

บทที่ 4

การวางแผนการวิจัย

4.1 แผนการวิจัย

การทดลองทั้งหมดกระทำที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการทดลองกระทำโดยใช้เครื่องกรองไร้ออกซิเจน (anaerobic filter) 2 ตัว ที่ออกแบบและสร้างให้มีลักษณะเหมือนกัน และใช้ตัวอย่าง 5 ชุดตัวอย่าง ซึ่งตัวแปรเปลี่ยนอิสระที่ทำการศึกษามีตัวแปรเดียว คือ ค่าอัตราภาระบรรทุกอินทรีย์ (แปรเปลี่ยนในรูปซีโอดีของน้ำเสียที่เข้าระบบ) ค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงค่าภาระบรรทุกอินทรีย์ โดยการเปลี่ยนค่าซีโอดีเข้าสู่ถังกรองไร้ออกซิเจน

อัตราการป้อนน้ำเสีย (ลิตร/วัน)	ระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (HRT) (ชั่วโมง)	ค่าประมาณความเข้มข้นสารอินทรีย์ในน้ำเสีย (มก.ซีโอดี/ลิตร)	ค่าภาระอินทรีย์ (กก.ซีโอดี/ลบ.ม.-วัน)
30	9	825	2.20
30	9	1650	4.40
30	9	3300	8.80
30	9	3850	10.26
30	9	5500	14.67

4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.2.1 ตัวถังกรอง

ทำด้วยพีวีซีใส รูปทรงกระบอกสูง 2.50 เมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.07 เมตร (3 นิ้ว) พื้นที่หน้าตัดประมาณ 0.0045 ตร.ม. มีปริมาตรประมาณ 0.01125 ลบ.ม. (11.25 ลิตร)

สำหรับท่อเก็บตัวอย่างมีอยู่ 5 จุด คือ ที่ระดับ 0.15 ม. (P1), 0.45 ม. (P2), 1.05 ม. (P3), 1.65 ม. (P4) และ 2.25 ม. (P5) จากกันถึงกรองตามลำดับ

ตอนบนและล่างสุดของถังกรองประกอบด้วยฝาครอบทำด้วยแผ่นพีวีซีใสหนา 10 มม. ชั้นนี้อยู่แน่นตลอดตามแนวของเส้นรอบวงประกอบด้วยแผ่นปะเก็นยางหนา 2 มม. ฝาครอบด้านบนและด้านล่างนี้จะเจาะรูตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. เพื่อประกอบท่อที่จะนำน้ำเสียเข้าไปในตอนล่าง (upflow) และประกอบท่อที่จะนำน้ำเสีย และก๊าซออกจากถังด้านบน ท่อนี้จะต่อกับระบบแยกชีวภาพออกจากน้ำทิ้ง ซึ่งเป็นรูปตัวยู ระบบนี้ทำงานโดยก๊าซจะแยกไปสู่เครื่องวัดก๊าซ ส่วนน้ำทิ้งจะไหลผ่านท่อรูปตัวยูก่อนไหลออกจากระบบกำจัดน้ำเสีย

