

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา คุณลักษณะของน้ำก่อน และหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยฟลอคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก ได้สรุปไว้ในตารางที่ 12 , 13 และ 14 และภาพที่ 13 ถึงภาพที่ 29 ส่วนตารางรายละเอียดของการคำนวณและการออกแบบ แสดงไว้ในภาคผนวก จ

4.1 คุณลักษณะของน้ำก่อนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ในการทดลอง ได้ทำการศึกษาคูณภาพน้ำก่อนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ด้วยฟลอคคูเลเตอร์ แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก โดยแบ่งการศึกษาเป็น 3 ช่วง ความขุ่นคือ 30-50 NTU , 50-100 NTU และ 100-150 NTU มีพารามิเตอร์ที่ศึกษา 3 พารามิเตอร์ คือ ความขุ่น พีเอช และสภาพต่างของน้ำซึ่งเป็น พารามิเตอร์ที่ถูกพิจารณาในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยมุ่งเน้นเป็นการกำจัดความขุ่นเป็นหลัก ส่วน พีเอชและสภาพต่างของน้ำเป็นพารามิเตอร์ที่สะท้อน ความเหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยา โดยจะให้อยู่ในช่วงที่ สารโคแอกกูเลนต์สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม คือ พีเอช 6-9 และสภาพต่างของน้ำ 60-100 mg/l จึงไม่ต้องการควบคุมพีเอช และสภาพต่างของน้ำ

ในช่วงฤดูฝน เป็นช่วงที่น้ำดิบมีการแปรปรวนด้านความขุ่น และสีมาก จากข้อมูลการสำรวจลำน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี พ.ศ. 2537 - พ.ศ. 2538 ของกรมควบคุมมลพิษ (2540) ได้ผลสรุปว่า ในช่วงฤดูฝน จากเดือน สิงหาคม - กันยายน แม่น้ำมีความขุ่น ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 30-60 NTU และ 90-130 NTU จากข้อมูลดังกล่าว จึงได้ออกแบบการทดลองโดยใช้ความขุ่นเริ่มต้นในช่วงที่มีความขุ่นแปรปรวนเป็นส่วนใหญ่ เพื่อผลการศึกษา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปในอนาคต

- คุณลักษณะของน้ำก่อนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ กำหนดให้ความขุ่นอยู่ในช่วง 30-50 NTU พบว่าความขุ่นมีค่าอยู่ระหว่าง 41.5-48.1 NTU (ค่าเฉลี่ย 45.1 NTU) พีเอช มีค่าอยู่ระหว่าง 6.9-7.3 และสภาพต่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 70-78 mg/l

- คุณลักษณะของน้ำ ก่อนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ กำหนดให้ความขุ่นอยู่ในช่วง 50-100 NTU พบว่าความขุ่นมีค่าอยู่ระหว่าง 74.7-99.7 NTU (ค่าเฉลี่ย 80.7 NTU) พีเอช มีค่าอยู่ระหว่าง 6.9-7.3 และสภาพต่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 72-84 mg/l

- คุณลักษณะของน้ำก่อนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ กำหนดให้ความขุ่นอยู่ในช่วง 100-150 NTU พบว่าความขุ่นมีค่าอยู่ระหว่าง 126-144.4 NTU (ค่าเฉลี่ย 133.9 NTU) พีเอช มีค่าอยู่ระหว่าง 7.0-7.4 และสภาพต่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 70-80 mg/l

4.2 คุณลักษณะของน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

- คุณลักษณะของน้ำที่ผ่านการปรับปรุง ในช่วงความขุ่น 30-50 NTU พบว่า ค่าความขุ่นมีพิสัยอยู่ระหว่าง 4.6-13.2 NTU เมื่อแยกเป็น 4 ค่า อัตราการไหลคือ 30, 50, 80 และ 100 cm³/s ค่าความขุ่นเฉลี่ย มีค่า 6.2, 8.5, 4.8, 12.3 NTU ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 13 ค่าพีเอชมีพิสัยอยู่ระหว่าง 6.8-7.0 เมื่อแยกเป็น 4 ค่า อัตราการไหล คือ 30, 50, 80 และ

ตารางที่ 12 สรุปข้อมูลคุณลักษณะของน้ำก่อน และหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยฟ্লอคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก ครั้งที่ 1

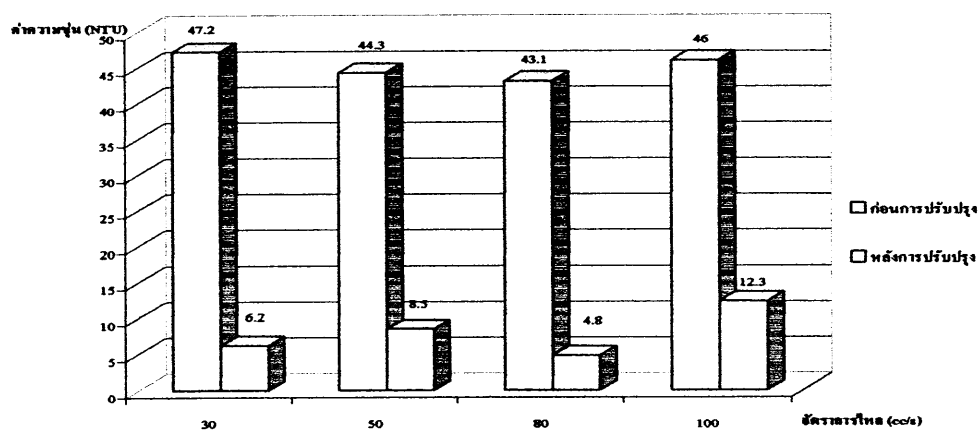
Q (cc/s)	Turb (NTU.) Control	Turb (NTU.)		pH		Alk.(mg/l)		Time		Efficiency %	Total Head Loss		Total G (s ⁻¹)	GT
		inf.	eff.	inf.	eff.	inf.	eff.	min.	s.		(cm.)	(ft.)		
30	30-50	46.3	5.4	7.1	7.0	76	68	20	1200	88	3.1	0.102	20	24,000
	50-100	78.0	8.7	7.2	7.0	78	66	20	1200	89	3.0	0.098	18	21,600
	100-150	129.0	2.9	7.4	6.9	78	62	20	1200	98	3.2	0.105	19	22,800
50	30-50	42.0	8.7	7.3	7.0	78	73	12	720	79	6.3	0.207	33	23,760
	50-100	76.6	5.8	7.0	6.8	78	69	12	720	92	6.0	0.197	33	23,760
	100-150	133.2	5.2	7.3	6.6	80	53	12	720	96	6.1	0.200	34	24,480
80	30-50	41.5	4.6	7.3	6.8	74	66	8	480	89	7.6	0.249	49	23,520
	50-100	79	6.7	7.3	6.9	84	63	8	480	91	7.9	0.259	50	24,000
	100-150	126	4.7	7.2	6.4	72	48	8	480	96	8.1	0.266	49	23,520
100	30-50	45.3	13.2	6.9	6.9	74	69	6	360	71	11.0	0.361	64	23,040
	50-100	75.6	6.4	7.0	6.7	76	60	6	360	92	11.0	0.361	64	23,040
	100-150	127.5	7.9	7.2	6.5	78	54	6	360	94	11.0	0.361	64	23,040

ตารางที่ 13 สรุปข้อมูลคุณลักษณะของน้ำก่อน และหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยฟ্লอคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก ครั้งที่ 2

