

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ทำที่ห้องปฏิบัติการ ของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการทดลองดังนี้

3.1 แบบจำลอง

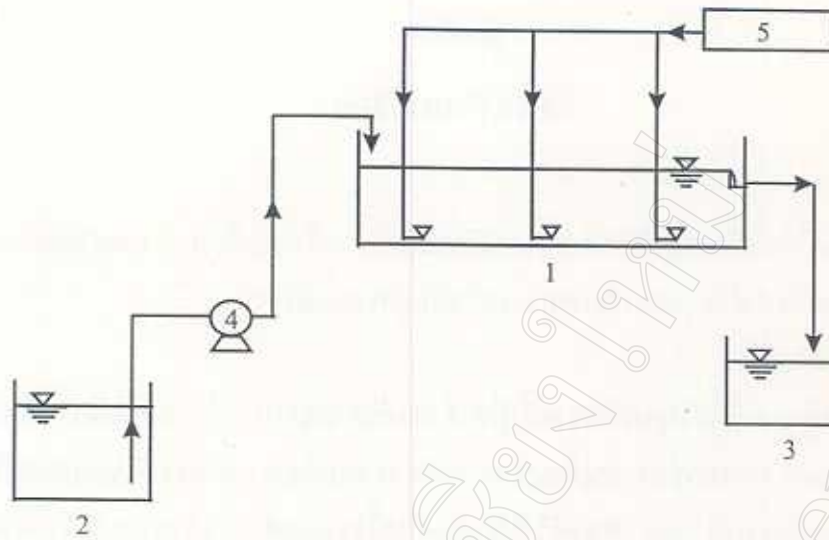
แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ทำด้วยแผ่นกระจกหนา 5 มิลลิเมตร มีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ความยาว 95 เซนติเมตร ความสูง 45 เซนติเมตร สำหรับน้ำชะมูลฝอยได้ทำการสูบจากถังพลาสติกขนาด 100 ลิตรที่ใช้เป็นถังเก็บน้ำชะมูลฝอย เข้าสู่ถึงปฏิกรณ์โดยใช้ปั๊ม Peristaltic และในถึงปฏิกรณ์มีการใช้เครื่องเติมอากาศแบบหัวกระจายลม ซึ่งควบคุมการทำงานโดยสวิทช์ตั้งเวลา น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วไหลออกจากถังปฏิกรณ์โดยการผ่านกลองเวียร์น้ำล้น แล้วไหลไปตามท่อน้ำออกที่ระดับความสูง 32.25 เซนติเมตร จากด้านล่างของถังปฏิกรณ์ สำหรับรายละเอียดของแบบจำลองได้แสดงดังรูป 3.1 และ 3.2 สำหรับแบบจำลองแสดงดังรูปที่ 3.3

3.2 น้ำชะมูลฝอย

น้ำชะมูลฝอยที่ใช้ในการศึกษาเป็นน้ำชะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจากพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยที่อำเภอสันทราย จ.เชียงใหม่ โดยสูบน้ำชะมูลฝอยผ่านเครื่องสูบน้ำ ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอย น้ำชะมูลฝอยที่ใช้ในการศึกษาได้ควบคุมให้มีความเข้มข้นของซีโอไซด์ที่เข้าสู่ระบบบำบัดเท่ากับ 3,000 มก./ล. โดยทำการเจือจางน้ำชะมูลฝอยด้วยน้ำประปา แต่ถ้าน้ำชะมูลฝอยจากพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยอำเภอสันทราย มีความเข้มข้นของซีโอไซด์น้อยกว่า 3,000 มก./ล. ก็สามารถนำน้ำชะมูลฝอยนี้เข้าสู่ระบบบำบัดได้เลย