4.2.2 ถังพักน้ำเสียสังเคราะห์

เป็นถังสแตนเลสขนาด 250 ลิตร ใช้ในการพักน้ำเสียเข้าก่อนสู่ถังกรอง

4.2.3 เครื่องสูบน้ำเสียเข้าถังกรอง

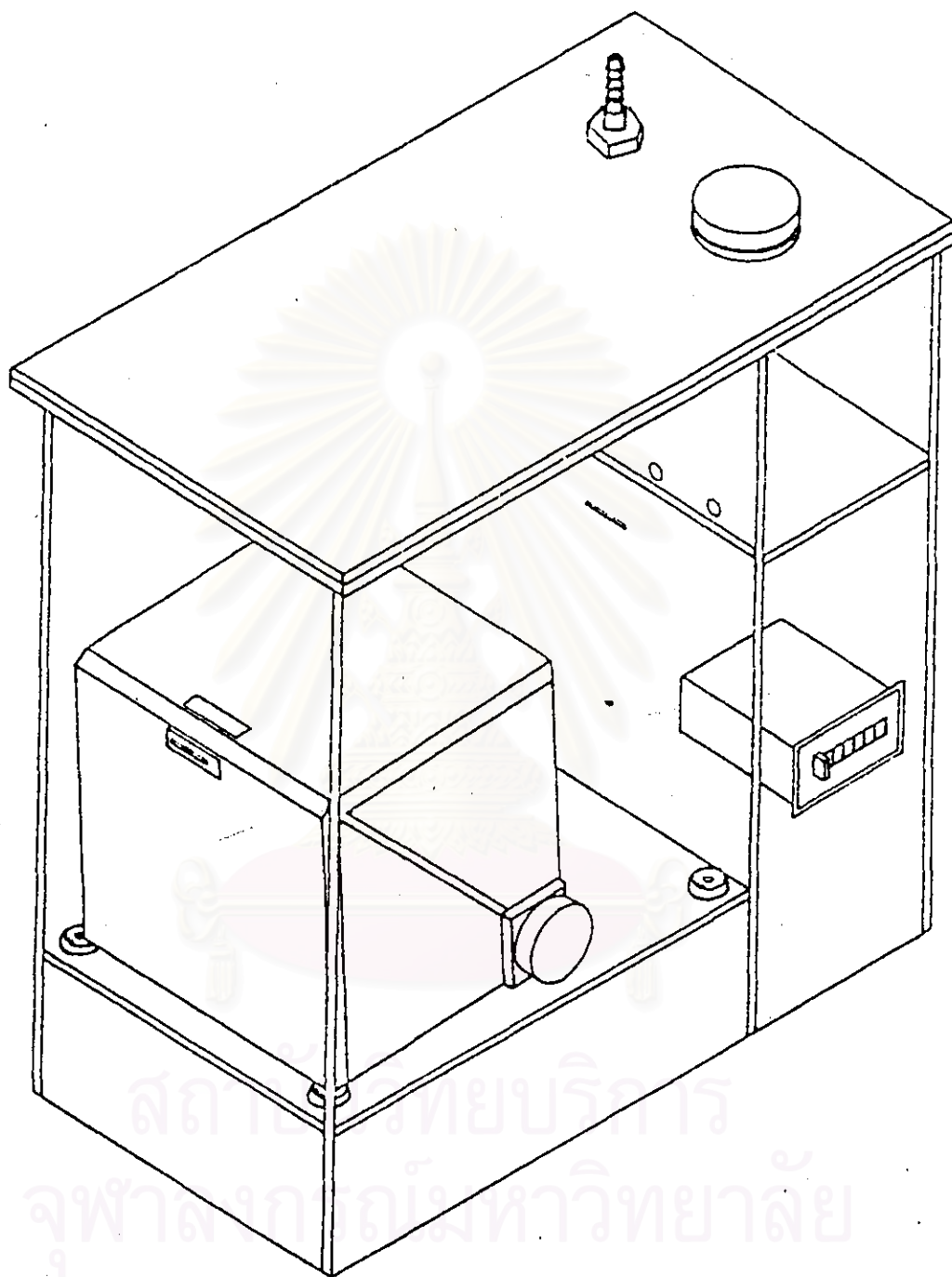
น้ำเสียถูกสูบเข้าถังกรองทางตอนล่างและไหลออกทางตอนบนโดยมีการทำงานในลักษณะไหลต่อเนื่อง เครื่องสูบน้ำเสียที่ใช้เป็น Diaphragm Pump

4.2.4 เครื่องวัดก๊าซ

เครื่องวัดก๊าซใช้แบบเดียวกับที่ออกแบบโดยศักดิ์ชัย, 2527 ดังภาพที่ 4.1 ซึ่งจะวัดผลรวมของปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน และแสดงออกมาเป็นตัวเลขบนเครื่องวัด โดยก๊าซจะผ่านทางตอนล่างของเครื่องวัดก๊าซและระบายทิ้งออกสู่ภายนอกทางตอนบนของเครื่อง

4.2.5 seed ที่ใช้เริ่มต้นระบบ

seed ที่ใช้ในการเริ่มต้นระบบนี้ นำมาจากถังไร้อากาศยูเอเอสบีของคุณทวีชัยที่ทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยใช้น้ำเสียน้ำสัปรดซึ่งมีความเข้มข้นสูงในการป้อนเข้าระบบ จึงได้นำมาใช้เพื่อให้สะดวกต่อการเริ่มต้นระบบ



ภาพที่ 4.1 ก๊าซมิเตอร์ (GAS METER)

ที่มา : ตักศิลา,2527

4.2.6 ตัวกลางภายในถังกรอง

ตัวกลางที่ใช้ในการวิจัยเป็นเม็ดพลาสติกที่ผลิตจากการหลอมถลุงพลาสติกที่ใช้แล้ว เม็ดพลาสติกที่นำมาใช้ในการทดลอง มีลักษณะเป็นเม็ดสีเหลี่ยมเล็กๆ ที่ผ่านการแช่กรดไนตริก 50% เป็นเวลา 30 นาที บรรจุอยู่ในถังกรองในลักษณะลอยอยู่ส่วนบนของถังกรอง ความหนาชั้นกรองเท่ากับ 1.25 ม.