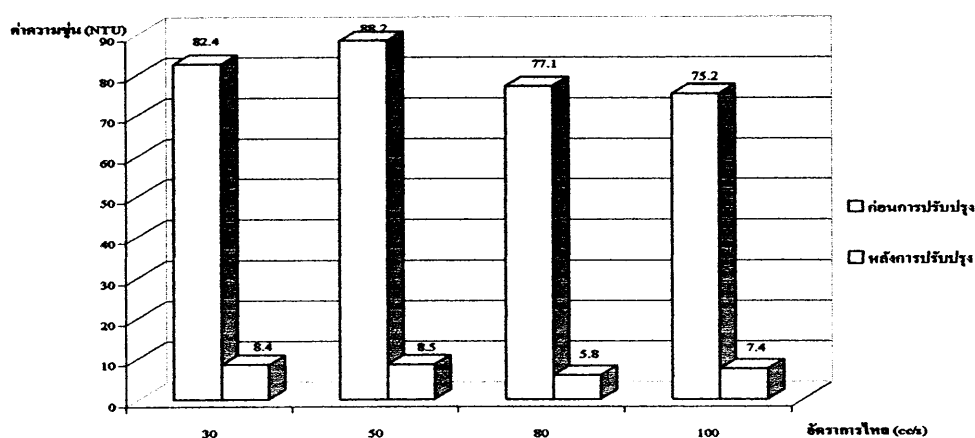
Q (cc/s)	Turb (NTU.) Control	Turb (NTU.)		pH		Alk.(mg/l)		Time		Efficiency %	Total Head Loss		Total G (s ⁻¹)	GT
		inf.	eff.	inf.	eff.	inf.	eff.	min.	s.		(cm.)	(ft.)		
30	30-50	48.1	6.9	7.1	6.9	74	67	20	1200	86	3.4	0.112	20	24,000
	50-100	86.7	8.1	7.0	6.7	72	58	20	1200	91	3.3	0.108	19	22,800
	100-150	144.4	9.8	7.1	6.7	74	49	20	1200	93	3.1	0.102	19	22,800
50	30-50	46.5	8.3	6.9	7.0	74	70	12	720	82	6.4	0.210	35	25,200
	50-100	99.7	11.1	7.1	6.8	72	68	12	720	89	6.3	0.207	33	23,760
	100-150	143.2	7.1	7.0	6.7	70	50	12	720	95	6.1	0.200	33	23,760
80	30-50	44.7	5.0	7.1	6.8	70	65	8	480	89	8.0	0.262	48	23,040
	50-100	75.2	4.9	7.1	6.7	74	60	8	480	93	8.3	0.272	49	23,520
	100-150	140.1	8.4	7.0	6.5	78	48	8	480	94	7.9	0.259	48	23,040
100	30-50	46.7	11.3	7.1	6.8	74	61	6	360	76	10.5	0.344	61	21,960
	50-100	74.7	8.4	6.9	6.8	72	60	6	360	89	11.2	0.367	64	23,040
	100-150	128.1	9.4	7.2	6.5	74	52	6	360	93	10.8	0.354	62	22,320

ตารางที่ 14 สรุปข้อมูลเฉลี่ยคุณลักษณะของน้ำก่อน และหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยฟล็อกคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก

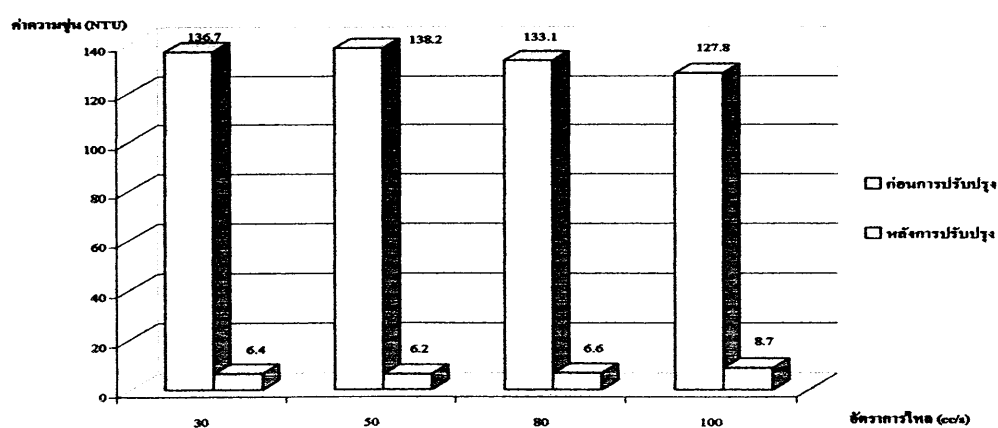
Q (cc/s)	Turb (NTU.) Control	Turb (NTU.)		pH		Alk.(mg/l)		Time		Efficiency %	Total Head Loss		Total G (s ⁻¹)	GT
		inf.	eff.	inf.	eff.	inf.	eff.	min.	s.		(cm.)	(ft.)		
30	30-50	47.2	6.2	7.1	7.0	75	68	20	1200	87	3.3	0.107	20	24,000
	50-100	82.4	8.4	7.1	6.9	75	62	20	1200	90	3.2	0.103	19	22,200
	100-150	136.7	6.4	7.3	6.8	76	56	20	1200	96	3.2	0.104	19	22,800
50	30-50	44.3	8.5	7.1	7.0	76	72	12	720	81	6.4	0.209	34	24,480
	50-100	88.2	8.5	7.1	6.8	75	69	12	720	91	6.2	0.202	33	23,760
	100-150	138.2	6.2	7.2	6.7	75	52	12	720	96	6.1	0.200	34	24,120
80	30-50	43.1	4.8	7.2	6.8	72	66	8	480	89	7.8	0.256	49	23,280
	50-100	77.1	5.8	7.2	6.8	79	62	8	480	92	8.1	0.266	50	23,760
	100-150	133.1	6.6	7.1	6.5	75	48	8	480	95	8.0	0.263	49	23,280
100	30-50	46.0	12.3	7.0	6.9	74	65	6	360	74	10.8	0.353	63	22,500
	50-100	75.2	7.4	7.0	6.8	74	60	6	360	91	11.1	0.364	64	23,040
	100-150	127.8	8.7	7.2	6.5	76	53	6	360	94	10.9	0.358	63	22,680



ภาพที่ 13 ค่าความขุ่นเฉลี่ยของน้ำ ก่อน-หลัง การปรับปรุงคุณภาพน้ำในช่วงความขุ่น 30-50 NTU



ภาพที่ 14 ค่าความขุ่นเฉลี่ยของน้ำ ก่อน-หลัง การปรับปรุงคุณภาพน้ำในช่วงความขุ่น 50-100 NTU



ภาพที่ 15 ค่าความขุ่นเฉลี่ยของน้ำ ก่อน-หลัง การปรับปรุงคุณภาพน้ำในช่วงความขุ่น 100-150 NTU

