

เอกสารอ้างอิง



ภาษาไทย

จุมพล คั่นตัก, ชงชัย พึ่งรัมย์ และพิภพ วสุวานิช. ดิน เอกสารธรณีวิทยา เล่มที่ 19  
กองสำรวจธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี (2524)

มันลิน ตัณฑุเวศม์. วิศวกรรมการประปา เล่ม 1. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526

ศุภวิช เษยะกุล. พารามิเตอร์ควบคุมการสมานตะกอนแบบเทเปอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวะ-  
กรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531

พล สาเกทอง. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฟลูอิดไดเซชัน. ม.ป.ท., 2526.

สมศักดิ์ ดำรงเลิศ. ฟลูอิดไดเซชัน. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528

ภาษาอังกฤษ

Andreu-Villegas R. & Letterman R.D., "Optimizing Flocculation Power  
Input," J.ASCE., San E.Div., 102, 251-264, 1974.

Bhole. AG., Deshpande. JR., Deshmukh Mt., "study of expanded sand  
bed flocculator" Indian J.Enviror. Health., Vol.56,  
October, 1975.

- Bratby, J. coagulation and Flocculation. Upland press Ltd., 1980.
- Camp, T. R., and Stein, P.C. Velocity gradients and initial work in fluid motion. J. of Boston Soc. of Civil Eng. (Oct 1943)
- Foth, H.D. Fundamentals of Soil Science, 8<sup>th</sup> Ed. John Willey and Sons, Inc., 1990.
- Gillott, J.E. Clay in Engineering Geology. Elsevier Science Publishing Co. Inc., 1987.
- Kenneth, J. Ives. The scientific basis of flocculation Sijthoff & Noordhoff 1978.
- Letterman R.D. & Quon J.E. & Gemmel R.S. Influent of rapid mix parameters on flocculation. J. Am. Wat. Wks. Ass. 65,716-722
- Lin, C. C. Floc growth during flocculation. A Thesis submitted in partial fulfilment of the requirement for the Degree of Master of Engineering Asian Institute of Technology, 1982.
- O'melia C.R., "Coagulation and Flocculation, "Physicochemical Process for Water Quality Control, by Weber W.J., Wiley Interscience New York, 1972.
- Richardson, J.F. and Zaki W.N. Trans. Inst. Cn M. Eng. (1954):  
32.35 (อ้างอิงมาจาก สมศักดิ์ ดำรงเลิศ พลูอิดโดเซชั่น โรงพิมพ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528)

Schwayer, W. L. K. Polyelectrolytes for Water and Wastewater treatment. CRC Press, Inc., 1981.

Stum W. & O'melia C.R., "Stoichiometry of Coagulation, " J.AWWA., 60, 514-539, 1968.

Tambo N & Watanabe Y., "Physical Characteristics of Floc-1. (the floc density function and aluminum floc), Water Res., 13, 429-439, 1978.

Tambo N. & Watanabe Y., "Physical aspect of flocculation process I. Fundamental practice, Water Res., 13, 429-439, 1979.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก


ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายการคำนวณ ก1 เวลาในการตกตะกอนที่ SOR เท่ากับ 1 ม./ชม.

เก็บตัวอย่างต่ำกว่าระดับน้ำ 15 ซม.

$$\begin{aligned} \text{เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน} &= \frac{15 \times 60}{1.0 \times 100} \\ &= 9 \text{ นาที} \end{aligned}$$



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการคำนวณ ก2 ค่าความเร็วเกรเดียนต์

คำนวณค่า G จาก การสูญเสียเสด จากสมการดังต่อไปนี้

$$P = \rho g \Delta h$$

$$Q = (SOR)A$$

$$P^* = PQ$$

$$V = \Sigma_F AL$$

$$G = (P^*/V\mu)^{1/2}$$

โดยที่  $\Delta h$  = การสูญเสียเสดที่ขุดให้ (ม.)

$P$  = ความดันลด (นิวตัน/เมตร)

$P^*$  = พลังงานที่กระจายให้แก่ น้ำ (วัตต์)

$Q$  = อัตราการไหล (ม./วท.)

$g$  = ค่าความเร็วโลก (ม.วท.<sup>2</sup>)

$\mu$  = ความหนืดพลวัต (กก./ม./วท.)

$\rho$  = ความหนาแน่นของน้ำ (กก./ม.<sup>3</sup>)

$\Sigma_F$  = ความพรุนในสภาวะเสมือนการไหลที่ค่าขยายตัว  $F\%$

$V$  = ปริมาตร

เลือกค่าหัวโม่งที่ 1 ตัวกลาง ขนาด 0.72 มม.

การขยายตัว 20% ค่าความเข้มข้นสารส้ม 20 mg/l มาเป็นตัวอย่งการคำนวณ

$$\Delta h = 5.5 \times 10^{-2} \text{ ม.}$$

$$SOR = 0.42 \text{ ม./วท.}$$

$$\mu = 1.001 \times 10^{-3} \text{ กก./ม./วท.}$$

$$\Sigma_{20} = .570$$

$$g = 9.81 \text{ ม./วท.}^2$$

$$J = 997.5 \text{ กก./ม.}^3$$

$$P = 9.81 \times 997.5 \times 5.5 \times 10^{-2}$$

$$= 538.20$$

$$Q = \frac{0.42 \times 45.62 \times 100 \times 10^{-6}}{60}$$

$$60$$

$$= 31.934 \times 10^{-6}$$

$$P^* = 0.0172$$

$$V = 0.570 \times 45.62 \times 24$$

$$= 624.08 \times 10^{-6}$$

$$G = \frac{0.972}{624.08 \times 10^{-6} \times 1.001 \times 10^{-3}}^{1/2}$$

$$624.08 \times 10^{-6} \times 1.001 \times 10^{-3}$$

$$= 165.93 \text{ วท.}^{-1}$$

นำค่าชั่วโมงที่ 1 ถึง 6 มาหาค่าเฉลี่ยให้ค่า  $G_{avg} = 163.18 \text{ วท.}^{-1}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการคำนวณ ก3 เวลาตกเก็บ