หมายเหตุ การนำตัวกลางเม็ดพลาสติกมาแช่ในกรดไนตริกเพื่อให้ผิวของตัวกลางขรุขระขึ้น และจะทำให้จุลินทรีย์เกาะตัวกลางได้ดีขึ้น

ลักษณะของเม็ดพลาสติกที่ใช้เป็นตัวกลางใน 1 เม็ด มีลักษณะ ดังนี้

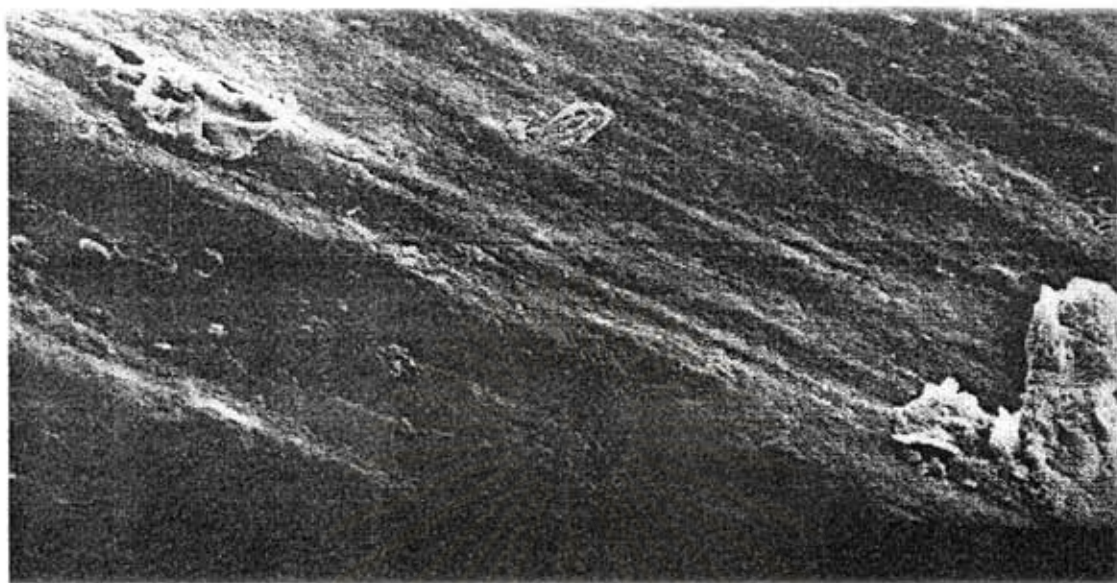
- 1.ค่าพื้นที่ผิวจำเพาะ (Specific area) 1410 $\text{ม.}^2/\text{ม.}^3$
- 2.พื้นที่ผิวเฉลี่ย 0.45 ซม.^2
- 3.เปอร์เซ็นต์ช่องว่างในหนึ่งหน่วยปริมาตร 40 %

โดยได้ทำการนำตัวกลางไปถ่ายภาพพื้นที่ผิวโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เรียกว่า การถ่าย SEM (Scan Electron Microscope) ซึ่งลักษณะของพื้นที่ผิวก่อนแช่กรดไนตริกเป็นดังรูปที่ 4.2 และหลังแช่กรดไนตริกเป็นไปดังรูปที่ 4.3 ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าพื้นที่ผิวของตัวกลางที่ผ่านการแช่กรดมีพื้นที่ผิวขรุขระมากกว่าพื้นที่ผิวของตัวกลางที่ไม่แช่กรด ซึ่งการที่พื้นที่ผิวขรุขระมากจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวให้กับตัวกลาง ทำให้ตัวกลางมีพื้นที่ผิวให้แบคทีเรียสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งก็น่าจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีมากขึ้น

4.3 น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในการวิจัย

น้ำเสียสังเคราะห์ที่ป้อนให้กับเครื่องกรองทั้ง 2 ตัว มีแร่ธาตุต่างๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยเตรียมให้มีอัตราส่วนของ COD:N:P เท่ากับ 100:1.1:0.7 โดยมีส่วนประกอบต่างๆ มีดังนี้

1. ยูเรีย (urea) 267 มก.
2. KH_2PO_4 133 มก.
3. CaCl_2 14.4 มก.
4. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 85.3 มก.
5. FeCl_3 6.9 มก.