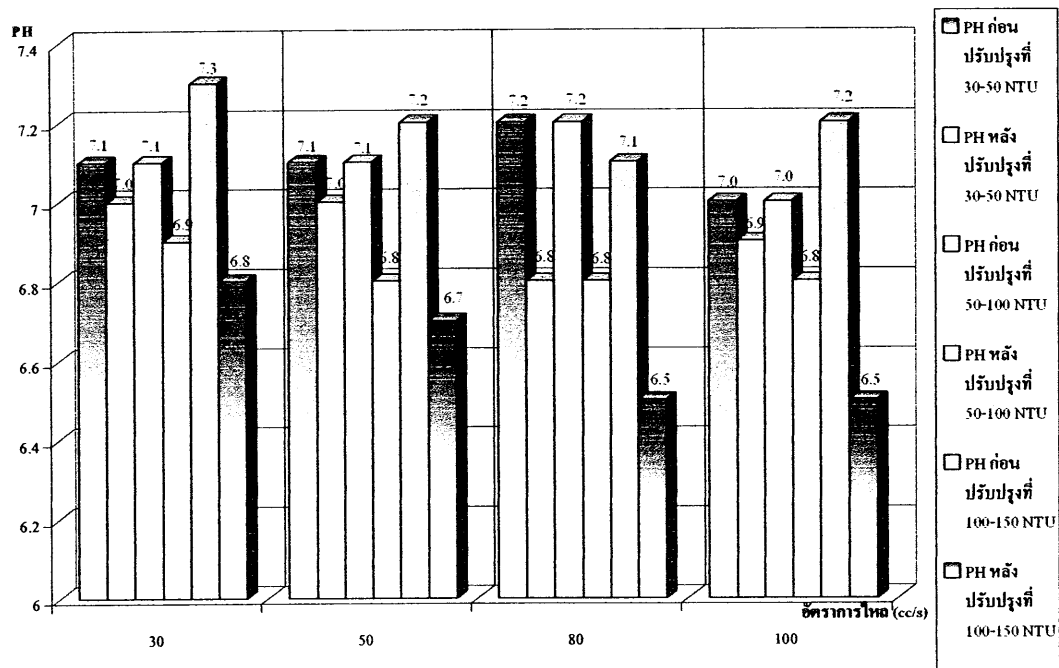
100 cm³/s ค่าพีเอชเฉลี่ย มีค่า 7.0, 7.0, 6.8, 6.9 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 16 สภาพต่างของน้ำมีพิสัยอยู่ระหว่าง 61–73 mg/l เมื่อแยกเป็น 4 ค่า อัตราการไหล คือ 30, 50, 80 และ 100 cm³/s สภาพต่างของน้ำเฉลี่ย มีค่า 68, 72, 66, 65 mg/l ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 17

- คุณลักษณะของน้ำที่ผ่านการปรับปรุง ในช่วงความขุ่น 50–100 NTU พบว่าค่าความขุ่น มีพิสัยอยู่ระหว่าง 4.9–11.1 NTU เมื่อแยกเป็น 4 ค่า อัตราการไหล คือ 30, 50, 80 และ 100 cm³/s ค่าความขุ่นเฉลี่ย มีค่า 8.4, 8.5, 5.8, 7.4 NTU ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 14 ค่าพีเอช มีพิสัยอยู่ระหว่าง 6.7–7.0 เมื่อแยกเป็น 4 ค่า อัตราการไหล คือ 30, 50, 80 และ 100 cm³/s ค่าพีเอชเฉลี่ยมีค่า 6.9, 6.8, 6.8, 6.8 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 16 สภาพต่างของน้ำ มีพิสัยอยู่ระหว่าง 58–69 mg/l เมื่อแยกเป็น 4 ค่า อัตราการไหล คือ 30, 50, 80 และ 100 cm³/s สภาพต่างของน้ำเฉลี่ยมีค่า 62, 69, 62, 60 mg/l ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 17

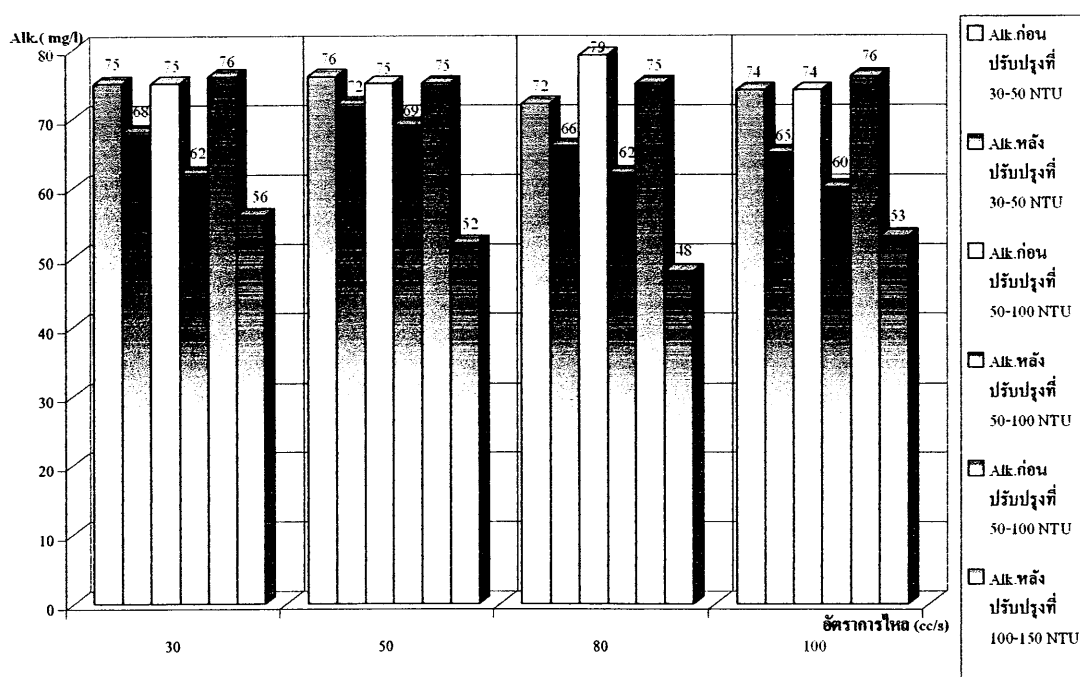
- คุณลักษณะของน้ำที่ผ่านการปรับปรุง ในช่วงความขุ่น 100–150 NTU พบว่า ค่าความขุ่น มีพิสัยอยู่ระหว่าง 2.9–9.8 NTU เมื่อแยกเป็น 4 ค่า อัตราการไหล คือ 30, 50, 80 และ 100 cm³/s ค่าความขุ่นเฉลี่ยมีค่า 6.4, 6.2, 6.6, 8.7 NTU ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 15 ค่าพีเอช มีพิสัยอยู่ระหว่าง 6.4–6.9 เมื่อแยกเป็น 4 ค่า อัตราการไหล คือ 30, 50, 80 และ 100 cm³/s ค่า พีเอชเฉลี่ยมีค่า 6.8, 6.7, 6.5, 6.5 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 16 สภาพต่างของน้ำ มีพิสัยอยู่ระหว่าง 48–62 mg/l เมื่อแยกเป็น 4 ค่า อัตราการไหล คือ 30, 50, 80 และ 100 cm³/s สภาพต่างของน้ำ เฉลี่ยมีค่า 56, 52, 48, 53 mg/l ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 17

ผลการศึกษา พบว่า น้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วย ฟลอคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก มีค่าพิสัยของความขุ่นระหว่าง 2.9–13.2 NTU โดยปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการลดความขุ่น คือ ปริมาณความเข้มข้นของสารส้ม อัตราการไหลของน้ำดิบภายใน ฟลอคคูเลเตอร์ และเวลาในการรวมตะกอนภายใน ฟลอคคูเลเตอร์ ซึ่งมีข้อสังเกตที่ได้จากการศึกษา และการทดลอง ดังนี้

