

**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**  
**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 1

ปีการศึกษา 2552

วันที่ 25 กรกฎาคม 2552

เวลา 13:30 -16:30

วิชา 221-451 Water Supply and Sanitary Engineering

ห้องสอบ R 300

- 
- คำสั่ง** 1. ข้อสอบทั้งหมดมี 4 ข้อ ให้แสดงวิธีทำในสมุดคำตอบและกระดาษกราฟที่แจกให้  
(คะแนนรวม 100 คะแนน)
2. ห้ามนำเอกสาร ตำรา หนังสือ เข้าห้องสอบ
  3. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
  4. ทูจริตในการสอบโทษขั้นต่ำคือพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และปรับตกในรายวิชาที่ทูจริต
- 

- 1) 1.1) การทดลอง Jar Test เพื่อรวมตัวตะกอนสารแขวนลอยจากน้ำผิวดิน โดยใช้สารส้มที่มีความบริสุทธิ์ ( $Al_2SO_4$ ) 100% ในห้องทดลองมีผลดังตาราง

บีกเกอร์	1	2	3	4	5	6
ปริมาณสารส้ม (mg/L)	0	25	50	75	100	125
ความขุ่นของน้ำ (NTU)	75	42	20	20	19	20

จงหาปริมาณสารส้มที่เหมาะสมในการตกตะกอนสารแขวนลอยในน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปาวันละ 4,000 ลบ.ม. โดยการเขียนกราฟจากผลการทดลอง Jar Test และคำนวณหาปริมาณสารส้ม และค่าใช้จ่ายในการซื้อสารส้มที่ต้องทำการเตรียมต่อวัน สมมติราคาสารส้มที่ขายในท้องตลาด กก.ละ 15 บาท และมีปริมาณสารส้ม 80% โดยน้ำหนัก และแสดงวิธีการเตรียมสารส้มน้ำที่มีความเข้มข้น 20% โดยน้ำหนักในแต่ละวันด้วย (20 คะแนน)

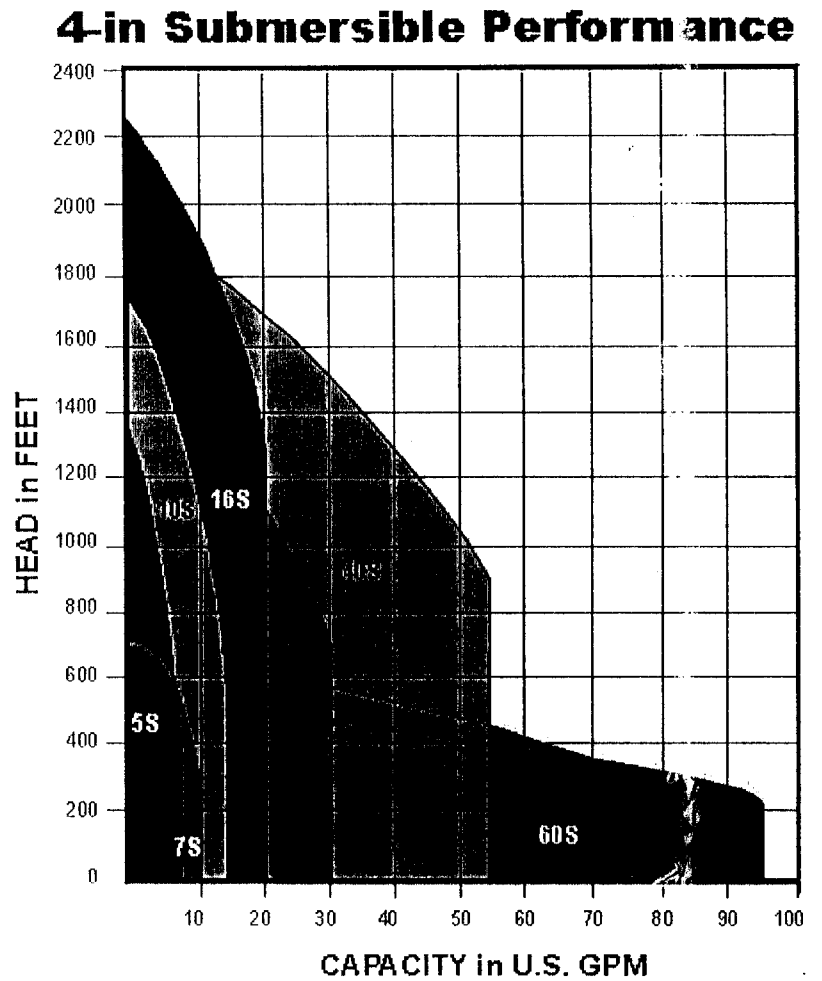
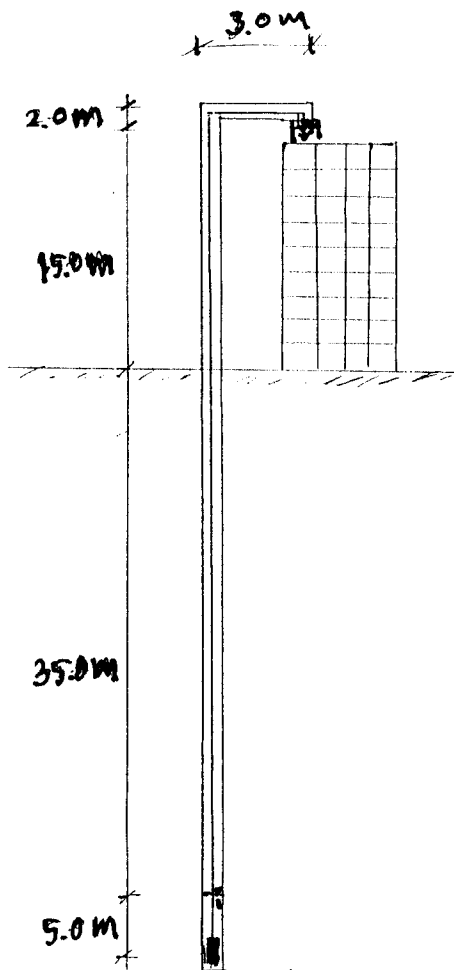
- 1.2) อย่างไรก็ตาม ภายหลังจากเติมสารส้มพบว่า pH ของน้ำลดลงเหลือ 6.3 จงอธิบายสาเหตุที่เกิดขึ้น และเสนอแนะสารเคมีที่สามารถใช้ในการปรับ pH ของน้ำให้สามารถนำมาบริโภคได้มา 2 ประเภท (5 คะแนน)

