มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบไล่ ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2546

วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2546 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 223-373 Water Supply Engineering and Design ห้องสอบ R201

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมี 5 ข้อ คะแนนรวม 100 คะแนน
2. ให้ทำข้อสอบทุกข้อโดยทำในที่ว่างที่เว้นไว้ให้เท่านั้น
3. **อนุญาต**ให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ทุกรุ่น
4. **ไม่อนุญาต**ให้นำเอกสาร หนังสือ หรือตำราใดๆ เข้าห้องสอบ
5. **ห้าม**หยิบหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
6. **ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**

ชื่อ-สกุล.....รหัสนักศึกษา.....

<u>ตารางคะแนน</u>

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	15	
2	15	
3	20	
4	25	
5	25	
รวม	100	

อ.พจณีย์ อินทสโร

ผู้ออกข้อสอบ

1. จงคำนวณหาปริมาณสารส้มที่ใช้และปริมาณสลัดจ์ที่เกิดขึ้น (กก./วัน) จากกระบวนการ Coagulation – Flocculation ซึ่งมีสมการแสดงปฏิกริยาเคมีดังนี้

$$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O + 6HCO_3^- \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3SO_4^{2-} + 6CO_2 + 18H_2O$$

กำหนดให้อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 2,000 ลบ.ม./วัน น้ำดิบมีปริมาณของแข็งแขวนลอย 45 ม.ก./ลิตร ภายหลังการตกตะกอนน้ำมีปริมาณของแข็งแขวนลอยเหลือ 5 ม.ก./ลิตร ความเข้มข้นของสารส้มที่ใช้เท่ากับ 25 ม.ก./ลิตร ปริมาณของแข็งในสลัดจ์เท่ากับ 2.0% และความถ่วงจำเพาะของของแข็งในสลัดจ์เท่ากับ 2.2

<u>หมายเหตุ</u> Atomic Weight ของธาตุต่างๆ เป็นดังนี้

H = 1, Al = 27, S = 32, O = 16, C = 12

รหัสนักศึกษา.....

2. จงออกแบบขนาดของถังกวนเร็วรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และกำลังม้าของมอเตอร์ที่ใช้ในการกวนน้ำในโจทย์ข้อที่ 1 โดยมีข้อกำหนดดังนี้
   - ระยะเวลาเก็บกักของถัง (Detention Time) เท่ากับ 1 นาที
   - ค่า Velocity Gradient (G) 500 – 1000 ต่อวินาที
   - ค่า Dynamic Viscosity (μ) ของน้ำ เท่ากับ 1.002×10^{-3} นิวตัน-วินาที/ตร.ม.

   <u>หมายเหตุ</u> 1 กำลังม้า เท่ากับ 0.746 กิโลวัตต์
   สมการที่ใช้กำลังงานที่ใช้สำหรับเครื่องกวน

$$P = \mu V G^2$$

   โดยที่ P = กำลังงานที่ต้องการ (วัตต์)
   μ = ค่า Dynamic Viscosity (นิวตัน-วินาที/ตร.ม.)
   V = ปริมาตรของน้ำ (ลบ.ม.)
   G = ค่า Velocity Gradient (ต่อวินาที)

3. จงออกแบบขนาดของถังตกตะกอนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และออกแบบฝาย (Weir) สำหรับการผลิตน้ำประปาของชุมชนแห่งหนึ่ง กำหนดให้อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 1,800 ลบ.ม./วัน และเกณฑ์ออกแบบอื่นๆ ดังต่อไปนี้
   - ความกว้าง : ความยาวของถัง เท่ากับ 1:3 ถึง 1:5
   - ความลึกของน้ำในถัง 3.0 – 5.0 เมตร
   - อัตราน้ำล้นถัง (Overflow Rate) เท่ากับ 15 – 20 ลบ.ม./(ตร.ม.-วัน)
   - อัตราน้ำล้นฝาย (Weir Loading Rate) เท่ากับ 150 – 180 ลบ.ม./(ม.-วัน)
   - ระยะเวลาเก็บกักของถัง (Detention Time) เท่ากับ 3 – 4 ชั่วโมง