ในการทดลอง จะมีการกวนเร็วด้วยเครื่องกวนเร็ว ให้น้ำดิบที่สังเคราะห์ความขุ่น ผสมกับสารละลายส้ม จากนั้นจึงปล่อยให้ น้ำดิบที่ถูกทำลายเสถียรภาพของอนุภาคความขุ่น ไหลเข้าสู่ ฟลอคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก พบว่าน้ำดิบสังเคราะห์ความขุ่นที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วย ฟลอคคูเลเตอร์ เมื่อออกมาจากระบบน้ำ มีความใส ไม่มี ฟลอค ออกมากับน้ำ จึงคาดว่า เกิดการรวมตะกอนภายในท่อ ก่อนเป็น ฟลอคและกลุ่มท่อขนาดเล็กที่บรรจุอยู่ในระบบ เป็นตัวช่วยไม่ให้ ฟลอค ที่ก่อตัว และมีขนาดใหญ่ ไหลออกมาจากระบบ จึงทำให้น้ำที่ออกจากระบบมีความใสไม่ต้องรอให้ตกตะกอนภายนอก จึงย่นเวลาในการตกตะกอนได้ ดังนั้น ฟลอคคูเลเตอร์ จึงเป็นระบบที่มีการรวมตะกอน การตกตะกอน และการดักตะกอนได้ภายในระบบเดียว ส่วน ฟลอค ที่ตกค้างอยู่ในท่อ เนื่องจากการออกแบบให้เป็นระบบ ฟลอคคูเลเตอร์ ที่ต้องการให้เกิดการรวมตะกอน และตกตะกอนภายนอก ระบบ จึงไม่ได้คำนวณ และออกแบบระบบ ระบายตะกอนออกจากท่อ เมื่อสิ้นสุดการทดลองในแต่ละครั้ง จึงต้องแยกส่วนประกอบของท่อ และเท ฟลอคที่อยู่ภายในออกมา เมื่อเทใส่แก้วตวงจะสังเกตนํ้ามีความขุ่นมาก แต่เมื่อปล่อยทิ้งไว้ จะเกิด ฟลอค ขนาดใหญ่ และตกตะกอนอย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 16 ค่า PH เฉลี่ย ก่อน-หลัง ผ่านระบบรวมตะกอนของแต่ละช่วงความขุ่นที่อัตราการไหลต่างๆ



ภาพที่ 17 สภาพด่างของน้ำเฉลี่ย ก่อน-หลัง ผ่านระบบรวมตะกอนของแต่ละช่วงความขุ่นที่อัตราการไหลต่างๆ

4.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำก่อน และหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ คุณภาพน้ำ ก่อน และหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำ พบว่า ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำก่อนการปรับปรุง และหลังผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ในส่วนของ พารามิเตอร์ ความขุ่น และประสิทธิภาพในการลดความขุ่น คิดเป็นร้อยละดังแสดงใน ตารางที่15 และจากผลในตารางดังกล่าว สามารถอธิบายได้ ดังนี้

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย คุณภาพน้ำก่อนและหลัง การปรับปรุงคุณภาพ ในแต่ละอัตราการไหลของ ระบบและช่วงความขุ่นต่าง ๆ

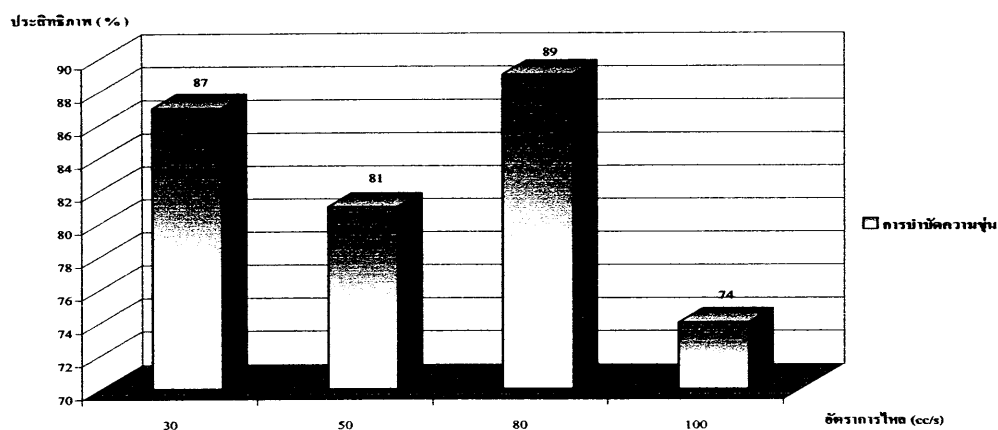
Turbidity control (NTU)	Q (cc/s)	ค่าเฉลี่ย Turbidity , (NTU)		
		Influent	Effluent	% Efficiency
30-50	30	47.2	6.2	87
	50	44.3	8.5	81
	80	43.1	4.8	89
	100	46.0	12.3	74
50-100	30	82.4	8.4	90
	50	88.2	8.5	91
	80	77.1	5.8	92
	100	75.2	7.4	91
100-150	30	136.7	6.4	96
	50	138.2	6.2	96
	80	133.1	6.6	95
	100	127.8	8.7	94

- ความขุ่นช่วง 30-50 NTU พบว่า ค่าเฉลี่ยความขุ่นก่อนปรับปรุงคุณภาพน้ำ อยู่ระหว่าง 43.1-47.2 NTU หลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 4.8-12.3 NTU ร้อยละของค่าประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 74-89 ดังแสดงในภาพที่ 18

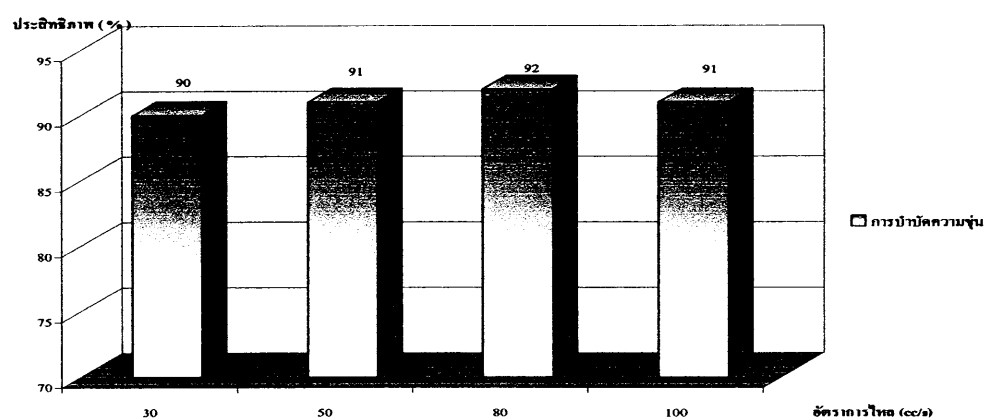
- ความขุ่นช่วง 50-100 NTU พบว่า ค่าเฉลี่ยความขุ่นก่อนปรับปรุงคุณภาพน้ำ อยู่ระหว่าง 75.2-88.2 NTU หลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 5.8-8.5 NTU ร้อยละของค่าประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 90-92 ดังแสดงในภาพที่ 19