2) ในการใช้เครื่องสูบน้ำเพื่อทำการสูบน้ำจากบ่อบาดลไปยังถังสูงบนชั้นดาดฟ้าอาคารหลังหนึ่งดังภาพ

กำหนด - ทำการสูบน้ำวันละ 12 ชั่วโมง ที่ความต้องการน้ำ 250 ลบ.ม./วัน

- 1 m = 3.3 ft และ 1 US.GPM. = 0.063 L/s

จงแสดงวิธีหาขนาดท่อเหล็กที่มีความเร็วน้ำในท่อ 0.5-3.0 เมตร/วินาที โดยใช้กราฟของ Hazen Williams ในหน้า 4 และในการใช้ Pump ควรทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบขนานหรืออนุกรม พร้อมแสดงวิธีการเลือกเครื่องสูบน้ำโดยใช้ Pump Characteristic Curve ดังภาพ และคำนวณหาขนาดถังเก็บน้ำบนดาดฟ้าที่เหมาะสมโดยกำหนดปริมาณถังเก็บน้ำสำรองอย่างน้อย 2 ชั่วโมง (25 คะแนน)



การสูบน้ำจากบ่อบาดลไปยังถังสูงบนชั้นดาดฟ้าอาคาร

Pump Characteristic Curve

- 3) ระบบผลิตน้ำประปาที่มีกำลังการผลิต 450 m<sup>3</sup>/hr ทำการผลิตน้ำประปาวันละ 20 ชั่วโมง จงคำนวณหาขนาดถังตกตะกอน โดยสามารถเลือกรูปแบบของถังตกตะกอนได้ และให้แสดงภาพ Plan และ Section แสดงขนาดของถังและความยาวของ Weir ด้วย (25 คะแนน)