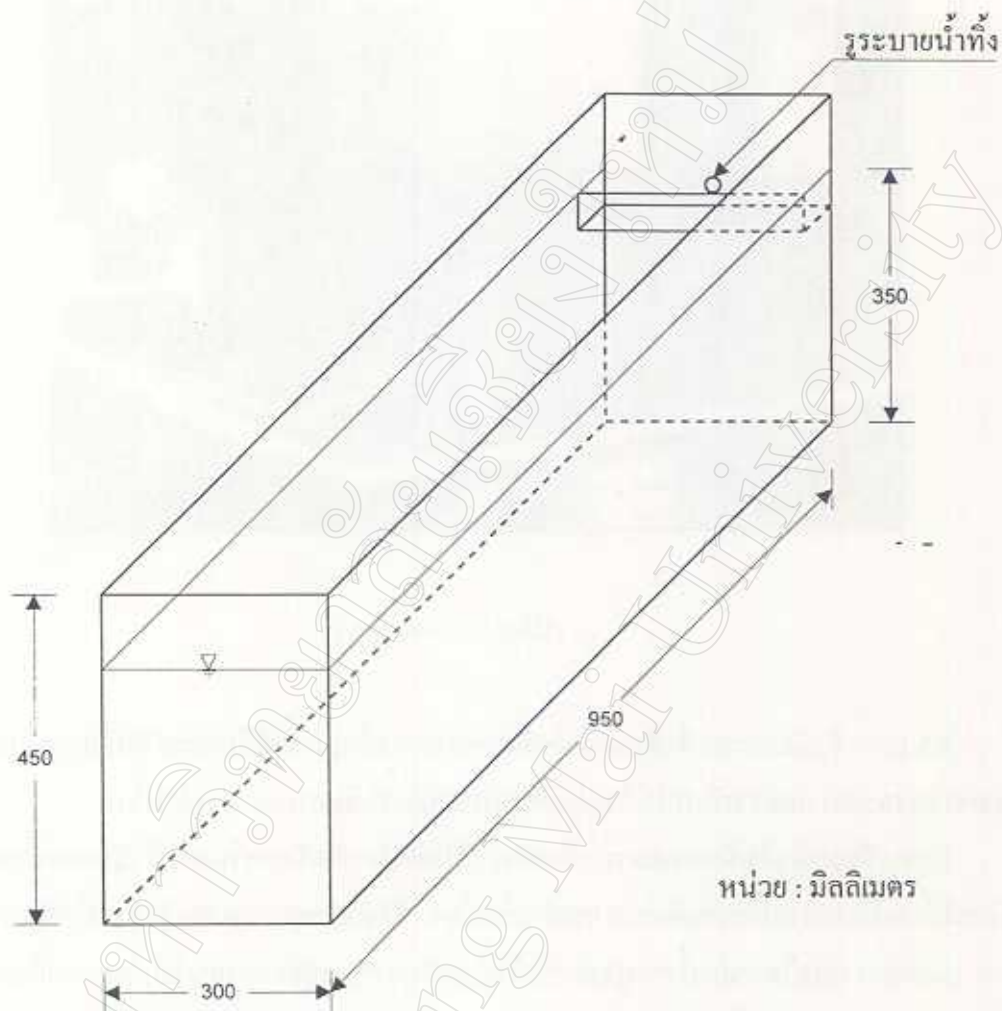
3.3 การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย การดำเนินการระบบเพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของเวลาเก็บกักน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดไนโตรเจนและสารอินทรีย์ในน้ำชะมูลฝอยโดยระบบบ่อเติมอากาศโดยเติมอากาศอย่างต่อเนื่อง และศึกษาถึงอิทธิพลของระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศที่มีผลต่อการกำจัดไนโตรเจนและสารอินทรีย์ โดยระบบบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศเป็นจังหวะ ซึ่งมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยดังนี้

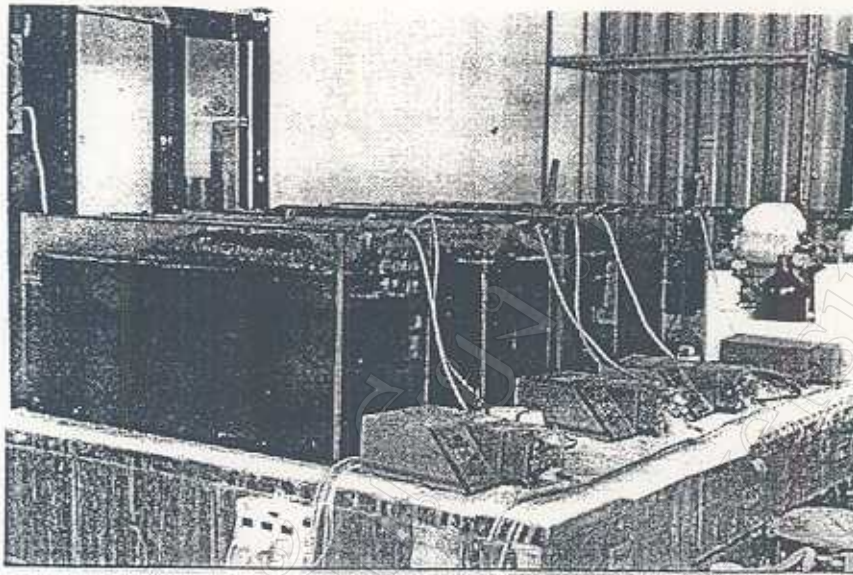


หัวข้อ	รายละเอียด
1. ตั้งปฏิกิริยา	ตั้งสี่เหลี่ยมผืนผ้าทำด้วยแผ่นกระจกขนาด ความกว้าง 30 cm. ความยาว 95 cm. ความสูง 45 cm.
2. ตั้งเก็บน้ำชะมูลฝอย	ถังพลาสติกขนาด 100 ลิตร
3. ตั้งรับน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านการบำบัด	ถังพลาสติกขนาด 50 ลิตร
4. ป้อนสูบน้ำชะมูลฝอยเข้าสู่ตั้งปฏิกิริยา	Peristaltic pump
5. เครื่องเติมอากาศ	หัวกระจายลม

รูปที่ 3.1 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา



รูปที่ 3.2 แสดงแบบจำลองบ่อเติมอากาศ



รูปที่ 3.3 แบบจำลอง

3.3.1 การดำเนินระบบเพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของเวลาเก็บกักน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสารไนโตรเจน และสารอินทรีย์ ในบ่อเติมอากาศที่มีการเติมอากาศอย่างต่อเนื่อง

ในการศึกษาถึงอิทธิพลของเวลาเก็บกักน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดของน้ำชะมูลฝอยโดยใช้บ่อเติมอากาศที่มีการเติมอากาศอย่างต่อเนื่อง ได้ดำเนินการทดลองโดยใช้บ่อเติมอากาศจำลอง โดยที่อัตราการไหลของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่บ่อเติมอากาศเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาเก็บกักน้ำ ดังนี้คือ อัตราการไหลของน้ำชะมูลฝอยเป็น 33.25 , 16.62 , 11.08 และ 8.31 ลิตรต่อวัน ที่เวลาเก็บกักน้ำ 3 , 6 , 9 และ 12 วันตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ศึกษาเวลาเก็บกักน้ำที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยใช้บ่อเติมอากาศที่มีการเติมอากาศอย่างต่อเนื่อง

การทดลอง	ชุดที่	อัตราการไหล (ลิตร/วัน)	เวลาเก็บกักน้ำ (วัน)
1	1-1	33.25	3
	1-2	16.62	6
	1-3	11.08	9
	1-4	8.31	12

3.3.2 การดำเนินระบบเพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสารไนโตรเจน และสารอินทรีย์ ในบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศเป็นจังหวะ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ในการศึกษาถึงอิทธิพลของระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดสารไนโตรเจนและสารอินทรีย์ในน้ำชะมูลฝอย โดยบ่อเติมอากาศที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ แบ่งเป็น 2 ชุด คือ

ก. เมื่อระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเท่ากัน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชุด คือ ที่เวลาเก็บกักน้ำ θ_1 และ θ_2 วัน โดยมีการดำเนินการทดลองเหมือนกัน คือเริ่มจากการสูบน้ำชะมูลฝอยเข้าสู่บ่อเติมอากาศ และทำการควบคุมการเปิด-ปิดอากาศโดยใช้สวิตซ์ตั้งเวลา โดยให้มีอัตราส่วนระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็นดังนี้ 6/6 , 9/9 , 12/12 โดยทำการทดลองเหมือนกันทั้ง 2 ชุด

ตารางที่ 3.2 ศึกษาระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ สำหรับการบำบัดน้ำชะมูลฝอย โดยใช้บ่อเติมอากาศที่มีการเติมอากาศเป็นจังหวะ

การทดลอง	ชุดที่	เวลาเก็บกักน้ำ (วัน)	ระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ (ชม./ชม.)	เปอร์เซ็นต์ของการเติมอากาศต่อหนึ่งไซเคิล (%)
2	2-1	θ_1	6/6	50
	2-2	θ_1	9/9	50
	2-3	θ_1	12/12	50
	2-4	θ_1	6/18	25
	2-5	θ_1	α	β
3	3-1	θ_2	6/6	50
	3-2	θ_2	9/9	50
	3-3	θ_2	12/12	50
	3-4	θ_2	6/18	25
	3-5	θ_2	α	β

หมายเหตุ θ_1 และ θ_2 เป็นเวลาเก็บกักน้ำโดยทำการเลือกจากการทดลองในข้อ 7.4.1 ซึ่งดูจากประสิทธิภาพในการกำจัดสารไนโตรเจน

α คือระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ โดยรอดูผลประสิทธิภาพในการกำจัดสารไนโตรเจนของการทดลองชุด 1-4 ก่อน แล้วจึงจะกำหนดค่า α

β คือเปอร์เซ็นต์ของการเติมอากาศต่อหนึ่งไซเคิลซึ่งคำนวณจาก α

ข. เมื่อระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศไม่เท่ากัน สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชุด โดยมีเวลาเก็บกักน้ำแตกต่างกันคือ θ_1 และ θ_2 วัน การศึกษาในชุดนี้ได้ทำการทดลองเหมือนกันกับการทดลองในข้อ ก) แต่ส่วนที่แตกต่างกันคือ ระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศ โดยระยะเวลาในการเปิด-ปิดเครื่องเติมอากาศเป็นดังนี้คือ $6/18, \alpha$

3.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง

รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง มีดังนี้คือ

3.4.1 ระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศตลอดเวลา

3.4.1.1 น้ำตัวอย่างที่เข้า-ออกจากระบบบำบัด พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ BOD, COD, NH_3 , TKN, NO_2^- , NO_3^- และ TP โดยทำการวิเคราะห์ตามวิธีของ Standard Method For The Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA and WPCF 1995) โดยในช่วงก่อนที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ ได้ทำการวิเคราะห์ COD 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และหลังจากที่ระบบบำบัดเข้าสู่สภาวะคงที่แล้ว โดยดูจากความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในรูป COD ที่ออกจากระบบบำบัด ทำการวิเคราะห์ทุกพารามิเตอร์ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ยกเว้น TP ทำการวิเคราะห์ทุกครั้ง เมื่อทำการเก็บน้ำชะมูลฝอยมาจากพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยอำเภอสันทราย จ.เชียงใหม่ เพื่อศึกษาว่าน้ำชะมูลฝอยมีอัตราส่วนของ BOD : N : P เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือไม่ ซึ่งจากการวิเคราะห์ TP แสดงดังภาพผนวก ก พบว่าอัตราส่วนของ BOD : N : P ของน้ำชะมูลฝอยที่เข้าสู่ระบบบำบัดมีค่าเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ตารางที่ 3.3 แสดงวิธีการวิเคราะห์และความถี่ในการวิเคราะห์

3.4.1.2 น้ำตัวอย่างภายในถังปฏิกริยาในขณะที่ดำเนินการทดลอง โดยทำการเก็บน้ำตัวอย่างที่จุดกึ่งกลางของความยาวของแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ MLVSS และ MLSS โดยทำการวิเคราะห์ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ในช่วงก่อนและหลังที่ระบบบำบัดเข้าสู่สภาวะคงที่ ส่วนพารามิเตอร์ pH, DO และอุณหภูมิ ทำการวัดที่จุดกึ่งกลางความยาวของแบบจำลอง โดยทำการวัดทุกวัน ในช่วงก่อนและหลังของระบบบำบัดเข้าสู่สภาวะคงที่ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 วิธีการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างและความถี่ในการวิเคราะห์ของบ่อเดิมอากาศที่เดิมอากาศ
ตลอดเวลา

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	ความถี่ในการ วิเคราะห์น้ำตัวอย่าง ภายในถังปฏิกิริยา	ความถี่ในการวิเคราะห์น้ำทิ้งที่ออกจาก ระบบบำบัด	
			ช่วงก่อนสภาวะคงที่	ช่วงที่เข้าสู่สภาวะคงที่
pH	pH meter ยี่ห้อ Horiba รุ่น D-14E	ทุกวัน	ทุกวัน	ทุกวัน
อุณหภูมิ	pH meter ยี่ห้อ Horiba รุ่น D-14E	ทุกวัน	ทุกวัน	ทุกวัน
DO	pH meter ยี่ห้อ Horiba รุ่น D-14E	ทุกวัน	-	-
BOD*	Dilution method	-	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง
COD*	Dichromate reflux	-	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง
TKN*	Kjeldahl	-	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง
NH ₃ -N*	Distillation and analysis	-	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง
NO ₂ ⁻ *	Colorimetric analysis	-	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง
TP	Acid digestion and ascorbic acid	-	-	-
MLSS	Gravimetric method	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง
MLVSS	Gravimetric method	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง

หมายเหตุ * สำหรับน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัดจะกรองผ่านกระดาษกรองก่อนแล้วจึงนำมาวิเคราะห์ (เป็นค่า Filterable)

3.4.2 ระบบบำบัดบ่อเดิมอากาศที่เดิมอากาศเป็นจังหวัด

3.4.2.1 น้ำตัวอย่างที่เข้าและออกจากระบบบำบัด พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์เหมือนกันกับข้อ 3.4.1.1 สำหรับน้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด โดยได้ทำการเก็บตัวอย่าง 2 แบบ ดังนี้

ก. Grab sample โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงหลังปิดเครื่องเดิมอากาศสิ้นสุดลงและทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาเดียวกันทุกครั้ง สำหรับการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างได้ทำการวิเคราะห์ทุกพารามิเตอร์ โดยทำการวิเคราะห์ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ตลอดช่วงของการทดลอง (ช่วงที่ระบบบำบัดเข้าสู่สภาวะคงที่ ดูจากความเข้มข้นของไนโตรเจนรวม)

ข. Composite sample (น้ำทิ้งที่ออกจากระบบภายใน 1 วัน) โดยทำการเก็บน้ำตัวอย่างจากถังรับน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านการบำบัด (รูปที่ 3.1) ในวันและเวลาเดียวกันกับการเก็บน้ำตัวอย่างในข้อ ก. สำหรับการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างทุกพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ได้ทำการวิเคราะห์สัปดาห์ละครั้ง ตลอดช่วงของการทดลอง

3.4.2.2 น้ำตัวอย่างภายในถังปฏิกิริยาขณะดำเนินการทดลอง พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์เหมือนกันกับข้อ 3.4.1.2 โดยมีความถี่ในการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.4 และได้ทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ TKN, NH_4 , NO_2 และ NO_3 ซึ่งทำการวิเคราะห์ทุก 1 ชั่วโมง ในช่วงของการเปิด-ปิดเครื่องเดิมอากาศของการทดลองชุดที่ให้ประสิทธิภาพ ในการกำจัดไนโตรเจนที่ดีที่สุด เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารไนโตรเจน โดยทำการเก็บตัวอย่าง ณ จุดกึ่งกลางความยาวของระบบบำบัด แล้วทำการกรองผ่านกระดาษกรองก่อนแล้วจึงนำมาวิเคราะห์

ตารางที่ 3.4 ความถี่ในการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างของระบบบำบัดบ่อเติมอากาศที่เติมอากาศเป็น
จังหวะ

พารามิเตอร์	ความถี่ในการ วิเคราะห์น้ำตัวอย่าง ภายในถังปฏิกิริยา	ความถี่ในการวิเคราะห์น้ำทิ้งที่ออกจากระบบบำบัด	
		Grab sample*	Composite sample*
pH	ทุกวัน	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
อุณหภูมิ	ทุกวัน	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
DO	ทุกวัน	-	-
BOD**	-	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
COD**	-	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
TKN**	-	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
NH ₃ -N**	-	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
NO ₃ **	-	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
MLSS	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
MLVSS	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 3 ครั้ง	สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

หมายเหตุ * ในช่วงก่อนและหลังที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงที่

** สำหรับน้ำทิ้งที่ออกจากระบบเมื่อทำการเก็บแบบ Grab และ Composite จะกรองผ่านกระดาษกรองก่อนแล้วจึงนำมา วิเคราะห์ (เป็นค่า Filterable)