คำนวณเวลาตกเก็บ (detention time) จาก อัตราน้ำล้นผิว

$$\frac{L_F}{L_0} = \frac{1 - \Sigma_F}{1 - \Sigma_0}$$

- โดยที่  $\Sigma_F$  = ความพรุนในสภาวะเสมือนการไหลที่ค่าการขยายตัว  $F\%$   
 $\Sigma_0$  = ความพรุนในสภาวะนิ่ง  
 $L_F$  = ความสูงของชั้นตัวกลาง  
 $L_0$  = ความสูงของชั้นตัวกลางสภาวะนิ่ง

เลือกค่าค่าที่ ชม.ที่ 1 ของ ตัวกลางขนาด 0.72 มม. การขยายตัว 20% ค่าความเข้มข้นสารส้ม 20 mg/l มาเป็นตัวอย่งการคำนวณ

$$\therefore \Sigma_{20\%} = 1 - \frac{L_F}{L_0} (1 - \Sigma_0)$$

$$\Sigma_{20\%} = \frac{24}{20} (1 - 0.484)$$

$$= .570$$

$$t = \frac{\Sigma_F \cdot L_F}{\text{SOR}}$$

SOR



โดยที่  $t$  คือเวลากักเก็บ

SOR คือ ค่าอัตราน้ำฉนวนที่ทดลองได้

$$\therefore t = \frac{.570 \times 24}{0.42}$$

$$= 32.57 \text{ วินาที}$$

$$= 32.57 \text{ วินาที}$$

ทำการเฉลี่ยค่า  $t$  ของชั่วโมงที่ 1 ถึง 6 จะได้ค่า  $t_{\text{AVG}} = 33.11 \text{ SEC}$



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการคำนวณ ก4 ค่า  $n$  ของสมการ Richardson และ Zaki และค่าความพรุนที่ทำให้  
ค่าความเร็วแก๊สเด่นที่สุด

ยกตัวอย่างคำนวณจากตัวกลางขนาด 1.44 มม.

ทำการหาค่าความพรุนที่การขยายตัวค่าต่างๆ

$$\frac{L_o}{L_F} = \frac{1 - \Sigma_F}{1 - \Sigma_o}$$

แทนค่า  $\Sigma_o = 0.489$

$L_o = 20$  ซม.

ที่การขยายตัว 20%  $L_F = 24$  ซม.

$$\Sigma_F = 1 - \frac{24}{20} (1 - 0.489)$$

$$= 0.574$$

expansion	20%	30%	45%	60%	75%
$L_F$	24	26	29	32	35
$E_F$	0.574	0.607	0.648	0.681	0.708

ใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least square method) เพื่อทำการหาค่า  $n$  และ  $v_v$

โดยให้  $X_1 = \log \text{void}$

$n = 20$

$Y_1 = \log \text{sor}$



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ALUM	EXP	VOID	LOG VOID	SOR	LOG SOR
10 mg/l	20%	0.574	-0.241	0.682	-0.180
15 mg/l	20%	0.574	-0.241	0.653	-0.201
20 mg/l	20%	0.574	-0.241	0.642	-0.201
30 mg/l	20%	0.574	-0.241	0.787	-0.215
10 mg/l	30%	0.607	-0.217	0.817	-0.125
15 mg/l	30%	0.607	-0.217	0.817	-0.102
20 mg/l	30%	0.607	-0.217	0.763	-0.102
30 mg/l	30%	0.607	-0.217	1.013	-0.137
10 mg/l	45%	0.648	-0.188	0.983	-0.004
15 mg/l	45%	0.648	-0.188	0.983	-0.018
20 mg/l	45%	0.648	-0.188	0.968	-0.027
30 mg/l	45%	0.648	-0.188	0.923	-0.056
10 mg/l	60%	0.681	-0.167	1.062	0.064
15 mg/l	60%	0.681	-0.167	1.147	0.049
20 mg/l	60%	0.681	-0.167	1.052	-0.004
30 mg/l	60%	0.681	-0.167	1.078	0.009
10 mg/l	75%	0.708	-0.150	1.182	0.093
15 mg/l	75%	0.708	-0.150	1.253	0.086
20 mg/l	75%	0.708	-0.150	1.232	0.079
30 mg/l	75%	0.708	-0.150	1.185	0.053

$$n = \frac{n - (\sum x y) (\sum x) (\sum y)}{n (\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$\log V_c = \frac{(\Sigma y) \Sigma(x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{n (\Sigma(x^2)) - (\Sigma x)^2}$$

ได้ค่า  $n = 3.026$

$$V_c = 3.43 \text{ เมตร/นาทีก}$$

สำหรับตัวกลางขนาด 0.72 มม. ให้ค่า

$$n = 3.186$$

$$V_c = 2.44 \text{ เมตร/นาทีก}$$

สำหรับตัวกลางขนาด 0.36 มม. ให้ค่า

$$n = 3.459$$

$$V_c = 1.11 \text{ เมตร/นาทีก}$$

คำนวณค่า  $\Sigma_m$

จากการประยุกต์สมการของ Ives

$$\Sigma_m = \frac{n - 1}{n}$$

ตัวกลางขนาด 1.44 มม.  $\Sigma_m = \frac{3.026 - 1}{3.026}$

$$= 0.670$$

$$\begin{aligned}
 L_e &= \frac{(1 - \Sigma_o)}{1 - \Sigma_F} \\
 &= \frac{1 - .489}{1 - .670} \\
 &= 1.55
 \end{aligned}$$