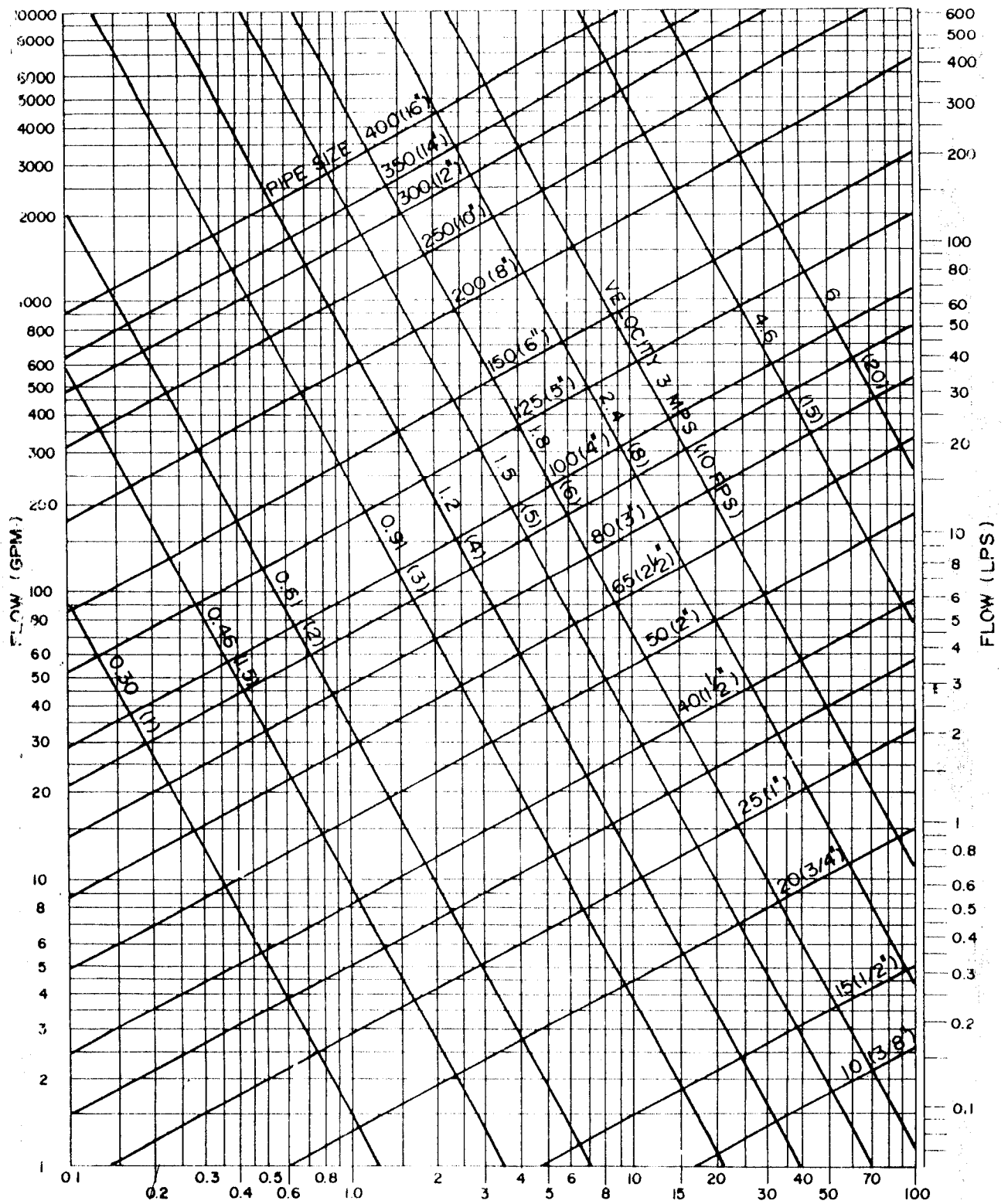
**กำหนด**

ระยะเวลาพักในถังตกตะกอน	✦	4	hr
Overflow rate	✦	25	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d
Weir loading	✦	125	m <sup>3</sup> /m.d
หากเลือกถังรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้ใช้		ความยาว/ความกว้าง	≥ 4

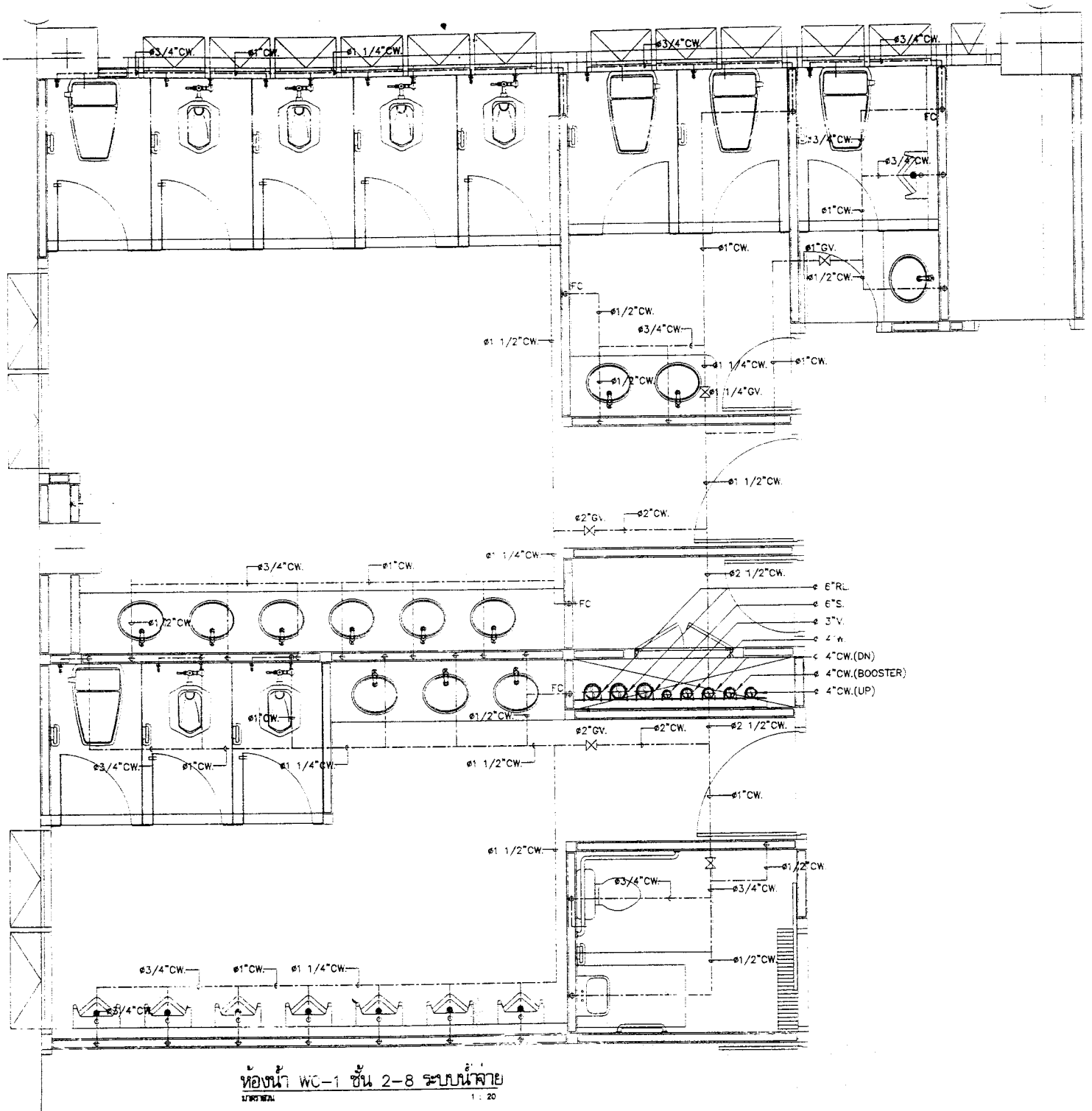
<b>สูตร</b>	ระยะเวลาพัก	=	$\frac{V}{Q}$
	Overflow rate	=	$\frac{Q}{A}$
	Weir loading	=	$\frac{Q}{L}$
<b>โดยที่</b>	V	=	ปริมาตรถัง (m <sup>3</sup> )
	Q	=	อัตราการไหลของน้ำ (m <sup>3</sup> /d)
	A	=	พื้นที่หน้าตัดถังตกตะกอนที่ตั้งฉากทิศทางการตกตะกอน (m <sup>2</sup> )
	L	=	ความยาวของ Weir ของถังตกตะกอน (m)

- 4) จากรูป Plan ระบบสุขภัณฑ์ของห้องน้ำชั้นที่ 2-8 ของอาคารวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้เพื่อการจัดการ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ดังภาพ อาคารมีขนาด 8 ชั้น ที่มีการเดินท่อประปาแบบจ่ายลงจากถังเก็บน้ำบนอาคาร จงคำนวณหาขนาดท่อในแนวดิ่งของของอาคารดังกล่าว โดยใช้วิธีการคำนวณตามที่กำหนดไว้ใน National Standard Plumbing Code และคำนวณหาขนาดท่อโดยใช้กราฟของ Hazen Williams ที่ให้มาด้วยในหน้า 4 (25 คะแนน)

อุดมพล พิชน์ไพบูลย์  
กรกฎาคม 2552



Friction loss m per 100 m (Fairly Rough Steel Pipe)



ห้องน้ำ WC-1 ชั้น 2-8 ระบบน้ำชาย  
 มทท. 1 : 20

Plan ระบบสุขภัณฑ์ของห้องน้ำชั้นที่ 2-8

อาคารวิจัยและพัฒนาองค์ความรู้เพื่อการจัดการ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Load values assigned to fixtures

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, 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 (1 to 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

Note: 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 the total load for the fixture in each case.

Source: National Standard Plumbing Code, Appendix B, Table B.5.2.

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 - 1,200	235	64	150	150
1,201 - 1,500	270	63	170	155
1,501 - 2,000	330	61	200	175
2,001 - 2,500	385	60	230	205
2,501 - 3,000	435	59	255	235
3,001 - 4,000	550	58	320	260
4,001 - 5,000	675	56	380	325
5,001 - 6,000	775	56	435	385
6,001 - 7,000	875	56	490	440
7,001 - 8,000	975	55	540	495

Estimating demand (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

Source: National Standard Plumbing Code, Chapter 10, Table 10.13.2.B.