- ความขุ่นช่วง 100-150NTU พบว่าค่าเฉลี่ยความขุ่นก่อนปรับปรุงคุณภาพน้ำอยู่ระหว่าง127.8-138.2 NTU หลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 6.2-8.7 NTU ร้อยละของค่าประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 94-96 ดังแสดงในภาพที่ 20

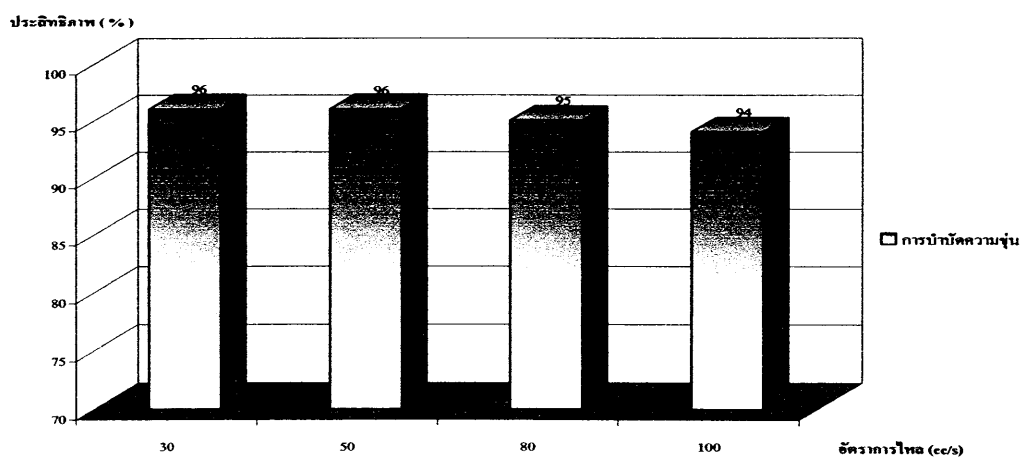
ประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำในการกำจัดความขุ่นที่อัตราการไหล 80 cm³/s มีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นสูงสุด รองลงมาคือ อัตราการไหล 30 cm³/s และ 50 cm³/s และ 100 cm³/s ตามลำดับ โดยทุกค่าอัตราการไหลมีประสิทธิภาพในการกำจัดความขุ่นได้ดี และใกล้เคียงกัน โดยไม่มีควม



ภาพที่ 18 แสดงค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยในการลดความขุ่น ในช่วง 30-50 NTU



ภาพที่ 19 แสดงค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยในการลดความขุ่น ในช่วง 50-100 NTU



ภาพที่ 20 แสดงค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยในการลดความขุ่น ในช่วง 100-150 NTU

แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ มีข้อสังเกตว่า ค่าร้อยละของการกำจัดความขุ่น มีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่อความขุ่นมีค่ามากขึ้น เพราะเมื่อค่าความขุ่นมากขึ้นจึงทำให้เกิดตะกอนเบาภายในระบบได้ดี เมื่อมีตะกอนเบาทำให้เกิดปัสสาวะสัมผัสที่จะทำให้สารแขวนลอยเกาะตัวและตกตะกอนได้รวดเร็วทำให้ความขุ่นลดลงได้มากประสิทธิภาพจึงสูงขึ้น

4.4 คุณภาพน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำดื่ม

คุณภาพน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วย ฟลอยคูลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำดื่ม ขององค์การอนามัยโลก โดยนำข้อมูลจากค่าเฉลี่ยที่ได้หลังจากการปรับปรุงคุณภาพน้ำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ คือ ค่าความขุ่น โดยค่ามาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ว่า น้ำดื่มควรมีค่าความขุ่นไม่เกิน 5 NTU และ มีค่าความขุ่นที่ยอมให้มีได้สูงสุดไม่เกิน 25 NTU ในส่วนของสภาพต่างของน้ำที่ยอมรับได้ในน้ำประปา ควรอยู่ในช่วง 30–500 mg/l (วัดในเทอมของ CaCO_3) ส่วนของ พารามิเตอร์ ค่า pH มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก กำหนดไว้ คือ ต้องมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.5–9.2 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของ ค่าความขุ่น สภาพต่างของน้ำ และค่า pH ที่ได้หลังจากการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วย ฟลอยคูลเตอร์ แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก พบว่าในตัวอย่างทั้งหมด ค่าความขุ่น สภาพต่างของน้ำ และค่า pH ที่วัดได้ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด โดยเทียบเป็นร้อยละ 100

พารามิเตอร์ ค่าความขุ่น และสภาพต่างของน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำ มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด 144 ตัวอย่าง แต่จากการทดลองจะเน้นที่ระบบ ฟลอยคูลเตอร์ หรือระบบรวมตะกอนเพียงอย่างเดียว ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำที่ผ่านการปรับปรุงด้วยฟลอยคูลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็กไปใช้เป็นน้ำเพื่อการบริโภค จึงจำเป็นต้องผ่านระบบตกตะกอน ระบบกรอง รวมไปถึงระบบฆ่าเชื้อโรคก่อน จึงจะทำให้คุณภาพของน้ำดีขึ้นกว่าเดิม และอยู่ในมาตรฐานน้ำเพื่อการบริโภค ของการประปานครหลวง ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทย

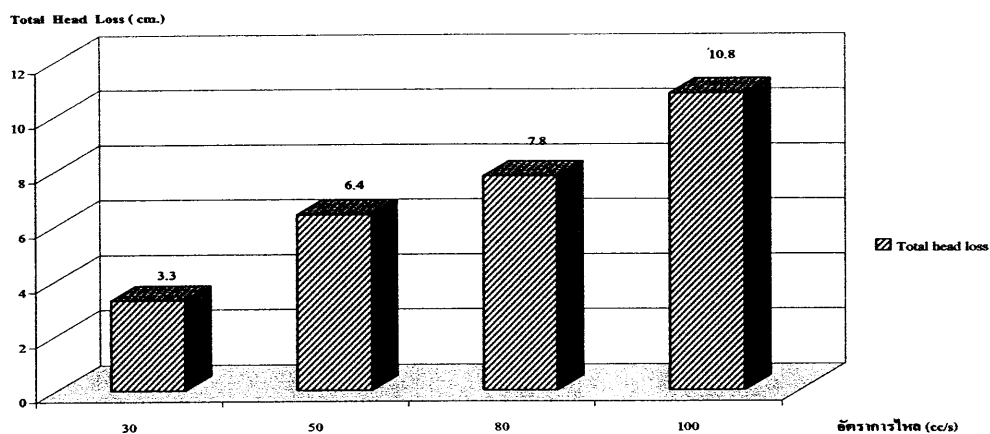
การทดลองได้ออกแบบโดยใช้ท่อทึบ และหนาไม่สามารถมองเห็นการไหลและการจับตัวของตะกอนเบา (Floc) เมื่อสิ้นสุดการทดลองทั้งหมด จึงเปลี่ยนมาใช้ท่อใสสั้น ๆ 2 ช่วงในส่วนของท่าน้ำขนาดเล็กผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว แล้วใช้ค่าอัตราการไหลที่มีประสิทธิภาพในการลดความขุ่นที่ดีที่สุด คือ $80 \text{ cm}^3/\text{s}$ มาทดลองใหม่ เพื่อสังเกตตะกอนเบาที่เกิดขึ้น และจากการทดลองโดยใช้ท่อใส สังเกตเห็นการไหล และการจับตัวของตะกอนเบาได้ชัดเจน โดยความขุ่นของดินเหนียว จะจับตัวกันเป็นตะกอนเบาขนาดใหญ่ สังเกตเห็นได้ชัดเจน และไหลไปตามทิศทางการไหลของน้ำในท่อ ก่อนที่น้ำจะไหลออกจากกระบอก ในส่วนของตะกอนเบาจะไปติดอยู่ในกลุ่มท่อขนาดเล็กที่ใส่ไว้ในระบบท่อ เมื่อน้ำออกจากกระบอก น้ำจึงมีความใส ไม่เกิดตะกอนเบาให้เห็น (ดูภาพเพิ่มเติมในภาคผนวก ง) จากการสังเกตผลที่ได้จากการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มอัตราการไหลให้เร็วขึ้นเป็น $100 \text{ cm}^3/\text{s}$ พบว่าเมื่อน้ำผ่านการปรับปรุงออกจากกระบอก ยังมีความขุ่นอยู่เล็กน้อย แต่เมื่อปล่อยให้ตกตะกอนโดยใช้เวลาประมาณ 30 นาที ความขุ่นก็จะรวมตัวเป็นตะกอนเบาขนาดเล็ก และตกตะกอนอย่างรวดเร็ว น้ำก็จะกลับมาใสตามปกติ