ดังนั้น เปอร์เซนต์การขยายตัวของชั้นตัวกลางที่ให้ค่าความเร็วแตรเดียนท์มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 55% ซึ่งอยู่ในช่วงการขยายตัว 45% ถึง 60%

$$\begin{aligned}
 \text{ตัวกลางขนาด } 0.72 \text{ มม. } \Sigma_m &= \frac{3.186-1}{3.186} \\
 &= 0.686
 \end{aligned}$$

ค่า  $\Sigma_m$  0.686 ตัวกลางมีค่าการขยายตัว ( $\Sigma_o = .484$ )

$$\begin{aligned}
 \frac{L_F}{L_o} &= \frac{1 - .484}{1 - .686} \\
 &= 1.64 \text{ หรือการขยายตัว } 64\%
 \end{aligned}$$

ค่าเปอร์เซนต์การขยายตัวของชั้นตัวกลางที่ให้ค่าความเร็วแตรเดียนท์มากที่สุดมีค่า 64% ซึ่งอยู่ในช่วงการขยายตัว 60% ถึง 75%

$$\begin{aligned} \text{ตัวกลางขนาด } 0.36 \text{ มม. } \Sigma_m &= \frac{3.459-1}{3.459} \\ &= 0.710 \end{aligned}$$

ค่า  $\Sigma_m$  0.710 ตัวกลางมีค่าการขยายตัว ( $\Sigma_o = .478$ )

$$L_F = \frac{1 - .489}{1 - .710}$$

$$L_o = 1 - .710$$

$$= 1.76 \text{ หรือขยายตัว } 76\%$$

ดังนั้น เปอร์เซนต์การขยายตัวของชั้นตัวกลางที่ให้ค่าความเร็วแตรเดียนท์มากที่สุด มีค่า 76% ซึ่งอยู่ในช่วงการขยายตัวมากกว่า 75%



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ก1 แสดงค่าความชื้นในการทดลองเบื้องต้น

ความสูงตัวกลางสภาพหนึ่ง	10 ซม.	20 ซม.	35 ซม.	50 ซม.
การขยายตัว 10%	16	3	2.5	3
การขยายตัว 20%	26	7	7.5	7.4
การขยายตัว 45%	27	10.7	12.4	11.5
การขยายตัว 75%	32.5	16.2	17	19

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ ก2 แสดงค่า G, t และค่า  $G \cdot t$  ของตัวกลางขนาด 1.44 มม.

ตัวกลางขนาด 1.44 มม.

alum (mg/l)	expansion	G (avg)	t (avg)	$G \cdot t$ ( $\cdot 10^4$ ) (avg)
10	20%	188.89	10.23	0.382
	30%	189.24	20.08	0.380
	45%	195.08	18.54	0.362
	60%	194.82	18.44	0.359
	75%	191.80	19.40	0.372
15	20%	184.91	21.11	0.437
	30%	191.38	19.33	0.370
	45%	195.02	19.11	0.373
	60%	193.02	19.01	0.367
	75%	189.02	19.78	0.374
20	20%	189.74	21.16	0.401
	30%	196.34	19.33	0.380
	45%	193.49	19.41	0.376
	60%	186.58	20.74	0.387
	75%	188.28	20.13	0.379
30	20%	189.60	21.51	0.407
	30%	192.85	20.70	0.399
	45%	189.35	20.36	0.385
	60%	189.90	20.53	0.390
	75%	186.68	20.94	0.391

ตารางที่ ก3 แสดงค่า G, t และค่า G\*t ของตัวกลางขนาด 0.72 มม.

ตัวกลางขนาด 0.72 มม.

alum (mg/l)	expansion	G (avg)	t (avg)	G*t (*10 <sup>4</sup> ) (avg)
10	20%	165.11	31.46	0.519
	30%	163.53	30.88	0.505
	45%	168.48	28.24	0.476
	60%	169.34	27.87	0.472
	75%	166.83	29.01	0.484
15	20%	161.52	33.08	0.534
	30%	168.11	29.97	0.504
	45%	167.10	29.28	0.489
	60%	167.23	28.67	0.479
	75%	164.04	29.69	0.487
20	20%	163.18	33.11	0.540
	30%	170.47	29.88	0.509
	45%	168.69	29.68	0.500
	60%	167.31	31.25	0.509
	75%	164.09	30.17	0.495
30	20%	159.21	33.55	0.534
	30%	163.45	31.94	0.522
	45%	162.80	31.17	0.507
	60%	165.82	31.01	0.514
	75%	163.26	31.29	0.511

ตารางที่ ก4 แสดงค่า G, t และค่า G\*t ของตัวกลางขนาด 0.36 มม.