4. จงออกแบบจำนวนและขนาดของถังกรองในระบบทรายกรองเร็ว และหาจำนวนรางระบายน้ำล้น (Trough) ที่ต้องการในแต่ละถัง กำหนดให้อัตราการไหลของน้ำเข้าระบบทรายกรองเท่ากับ 350 ลบ.ม./ชม. และอัตราการไหลของน้ำเข้าสู่รางระบายน้ำล้นเท่ากับ 4.0 ลบ.ม./นาที

   <u>หมายเหตุ</u> - ทำออกแบบตามเกณฑ์การออกแบบที่ให้ในตารางที่ 1
   - รูปที่ 1 และ 2 แสดงกราฟสำหรับออกแบบและรายละเอียดของรางระบายน้ำล้นตามลำดับ
   - สมการที่ใช้คำนวณหาระยะห่างระหว่างผิวน้ำกับผิวบนของสารกรอง (H_0) และระยะห่างระหว่างรางน้ำ (S) เป็นดังนี้

$$(0.75L + P) < H_0 < (L + P)$$

$$1.5H_o < S < 2H_0$$

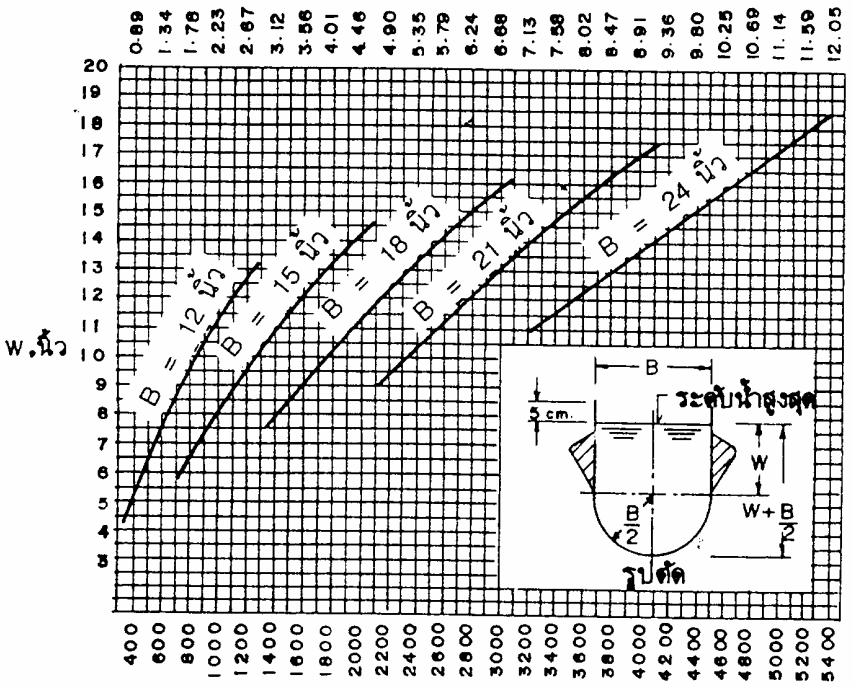
โดยที่ L = ความหนาของชั้นกรอง (เมตร)

P = ความลึกของรางระบายน้ำล้น (เมตร)

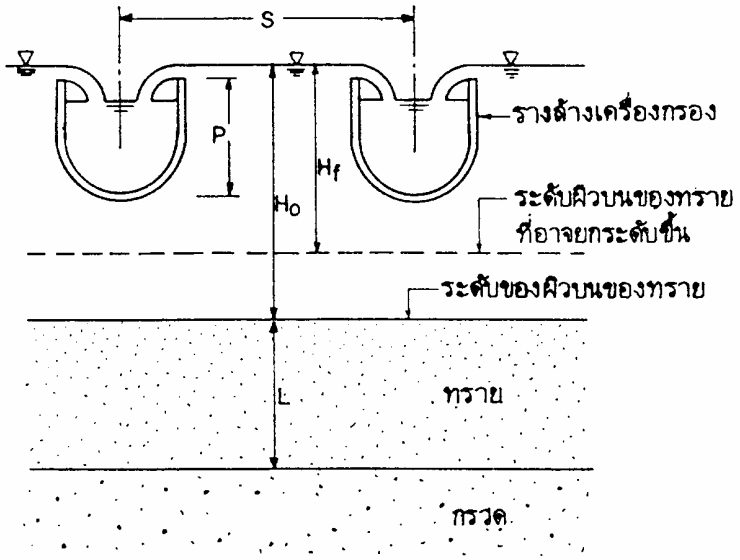
ตารางที่ 1: เกณฑ์ออกแบบเครื่องกรองเร็ว (Rapid Sand Filter)

เกณฑ์ออกแบบ	ค่าออกแบบ
ความกว้าง : ความยาว	1 : 4
ความหนาของชั้นกรอง :	
- ชั้นทราย, เมตร (ด้านบน)	0.4-0.7
- ชั้นกรวด, เมตร (ด้านล่าง)	0.3-0.6
ระดับน้ำเหนือชั้นทราย, เมตร	0.9-1.50
อัตราการกรองน้ำ, ลบ.ม./(ตร.ม.-ชม.)	4-6
อัตราการล้างชั้นกรอง, ลบ.ม./(ตร.ม.-วัน)	800-900
ระยะเวลาในการล้างชั้นกรอง, นาที	5-10
พื้นที่ผิวของเครื่องกรองแต่ละชุดมากที่สุด, ตร.ม.	100

ที่มา: วิศวกรรมประปา, เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2541



รูปที่ 1 กราฟแสดงการออกแบบขนาดของรางระบายน้ำล้น

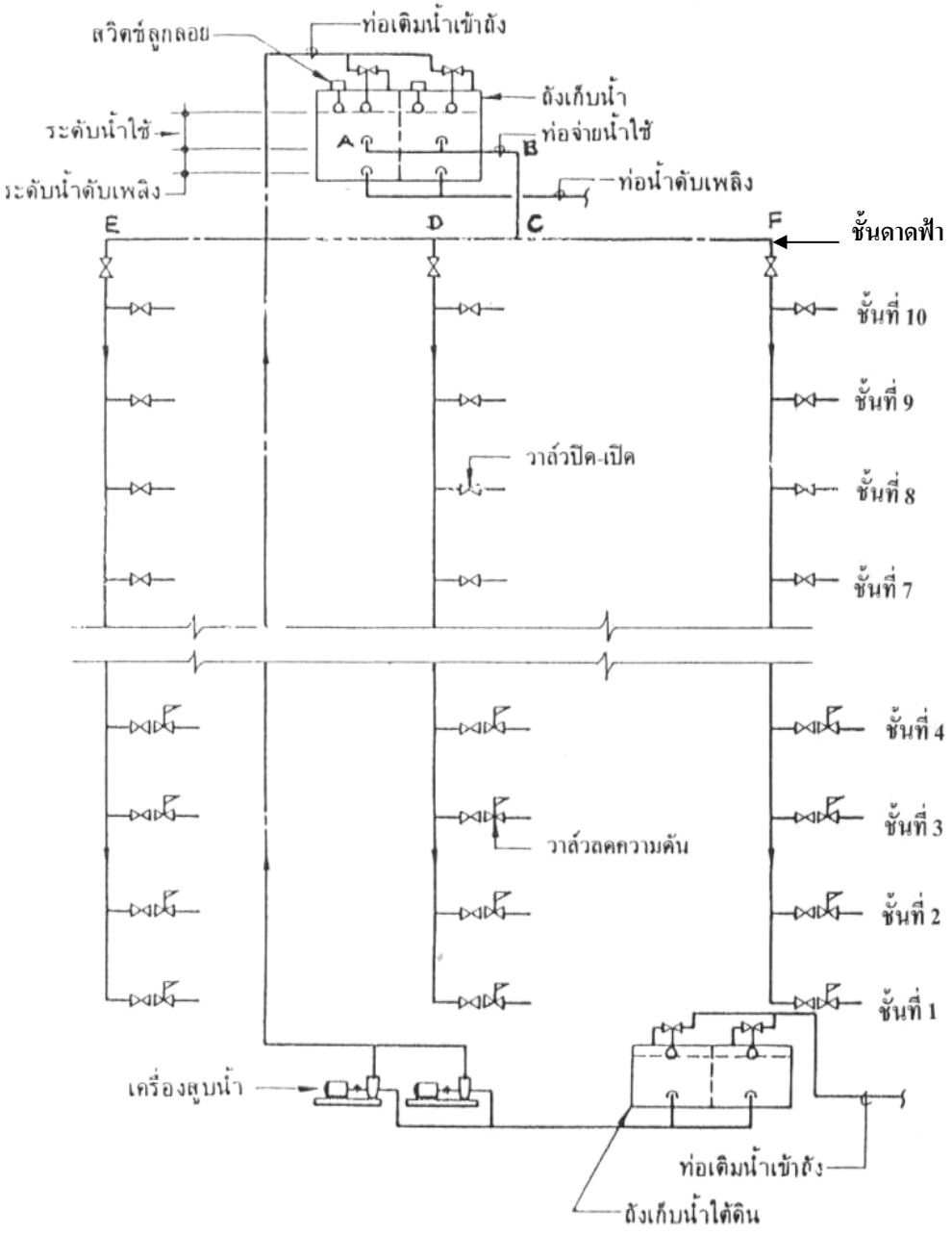


รูปที่ 2 รายละเอียดสำหรับการออกแบบขนาดของรางระบายน้ำล้น

รหัสนักศึกษา.....

5. ระบบท่อน้ำเย็นสำหรับอาคารสำนักงานแห่งหนึ่งสูง 10 ชั้น แต่ละชั้นสูง 3.5 เมตร ทำการจ่ายน้ำโดยใช้ถังสูงซึ่งตั้งอยู่เหนือชั้นดาดฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 3 กำหนดให้แต่ละชั้นมีเครื่องสุขภัณฑ์รวม 60 FU โถส้วมที่ใช้เป็นชนิด Flush Value หากท่อแยกในแต่ละชั้นต้องจ่ายน้ำให้กับเครื่องสุขภัณฑ์ตามหน่วยสุขภัณฑ์ดังที่กำหนดให้ ความดันต่ำสุดของน้ำที่ต้องการในท่อแยกแต่ละชั้นเท่ากับ 0.84 บาร์ ความยาวของท่อต่างๆ เป็นดังนี้

ท่อ AB ยาว 10 เมตร ท่อ CD ยาว 5 เมตร ท่อ DE ยาว 20 เมตร ท่อ CF ยาว 15 เมตร



รูปที่ 3 ระบบท่อน้ำเย็นสำหรับอาคารสำนักงาน

จงคำนวณ

5.1 ขนาดของท่อดิ่งและท่อ AB BC CD DE และ CF

5.2 ความสูงอย่างน้อยที่สุดของถังน้ำจากชั้นดาดฟ้า (ความยาวท่อ BC) เพื่อให้ระบบจ่ายน้ำสามารถใช้งานได้

<u>หมายเหตุ</u> ใช้ตารางที่ 2 และ 3 และรูปที่ 4 สำหรับการออกแบบขนาดท่อ

ตารางที่ 2 อัตราความต้องการน้ำสูงสุด (Hunter's Curver)

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

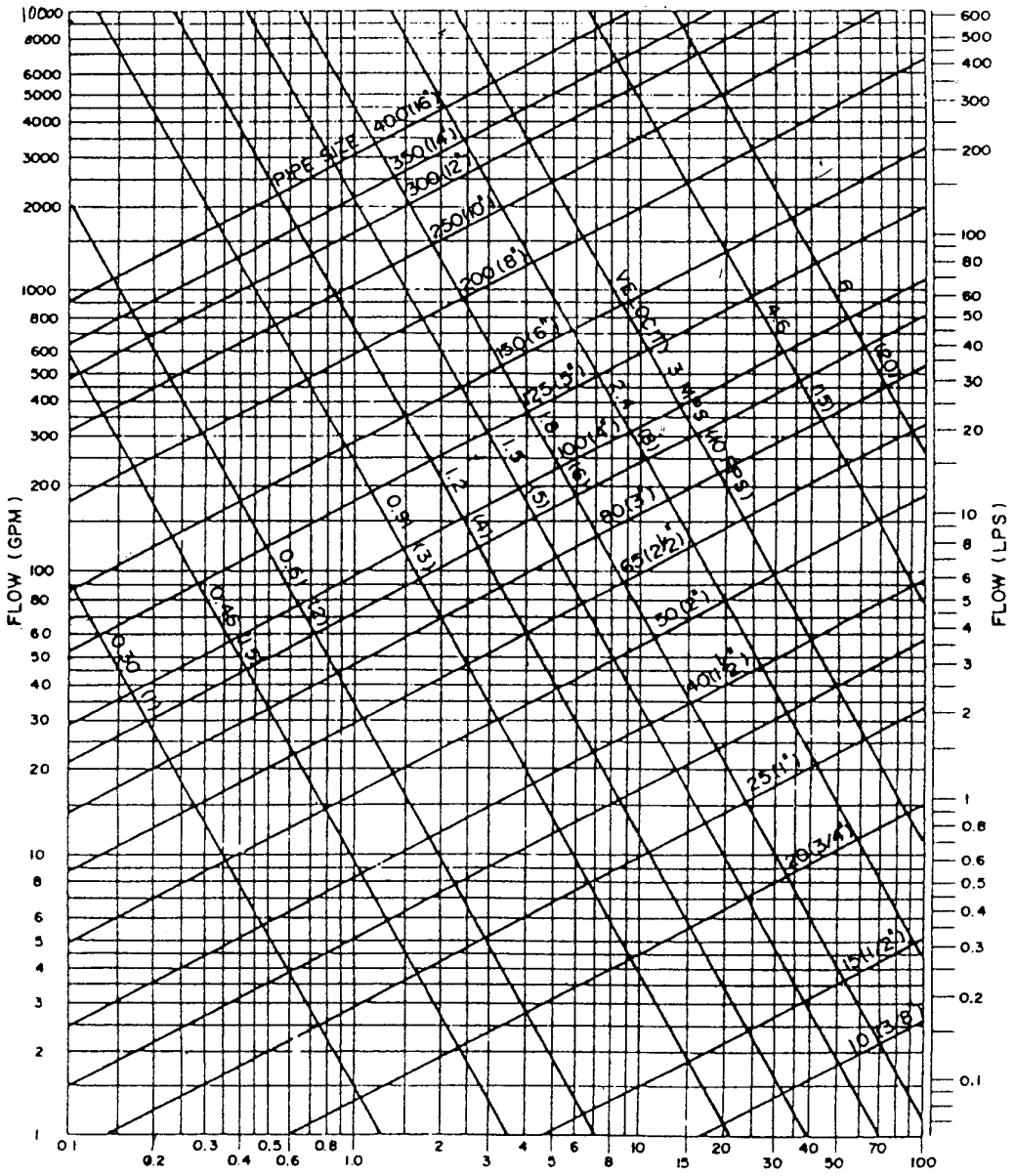
Source: National Standard Plumbing Code, Chapter 10, Talbe 10.13.2.B.

ตารางที่ 3 Water Factor

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

*Add gym showers and laboratory outlets separately.



รูปที่ 4 กราฟแสดงการหาขนาดท่อจากสูตรของ Hazen-William