4.5 ค่าเกรเดียนต์ความเร็ว (G) ที่วัดได้ขณะทำการทดลอง

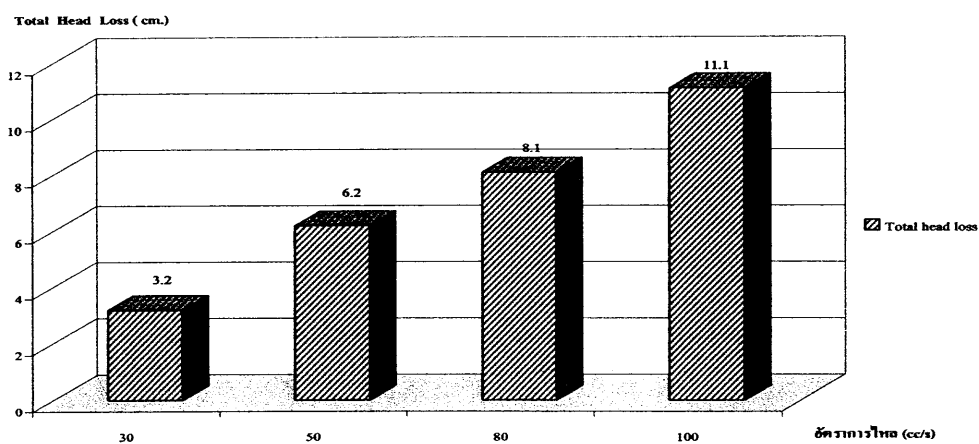
ค่า G ที่วัดได้ขณะทำการทดลองในการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วย ฟลอคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก สรุปลไว้ในตารางที่ 16 โดยคำนวณจากระดับน้ำสูญเสียที่เกิดขึ้นในอัตราการไหลต่าง ๆ โดยค่าระดับน้ำสูญเสียในแต่ละท่อแสดงผลเป็นกราฟในภาคผนวก ข และได้แสดงผลดังภาพที่ 21 ถึง ภาพที่ 29

ตารางที่ 16 ค่าเกรเดียนต์ความเร็ว (G) และค่า GT ที่ได้จากการทดลองในแต่ละช่วง อัตราการไหลของระบบ และแต่ละช่วงความขุ่น

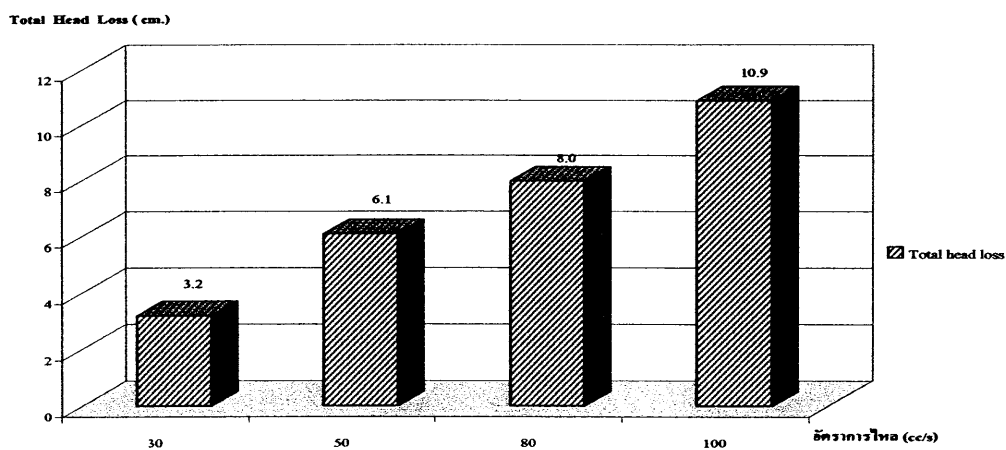
ช่วงความขุ่น (NTU)	อัตราการไหล (cc/s)	ระดับน้ำสูญเสียรวม (Total Head Loss ,H) (cm.)	ค่าเฉลี่ย G และ GT	
			G (1/s)	GT
30-50	30	3.3	20	24,000
	50	6.4	34	24,480
	80	7.8	49	23,280
	100	10.8	63	22,500
50-100	30	3.2	19	22,200
	50	6.2	33	23,760
	80	8.1	50	23,760
	100	11.1	64	23,040
100-150	30	3.2	19	22,800
	50	6.1	34	24,120
	80	8.0	49	23,280
	100	10.9	63	22,680



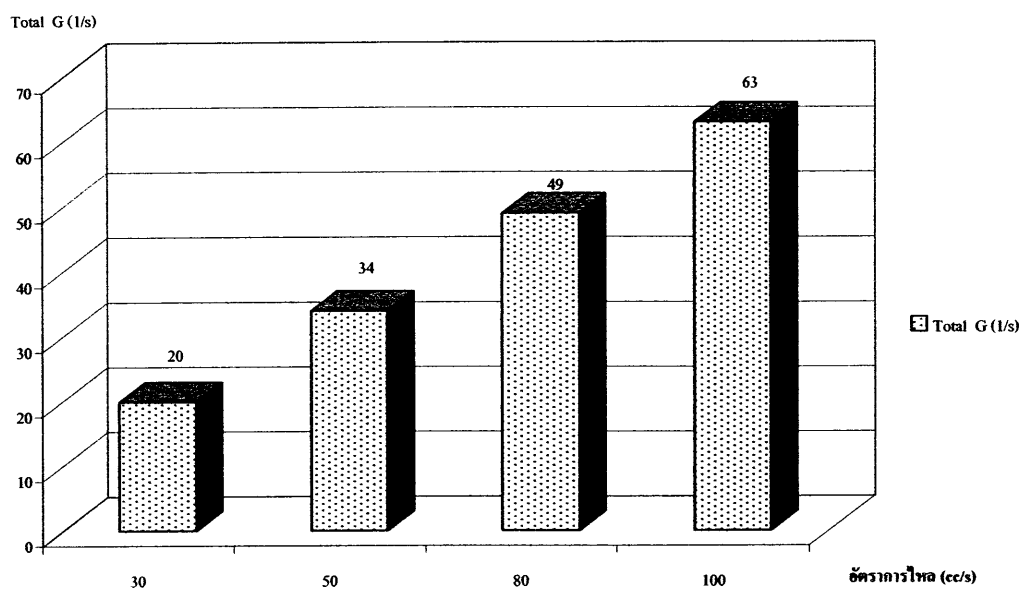
ภาพที่ 21 แสดงค่า Total head loss เฉลี่ย และค่าอัตราการไหล ในช่วงความขุ่น 30-50 NTU