ตัวกลาง 0.36 มม.

alum (mg/l)	expansion	G (avg)	t (avg)	G*t (*10 <sup>4</sup> ) (avg)
10	20%	105.26	83.92	0.883
	30%	105.59	81.29	0.858
	45%	112.83	70.94	0.800
	60%	114.66	68.48	0.785
	75%	114.69	69.94	0.802
15	20%	103.69	88.52	0.917
	30%	109.77	77.18	0.847
	45%	112.01	72.85	0.816
	60%	114.00	70.73	0.806
	75%	112.00	71.59	0.802
20	20%	103.10	88.52	0.912
	30%	109.75	77.18	0.847
	45%	112.01	74.35	0.832
	60%	108.73	77.16	0.838
	75%	111.96	72.26	0.809
30	20%	102.23	90.53	0.925
	30%	106.64	83.49	0.890
	45%	110.64	77.94	0.862
	60%	110.81	76.18	0.844
	75%	111.15	75.29	0.837



ตารางที่ ก5 ผลการทดลองการหาความหนาแน่นตัวกลาง

ตัวกลาง	นน. ตัวกลาง (กรัม)	นน.Flask + นน.น้ำ (กรัม)	นน.Flask +นน.น้ำ+นน.ตัวกลาง (กรัม)	ความหนาแน่น กรัม/ลบ.ซม. (กรัม)	ค่าเฉลี่ย (กรัม)
	A	B	C	$\frac{A}{B+A-C}$	
ตัวกลาง ขนาด 1.44 มม.	27.54	641.00	649.93	1.48	1.43
	31.72	641.00	650.38	1.42	
	32.28	641.00	650.06	1.39	
ตัวกลาง ขนาด 0.72 มม.	36.08	641.00	653.34	1.52	1.48
	30.73	641.00	650.83	1.47	
	36.90	641.00	652.45	1.45	
ตัวกลาง ขนาด 0.36 มม.	51.32	641.00	659.21	1.55	1.54
	60.62	641.00	661.47	1.51	
	54.59	641.00	660.60	1.56	

ตารางที่ ก6 ผลการทดลองหาค่าความพรุนของตัวกลาง

ตัวกลาง	ปริมาตรทั้งหมด ลบ. ซม.	ปริมาตรมวล ลบ. ซม.	ความพรุน	ค่าเฉลี่ย
	$V_1$	$V_2$	$V_2/V_1$	
ตัวกลาง ขนาด 1.44 มม.	71	33.73	0.475	
$\rho = 1.43$	85	41.65	0.490	
ก./ลบ. ซม.	54	27.10	0.502	0.489
ตัวกลาง ขนาด 0.72 มม.	56	40.45	0.488	
$\rho = 1.48$	97	68.77	0.479	
ก./ลบ. ซม.	85.5	61.37	0.485	0.484
ตัวกลาง ขนาด 0.36 มม.	75	55.32	0.479	
$\rho = 1.54$	55	40.91	0.483	
ก./ลบ. ซม.	71	51.61	0.472	0.478



ภาคผนวก ๗

ผลการทดลองการสํานตะกอน

โดยใช้ฟลูอิดซ์เบค

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

run no. 1  
 date 20/10/94  
 pH 7.2  
 temp. 26.3 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 20 %  
 flow rate 0.739 l/min  
 upflow velocity 0.162 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.9	5.5	5.7	6.0	5.8	5.9
G (sec <sup>-1</sup> )	105.64	101.99	107.03	106.53	104.74	105.64
residual turbid (ntu)	5.8	5.7	5.7	5.5	5.9	5.6

run no. 2  
 date 21/10/94  
 pH 7.3  
 temp. 24.2 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 30 %  
 flow rate 0.812 l/min  
 upflow velocity 0.178 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.5	5.4	5.9	6.0	5.8	5.9
G (sec <sup>-1</sup> )	106.45	102.81	110.03	106.55	104.69	102.81
residual turbid (ntu)	5.5	5.5	5.2	5.6	5.2	5.2

run no. 3  
 date 22/10/94  
 pH 7.4  
 temp. 25.3 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 45 %  
 flow rate 1.148 l/min  
 upflow velocity 0.260 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.6	5.6	5.7	5.6	5.6	5.7
G (sec <sup>-1</sup> )	112.14	112.14	115.29	112.14	112.14	113.13
residual turbid (ntu)	10.7	12.0	9.9	10.9	11.2	10.2

run no. 4  
 date 24/10/94  
 pH 7.2  
 temp. 26.5 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 60 %  
 flow rate 1.437 l/min  
 upflow velocity 0.315 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.5	6.0	5.5	5.5	5.7	5.5
G (sec <sup>-1</sup> )	112.59	117.60	116.16	112.59	116.45	112.59
residual turbid (ntu)	12.5	11.8	13.0	11.8	12.0	11.3



run no. 5

date 25/10/94

ph 7.3

temp. 24

media size 0.36 mm

alum dose 10 mg/l

expansion 75 %

flow rate 1.606 l/min

upflow velocity 0.352 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.8	5.8	5.7	5.7	5.9	5.5
G (sec <sup>-1</sup> )	115.10	113.45	118.90	114.11	116.09	110.48
residual turbid (ntu)	15.7	16.3	15.8	15.9	15.9	15.8

run no. 6

date 26/10/94

pH 7.5

temp. 25.5 c

media size 0.36 mm

alum dose 15 mg/l

expansion 20 %

flow rate 0.698 l/min

upflow velocity 0.153 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	6.0	5.9	5.8	6.0	5.9	6.0
G (sec <sup>-1</sup> )	106.53	102.28	104.74	103.15	102.28	103.15
residual turbid (ntu)	5.6	5.6	5.2	5.4	5.4	5.7

run no. 7

date 28/10/94

pH 7.3

temp. 26.4 c

media size 0.36 mm

alum dose 15 mg/l

expansion 30 %

flow rate 0.922 l/min

upflow velocity 0.202 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.8	5.8	6.0	5.6	5.7	5.9
G (sec <sup>-1</sup> )	109.32	109.32	113.93	107.41	108.37	110.25
residual turbid (ntu)	3.8	3.6	3.6	3.8	3.9	3.6

run no. 8

date 30/10/94

pH 7.4

temp. 28.3 c

media size 0.36 mm

alum dose 15 mg/l

expansion 45 %

flow rate 1.163 l/min

upflow velocity 0.255 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.7	5.5	5.5	5.8	5.8	5.9
G (sec <sup>-1</sup> )	113.13	108.97	113.25	111.91	111.91	112.87
residual turbid (ntu)	9.1	9.4	9.6	9.0	9.1	9.5

run no. 9  
 date 21/10/94  
 pH 7.4  
 temp. 27.4 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 60 %  
 flow rate 1.391 l/min  
 upflow velocity 0.305 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.7	5.6	5.6	5.7	5.9	5.9
G (sec <sup>-1</sup> )	112.75	111.76	115.43	112.75	116.61	114.72
residual turbid (ntu)	12.2	12.5	11.4	11.5	12.40	11.3

run no. 10  
 date 1/11/94  
 pH 7.5  
 temp. 26 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 75 %  
 flow rate 1.565 l/min  
 upflow velocity 0.343 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
head loss (cm H <sub>2</sub> O)	5.5	5.5	5.6	5.6	5.8	5.6
G (sec <sup>-1</sup> )	112.09	110.48	114.71	111.48	113.45	109.82
residual turbid (ntu)	16.2	15.0	15.3	14.8	14.8	15.6

run no. 11  
 date 2/11/94  
 pH 7.2  
 temp. 26.5 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 20 %  
 flow rate 0.698 l/min  
 upflow velocity 0.153 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (H <sub>2</sub> O)	5.90	6.0	5.8	5.7	6.0	5.8
G (sec <sup>-1</sup> )	105.64	103.15	104.75	100.53	103.15	101.41
residual turbid (ntu)	2.40	2.3	2.3	2.3	2.3	2.2

run no. 12  
 date 3/11/94  
 pH 7.1  
 temp. 24.4 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 30 %  
 flow rate 0.922 l/min  
 upflow velocity 0.202 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.8	5.9	5.6	5.7	5.9	5.9
G (sec <sup>-1</sup> )	109.32	110.25	110.07	108.37	110.25	110.25
residual turbid (ntu)	2.6	2.9	2.9	2.7	2.6	2.6

run no. 13  
 date 4/11/94  
 pH 7.2  
 temp. 26.2 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 45 %  
 flow rate 1.141 l/min  
 upflow velocity 0.250 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.6	5.9	5.7	6.0	5.6	6.1
G (sec <sup>-1</sup> )	109.96	110.59	115.29	113.82	109.96	112.45
residual turbid (ntu)	6.1	6.5	6.1	6.2	6.0	6.2

run no. 14  
 date 5/11/94  
 pH 7.3  
 temp. 25.1 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 60 %  
 flow rate 1.277 l/min  
 upflow velocity 0.280 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.6	5.6	5.7	5.6	5.8	5.8
G (sec <sup>-1</sup> )	111.76	107.97	110.86	106.03	109.88	105.89
residual turbid (ntu)	10.6	10.6	10.9	11.0	10.3	10.8

run no. 15  
 date 7/11/94  
 pH 7.3  
 temp. 27.6 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 75 %  
 flow rate 1.551 l/min  
 upflow velocity 0.340 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.8	5.7	5.9	5.7	5.4	5.4
G (sec <sup>-1</sup> )	113.45	112.47	116.09	112.47	109.47	107.84
residual turbid (ntu)	14.6	14.0	15.0	14.6	15.3	15.1

run no. 16  
 date 8/11/94  
 pH 7.4  
 temp. 26.2 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 20 %  
 flow rate 0.684 l/min  
 upflow velocity 0.150 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	6.1	5.7	5.6	6.2	5.9	5.9
G (sec <sup>-1</sup> )	104.00	100.53	102.92	104.85	102.28	98.81
residual turbid (ntu)	2.4	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4

run no. 17  
 date 9/11/94  
 pH 7.5  
 temp. 25.4 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 30 %  
 flow rate 0.853 l/min  
 upflow velocity 0.187 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.7	6.0	6.1	6.0	5.9	5.8
G (sec <sup>-1</sup> )	105.64	101.99	107.03	106.53	104.74	105.64
residual turbid (ntu)	3.3	3.5	3.6	3.4	3.3	3.5

run no. 18  
 date 12/11/94  
 pH 7.3  
 temp. 23.2 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 45 %  
 flow rate 1.086 l/min  
 upflow velocity 0.238 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.9	6.0	5.9	6.0	5.8	6.1
G (sec <sup>-1</sup> )	110.59	111.52	112.87	109.17	109.65	110.08
residual turbid (ntu)	7.8	8.0	7.5	7.2	8.2	8.4

run no. 19  
 date 13/11/94  
 pH 7.4  
 temp. 24.2 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 60 %  
 flow rate 1.291 l/min  
 upflow velocity 0.283 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.9	5.6	5.6	6.0	5.9	6.0
G (sec <sup>-1</sup> )	112.79	107.97	111.76	111.76	110.83	109.75
residual turbid (ntu)	11.2	11.3	11.4	10.3	10.2	10.9

run no. 20  
 date 15/11/94  
 pH 7.2  
 temp. 25.2 c

media size 0.36 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 75 %  
 flow rate 1.491 l/min  
 upflow velocity 0.327 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.7	5.8	5.7	6.0	5.6	6.0
G (sec <sup>-1</sup> )	110.80	110.06	114.11	111.94	109.82	110.18
residual turbid (ntu)	16.4	16.8	14.7	16.0	13.6	16.7



run no. 21

date 17/11/94

pH 7.4

temp. 26 c

media size 0.72 mm

alum dose 10 mg/l

expansion 20 %

flow rate 1.984 l/min

upflow velocity 0.435 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.6	5.2	5.4	5.2	5.3	5.4
G (sec <sup>-1</sup> )	169.92	163.74	168.74	168.86	163.41	163.02
residual turbid (ntu)	6.7	7.0	7.1	7.3	7.0	6.8

run no. 22

date 18/11/94

pH 7.3

temp. 25 c

media size 0.72 mm

alum dose 10 mg/l

expansion 30 %

flow rate 2.317 l/min

upflow velocity 0.508 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.6	5.2	5.4	5.2	5.3	5.4
G (sec <sup>-1</sup> )	166.23	166.23	162.94	163.03	163.03	159.74
residual turbid (ntu)	8.80	8.60	8.80	8.90	8.50	8.70



run no. 23  
 date 18/11/94  
 pH 7.3  
 temp. 25.4 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 45 %  
 flow rate 3.020 l/min  
 upflow velocity 0.662 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.9	4.9	5.0	5.1	5.1	5.0
G (sec <sup>-1</sup> )	166.59	165.32	172.06	169.95	169.95	167.00
residual turbid (ntu)	13.0	11.8	13.8	12.7	14.9	14.8

run no. 24  
 date 20/11/94  
 pH 7.1  
 temp. 26.3 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 60 %  
 flow rate 3.567 l/min  
 upflow velocity 0.782 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.9	4.9	5.2	5.0	5.0	4.9
G (sec <sup>-1</sup> )	167.02	167.02	177.56	168.72	169.81	165.93
residual turbid (ntu)	19.2	17.8	18.6	17.0	19.0	19.5

run no. 25  
 date 21/11/94  
 pH 7.2  
 temp. 27.2 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 75 %  
 flow rate 3.887 l/min  
 upflow velocity 0.852 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.8	4.8	5.1	5.1	5.2	5.2
G (sec <sup>-1</sup> )	161.83	160.86	173.62	166.81	170.43	167.43
residual turbid (ntu)	19.3	19.7	18.9	19.8	19.9	18.9

run no. 26  
 date 23/11/94  
 pH 7.3  
 temp. 26.4 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 20 %  
 flow rate 1.884 l/min  
 upflow velocity 0.413 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.3	5.4	5.4	5.1	5.5	5.6
G (sec <sup>-1</sup> )	162.03	161.35	165.32	156.06	162.65	161.73
residual turbid (ntu)	6.4	6.9	6.6	6.5	6.9	6.5

run no. 27  
 date 25/11/94  
 pH 7.5  
 temp. 25.1 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 30 %  
 flow rate 2.386 l/min  
 upflow velocity 0.523 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.4	5.0	5.4	5.2	5.5	5.2
G (sec <sup>-1</sup> )	171.05	163.03	172.66	166.26	170.99	164.65
residual turbid (ntu)	7.9	7.6	7.4	7.9	7.7	7.6

run no. 28  
 date 26/11/94  
 pH 7.6  
 temp. 24 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 45 %  
 flow rate 2.911 l/min  
 upflow velocity 0.638 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.3	5.0	4.9	5.3	5.1	5.0
G (sec <sup>-1</sup> )	170.61	164.41	167.84	169.27	167.36	163.10
residual turbid (ntu)	12.7	13.0	12.8	13.0	12.3	12.8

run no. 29  
 date 27/11/94  
 pH 7.5  
 temp. 23.2 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 60 %  
 flow rate 3.453 l/min  
 upflow velocity 0.757 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.0	4.9	5.0	5.2	5.1	4.8
G (sec <sup>-1</sup> )	166.51	163.74	171.97	169.81	169.29	162.06
residual turbid (ntu)	17.2	16.8	17.2	15.6	17.2	17.6

run no. 30  
 date 28/11/94  
 pH 7.6  
 temp. 24.5 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 15 %  
 flow rate 3.796 l/min  
 upflow velocity 0.832 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.8	4.9	5.2	4.9	4.9	5.2
G (sec <sup>-1</sup> )	161.83	161.54	171.41	161.54	162.53	165.40
residual turbid (ntu)	18.8	16.9	18.2	16.8	18.6	17.4

run no. 31  
 date 29/11/94  
 pH 7.5  
 temp. 25.3 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 20 %  
 flow rate 2.039 l/min  
 upflow velocity 0.447 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.5	5.6	5.4	5.5	5.3	5.7
G (sec <sup>-1</sup> )	164.52	164.02	164.95	162.55	159.57	163.45
residual turbid (ntu)	5.4	5.2	5.2	5.1	5.3	4.9

run no. 32  
 date 30/11/94  
 pH 7.6  
 temp. 24.4 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 30 %  
 flow rate 2.395 l/min  
 upflow velocity 0.525 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.4	5.1	5.4	5.5	5.5	5.6
G (sec <sup>-1</sup> )	174.05	164.65	174.25	170.99	170.99	170.87
residual turbid (ntu)	7.4	7.0	7.5	7.4	7.8	7.7

run no. 33

date 1/12/94

pH 7.3

temp. 25 c

media size 0.72 mm

alum dose 20 mg/l

expansion 45 %

flow rate 2.874 l/min

upflow velocity 0.630 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.4	5.1	5.2	5.4	5.1	5.4
G (sec <sup>-1</sup> )	170.86	164.72	172.91	169.50	166.04	168.12
residual turbid (ntu)	12.5	12.5	12.4	11.8	12.5	12.0

run no. 34

date 2/12/94

pH 7.2

temp. 24 c

media size 0.72 mm

alum dose 20 mg/l

expansion 60 %

flow rate 3.157 l/min

upflow velocity 0.692 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.4	5.5	5.5	5.5	5.4	5.4
G (sec <sup>-1</sup> )	170.72	168.72	172.29	166.29	164.77	161.10
residual turbid (ntu)	16.2	15.9	16.1	15.8	15.4	16.1

run no. 35  
 date 3/12/94  
 pH 7.3  
 temp. 26 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 75 %  
 flow rate 3.731 l/min  
 upflow velocity 0.818 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.0	5.0	5.1	5.2	5.2	4.9
G (sec <sup>-1</sup> )	168.18	162.19	168.80	165.40	166.42	159.56
residual turbid (ntu)	17.3	17.2	17.8	16.5	17.3	17.6

run no. 36  
 date 3/12/94  
 pH 7.3  
 temp. 26.1 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 20 %  
 flow rate 1.861 l/min  
 upflow velocity 0.408 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.3	5.4	5.3	5.3	5.2	5.3
G (sec <sup>-1</sup> )	159.57	159.09	165.30	157.61	158.06	155.63
residual turbid (ntu)	5.7	5.3	5.7	5.5	5.4	6.0



run no. 37  
 date 4/12/94  
 pH 7.2  
 temp. 25.1 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 30 %  
 flow rate 2.245 l/min  
 upflow velocity 0.492 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.2	5.3	5.6	5.2	5.2	5.4
G (sec <sup>-1</sup> )	163.03	161.27	174.19	159.74	161.39	161.08
residual turbid (ntu)	5.8	5.7	5.7	5.5	5.9	5.6

run no. 38  
 date 5/12/94  
 pH 7.3  
 temp. 25.1 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 45 %  
 flow rate 2.737 l/min  
 upflow velocity 0.600 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.0	5.4	5.3	5.2	5.0	5.0
G (sec <sup>-1</sup> )	161.78	165.35	170.61	162.25	160.45	156.38
residual turbid (ntu)	10.0	10.5	10.0	10.6	9.7	10.7

run no. 39  
 date 6/12/94  
 pH 7.3  
 temp. 25.4 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 60 %  
 flow rate 3.203 l/min  
 upflow velocity 0.702 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.4	5.6	5.4	5.1	5.0	5.4
G (sec <sup>-1</sup> )	168.37	169.02	171.89	161.22	160.87	163.55
residual turbid (ntu)	5.8	5.7	5.7	5.5	5.9	5.6

run no. 40  
 date 7/12/94  
 pH 7.4  
 temp. 26.1 c

media size 0.72 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 75 %  
 flow rate 3.604 l/min  
 upflow velocity 0.790 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.2	5.5	5.0	5.0	5.2	5.4
G (sec <sup>-1</sup> )	164.37	164.33	166.14	159.15	163.34	162.19
residual turbid (ntu)	16.9	16.4	16.9	16.5	16.5	16.2

run no. 41  
 date 8/12/94  
 pH 7.4  
 temp. 25.8 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 20 %  
 flow rate 3.111 l/min  
 upflow velocity 0.682 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.6	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
G (sec <sup>-1</sup> )	192.15	188.67	192.78	187.27	188.67	183.79
residual turbid (ntu)	9.3	9.6	9.4	9.9	9.2	9.9

run no. 42  
 date 17/12/94  
 ph 7.5  
 temp. 27.3 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 30 %  
 flow rate 3.590 l/min  
 upflow velocity 0.787 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.4	4.6	4.6	4.4	4.3	4.6
G (sec <sup>-1</sup> )	191.44	192.13	195.75	185.51	183.93	187.20
residual turbid (ntu)	12.4	13.2	12.9	12.8	12.5	12.8

run no. 43  
 date 19/12/94  
 pH 7.3  
 temp. 25 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 45 %  
 flow rate 4.621 l/min  
 upflow velocity 1.013 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.5	4.4	4.5	4.4	4.3	4.3
G (sec <sup>-1</sup> )	197.93	193.79	200.82	194.76	192.53	190.62
residual turbid (ntu)	16.60	18.00	15.50	16.20	17.10	15.90

run no. 44  
 date 20/12/94  
 pH 7.5  
 temp. 26 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 60 %  
 flow rate 4.849 l/min  
 upflow velocity 1.062 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.2	4.3	4.2	4.6	4.5	4.4
G (sec <sup>-1</sup> )	190.17	191.60	195.78	199.02	198.52	193.81
residual turbid (ntu)	18.40	19.10	16.80	20.20	16.20	16.60

run no. 45  
 date 23/12/94  
 pH 7.5  
 temp. 24.3 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 10 mg/l  
 expansion 75 %  
 flow rate 5.392 l/min  
 upflow velocity 1.182 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.6	4.3	4.5	4.6	4.5	4.2
G (sec <sup>-1</sup> )	194.40	186.47	198.97	193.63	193.78	183.55
residual turbid (ntu)	24.0	22.9	24.2	23.6	23.5	22.9

run no. 46  
 date 24/12/94  
 pH 7.6  
 temp. 25.4 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 20 %  
 flow rate 2.979 l/min  
 upflow velocity 0.653 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.5	4.4	4.6	4.5	4.4	4.6
G (sec <sup>-1</sup> )	210.77	205.77	214.19	202.35	203.93	206.17
residual turbid (ntu)	9.9	9.8	10.1	9.4	10.0	9.4

run no. 47  
 date 25/12/94  
 pH 7.5  
 temp. 27.4 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 30 %  
 flow rate 3.727 l/min  
 upflow velocity 0.817 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.4	4.3	4.3	4.5	4.5	4.5
G (sec <sup>-1</sup> )	192.61	188.10	192.69	192.42	192.42	190.03
residual turbid (ntu)	12.9	12.4	12.5	13.1	12.6	12.4

run no. 48  
 date 26/12/94  
 pH 7.3  
 temp. 29 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 45 %  
 flow rate 4.844 l/min  
 upflow velocity 0.983 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	5.9	5.5	5.7	6.0	5.8	5.9
G (sec <sup>-1</sup> )	199.29	197.26	196.68	193.02	194.01	189.88
residual turbid (ntu)	16.9	16.8	16.7	16.7	16.1	16.9

run no. 49  
 date 27/12/94  
 pH 7.4  
 temp. 27 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 60 %  
 flow rate 5.233 l/min  
 upflow velocity 1.147 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.5	4.2	4.3	4.5	4.5	4.5
G (sec <sup>-1</sup> )	194.31	186.06	195.68	194.31	195.16	192.60
residual turbid (ntu)	18.1	19.0	18.5	17.1	17.2	18.1

run no. 50  
 date 28/12/94  
 pH 7.3  
 temp. 26 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 15 mg/l  
 expansion 75 %  
 flow rate 5.716 l/min  
 upflow velocity 1.253 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.6	4.6	4.4	4.3	4.3	4.3
G (sec <sup>-1</sup> )	193.63	192.09	185.72	186.47	184.21	189.20
residual turbid (ntu)	22.2	24.2	23.3	23.9	22.2	24.6

run no. 51  
 date 3/1/95  
 pH 7.3  
 temp. 24.8 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 20 %  
 flow rate 2.974 l/min  
 upflow velocity 0.652 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.9	4.6	4.9	4.9	4.7	4.5
G (sec <sup>-1</sup> )	193.96	185.06	198.32	191.00	188.51	181.60
residual turbid (ntu)	8.8	8.6	8.9	8.6	8.6	8.7

run no. 52  
 date 4/1/95  
 pH 7.2  
 temp. 25.8 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 30 %  
 flow rate 3.727 l/min  
 upflow velocity 0.817 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.6	4.6	4.8	4.7	4.5	4.7
G (sec <sup>-1</sup> )	195.75	194.55	203.58	196.65	193.61	194.21
residual turbid (ntu)	11.7	11.1	11.3	12.0	11.5	12.4



run no. 53  
 date 5/1/95  
 pH 7.3  
 temp. 26.7 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 45 %  
 flow rate 4.416 l/min  
 upflow velocity 0.968 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.4	4.7	4.3	4.7	4.6	4.5
G (sec <sup>-1</sup> )	189.88	195.22	194.43	196.24	195.15	190.01
residual turbid (ntu)	14.7	14.6	15.1	14.6	14.9	14.2

run no. 54  
 date 6/1/95  
 pH 7.3  
 temp. 24.8 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 60 %  
 flow rate 4.799 l/min  
 upflow velocity 1.052 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.7	4.6	4.3	4.6	4.4	4.4
G (sec <sup>-1</sup> )	195.06	189.44	186.58	186.74	182.63	179.05
residual turbid (ntu)	15.6	15.8	16.0	16.3	16.7	16.9

run no. 55  
 date 7/1/95  
 pH 7.2  
 temp. 25.3 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 20 mg/l  
 expansion 75 %  
 flow rate 5.620 l/min  
 upflow velocity 1.232 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.6	4.3	4.5	4.3	4.6	4.4
G (sec <sup>-1</sup> )	192.09	184.21	193.03	184.21	191.34	184.81
residual turbid (ntu)	20.3	21.2	21.2	20.2	20.2	21.5

run no. 56  
 date 9/1/95  
 pH 7.5  
 temp. 26.8 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 20 %  
 flow rate 2.924 l/min  
 upflow velocity 0.642 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.9	4.7	5.0	4.7	4.9	4.7
G (sec <sup>-1</sup> )	192.48	185.59	200.33	185.59	191.00	182.62
residual turbid (ntu)	7.2	7.7	8.2	8.2	7.2	7.2

run no. 57  
 date 10/1/95  
 pH 7.4  
 temp. 26 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 30 %  
 flow rate 3.481 l/min  
 upflow velocity 0.763 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.9	4.9	4.6	4.7	4.8	4.9
G (sec <sup>-1</sup> )	195.77	193.21	195.75	189.23	192.50	190.62
residual turbid (ntu)	12.3	11.6	13.0	11.5	11.8	11.5

run no. 58  
 date 11/1/95  
 pH 7.2  
 temp. 27.3 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 45 %  
 flow rate 4.211 l/min  
 upflow velocity 0.923 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.5	4.7	4.7	4.5	4.5	4.4
G (sec <sup>-1</sup> )	190.01	191.06	198.28	186.96	187.98	181.79
residual turbid (ntu)	16.1	14.4	15.3	15.2	14.0	15.9

run no. 59  
 date 10/1/95  
 pH 7.4  
 temp. 26.2 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 60%  
 flow rate 4.918 l/min  
 upflow velocity 1.078 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.8	4.6	4.6	4.4	4.8	4.5
G (sec <sup>-1</sup> )	194.42	188.54	194.72	184.40	193.50	183.80
residual turbid (ntu)	22.10	21.60	22.30	22.40	21.60	22.30

run no. 60  
 date 12/1/95  
 pH 7.3  
 temp. 26.8 c

media size 1.44 mm  
 alum dose 30 mg/l  
 expansion 75 %  
 flow rate 5.405 l/min  
 upflow velocity 1.185 m/min

hour	1	2	3	4	5	6
headloss (cm H <sub>2</sub> O)	4.7	4.5	4.3	4.6	4.7	4.5
G (sec <sup>-1</sup> )	191.01	183.76	187.95	186.59	189.41	181.37
residual turbid (ntu)	22.1	22.6	22.3	22.4	21.6	22.3



### ประวัติผู้ทำวิจัย

นายเสถียร ศาส์นันทน์ เกิดวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ.2508 สำเร็จการศึกษา  
ปริญญาตรีศึกษาศาสตร์บัณฑิต สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์ ในปีพ.ศ.2532 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตที่จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย ในปีพ.ศ.2533

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย