

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 การออกแบบระบบท่อประปา

น้ำที่จ่ายให้อาคารทุกประเภทที่มีจุดประสงค์ให้คนใช้สอย จะต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพเหมาะแก่การบริโภค โดยปกติแล้วการจัดหาแหล่งน้ำเป็นหน้าที่ของวิศวกรแหล่งน้ำโดยเฉพาะ ส่วนวิศวกรผู้ออกแบบระบบท่อประปาภายในอาคารจะถือว่าได้มีแหล่งน้ำที่เหมาะสม และเพียงพอแก่การใช้สอยในอาคารแล้วการจัดหาน้ำให้กับอาคารนี้สามารถกระทำได้ง่าย

ระบบการจ่ายน้ำของอาคารอาจจะแบ่งออกตามลักษณะของการออกแบบได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) ระบบจ่ายน้ำขึ้น

หมายถึง ระบบการจ่ายน้ำภายในอาคาร ซึ่งทำการจ่ายน้ำให้แก่เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในขณะที่จ่ายน้ำเดิมจากชั้นล่างขึ้นไปตามความสูงของอาคาร

2) ระบบจ่ายน้ำลง

หมายถึง ระบบการจ่ายน้ำภายในอาคาร ซึ่งทำการจ่ายน้ำให้แก่เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเริ่มจากชั้นบนสุด ลงมาจนถึงชั้นล่าง

โดยปกติระบบการจ่ายน้ำมักจะใช้เครื่องสูบน้ำสองเครื่อง โดยมีเครื่องสูบน้ำเป็นเครื่องสำรองอยู่หนึ่งเครื่อง และมักจะควบคุมให้เครื่องสูบน้ำทั้งสองนี้ผลัดกันใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มีอายุการใช้งานนานส่วนถังเก็บน้ำสูงก็จะมีส่วนหนึ่งซึ่งจะเก็บน้ำสำรองเอาไว้เพื่อการดับเพลิง ซึ่งควรมีปริมาณไม่น้อยกว่า 15 ลูกบาศก์เมตร ขนาดของถังเก็บน้ำบนหลังคาขึ้นอยู่กับอัตราการใช้น้ำในภาวะปกติ แต่ควรที่จะเก็บน้ำสำรองไว้ใช้ได้อย่างน้อยหนึ่งชั่วโมง

2.2 ความต้องการน้ำต่อวัน

ความต้องการใช้สอยน้ำเพื่อการบริโภค อาบน้ำ ชักผ้า และอื่นๆ จะแตกต่างกันไปตามฐานะและมาตรฐานความเป็นอยู่ของผู้บริโภค ตลอดจนลักษณะการใช้สอยของอาคาร และสภาพของดินฟ้าอากาศโดยเฉลี่ยแล้วอัตราความต้องการน้ำต่อคนต่อวันสำหรับอาคารทั่วไปจะแปรเปลี่ยนอยู่ระหว่าง 75 ลิตร ถึง 300 ลิตร การประมาณความต้องการน้ำต้องอาศัยประสบการณ์ และการตัดสินใจของผู้ออกแบบประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งอาจจะแยกออกตามประเภทของอาคารได้ดังนี้

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

2.3 ขนาดท่อสำหรับเครื่องสุขภัณฑ์

เครื่องสุขภัณฑ์เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการทดสอบการใช้งานมาแล้ว จนเป็นที่ยอมรับว่าสามารถใช้สอยได้เป็นที่พอใจ ฉะนั้นขนาดท่อประปาที่จ่ายให้แก่เครื่องสุขภัณฑ์แต่ละชนิดจึงได้รับการกำหนดขึ้นเพื่อให้สามารถจ่ายน้ำได้อย่างเพียงพอ 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)
Service sink (อ่างซักล้าง)	20 (3/4)

2.4 การประมาณอัตราการความต้องการน้ำสูงสุด

สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ต้องรู้ก่อนที่จะทำการคำนวณหาขนาดท่อประปาก็คือ อัตราความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้ในส่วนหนึ่งส่วนใด หรือในท่อแยกใด ๆ ของระบบท่อทั้งนี้ เพราะอัตราการไหลของน้ำในท่อเมน ท่อดิ่ง และท่อแยก จะไม่มีโอกาสเท่ากับผลรวมของอัตราการไหลของเครื่องสุขภัณฑ์ทุกชั้นที่ต่ออยู่เลย ตามความเป็นจริงแล้วโอกาสที่เครื่องสุขภัณฑ์ทุกชั้นซึ่งรวมกลุ่มกันอยู่จำนวนมากจะถูกใช้งานพร้อม ๆ กันจะไม่มีเลย ดังนั้นการที่จะออกแบบระบบท่อให้รับปริมาณน้ำทั้งหมดพร้อม ๆ กัน จึงเป็นหลักการที่ไม่ถูกต้องทางด้านวิศวกรรม อัตราความต้องการน้ำของอาคารเป็นสิ่งที่ไม่สามารถที่จะคำนวณหาได้อย่างแน่นอน ปัญหาใหญ่ที่จะต้องคำนึงถึง คือ

- การให้น้ำเพียงพอแก่เครื่องสุขภัณฑ์ที่ใช้สอย
- จำนวนเครื่องสุขภัณฑ์ที่จะสมมติให้ใช้พร้อม ๆ กัน

ในการประมาณอัตราการความต้องการน้ำในระบบท่อมักจะเทียบอัตราการความต้องการน้ำของเครื่องสุขภัณฑ์เป็นหน่วยเปรียบเทียบ เรียกว่า หน่วยสุขภัณฑ์ (fixture unit ย่อว่า FU) โดยคำนึงถึงอัตราการไหลและความถี่ในการใช้งานของแต่ละเครื่องสุขภัณฑ์ประกอบกัน เมื่อเป็นเช่นนี้ อ่างล้างมือซึ่งติดตั้งอยู่ในที่สาธารณะย่อมจะมีจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์มากกว่าอ่างล้างมือซึ่งติดตั้งในห้องน้ำส่วนตัว ทั้งนี้เพราะมีความถี่ในการใช้น้ำมากกว่า ตารางที่ 2.1 แสดงถึงอัตรา

ความต้องการน้ำเป็นหน่วยสุขภัณฑ์ของเครื่องสุขภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ สำหรับอาคารที่ไม่มีน้ำร้อนใช้เลย ให้คิดหน่วยสุขภัณฑ์ในแถวสุดท้ายของตารางที่ 1 ในกรณีที่เครื่องสุขภัณฑ์ใช้ทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็นพร้อมกันก็ให้คิดหน่วยสุขภัณฑ์ของน้ำร้อนและน้ำเย็นเพียง 3/4 ของหน่วยสุขภัณฑ์ในแถวสุดท้ายเท่านั้น

ในการประมาณอัตราความต้องการน้ำของเครื่องสุขภัณฑ์ที่มีการใช้สอยเป็นระยะ ๆ ของท่อใดท่อหนึ่งให้รวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สำหรับท่อนั้น แล้วทำการหาอัตราความต้องการน้ำโดยการอ่านค่าได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 ค่า Fixture units ของสุขภัณฑ์แต่ละชนิด

Fixture	Type of supply control	Occupancy	Load values, in water supply fixture units		
			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, ect.	2.25	2.25	3.0
Kitchen sink	Faucet	Hotel, restaurant	3.0	3.0	4.0
Drinking fountain	3/8-in valve	Offices, ect.	0.25	.....	0.25
Water closet	Flash 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 (1-3)	Faucet	Private	2.25	2.25	3.0
Combination fixture	Faucet	Private	2.25	2.25	3.0
Dishwashing machine	Automatic	Private		1.0	1.0
Laundry machine (3.5 kg)	Automatic	Private	1.5	1.5	2.0
Laundry machine (3.5 kg)	Automatic	Public or general	2.25	2.25	3.0
Laundry machine (7 kg)	Automatic	Public or general	3.0	3.0	4.0

ตารางที่ 2.2 อัตราความต้องการน้ำสูงสุด

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

จากที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าตารางที่ 2.2 นี้ใช้สำหรับประมาณอัตราความต้องการน้ำสูงสุดสำหรับอาคารทุกประเภท แต่ก็มีข้อคิดว่า อาคารทุกประเภทที่มีหน่วยสุขภัณฑ์เท่ากัน จะมีอัตราความต้องการน้ำสูงสุดเท่ากันหรือ คำตอบที่ทุกคนรู้คือว่า “ไม่เป็นความจริง” ทั้งนี้ เพราะลักษณะการใช้สอยของอาคารและจำนวนผู้ใช้สอยที่แตกต่างกันจะทำให้อัตราความต้องการน้ำสูงสุดไม่เท่ากัน ดังนั้นจะเห็นได้ชัดว่ามีความแตกต่างกันระหว่างอาคารสำนักงาน โรงพยาบาลและโรงแรมเป็นต้น ในการที่จะทำการประมาณอัตราความต้องการน้ำสูงสุดให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น จะต้องอาศัยประสบการณ์อันยาวนานของวิศวกรระบบท่อทั้งหลายตลอดจนข้อมูลที่ได้จากการวัดระบบจริงซึ่งใช้งานอยู่แล้วของอาคารชนิดต่าง ๆ ประกอบกัน ตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4 แสดงถึงตัวประกอบน้ำคิดเปอร์เซ็นต์ซึ่งแนะนำให้นำไปคูณค่าความต้องการน้ำสูงสุดที่ได้จากตารางที่ 1 เพื่อปรับค่าให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงยิ่งขึ้น ตัวประกอบเหล่านี้เรียกว่า water factors สำหรับช่องที่ 2 และ 4 ในตารางทั้งสองนี้แสดงการเปรียบเทียบให้เห็นถึงอัตราความต้องการน้ำสูงสุดเมื่อคิดจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดในแต่ละบรรทัด ส่วนข้อมูลของโรงแรมซึ่งไม่มี ก็ขอแนะนำให้ใช้ข้อมูลของโรงพยาบาลแทน ฉะนั้นในการประมาณอัตราความต้องการน้ำสูงสุดของท่อใด ๆ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาขนาดท่อน้ำจึงมีแนวปฏิบัติดังนี้

- ก. ให้ทำการรวม FU ของเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหมดของท่อน้ำนั้น
- ข. ให้อ่านค่าอัตราความต้องการน้ำสูงสุดจากตารางที่ 2.2
- ค. ให้ปรับค่าอัตราความต้องการน้ำสูงสุดนี้โดยใช้ water factor ในช่องที่ 3 ของตารางที่ 2.3 และ 2.4

2.5 ความดันลดภายในท่อ

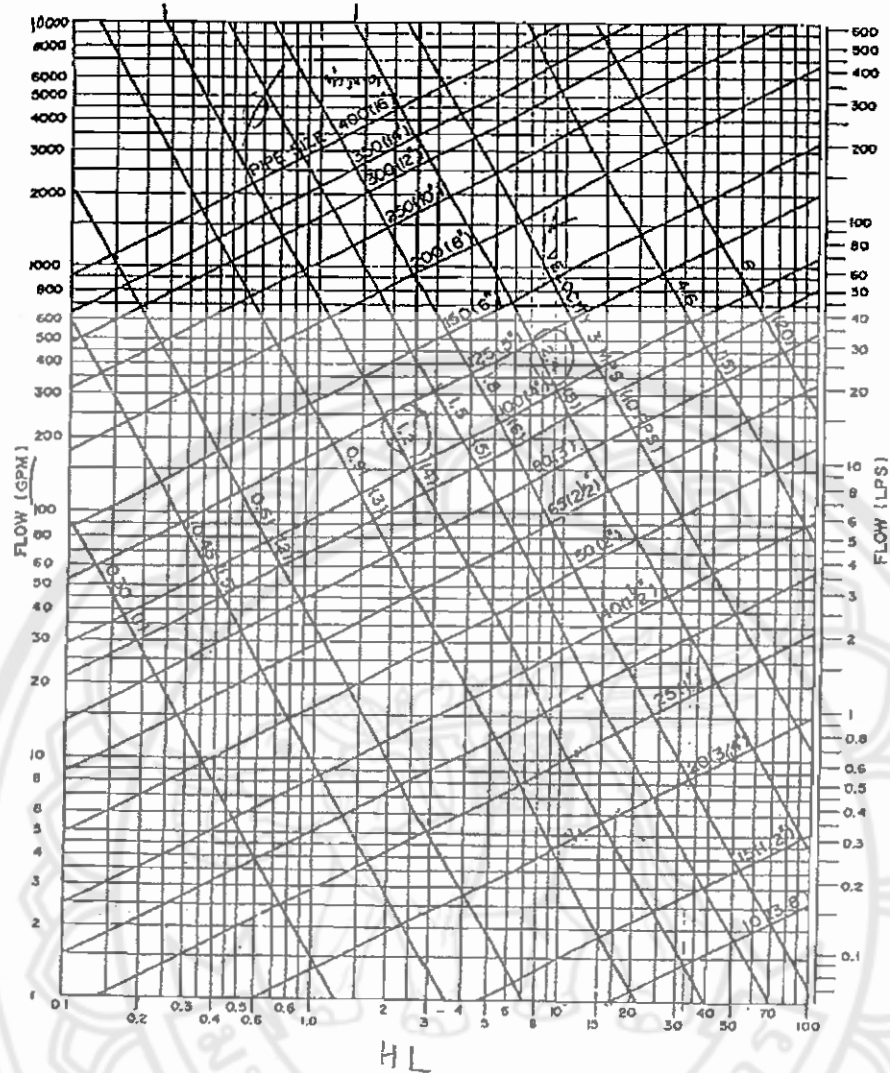
เมื่อน้ำไหลไปในท่อย่อมจะเกิดความดันลดขึ้น ค่าของความดันลดสำหรับท่อขนาดต่าง ๆ ที่ความเร็วหนึ่งสามารถที่จะหาได้จากรูปที่ 1 ความดันลดทั้งหมดภายในระบบท่อประกอบด้วย ความดันลดของท่อเอง และความดันลดของ ข้องอ ข้อต่อ และวาล์วต่าง ๆ ในระบบท่อปกติ แล้วความดันลดของ ข้องอ ข้อต่อ และอุปกรณ์รวมกันจะมีค่าอยู่ระหว่าง 20% ถึง 50% ของความดันลดของท่อเอง ฉะนั้นในทางปฏิบัติ วิศวกรระบบท่อจึงมักจะสมมติให้ข้องอ ข้อต่อ และอุปกรณ์เหล่านี้มีความยาวสมมูล อยู่ประมาณ 20 % ถึง 50 % ของความยาวจริงของท่อ การที่จะเลือกค่าใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับระบบท่อบริเวณนั้นมีเหล่านี้มากเพียงใด ซึ่งจะต้องอาศัยความชำนาญงานของวิศวกรระบบท่อในการพิจารณาเป็นการเฉพาะแต่ละระบบไป

ตารางที่ 2.3 Hospital water factors

FU	Hunter , gpm	percent	Adjusted , gpm	Minimum , gpm
Up to 400	125	100	125	
401 – 600	155	90	140	130
601 – 1200	235	77	180	145
1201 – 1500	270	74	200	185
1501 – 2000	330	70	230	205
2001 – 2500	385	69	265	235
2501 – 3000	435	68	295	270
3001 – 4000	560	65	365	300
4001 – 5000	675	64	430	370
5001 – 6000	775	63	490	435
6001 – 8000	975	62	600	495
8001 – 10000	1175	61	720	605

ตารางที่ 2.4 Office buildings, schools, and apartment water factors

FU	Hunter , gpm	percent	Adjusted , gpm	Minimum , gpm
Up to 400	125	100	125	
401 – 600	155	87	135	130
601 – 900	195	75	145	140
901 – 1200	235	64	150	150
1201 – 1500	270	63	170	155
1501 – 2000	330	61	200	175
2001 – 2500	385	60	230	205
2501 – 3000	435	59	255	235
3001 – 4000	550	58	320	260
4001 – 5000	675	56	380	325
5001 – 6000	775	56	435	385
6001 – 7000	875	56	490	440



5. กำหนดหาความดันลดยุติสุดของท่อเมนหรือท่อแยกโดยอาศัยรูปที่ 2.1 เพื่อใช้ในการจัดความดันของน้ำให้แก่ระบบ โดยทั่วไปแล้วความดันสูงจะอยู่ที่ท่อแยกที่จ่ายให้กับเครื่องสุขภัณฑ์ที่อยู่ไกลจากแหล่งความดันของน้ำที่สูงสุด

2.7 การเพิ่มความดันของน้ำในระบบท่อ

ในการออกแบบระบบน้ำสำหรับอาคาร วิศวกรระบบท่อจึงต้องทำการตรวจสอบ ความดันของน้ำเสียก่อน ซึ่งส่วนมากปรากฏว่ามีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มความดันของน้ำสำหรับอาคารของตนเองเสมอ วิธีการเพิ่มความดันในระบบท่อนี้มีหลายวิธี โดยมีเครื่องสูบน้ำเป็นเครื่องจักรที่สำคัญการที่จะเลือกวิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของอาคารและการใช้สอย

2.7.1 การคำนวณเกี่ยวกับเครื่องสูบน้ำ

ขนาดของเครื่องสูบน้ำบอกได้ด้วยอัตราไหลและแรงดันในขณะทำงานในการคำนวณหาขนาดของเครื่องสูบน้ำ จำเป็นที่จะต้องกำหนดหาแรงดันทั้งหมดในระบบของเครื่องสูบน้ำเสียก่อน เมื่อได้แรงดันสุทธิและอัตราการสูบน้ำที่ต้องการแล้วก็สามารถคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ขับเครื่องสูบน้ำได้จากสมการ

$$HP = \frac{QH}{3960 \eta}$$

เมื่อ HP = แรงม้าของมอเตอร์

Q = อัตราการไหลเป็น gpm

H = แรงดันสุทธิเป็นฟุต

η = ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ

$$\text{หรือ } kw = \frac{QH}{102 \eta}$$

เมื่อ kw = กิโลวัตต์ของมอเตอร์

Q = อัตราการไหลเป็น lps

H = แรงดันสุทธิ เป็นเมตร

ในการเลือกขนาดของมอเตอร์จะต้องเลือกขนาดที่มีการผลิตออกมาเป็นมาตรฐาน ขนาดต่าง ๆ ของมอเตอร์มีดังนี้

0.37 kw (0.5 HP)	0.75 kw (1 HP)	1.12 kw (1.5 HP)
1.49 kw (2 HP)	2.24 kw (3 HP)	3.73 kw (5 HP)
5.60 kw (7.5 HP)	7.46 kw (10 HP)	11.19 kw (15 HP)
14.92 kw (20 HP)	18.65 kw (25 HP)	22.38 kw (30 HP)
29.84 kw (40 HP)	37.30 kw (50 HP)	44.76 kw (60 HP)
55.95 kw (75 HP)	74.60 kw (100 HP)	

2.7.2 ระบบถังน้ำสูง

ระบบถังน้ำสูงเป็นระบบการจ่ายน้ำให้กับอาคาร โดยการสูบน้ำขึ้นไปเก็บเอาไว้บนถังเก็บน้ำซึ่งมีความสูงเพียงพอที่จะให้ความดันแก่เครื่องสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ได้ ถังเก็บน้ำนี้จะแยกเป็นอิสระจากอาคารหรือเป็นส่วนหนึ่งของอาคารก็ได้ส่วนใหญ่แล้ววิศวกรและสถาปนิกจะช่วยกันกำหนดตำแหน่งและขนาดของถังเก็บน้ำซึ่งมักตั้งอยู่เหนือชั้นดาดฟ้า ระบบนี้เหมาะกับอาคารที่มีขนาดความสูงตั้งแต่ 4 ชั้น เป็นต้นไป และจะมีความต้องการน้ำมาก ขนาดของถังน้ำสูงขึ้นอยู่กับอัตราความต้องการน้ำสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้ และระยะเวลาที่ระบบต้องการอัตราน้ำสูงสุดนี้ติดต่อกัน อย่างไรก็ตามขนาดของถังควรที่จะจ่ายน้ำให้แก่ระบบได้อย่างน้อยหนึ่งชั่วโมงเมื่อเครื่องสูบน้ำขึ้นถึงเกิดการขัดข้องขึ้น ถังเก็บน้ำเหนือชั้นดาดฟ้านี้ใช้สำหรับจ่ายน้ำเพื่อการดับเพลิงด้วย ก็ควรเพิ่มความจุอย่างน้อย 15 ลูกบาศก์เมตร เพื่อใช้สำรองในการดับเพลิง

ในการออกแบบระบบส่งน้ำขึ้นถังสูง ควรใช้เครื่องสูบน้ำไม่ต่ำกว่า 2 เครื่อง ในกรณีที่ใช้เครื่องสูบน้ำ 2 เครื่อง แต่ละเครื่องจะต้องมีอัตราการสูบน้ำที่พอแก่ความต้องการ ฉะนั้นระบบจะมีเครื่องสำรองอยู่ 1 เครื่องเสมอ การประมาณอัตราการสูบน้ำสำหรับอาคารประเภทต่างๆ ให้ใช้ข้อมูลในตารางที่ 2.5 โดยนำเอาจำนวนเครื่องสุขภัณฑ์ทั้งหมดคูณด้วยตัวเลขที่แสดงอยู่ในช่องที่ 2 ของตาราง ตัวเลขเหล่านี้ได้มาจากประสบการณ์และการเก็บข้อมูลของอาคารประเภทต่างๆ ซึ่งเชื่อถือได้แน่นอนว่าขนาดของเครื่องสูบน้ำจะเพียงพอแก่ความต้องการ

ในการประมาณขนาดความจุของถังน้ำสูงที่พอเหมาะอาจจะใช้หลักการได้ 2 อย่าง คือ

- ประมาณขนาดของถังเก็บน้ำโดยการกำหนดวัฏจักรการทำงานของเครื่องสูบน้ำขึ้นถังโดยปกติแล้วเครื่องสูบน้ำไม่ควรจะทำงานเกิน 4 ครั้งในหนึ่งชั่วโมง

- ปริมาณขนาดของถังเก็บน้ำโดยคิดถึงปริมาณน้ำสำรองที่จะใช้ได้เมื่อเครื่องสูบน้ำขึ้นถึงเกิดขัดข้อง ปริมาณสำรองนี้ควรจะไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

ถ้าเป็นไปได้ควรจะให้ถังเก็บน้ำมีขนาดเพียงพอแก่การใช้น้ำเป็นระยะเวลานาน ส่วนระยะเวลาดังกล่าวนี้จะเป็นเท่าใด ก็ขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่ซึ่งจะทำการปลูกสร้างอาคาร และแหล่งน้ำนั้นว่ามีความเชื่อถือเพียงใด โดยทั่ว ๆ ไปแล้วกฎเหล่านี้จะช่วยในการกำหนดขนาดของถังได้เป็นที่น่าพอใจ คือ

1. ถ้าอัตราการสูบน้ำไม่เกิน 380 lpm ให้ความจุของถังเก็บน้ำสูง มีขนาดอย่างต่ำ 40 เท่าของอัตราการสูบน้ำต่อนาที

2. ถ้าอัตราการสูบน้ำเกิน 380 lpm ให้ความจุของถังเก็บน้ำสูง มีขนาดอย่างต่ำ 30 เท่าของอัตราการสูบน้ำต่อนาที แต่จะต้องไม่น้อยกว่า 15 ลูกบาศก์เมตร

อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำของถังเก็บน้ำสูงรวมกับของถังน้ำใต้ดินควรจะสามารรถสำรองน้ำเพื่อการใช้สอยปกติได้ประมาณหนึ่งวัน

ตารางที่ 2.5 ตัวประกอบสำหรับหาขนาดของเครื่องสูบน้ำ

No. of Fixtures	lpm (gpm) / fixture	Pump cap. lps (gpm)	
		Min	Max
Apartments			
1-25	2.27 (0.60)	0.63 (10)	0.95 (15)
26-50	1.89 (0.50)	1.00 (16)	1.58 (25)
51-100	1.32 (0.35)	1.89 (30)	2.21 (35)
101-200	1.14 (0.30)	2.52 (40)	3.79 (60)
201-400	1.06 (0.28)	4.10 (65)	7.25 (115)
401-800	0.95 (0.25)	7.60 (120)	12.60 (200)
801-up	0.91 (0.24)	13.20 (210)	.....
Hotels and Clubs			
1-50	2.46 (0.65)	1.58 (25)	2.08 (33)
51-100	2.08 (0.55)	2.21 (35)	3.47 (55)
101-200	1.70 (0.45)	3.79 (60)	5.68 (90)
201-400	1.32 (0.35)	6.31 (100)	8.83 (140)
401-800	1.04 (0.28)	9.50 (150)	13.20 (210)
801-1200	0.95 (0.25)	14.20 (225)	18.90 (300)
1201-up	0.76 (0.20)	18.90 (300)	.....

ตารางที่ 2.5 ตัวประกอบสำหรับหาขนาดของเครื่องสูบน้ำ (ต่อ)

1-50	3.79 (1.0)	1.58 (25)	3.15 (50)
51-100	3.03 (0.8)	3.47 (55)	5.05 (80)
101-200	2.27 (0.6)	5.36 (85)	7.60 (120)
201-400	1.89 (0.5)	7.89 (125)	12.6 (200)
401-up	1.51 (0.4)	13.20 (210)	.....
Office buildings			
1-25	4.73 (1.25)	1.58 (25)	1.96 (31)
26-50	3.41 (0.90)	2.21 (35)	3.03 (48)
51-100	2.65 (0.7)	3.15 (50)	4.42 (70)
101-150	2.46 (0.65)	4.73 (75)	6.18 (98)
151-250	2.08 (0.55)	6.31 (100)	8.71 (138)
251-500	1.07 (0.45)	8.83 (140)	14.20 (225)
501-750	1.32 (0.35)	14.51 (230)	16.53 (262)
751-1000	1.14 (0.30)	17.03 (270)	18.90 (300)
1001-up	1.04 (0.28)	19.56 (310)	.....
Industrial buildings			
1-25	5.68 (1.50)	1.58 (25)	2.40 (38)
26-50	3.79 (1.00)	2.52 (40)	3.15 (50)
51-100	2.84 (0.75)	3.79 (60)	4.73 (75)
101-150	2.65 (0.70)	5.05 (80)	6.62 (105)
151-250	2.46 (0.65)	6.94 (110)	10.22 (162)
250-up	2.27 (0.60)	10.41 (165)	.....
Schools			
1-10	5.68 (1.50)	0.63 (10)	0.95 (15)
11-25	3.79 (1.00)	1.01 (16)	1.58 (25)
26-50	3.03 (0.80)	1.89 (30)	2.52 (40)
51-100	2.27 (0.60)	2.84 (45)	3.79 (60)
101-200	1.89 (0.50)	4.10 (65)	6.31 (100)
201-up	1.51 (0.40)	6.94 (110)	.....

อัตราการสูบน้ำในตารางที่ 2.5 ไม่รวมถึงน้ำ ของห้องซักрид สระว่ายน้ำ ระบบปรับอากาศและเครื่องมือทางอุตสาหกรรมอื่นๆ ถ้ามีห้องซักริดด้วยให้เพิ่มอัตราการสูบน้ำอีก 10 % ถ้าผู้ใช้สอยส่วนใหญ่เป็นผู้หญิงให้เพิ่มอัตราการสูบน้ำอีก 15 %

2.8 การออกแบบระบบท่อระบายน้ำและท่ออากาศ

ระบบท่อระบายน้ำ หมายถึงระบบท่อทั้งหมดที่ติดตั้งขึ้นมาเพื่อระบายน้ำเสีย น้ำฝน หรือน้ำทิ้งอื่นๆ ไปยังแหล่งกำจัดน้ำเสีย ระบบท่ออากาศประกอบด้วย ท่อที่ใช้สำหรับให้อากาศผ่านเข้าหรือออกจากระบบท่อระบายน้ำ หรือช่วยให้อากาศหมุนเวียนอยู่ภายในท่อระบายน้ำเพื่อรักษาที่ดักกลิ่น (trap seal) ของเครื่องสุขภัณฑ์เอาไว้ ในการออกแบบท่อระบบน้ำภายในอาคารควรจะใช้ท่อที่ขนาดเล็กที่สุดที่สามารถทำงานได้ดังจุดมุ่งหมาย การออกแบบนี้จะต้องอาศัยความรู้และการแก้ปัญหาทางด้าน hydraulic และ pneumatic ของระบบท่อซึ่งยังไม่สูตรสำเร็จที่จะใช้งานได้ดีตามลักษณะที่ต้องการ ดังนั้นการออกแบบท่อระบายน้ำจึงต้องอาศัยเกณฑ์การเดินท่อภายในอาคารต่างๆ (plumbing codes) และประสบการณ์ที่ผ่านมาของผู้ออกแบบ และในบางโอกาสก็ควรใช้ผลการทดลองจากห้องปฏิบัติการ และการตรวจสอบระบบที่ใช้งานอย่างจริงจัง

2.8.1 ท่อในระบบการระบายน้ำ

ท่อในระบบการระบายน้ำที่สมบูรณ์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ท่อระบายน้ำที่ดักกลิ่น และท่ออากาศ ทั้ง 3 ส่วนนี้ยังแยกออกเป็นท่อแบบต่างๆ กันตามลักษณะการใช้งาน

Soil Pipe มีชื่อเรียกว่าท่อน้ำโสโครก หมายถึง ท่อที่ใช้ระบายมูลของมนุษย์ เช่น น้ำโสโครกที่ระบายจากโถส้วม โถปัสสาวะ เป็นต้น ท่อน้ำโสโครกที่อยู่ในแนวดิ่งเรียกว่า soil stack และท่อน้ำโสโครกในแนวนอน เรียกว่า soil pipe หรือท่อแยกของท่อน้ำโสโครก

Waste Pipe มีชื่อเรียกว่าท่อน้ำเสีย หมายถึง ท่อที่ใช้ในการระบายน้ำเสียอื่นๆ ซึ่งไม่มีมูลของมนุษย์อยู่ด้วย ท่อที่ใช้ระบายน้ำจากอ่างล้างชาม อ่างล้างมือ อ่างซักผ้า อ่างอาบน้ำ ฝักบัวอาบน้ำ เครื่องซักผ้า จัดได้ว่าเป็นท่อน้ำเสีย ท่อน้ำที่เดินในแนวดิ่ง เรียกว่า waste stack และท่อน้ำในแนวนอน เรียกว่า branch waste pipe หรือท่อแยกของท่อน้ำเสีย

Building Drain หมายถึง ท่อที่อยู่ระดับต่ำสุดในระบบท่อระบายน้ำ ซึ่งรับน้ำมาจากท่อน้ำโสโครก ท่อน้ำเสีย หรือท่อระบายน้ำอื่นๆ ที่อยู่ภายในอาคาร

Building Sewer หมายถึง ส่วนของท่อที่ต่อจาก building drain และรับน้ำจาก building drain เพื่อส่งออกไปยังแหล่งกำจัดน้ำเสีย หรือ จุดปล่อยออกที่เหมาะสมไป

Building Storm Drain หมายถึง ท่อที่ระบบต่ำสุดในระบบท่อระบายน้ำฝน น้ำที่ผิวหน้าอาคาร และน้ำที่ไม่เสียอื่น ๆ

Building Storm Sewer หมายถึง ท่อในแนวระดับที่รับน้ำต่อจาก building storm drain เพื่อส่งต่อไปยังท่อระบายน้ำสาธารณะ หรือ จุดปล่อยทิ้งที่เหมาะสมต่อไป

Building Sub drain หมายถึง ท่อในระบบการระบายน้ำส่วนที่ไม่สามารถระบายออกไปยัง Building sewer ได้โดยแรงโน้มถ่วงของโลก เช่น ท่อระบายน้ำต่าง ๆ ที่อยู่ในชั้นใต้ดิน

Vent Pipe หรือท่ออากาศ เป็นท่อที่ต่ออยู่กับท่อระบายน้ำใกล้กับที่ดักกลิ่น หรือท่ออยู่กับท่อส่วนอื่น ๆ ของท่อระบายน้ำ เพื่อจุดประสงค์ในการรักษาความดันภายในระบบท่อให้มีการแปรเปลี่ยนน้อยที่สุด โดยการจัดให้อากาศผ่านเข้าและออกจากท่อระบายน้ำได้ ท่ออากาศควรต่อออกไปนอกอาคารและให้อยู่สูงกว่าอาคารอย่างน้อย 150 มม. หรือยื่นออกไปนอกอาคารมากพอที่จะไม่มีกลิ่นรบกวน ท่ออากาศนี้มีชื่อเรียกหลายอย่าง โดยแยกออกไปตามลักษณะการเดินท่อ

Trap หรือที่ดักกลิ่น เป็นอุปกรณ์ที่มีน้ำคั่งอยู่ โดยใช้ต่ออยู่ในท่อระบายน้ำเพื่อป้องกันมิให้อากาศหรือก๊าซภายในท่อระบายน้ำกลับเข้ามาในอาคารได้ แต่จะไม่ขัดขวางต่อการระบายน้ำ

2.8.2 หน่วยสุขภัณฑ์

โดยทั่วไปแล้วท่อระบายน้ำภายในอาคารจะได้รับการออกแบบให้มีปริมาณน้ำเสียที่ไหลไปภายในท่อมียังประมาณ $1/4$ ของท่อเท่านั้น ดังนั้นการไหลของน้ำเสียจึงมีความดันเท่ากับบรรยากาศและอาศัยแรงโน้มถ่วงช่วยให้เกิดการระบายน้ำได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่า หลักการออกแบบระบบท่อระบายน้ำจะต้องแตกต่างไปจากระบบท่อประปา ซึ่งไหลไปด้วยความดันในเส้นท่อ ด้วยเหตุนี้การออกแบบระบบท่อระบายน้ำภายในอาคารจึงต้องอาศัยผลจากการทดลอง ประสิทธิภาพ และการตัดสินใจของผู้ออกแบบเป็นหลัก ผลเหล่านี้ได้ถูกรวบรวมมาเป็นเกณฑ์การออกแบบระบบท่อเพื่อให้มีความคล่องตัวในการออกแบบยิ่งขึ้น

ในการออกแบบระบบท่อระบายน้ำและท่ออากาศให้ใช้ “หน่วยสุขภัณฑ์” แทนอัตราการระบายน้ำที่ท่อจะต้องรับ หน่วยสุขภัณฑ์นี้ถือเอาอัตราการใช้น้ำของของเครื่องสุขภัณฑ์เป็นระยะ ๆ เป็นหลักและโดยการเทียบอัตราการใช้น้ำระหว่างเครื่องสุขภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ หน่วยสุขภัณฑ์ของเครื่องสุขภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปใช้ในการหาขนาดท่อที่เหมาะสมแสดงอยู่ใน

ตารางที่ 2.6 สำหรับชนิดของเครื่องสุขภัณฑ์ที่ไม่ได้กำหนดเอาไว้ ในตารางก็ให้ประมาณหน่วยสุขภัณฑ์โดยเทียบกับสุขภัณฑ์ที่มีอัตราการใช้น้ำใกล้เคียงกัน หรือใช้ค่าที่ผู้ผลิตแนะนำ หรืออาจประมาณค่าได้โดยอาศัยตารางที่ 2.7 ประกอบ

2.8.3 การกำหนดขนาดของท่อระบายน้ำในแนวดิ่งและแนวนอน

การไหลของน้ำภายในท่อระบายน้ำเป็นปัญหาที่ค่อนข้างจะซับซ้อน การกำหนดขนาดของท่อระบายน้ำที่ใหญ่เกินไปทำให้เกิดการสิ้นเปลือง ส่วนท่อที่มีขนาดเล็กเกินไปก็จะทำให้การระบายน้ำไม่เพียงพอ และอาจจะทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย ขนาดของท่อระบายน้ำที่ให้ไว้ในตารางที่ 2.8 และ 2.9 เป็นผลมาจากทฤษฎีและประสบการณ์ที่ใช้ได้ผลดีมาแล้ว ซึ่งมีข้อคำนึงมาจากหลายสิ่งต่อไปนี้

1. จำนวนของเครื่องสุขภัณฑ์ในระบบที่อาจจะใช้พร้อมกัน
2. ในภาวะการณ์ใช้งานปกติ ท่อระบายน้ำควรมีน้ำอยู่เพียง 1/4 ของท่อเท่านั้น
3. ส่วนของท่อที่เหลือจากการระบายน้ำปกตินี้ใช้เป็นส่วนเหลือเผื่อเอาไว้ในกรณีที่มีการใช้น้ำมากกว่าการใช้งานตามปกติ
4. ให้ใช้ท่อที่มีขนาดเล็กที่สุด ซึ่งสามารถระบายน้ำได้รวดเร็วพอและไม่ก่อให้เกิดการอุดตันได้ง่าย
5. หลีกเลี่ยงความดันสูงภายในท่อตรงส่วนที่เชื่อมต่อเข้ากับท่อในแนวดิ่งเพื่อรักษา trap seal ของเครื่องสุขภัณฑ์

ตารางที่ 2.6 หน่วยสุขภัณฑ์สำหรับการระบายน้ำ

ชนิดของเครื่องสุขภัณฑ์	หน่วยสุขภัณฑ์	ขนาดเล็สุดของที่ดักกลิ่น มม.
อ่างอาบน้ำ (BT : Bathtub)	2	40
อ่างอาบน้ำ (BT)	3	50
บิเดท์ (โถปัสสาวะหญิง) (BD : Bidet)	3	40
อ่างซักล้าง (Sink)	3	40
อ่างล้างจานพร้อมที่บดเศษอาหาร	4	40
น้ำพุดื่ม (DF : Drinking Fountain)	0.5	25
เครื่องล้างจาน (คานบ้าน)	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

ตารางที่ 2.6 หน่วยสุขภัณฑ์สำหรับการระบายน้ำ (ต่อ)

ชนิดของเครื่องสุขภัณฑ์	หน่วยสุขภัณฑ์	ขนาดเล็ที่สุดของที่ดักกลิ่น มม.
โถปัสสาวะชาย (flush valve) (UR)	8	80
โถส้วม (flush tank) (WC)	4	80
โถส้วม (flush valve) (WC)	8	80

ตารางที่ 2.7 หน่วยสุขภัณฑ์สำหรับการระบายน้ำ

ขนาดท่อระบายน้ำ มม.	หน่วยสุขภัณฑ์	ขนาดท่อระบายน้ำ มม.	หน่วยสุขภัณฑ์
ไม่ต่ำกว่า 30	1	65	4
40	2	80	5
50	3	100	6

โดยทั่วไปแล้วความลาดเอียงของท่อแนวนอน จะเป็นตัวกำหนดความเร็วของน้ำภายในท่อ ความเร็วของน้ำที่ระบายควรไม่ต่ำกว่า 0.6 m/s (2 fps) ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการไกรกของน้ำ (scouring action) ในการพาเอาเศษผงต่างๆ ภายในท่อไปด้วย ความลาดเอียงของท่อระบายน้ำนี้ มักจะถูกจำกัดด้วยความยาวของท่อ และเนื้อที่ในการกระจัดความลาดเอียง ดังนั้นการใช้ท่อระบายน้ำที่มีขนาดใหญ่เกินความต้องการจึงไม่ได้ผลดี เพราะความเร็วของน้ำจะลดลงจนไม่สามารถที่จะพาเอาเศษผงต่างๆ ไปได้ และอาจจะเกิดการสะสมตะกอนจนอุดตันขึ้นในที่สุด การใช้ความลาดเอียงมาก ย่อมทำให้น้ำไหลได้เร็วขึ้นซึ่งจะเป็นผลทำให้ท่อสะอาด แต่การที่น้ำไหลเร็วเกินไปก็อาจจะดูดเอาอากาศในท่อไปมากจนทำให้เกิด self-siphonage และเสีย trap seal ไปได้ การออกแบบทั่วไปมักจะให้ความลาดเอียงของท่อประมาณ 2% แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ก็จะต้องไม่ให้ความลาดเอียงน้อยกว่า 1% ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น สำหรับท่อน้ำโสโครกในแนวนอนจากโถส้วมแล้ว ในทางปฏิบัติจะต้องไม่เล็กกว่า 100 มม. ถึงแม้ว่าในตารางที่ 2.8 และ 2.9 จะอนุญาตให้ใช้ขนาดเล็กกว่านี้ได้ก็ตาม ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการอุดตันได้ง่าย ส่วนท่อน้ำโสโครกในแนวตั้งขนาดเล็กที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้คือ 50 มม. ตารางที่ 2.10 แสดงขนาดของท่อระบายน้ำ ท่ออากาศ สำหรับเครื่องสุขภัณฑ์บางชนิดที่ใช้เป็นหลักในการออกแบบระบบท่อทั่วไป

ตารางที่ 2.8 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของ Building drain

ขนาดท่อ(มม.)	ความลาดเอียง	
	1 : 50	1 : 25
50	21	26
65	24	31
80	27	36
100	216	250
125	480	575
150	840	1000
200	1920	2300
250	3500	4200
300	5600	6700
375	10000	12000

ตารางที่ 2.9 จำนวนหน่วยสุขภัณฑ์สูงสุดของท่อแยกและท่อคัง

ขนาดท่อ มม.	ท่อแยก แนว ระดับ	ท่อคังยาว ไม่ เกิน 3 ชั้น	ท่อคังยาวเกิน 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	16
100	160	240	500	90
125	360	540	1100	200
150	620	960	1900	350
200	1400	2200	3600	600
250	2500	3800	5600	1000
300	3900	6000	8400	1500
375	7000			

ตารางที่ 2.10 ขนาดท่อเป็น มม. สำหรับเครื่องสุขภัณฑ์ต่างๆ

เครื่องสุขภัณฑ์	ท่อระบายน้ำ	ท่ออากาศ
อ่างอาบน้ำ	50	40
อ่างชักล้าง	80	40
อ่างล้างในครัว	50-80	40
อ่างล้างมือ	40-50	40
เครื่องล้างจานขนาดเล็ก	50	40
ฝักบัวอาบน้ำ (stall type)	50	40
ฝักบัวอาบน้ำ (gang type)	80	40
น้ำพุดื่ม	25-40	25
ตู้เย็น	25-40	25
โถปัสสาวะชาย (angle v.)	50	40
โถปัสสาวะชาย (flush v.)	50-80	40
โถส้วม (flush tank)	100	50
โถส้วม (flush v.)	100	50
ช่องระบายน้ำ (floor drain)	50	40

2.9 ระบบน้ำดับเพลิงด้วยน้ำชนิดสายสูบล

ระบบน้ำดับเพลิงที่ใช้น้ำอาจะแยกออกเป็น 2 แบบ คือ

- ระบบท่อแห้ง
- ระบบท่อเปียก

ระบบท่อแห้ง เป็นระบบชนิดที่ไม่มีน้ำอยู่ในท่อในภาวะปรกติ แต่จะมีอุปกรณ์ควบคุมที่ส่งน้ำมาในท่อดับเพลิงได้เมื่อระบบต้องการน้ำ ระบบนี้ไม่เป็นที่นิยมใช้นัก โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตอากาศอบอุ่นซึ่งไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการแข็งตัวของน้ำ

ระบบท่อเปียก เป็นระบบดับเพลิงชนิดที่มีน้ำอยู่ในท่อที่ความดันซึ่งพร้อมที่จะใช้งานได้ตลอดเวลา ในที่นี้จะเน้นเฉพาะระบบดับเพลิงแบบท่อเปียกเท่านั้น

สำหรับถังเก็บน้ำสูงนี้จะต้องมีน้ำสำรองเพื่อใช้ในการดับเพลิงอย่างน้อย 15 ลูกบาศก์เมตร ความดันน้ำนี้ควรจะไม่ต่ำกว่า 4.4 บาร์ ถ้าความดันน้ำไม่เพียงพอ จำนวนและความยาวของสายสูบลขึ้นอยู่กับระยะทางและพื้นที่ซึ่งป้องกันอัคคีภัย ส่วนข้อต่อดับเพลิงนอกอาคารจะติดตั้งเอาไว้ที่ส่วนด้านนอกของชั้นล่างของการดับเพลิงภายในอาคารได้สะดวก จำนวนท่อยื่นตามความ

เหมาะสม มาตรฐาน NFPA 14 ได้แยกระบบของท่อขึ้นตามลักษณะของการใช้งานออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

Class 1 : สำหรับการใช้โดยพนักงานดับเพลิงและผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมให้ใช้สายสูบน้ำขนาดใหญ่โดยเฉพาะ (สายสูบน้ำขนาด 65 มม.)

Class 2 : สำหรับการใช้โดยผู้ที่อยู่ภายในอาคารจนกว่าพนักงานดับเพลิงจะมาถึง (สายสูบน้ำขนาดเล็ก)

Class 3 : สำหรับการใช้โดยพนักงานดับเพลิง หรือผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมให้ใช้สายสูบน้ำขนาดใหญ่ หรือผู้ที่อยู่ภายในอาคาร (ใช้สายสูบน้ำ 2 ขนาด)

การใช้งานของท่อขึ้นตามการใช้งาน Class 1 และ Class 3 ต้องการอัตราการน้ำเพื่อการดับเพลิงมากกว่า Class 3 และสามารถที่จะดับไฟที่ลุกลามขึ้นได้ดี ส่วนการใช้งานตาม Class 2 จะสามารถดับเพลิงในขณะที่เพิ่งเริ่มได้เป็นอย่างดี แต่สำหรับในกรณีที่ไฟได้ลุกลามขึ้นมากแล้ว Class 2 จะช่วยควบคุมมิให้ไฟขยายออกไปอย่างรวดเร็วจนกว่าพนักงานดับเพลิงจะมาถึงเท่านั้น

2.9.1 ขนาดและการออกแบบระบบท่อขึ้น

2.9.1.1 ระบบท่อขึ้นสำหรับการใช้งาน Class 1 และ Class 3

ขนาดของท่อขึ้นในแต่ละกรณีขึ้นอยู่กับจำนวนและขนาดของสายสูบน้ำที่อาจจะใช้งานพร้อมกันและระยะทางจากหัวจ่ายไปยังแหล่งน้ำ จำนวนของท่อขึ้นขึ้นอยู่กับภาระที่จะตั้งตำแหน่งของสายสูบน้ำ เพื่อให้ลากสายสูบน้ำเข้าไปถึงทุกส่วนของอาคารได้ NFPA 14 กำหนดเอาไว้ว่า สายสูบน้ำจะต้องมีความยาวให้ลากเข้าถึงระยะอย่างต่ำ 10 เมตร จากพื้นที่ซึ่งไม่มีสายสูบน้ำอยู่ ขนาดของสายสูบน้ำที่ผลิตเป็นมาตรฐาน สำหรับใช้ภายในอาคาร ส่วนใหญ่จะมีความยาว 23 เมตร (75 ฟุต) และ 30 เมตร (100 ฟุต) สำหรับการใช้งาน Class 1 และ 3 นี้ ท่อขึ้นแต่ละท่อจะต้องมีขนาดเพื่อให้อัตราการไหลของน้ำได้อย่างต่ำ 32 lps (500 gpm) ดังนั้นขนาดของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงควรจะมีขนาดดังนี้

ท่อขึ้น 1 ท่อ	32 lps (500 gpm)
ท่อขึ้น 2 ท่อ	48 lps (750 gpm)
ท่อขึ้น 3 ท่อ	64 lps (1000 gpm)
ท่อขึ้น 4 ท่อ	80 lps (1250 gpm)
ท่อขึ้น 5 ท่อ	96 lps (1500 gpm)
ท่อขึ้น 6 ท่อ	112 lps (1750 gpm)

ท่ออื่น 7 ท่อ 128 lps (2000 gpm)

ท่ออื่น 8 ท่อ 144 lps (2250 gpm)

นอกจากอัตราการไหลของน้ำในท่อดับเพลิงแล้ว NFPA ยังวางกำหนดเกี่ยวกับท่ออื่นอีก ดังนี้

ก. ท่ออื่นที่มีความสูงไม่เกิน 30 เมตร จะต้องมีย่านอย่างน้อย 100 มม.

ข. ส่วนของท่ออื่นที่มีความสูงเกิน 30 เมตร จะต้องมีย่านอย่างน้อย 150 มม.

ค. ให้ท่ออื่นมีความสูงไม่เกิน 84 เมตร (275 ฟุต) ถ้าอาคารมีความสูงมากกว่านี้ ให้ออกแบบระบบท่ออื่นที่แบ่งเขตการจ่ายน้ำออกเป็นเขตๆ (zone)

ง. ในกรณีที่ใช้ท่ออื่นจ่ายน้ำให้กับระบบสายสูบน้ำขนาด 65 มม. และระบบหัวโปรยน้ำอัตโนมัติร่วมกัน ท่ออื่นจะต้องมีย่านอย่างน้อย 150 มม.

จ. ในกรณีที่เครื่องสูบน้ำดับเพลิงของเขตสูง ตั้งอยู่ที่ระดับเดียวกับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงของเขตต่ำ ท่อจ่ายน้ำให้แก่เครื่องสูบน้ำของแต่ละเขตจะต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 200 มม. อย่างน้อย 2 ท่อ เพื่อจ่ายให้กับท่ออื่น

2.9.1.2 ระบบท่ออื่นสำหรับการใช้งาน Class 2

ระบบดับเพลิงชนิดสายสูบน้ำที่ใช้ท่ออื่นสำหรับการใช้งาน Class 2 ยังคงมีลักษณะทั่วไปเช่นเดียวกับท่ออื่นสำหรับการใช้งาน Class 1 และ Class 3 แต่เนื่องจากระบบนี้มีจุดประสงค์ให้ผู้ใช้สายหรือผู้ดูแลอาคารทั่วไปซึ่งมิได้รับการฝึกฝนให้ใช้สายสูบน้ำดับเพลิงสามารถใช้สายสูบน้ำได้ เพราะฉะนั้นขนาดของสายสูบน้ำจึงเล็กลงเพื่อให้มีความดันกลับของน้ำที่หัวฉีดอยู่ในระดับที่ใช้งานได้ ชนิดของสายสูบน้ำที่มีอยู่ 2 ชนิด คือ

- แบบสายอ่อนพับแขวนเก็บอยู่ในตู้ ขนาดของสายสูบน้ำเท่ากับ 40 มม.
- แบบสายยาวแข็งแรงเป็นขด ขนาด 20 มม. หรือ 25 มม.

เกณฑ์มาตรฐานของ NEPA ได้กำหนดท่ออื่นสำหรับการใช้งานลักษณะนี้เอาไว้ว่า ขนาดของท่ออื่นแต่ละท่อจะต้องเพียงพอแก่การจ่ายน้ำได้อย่างน้อย 6.3 lps (100 gpm) และ

ก. ท่ออื่นที่มีความสูงไม่เกิน 15 เมตร จะต้องมีย่านอย่างน้อย 50 มม.

ข. ท่ออื่นที่มีความสูงเกิน 15 เมตร จะต้องมีย่านอย่างน้อย 65 มม.

การที่จะใช้ท่อระบบดับเพลิงสำหรับการใช้งาน class 2 นี้ ขนาดเท่าใดย่อมขึ้นอยู่กับลักษณะของอาคาร ประกอบกับจำนวนสายสูบน้ำที่อาจจะใช้งานพร้อมกัน

2.9.1.3 เครื่องสูบน้ำดับเพลิง

เครื่องสูบน้ำดับเพลิงและอุปกรณ์ควบคุมมีเกณฑ์กำหนดที่แตกต่างไปจากเครื่องสูบน้ำธรรมดาที่มีการติดตั้งเป็นประจำ เครื่องสูบน้ำธรรมดามีการใช้งานและดูแลรักษาอยู่เป็นประจำ ส่วนเครื่องสูบน้ำดับเพลิงมีการใช้งานเฉพาะเวลาทดสอบระบบและเมื่อเกิดเพลิงไหม้เท่านั้น คุณสมบัติของการสูบน้ำ NETA 20 ได้วางเกณฑ์กำหนดเอาไว้

- เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง และแบบเทอร์บายน์ (vertical turbine pump) จะต้องสามารถจ่ายน้ำได้ 150% ของที่ระบุไว้ (rated flow rate) โดยที่ให้ความดันไม่น้อยกว่า 65% ของที่ระบุ (rated head)
- เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งจะต้องให้ความดันน้ำในขณะที่ไม่มีการไหลไม่เกิน 100 % ของความดันระบุ ส่วนเครื่องสูบน้ำแบบเทอร์บายน์จะต้องให้ความดันไม่เกิน 140% ของความดันระบุในขณะที่ไม่มีการไหล

2.9.1.4 การควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

เครื่องสูบน้ำดับเพลิงอาจจะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ดีเซลก็ได้ ในกรณีที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าควรจะมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าฉุกเฉินสำหรับจ่ายไฟมาให้มอเตอร์ด้วย เพราะในขณะเกิดเพลิงไหม้ก็ต้องตัดการจ่ายไฟฟ้าเพื่อป้องกันเหตุจากไฟลัดวงจรซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายมากขึ้นอีก เครื่องยนต์ดีเซลนี้ถือได้ว่าเป็นแหล่งกำลังสำหรับการขับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่น่าเชื่อถือที่สุด กำลังขับของเครื่องยนต์ดีเซลควรจะมากกว่ากำลังขับของมอเตอร์ไฟฟ้าอย่างน้อย 20% ทั้งนี้เพราะอุปกรณ์ประกอบของเครื่องยนต์ดีเซลต้องการกำลังขับประมาณ 5% และควรเผื่อกำลังขับเอาไว้อีกอย่างน้อย 10% สำหรับกำลังที่อาจจะลดลงไปเมื่อเครื่องยนต์มีอายุมากขึ้น

โดยปกติระบบท่อจะมีการรั่วบ้างเล็กน้อย เช่นการรั่วผ่านวาล์วกันย้อน เป็นต้น การทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเพื่อรักษาระดับความดันเอาไว้เป็นการสิ้นเปลือง เพื่อป้องกันมิให้เครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่จะต้องทำงานในภาวะปกติ ควรจะใช้เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กให้ทำหน้าที่แทน เครื่องสูบน้ำขนาดเล็กนี้เรียกว่า jockey pump (JP) ซึ่งมักจะมีขนาดอยู่ระหว่าง 1 ถึง 3 lps โดยปกติมักจะตั้งสวิตช์ความดันของ jockey pump ให้มีค่าสูงกว่าสวิตช์ความดันของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (FM) ประมาณ 0.35 บาร์ (5 psi)

หลักการออกแบบระบบดับเพลิงแบบสายสูบได้ใช้เกณฑ์กำหนดของ NFPA 14 และ 20 เป็นหลัก ซึ่งแน่นอนจะต้องกำหนดขนาดต่างๆ เผื่อเอาไว้ให้มากพอ ซึ่งผู้ออกแบบควรพิจารณาตามความเหมาะสม

2.10 การออกแบบระบบระบายน้ำฝน

อัตราการตกของฝนและพื้นที่ที่รองรับน้ำฝนเป็นตัวกำหนดว่าจะต้องใช้ท่อน้ำฝนขนาดเท่าใดและช่องระบายน้ำฝนจำนวนกี่ช่อง ถ้าใช้ช่องระบายน้ำฝนขนาดใหญ่ขึ้น จำนวนช่องระบายน้ำฝนย่อมจะลดลงในกรณีของหลังคาแบน การใช้ช่องระบายน้ำฝนขนาดใหญ่จำนวนน้อยจะให้ผลการระบายน้ำฝนไม่ดีเท่ากับการใช้ช่องระบายน้ำฝนขนาดเล็กลง แต่มีจำนวนมากขึ้น เพราะจะช่วยให้การตกค้างของน้ำฝนที่อยู่เป็นหย่อมๆ สำหรับการระบายน้ำฝนจากหลังคาที่มีพื้นที่ไม่เกิน 1000 ตารางเมตร ส่วนเกิน 1000 ตารางเมตร ควรจะมีช่องระบายน้ำฝนอย่างน้อยหนึ่งช่องต่อ 1000 ตารางเมตร จำนวนช่องระบายน้ำฝนนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะและรูปร่างของหลังคา ซึ่งผู้ออกแบบจะต้องเป็นผู้กำหนดเพื่อให้ระบบสามารถระบายน้ำฝนได้ดี

ตารางที่ 2.11 สามารถเป็นแนวทางในการคำนวณหาขนาดของท่อระบายน้ำฝนแนวดิ่งได้ โดยทั่วไปแล้วไม่ควรใช้ช่องระบายน้ำฝนที่มีขนาดเล็กกว่า 80 มม. ยกเว้นบริเวณระเบียง ซึ่งมีเนื้อที่น้อยก็อาจจะใช้ช่องระบายน้ำฝนขนาดเล็กลงได้ ช่องที่ 2 ของตารางที่ 2.11 นี้ คืออัตราการไหลของน้ำฝน สำหรับท่อแนวดิ่งขนาดต่างๆ ที่แนะนำให้ใช้ ส่วนช่องที่ 3 ถึง 5 เป็นอัตราการไหลของช่องที่ 2 นี้โดยคิดเทียบเป็นพื้นที่ของหลังคาที่อัตราการตกของฝนต่างกัน ในกรณีที่ต้องการออกแบบที่อัตราการตกของฝนที่ต้องการ

ในบางครั้งสถาปนิกมีความประสงค์ที่ใช้ท่อน้ำฝนซึ่งมีหน้าตัดเป็นรูปเหลี่ยมเพื่อให้เข้ากับอาคารได้ดี แต่เนื่องจากว่าท่อสี่เหลี่ยมนี้มีความต้านทานกับการไหลของน้ำมากกว่าท่อกกลม ฉะนั้นในการประมาณขนาดของท่อระบายน้ำฝนชนิดนี้ จึงควรให้ท่อสี่เหลี่ยมมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าท่อกกลมประมาณ 10%

15 ก.พ. 2550

5040492

TH
6581
45240
1549



สำนักหอสมุด

ตารางที่ 2.11 ขนาดท่อน้ำฝนแนวตั้งและช่องระบายน้ำฝน

ขนาดท่อ มม.(นิ้ว)	อัตราการไหล Lps(gpm)	อัตราฝน มม./ชม.		
		50	100	150
		อัตราการไหลคิดเป็นพื้นที่ของหลังคา m ²		
50 (2)	1.89 (30)	135	67	45
65 (2 ½)	3.41 (54)	242	121	80
80 (3)	5.80 (92)	409	205	137
100 (4)	12.11 (192)	855	428	285
125 (5)	22.71 (360)	1680	804	536
150 (6)	35.52 (563)	2510	1255	836
200 (8)	76.20 (1208)	5390	2695	1796