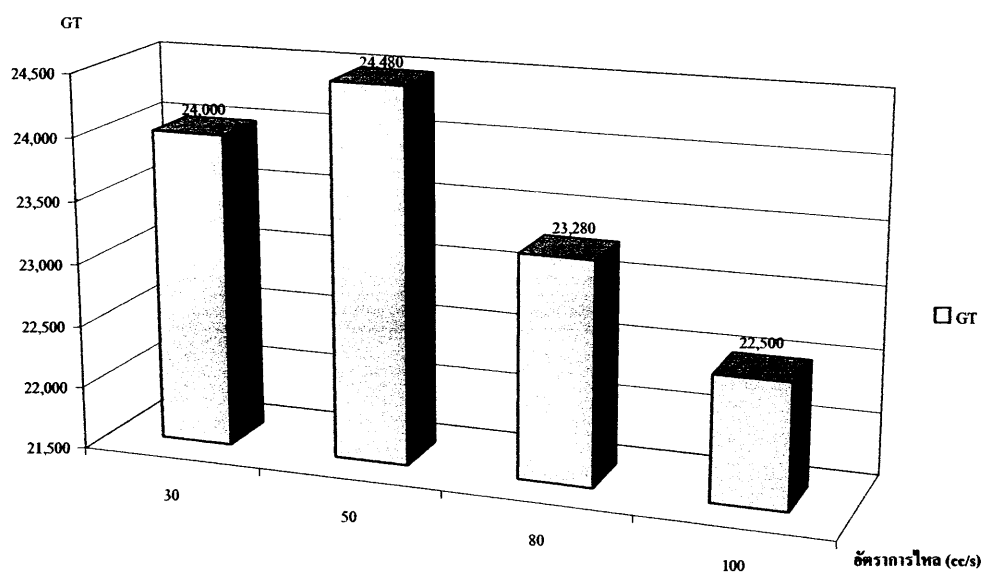
ภาพที่ 22 แสดงค่า Total head loss เฉลี่ย และค่าอัตราการไหล ในช่วงความขุ่น 50-100 NTU



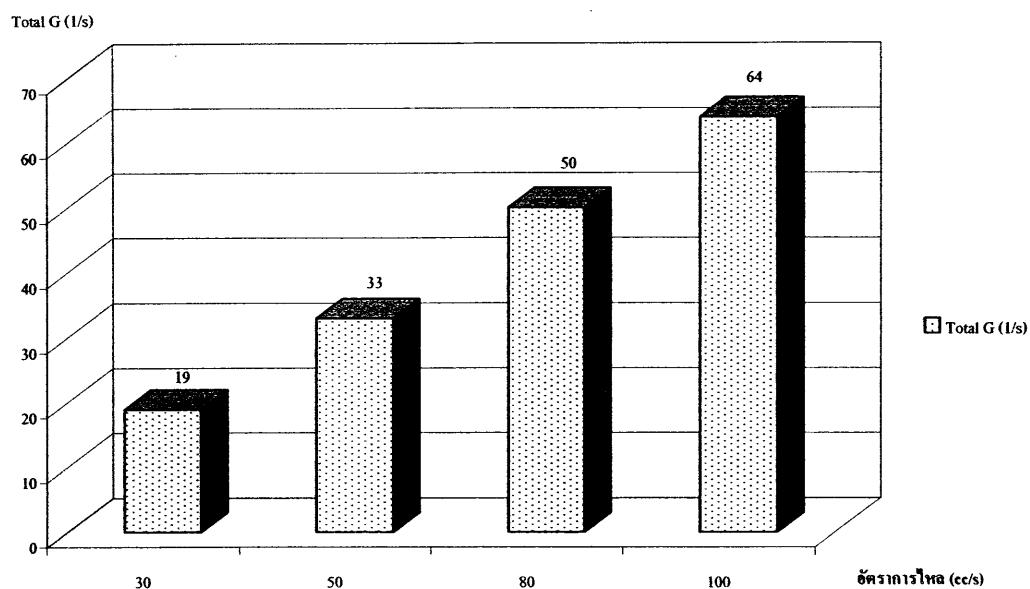
ภาพที่ 23 แสดงค่า Total head loss เฉลี่ย และค่าอัตราการไหล ในช่วงความขุ่น 100-150 NTU



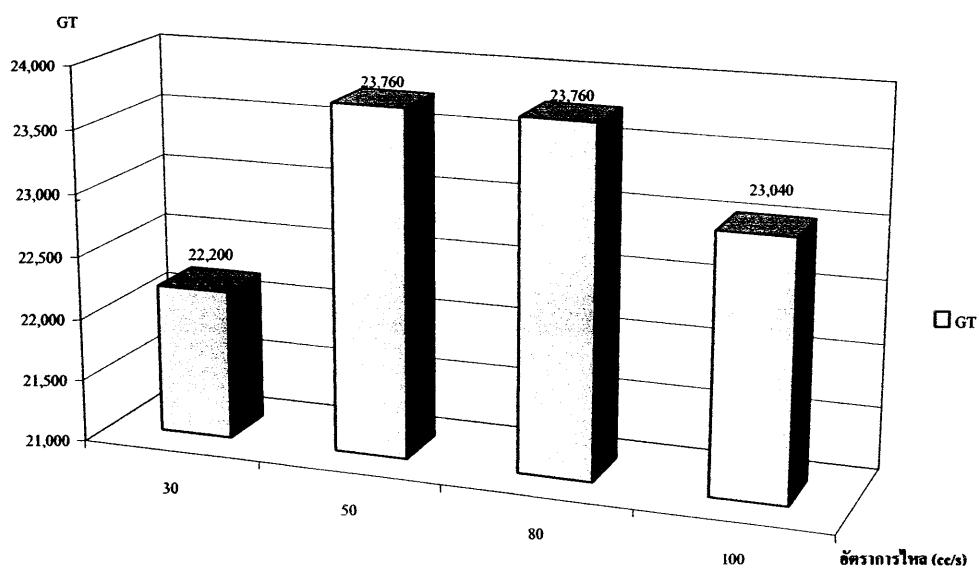
ภาพที่ 24 แสดงค่า Total G เฉลี่ย และค่าอัตราการไหล ในช่วงความขุ่น 30-50 NTU



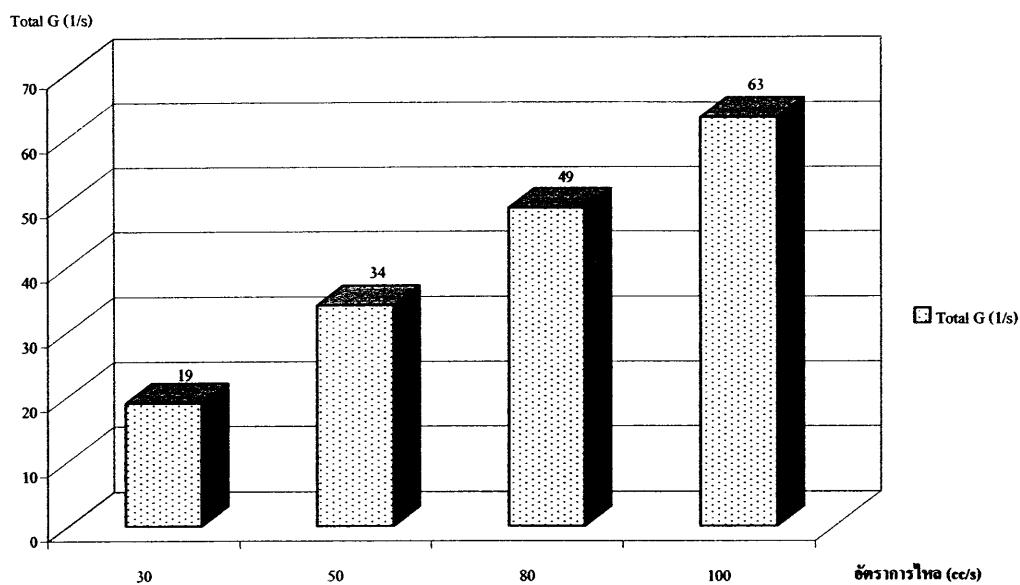
ภาพที่ 25 แสดงค่า GT เฉลี่ย และค่าอัตราการไหล ในช่วงความขุ่น 30-50 NTU



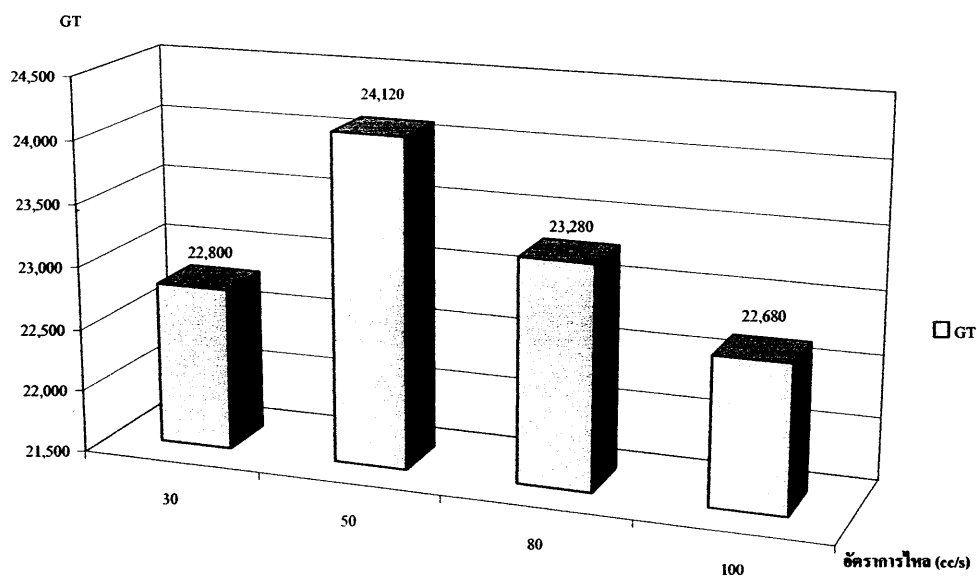
ภาพที่ 26 แสดงค่า Total G เฉลี่ย และค่าอัตราการไหล ในช่วงความขุ่น 50-100 NTU



ภาพที่ 27 แสดงค่า GT เฉลี่ย และค่าอัตราการไหล ในช่วงความขุ่น 50-100 NTU



ภาพที่ 28 แสดงค่า Total G เฉลี่ย และค่าอัตราการไหล ในช่วงความขุ่น 100-150 NTU



ภาพที่ 29 แสดงค่า GT เฉลี่ย และค่าอัตราการไหล ในช่วงความขุ่น 100-150 NTU

จากการคำนวณ และออกแบบ ในภาคผนวก จ ค่า velocity gradient (G) ที่ใช้ออกแบบ ฟลอคคูเลเตอร์ แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก มีค่าระหว่าง 20-74 วินาที⁻¹ จากค่าที่ได้จากการทดลอง มีค่า velocity gradient (G) เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20-64 วินาที⁻¹ แสดงว่ามีค่าพลังงานที่เกิดขึ้นในระบบ มีค่าเพียงพอที่จะทำให้เกิดการรวมตะกอนในท่อได้ในส่วนของประสิทธิภาพของการลดความขุ่นจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 74-96 ในการคำนวณค่า GT โดยอาศัยผลจากการทดลอง ซึ่งใช้เวลากักน้ำ (detention time) ที่อัตราการไหลในช่วง 30, 50, 80 และ 100 cm³/s พบว่ามีค่า 20, 12, 8 และ 6 นาที ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวเมื่อนำไปคำนวณค่า GT จะได้ผลดังแสดงในภาพที่ 25, 27 และ 29 ตามลำดับ

- ในการทดลองโดยใช้อัตราการไหลที่ 30 cm³/s ในแต่ละช่วงความขุ่นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ วัดค่าเกรเดียนต์ความเร็ว (G) เฉลี่ยได้ 19 (1/s) และค่า GT ได้ 22,200-24,000 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 23,000

- ในการทดลองโดยใช้อัตราการไหลที่ 50 cm³/s ในแต่ละช่วงความขุ่นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ วัดค่าเกรเดียนต์ความเร็ว (G) เฉลี่ยได้ 34 (1/s) และค่า GT ได้ 23,760-24,480 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 24,120

- ในการทดลองโดยใช้อัตราการไหลที่ 80 cm³/s ในแต่ละช่วงความขุ่นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ วัดค่าเกรเดียนต์ความเร็ว (G) เฉลี่ยได้ 49 (1/s) และค่า GT ได้ 23,280-23,760 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 23,440

- ในการทดลองโดยใช้อัตราการไหลที่ 100 cm³/s ในแต่ละช่วงความขุ่นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ วัดค่าเกรเดียนต์ความเร็ว (G) เฉลี่ยได้ 63 (1/s) และค่า GT ได้ 22,500-23,040 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 22,740

จากผลการคำนวณที่ได้จากการทดลองสรุปได้ว่า ค่าเกรเดียนต์ความเร็ว (G) เฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 20-64 (1/s) และค่า GT เฉลี่ยมีค่าอยู่ระหว่าง 22,200-24,480 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าการคำนวณออกแบบ ฟลอคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก โดยในการออกแบบใช้ค่าออกแบบของถังรวมตะกอนชนิดแผงกัน โดยมีค่า G อยู่ระหว่าง 20-74 (1/s) และค่า GT มีค่า 23,000-121,000 (ศุภฤกษ์ สิ้นสุพรรณ, 2545) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลอง พบว่า ค่า G จากการทดลองมีค่าพลังงานเพียงพอที่จะทำให้เกิดการรวมตะกอนในระบบท่อได้ ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับหลักการและกลไกการเกิดสภาพรวมตะกอนได้ไม่ผิดแผกไปจากของเดิมที่เคยใช้กันมา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สรุปเบื้องต้นได้ว่า ช่วงความขุ่น และค่าอัตราการไหลที่เลือกใช้ในการทดลองมีความเหมาะสมกับ ฟลอคคูเลเตอร์แบบกลุ่มท่อขนาดเล็ก แต่น้ำที่ออกมาจากระบบยังต้องผ่านกระบวนการบำบัดต่อไปอีก ให้อยู่ในมาตรฐานน้ำดื่ม จึงสามารถนำไปใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภคได้