฝนในอาคารในอาคาร

นาย จิตรกร มะลิซ้อน
บรรณาธิการ ผู้เรียบเรียง

ระบบระบายน้ำฝน (Rain Leader)

1. คำนวณขนาดท่อจากพื้นที่รับน้ำ (หลังคา) ของหัวรับน้ำฝนแต่ละจุด

- ตารางที่ ฝ.1 ขนาดท่อรับน้ำฝน แนวดิ่งตามขนาดพื้นที่หลังคาแต่ละอัตราความเข้มฝน
- ตารางที่ ฝ.2 ขนาดท่อรับน้ำฝน แนวระนาบตามขนาดพื้นที่หลังคาแต่ละอัตราความเข้มฝน

ตารางที่ ฝ.1 ขนาดท่อรับน้ำฝน แนวดิ่งตามขนาดพื้นที่หลังคาแต่ละอัตราความเข้มฝน

SIZE OF VERTICAL CONDUCTORS AND LEADERS

DIAMETER OF LEADER (inches)[a]	HORIZONTALLY PROJECTED ROOF AREA (square feet)											
	Rainfall rate (inches per hour)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2,880	1,440	960	720	575	480	410	360	320	290	260	240
3	8,800	4,400	2,930	2,200	1,760	1,470	1,260	1,100	980	880	800	730
4	18,400	9,200	6,130	4,600	3,680	3,070	2,630	2,300	2,045	1,840	1,675	1,530
5	34,600	17,300	11,530	8,650	6,920	5,765	4,945	4,325	3,845	3,460	3,145	2,880
6	54,000	27,000	17,995	13,500	10,800	9,000	7,715	6,750	6,000	5,400	4,910	4,500
8	116,000	58,000	38,660	29,000	23,200	19,315	16,570	14,500	12,890	11,600	10,545	9,660

For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 square foot = 0.0929 m^2.

a. Sizes indicated are the diameter of circular piping. This table is applicable to piping of other shapes provided the cross-sectional shape fully encloses a circle of the diameter indicated in this table.

ตารางที่ ฝ.2 ขนาดท่อรับน้ำฝน แนวระนาบตามขนาดพื้นที่หลังคาแต่ละอัตราความเข้มฝน

SIZE OF HORIZONTAL STORM DRAINAGE PIPING

SIZE OF HORIZONTAL PIPING (inches)	HORIZONTALLY PROJECTED ROOF AREA (square feet)					
	Rainfall rate (inches per hour)					
	1	2	3	4	5	6
$^1/_8$ unit vertical in 12 units horizontal (1-percent slope)						
3	3,288	1,644	1,096	822	657	548
4	7,520	3,760	2,506	1,800	1,504	1,253
5	13,360	6,680	4,453	3,340	2,672	2,227
6	21,400	10,700	7,133	5,350	4,280	3,566
8	46,000	23,000	15,330	11,500	9,200	7,600
10	82,800	41,400	27,600	20,700	16,580	13,800
12	133,200	66,600	44,400	33,300	26,650	22,200
15	218,000	109,000	72,800	59,500	47,600	39,650
$^1/_4$ unit vertical in 12 units horizontal (2-percent slope)						
3	4,640	2,320	1,546	1,160	928	773
4	10,600	5,300	3,533	2,650	2,120	1,766
5	18,880	9,440	6,293	4,720	3,776	3,146
6	30,200	15,100	10,066	7,550	6,040	5,033
8	65,200	32,600	21,733	16,300	13,040	10,866
10	116,800	58,400	38,950	29,200	23,350	19,450
12	188,000	94,000	62,600	47,000	37,600	31,350
15	336,000	168,000	112,000	84,000	67,250	56,000
$^1/_2$ unit vertical in 12 units horizontal (4-percent slope)						
3	6,576	3,288	2,295	1,644	1,310	1,096
4	15,040	7,520	5,010	3,760	3,010	2,500
5	26,720	13,360	8,900	6,680	5,320	4,450
6	42,800	21,400	13,700	10,700	8,580	7,140
8	92,000	46,000	30,650	23,000	18,400	15,320
10	171,600	85,800	55,200	41,400	33,150	27,600
12	266,400	133,200	88,800	66,600	53,200	44,400
15	476,000	238,000	158,800	119,000	95,300	79,250

For SI: 1 inch = 25.4 mm, 1 square foot = 0.0929 m^2.

การออกแบบระบบท่อน้ำร้อน

บทนำ

ระบบท่อน้ำร้อนในอาคารนอกเหนือจากการเลือกระบบเครื่องทำน้ำร้อนที่เหมาะสมแล้ว ไม่ว่าจะเป็นแบบ Storage Type, Instantaneous, Semi Instantaneous,

สำหรับการออกแบบระบบท่อมีส่วนสำคัญที่ต้องคำ ดังนี้

1.อุณหภูมิของน้ำร้อนจะต้องพอเหมาะไม่มากเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานมากขึ้นโดยไม่จำเป็นแต่อุณหภูมิก็จะต้องไม่ต่ำจนเกินไปคือประมาณ 140°F ซึ่งหากต่ำกว่านี้ก็จะทำให้ แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดี

2.ความดันของท่อน้ำร้อนทางออกจะต้องต่ำที่สุดและสามารถผสมกับน้ำประปาได้อย่างทั่วถึง

3.คุณภาพน้ำจะต้องดีไม่กระด้าง เพราะเมื่อน้ำเย็นลง จะเกิดเป็นตระกลันหินปูนได้

4.ระบบน้ำร้อนที่มีท่อน้ำร้อนยาวกว่า 100 FT. โดยทั่วไปไม่นิยมมีระบบ Circulating system แต่หากยาวกว่า 100 FT จะต้องมีระบบ Circulating system โดย ปั้มที่ควบคุมด้วย Thermostat โดยมีช่วงห่างของ Start/Stop 20 °F และที่ท่อ Return ในแต่ละลูปควรจะติดตั้ง Check Valve, Balancing valve หรือ Grave valve เพื่อควบคุมอัตราการไหล และในช่วงบนสุดต้องพิจารณาติดตั้ง Automatic Float type air vent

5.ตัวเรือนปั้ม circulating ควรทำด้วย ทองเหลืองหรือวัสดุอื่นที่ทนความร้อนและการกัดกล่อน จากน้ำร้อนที่มีออกซิเจนสูง (ออกซิเจนละลายน้ำได้น้อยลงเมืออุณหภูมิสูงขึ้น)

นาย จิตรกร มะลิซ้อน
บรรณาธิการ ผู้เรียบเรียง

การออกแบบระบบท่อน้ำร้อน

1.คำนวณปริมาณการใช้น้ำร้อนต่อวัน ตามลักษณะของอาคารด้วยหน่วยสุขภัณฑ์ของความต้องการน้ำร้อน (Qhd)gal/d

- ตารางที่ ร1. ความต้องการน้ำร้อน ตามลักษณะของอาคาร (Maximum Day)

2.คำนวณอัตราการใช้น้ำร้อนต่อชั่วโมงสูงสุด (Qhp)gal/h.

- ตารางที่ ร1. ความต้องการน้ำร้อน ตามลักษณะของอาคาร (Maximum Hour)

3.คำนวณปริมาณการใช้น้ำร้อนต่อสูงสุดต่อเนื่อง (Vhs)gal.

- Vhs=(Qhpxจำนวนชั่วโมงของการใช้ต่อเนื่อง,1-3 Hr.)

4.คำนวณขนาดเครื่องทำน้ำร้อน (Qwh)gal/h.

- Qwh= [Vhs-ปริมาณน้ำที่ต้องการเก็นในถัง (ควรใช้ปริมาตร=Qhp)]/จำนวนชั่วโมงของการใช้ต่อเนื่อง
- ขนาดเครื่องทำน้ำร้อน (Kw=4.186xQwh(l/s)x อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น (°C))

5. คำนวณหน่วยสุขภัณฑ์ของความต้องการน้ำร้อนในแต่ละห้อง

- ตารางที่ ร2.หน่วยสุขภัณของความต้องการน้ำร้อนของแต่ละสุขภัณฑ์
- ตารางที่ ร3.หน่วยสุขภัณของความต้องการน้ำร้อนของแต่ละสุขภัณฑ์ (โรงพยาบาล)
- ตารางที่ ร4.หน่วยสุขภัณของความต้องการน้ำร้อนของแต่ละสุขภัณฑ์ (ภัตรคาร)

6. หาอัตราการไหลของท่อน้ำร้อนกลับของแต่ละลูปของระบบน้ำร้อน

- 20 FU = 1 Gal/min

7. หาอัตราการไหลของท่อจ่ายน้ำร้อนแต่ละหน่วยสุขภัณฑ์ โดยกราฟ (Hunter Curve)

- รูปที่ ร1.กราฟความต้องการน้ำร้อนในแต่ละหน่วยสุขภัณฑ์

การออกแบบระบบท่อน้ำร้อน(ต่อ)

8. คำนวณหาขนาดท่อแมนจ่ายน้ำตามห้องต่างๆ ตามชนิดท่อ

- กราฟที่ ป.1 ความสัมพันธ์แรงเสียดทานในเส้นท่อและอัตราการการไหล(Fairly smooth)
- กราฟที่ ป.3 ความสัมพันธ์แรงเสียดทานในเส้นท่อและอัตราการการไหล(Copper type L)

9. คำนวณหาขนาดปั๊มน้ำร้อนกลับ และ อุณภูมิที่เหมาะสม

- ตารางที่ ป.9 สูตรคำนวณหาขนาดมอเตอร์
- ตารางที่ ร5. แสดงค่าอุณภูมิน้ำร้อนที่ต้องการของแต่ละสุขภัณฑ์

ตารางที่ ร1.ต้องการน้ำร้อน ตามลักษณะของอาคาร

Type of Building	*Maximum Hour*	*Maximum Day*	*Average Day*
Men's Dormitories	3.8 gal/student	22.0 gal/student	13.1 gal/student
Women's Dormitories	5.0 gal/student	26.5 gal/student	12.3 gal/student
Motels: No. of Units[a]			
20 or less	6.0 gal/unit	35.0 gal/unit	20.0 gal/unit
60	5.0 gal/unit	25.0 gal/unit	14.0 gal/unit
100 or more	4.0 gal/unit	15.0 gal/unit	10.0 gal/unit
Nursing Homes	4.5 gal/bed	30.0 gal/bed	18.4 gal/bed
Office Buildings	0.4 gal/person	2.0 gal/person	1.0 gal/person
Food Service Establishments:			
Type A—Full Meal Restaurants and Cafeterias	1.5 gal/max meals/hr	11.0 gal/max meals/hr	2.4 gal/avg meals/day*
Type B—Drive-Ins, Grilles, Lunch-eonettes, Sandwich and Snack Shops	0.7 gal/max meals/hr	6.0 gal/max meals/hr	0.7 gal/avg meals/day*
Apartment Houses: No. of Apartments			
20 or less	12.0 gal/apt.	80.0 gal/apt.	42.0 gal/apt.
50	10.0 gal/apt.	73.0 gal/apt.	40.0 gal/apt.
75	8.5 gal/apt.	66.0 gal/apt.	38.0 gal/apt.
100	7.0 gal/apt.	60.0 gal/apt.	37.0 gal/apt.
200 or more	5.0 gal/apt.	50.0 gal/apt.	35.0 gal/apt.
Elementary Schools	0.6 gal/student	1.5 gal/student	0.6 gal/student*
Junior and Senior High Schools	1.0 gal/student	3.6 gal/student	1.8 gal/student*

*Per day of operation.
[a] Interpolate for intermediate values.

Preliminary Estimate Fixture Capacity

Type of Building	Unit	Fixture Units Per Unit
Hospital or Nursing Home	Bed	2.50
Hotel or Motel	Room	2.50
Office Building	Person	0.15
Elementary School	Student	0.30*
Junior and Senior High School	Student	0.30*
Apartment House	Apartment	3.00

*Plus shower load.

ตารางที่ ร2.หน่วยสุขภัณฑ์ของความต้องการน้ำร้อน

Fixture Capacity Table and Specifics

TYPE OF FIXTURE	FIXTURE UNITS												
	Ap't. Building	Club	Dormitory	Gym, Field House	Hospital	Hotel/ Motel	Industrial Plant	Inst'n Mental/ Correc-ional	Inst'n Type Nursing Home	Office, Comm'l Retail Store Building	Restau-rant[4]	School or College Bldg, Public or Private	YMCA/ YWCA
Basin, Barber	–	–	–	–	–	2.0	–	–	–	–	–	–	–
Basin, Beauty Parlor	–	–	–	–	–	2.5	–	–	–	–	–	–	–
Basin, Foot	–	1.2	–	1.2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bath, Therapeutic	–	–	–	6.0	5.0	–	–	–	–	–	–	–	6.0
Janitor Drop	–	–	–	–	–	–	–	2.0	2.0	2.5	–	1.5	2.0
Kitchen Fixtures[3]	–	[3]	–	–	[3]	[3]	[3]	[3]	[3]	–	–	[3]	[3]
Laundry Tray	1.5	2.5	–	1.5	–	–	–	–	–	–	–	2.0	2.0
Lavatory, Private	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Lavatory, Public	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0
Shower and Tub[1]	1.5	1.5	1.5	1.5	–	1.5	–	1.5	1.5	–	–	1.7	1.7
Shower, Private[1]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Shower, Public[2]	1.5	1.7	1.5	3.0[2]	–	–	3.0[2]	3.0	–	–	1.7	3.0	3.0
Shower, Semi Private[1]	–	–	–	–	1.5	–	–	–	–	–	–	–	–
Sink, General Purpose	–	–	–	–	1.0	–	2.5	–	–	–	–	–	–
Sink, Kitchen, Domestic	0.75	1.5	1.5	–	3.0	1.5	3.0	–	1.5	–	–	0.75	3.0
Sink, Laboratory	–	–	–	–	1.5	–	–	–	–	–	–	1.5	–
Sink, Pantry	1.5	1.5	–	–	2.5	–	–	–	–	–	2.5	2.5	2.5
Sink, Slop	1.5	2.5	2.5	–	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.5	2.0	1.5	2.5
Wash Fountain, 36" Half	–	1.0	–	1.0	–	–	1.5	1.0	–	1.0	1.0	–	1.0
Wash Fountain, 36" Full	–	2.0	–	2.0	–	–	3.0	2.0	–	1.5	1.5	–	1.5
Wash Fountain, 54" Half	–	1.5	–	1.5	–	–	2.0	1.5	–	–	–	–	–
Wash Fountain, 54" Full	–	2.5	–	2.5	–	–	4.0	2.5	–	–	–	–	–
Washer, Clothes, Commercial	Check with specific manufacturer for hot water requirements												
Washer, Clothes, Domestic	1.2	2.0	2.0	1.2	–	1.2	–	–	2.0	–	–	2.0	2.0
Washer, Dish, Domestic	1.5	–	2.0	–	–	–	–	–	1.5	–	–	2.0	–
Washer, Laundry, Commercial	Check with specific manufacturer for hot water requirements.												

(1) The fixture units listed for shower heads are based on a flow rate of 3 gpm. Correct for other flow rates by miltiplying the fixture units by the Correction Factor C = G × 0.33 where G = gpm of shower head being used. For shower head of 4 gpm, C = 4 × 0.33 = 1.32. If Fixture Units in Table is 1.5, use 1.5 × 1.32 = 2.0 Fixture Units for the 4 gpm shower heads

(2) In applications where the principal use is showers, as in gymnasiums or at end of shift in industrial plants, determine the actual total hot water gpm rate of the specific shower heads used and add this rate directly to the gpm rate determined from the Hunter Curves as in the example on page 9

(3) See the SPECIFIC FOR RESTAURANTS Table below.

(4) Also see the SPECIFIC FOR RESTAURANTS Table below

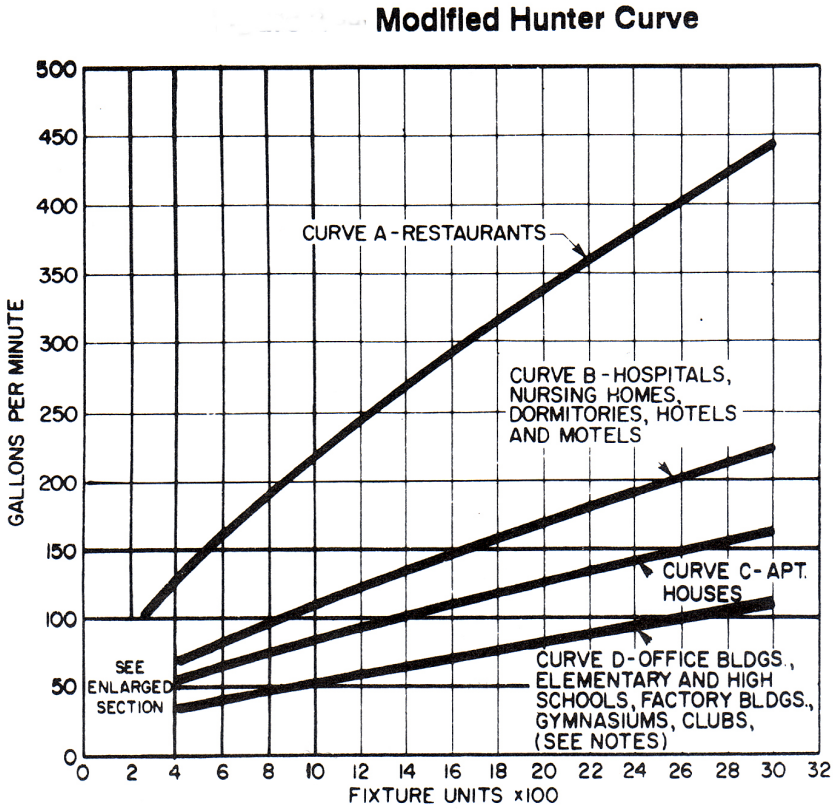
ตารางที่ ร3.หน่วยสุขภัณฑ์ของความต้องการน้ำร้อน (โรงพยาบาล)

SPECIFIC FOR HOSPITALS	
Type of Fixture	**Fixture Units**
Autopsy, Sink & Table	2.5
Autopsy, Table	2.0
Bath, Arm	4.0
Bath, Continuous Flow Fill	2.0
Bath, Continuous Flow Operate	1.5
Bath, Emergency	2.0
Bath, Foot	3.0
Bath, Leg	6.0
Bath, Private	1.5
Bath, Sitz	3.0
Bath, Ward	2.0
Hubbard Tank	4.0
Hydrotherapeutic Shower, #1 Head	8.0
Hydrotherapeutic Shower, #2 Spray	12.0
Shower, Ward	2.5
Sink, Flushing Rim	2.0
Sink, Scrub-Up	1.5

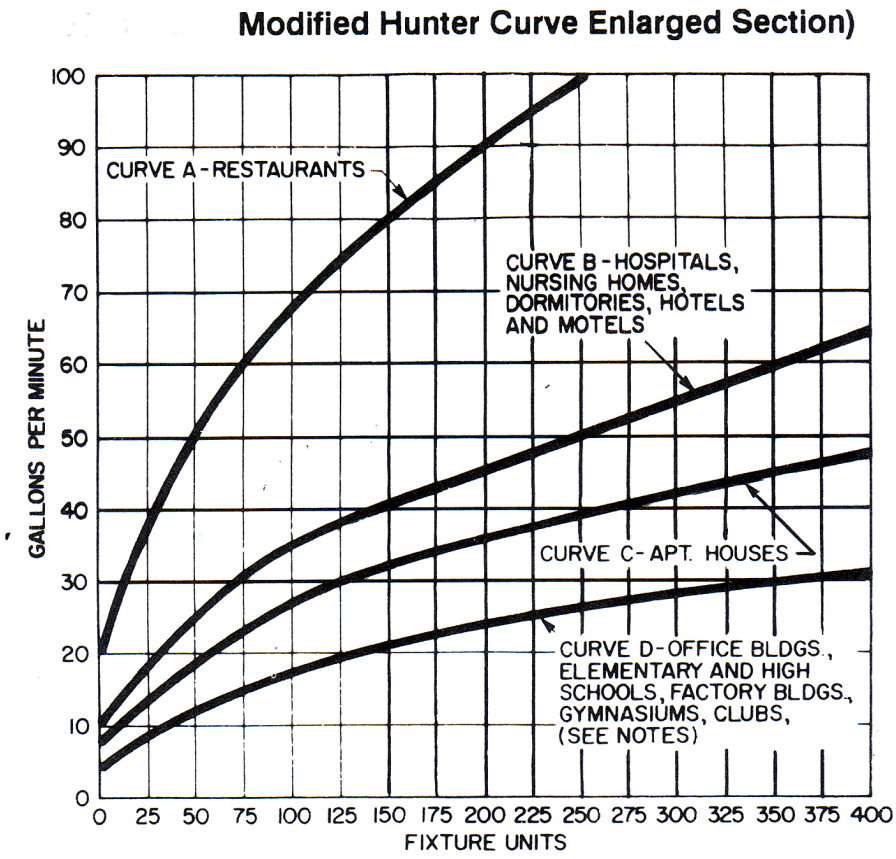
ตารางที่ ร4.หน่วยสุขภัณฑ์ของความต้องการน้ำร้อน (ภัตรคาร)

SPECIFIC FOR RESTAURANTS	
Type of Fixture	**Fixture Units**
Baine Marie	1.0
Coffee Urn	1.2
Sink, Bar	2.5
Sink, Kitchen	3.0
Sink, Pot (Single)	2.5
Sink, Pot (Double)	3.5
Sink, Pot (Triple)	5.5
Sink, Vegetable	2.0
Washer, Can	3.0
Washer, Dish, Commercial -- Check specific Manufacturer	
Washer, Dish, Pre-Rinse	2.5
Washer, Glass	2.0
Washer, Pot & Pan	2.0
Washer, Pre-Scraper	2.0
Washer, Pre-Scraper Conveyor	2.5
Washer, Silver	2.0

รูปที่ ร1.กราฟความต้องการน้ำร้อนในแต่ละหน่วยสุขภัณฑ์



Based on 140°F water



Based on 140°F water

ตารางที่ ร5. แสดงค่าอุณภูมิน้ำร้อนที่ต้องการของแต่ละสุขภัณฑ์

Representative Hot Water Temperatures

Use	Temperature, °F
Lavatory	
Hand washing	105
Shaving	115
Showers and tubs	110
Therapeutic baths	95
Commercial or institutional laundry, based on fabric	up to 180
Residential dish washing and laundry	140
Surgical scrubbing	110
Commercial spray-type dish washing[a]	
Single- or multiple-tank hood or rack type	
Wash	150 minimum
Final rinse	180 to 195
Single-tank conveyor type	
Wash	160 minimum
Final rinse	180 to 195
Single-tank rack or door type	
Single-temperature wash and rinse	165 minimum
Chemical sanitizing types[b]	140
Multiple-tank conveyor type	
Wash	150 minimum
Pumped rinse	160 minimum
Final rinse	180 to 195
Chemical sanitizing glass washer	
Wash	140
Rinse	75 minimum

[a]As required by NSF.
[b]See manufacturer for actual temperature required.

การออกแบบระบบท่อส่งไอน้ำ

งานออกแบบระบบท่อส่งไอน้ำ จะพบในอาคารจำพวกโรงแรมที่ โรงพยาบาล ที่ใช้ระบบน้ำร้อน หรือ มีห้อง Laundry หรืออุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ ซึ่งจะกล่าวพอสังเขปสำหรับการนำไปใช้งานออกแบบระบบท่อ

สิ่งที่ต้องคำนึงพอสังเขปสำหรับการออกแบบระบบไอน้ำมีดังนี้

1. ความดันของไอน้ำที่ออกแบบ ตลอดจนอุปกรณ์ที่เลือกใช้
2. เรื่องการระบายไอน้ำกลั่นตัวภายในท่อ โดยการทำslope ท่อ
3. การติดตั้ง Steam trap แบบFloat steam trap หรือ แบบ Thermo steam trap
4. การติดตั้ง Pressure relief Valve และการเลือกใช้ คอนโทรวาล์ว
5. การนำไอน้ำจากไอกลั่นตัวมาใช้ใหม่ Flash steam.

ส่วนรายละเอียดหลักศึกษาเพิ่มเติมจาก http://www.spiraxsarco.com/resources/steam-engineering-tutorials.asp ซึ่งเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์เกี่ยวกับระบบไอน้ำรายใหญ่

นาย จิตรกร มะลิซ้อน
บรรณาธิการ ผู้เรียบเรียง