รูปที่ 4.2 ลักษณะพื้นผิวเม็ดพลาสติกก่อนแช่กรด กำลังขยาย 360 เท่า



รูปที่ 4.3 ลักษณะพื้นผิวเม็ดพลาสติกหลังแช่กรด กำลังขยาย 360 เท่า

6. NH_4HCO_3 2000 มก.
 7. น้ำตาล 4000 มก.
 8. NaHCO_3 2000 มก.
 9. น้ำประปาเจือจางและทำให้เป็น 1 ลิตร
 ที่มา : โรมรัน,2525

4.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์น้ำเสีย

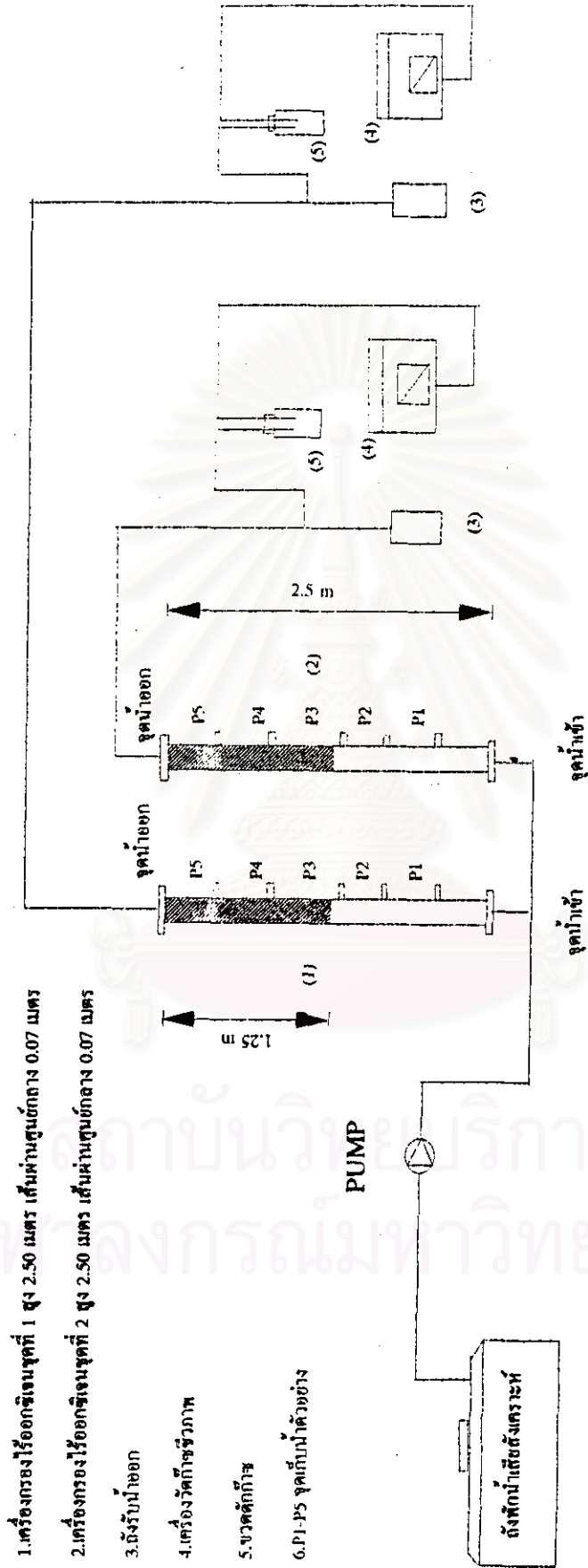
การเก็บตัวอย่างน้ำจะทำการเก็บตัวอย่าง 7 จุด คือ ที่ถังพักก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด ที่ท่อเก็บตัวอย่างของถังกรองที่ระยะ 0.15 ม., 0.45 ม., 1.05 ม., 1.65 ม. และ 2.25 ม. จากกันถึง และน้ำที่ผ่านจากระบบกำจัดแล้ว

หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ ซึ่งรายละเอียดแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตัวแปรตามที่จะวิเคราะห์ และความถี่ในการวิเคราะห์

ตัวแปรเปลี่ยนแปลงตาม	ตำแหน่งของการเก็บตัวอย่าง						น้ำออก
	น้ำเสีย	บริเวณต่างๆ ของถังกรองไร้ออกซิเจน					
		P1	P2	P3	P4	P5	
Total COD	A	S	S	S	S	S	A
Volatile Fatty Acid	A	S	S	S	S	S	A
Total Alkalinity	A	S	S	S	S	S	A
ORP	-	S	S	S	S	S	A
Suspended Solid	A	S	S	S	S	S	A
PH	A	S	S	S	S	S	A
Temperature	A	S	S	S	S	S	A
TOC	S	-	-	-	-	-	S
Total Gas Volume	-	-	-	-	-	-	B
%GAS	-	-	-	-	-	-	S

- หมายเหตุ**
- A หมายถึง ตัวแปรตามที่วิเคราะห์สัปดาห์ละ 3 ครั้ง
 - B หมายถึง ตัวแปรตามที่วิเคราะห์ทุกวัน
 - S หมายถึง ตัวแปรตามที่วิเคราะห์เมื่อระบบคงตัว(Steady State)



1. เครื่องกรองใต้ออกซิเจนขนาด 1 สูง 2.50 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.07 เมตร

2. เครื่องกรองใต้ออกซิเจนขนาด 2 สูง 2.50 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.07 เมตร

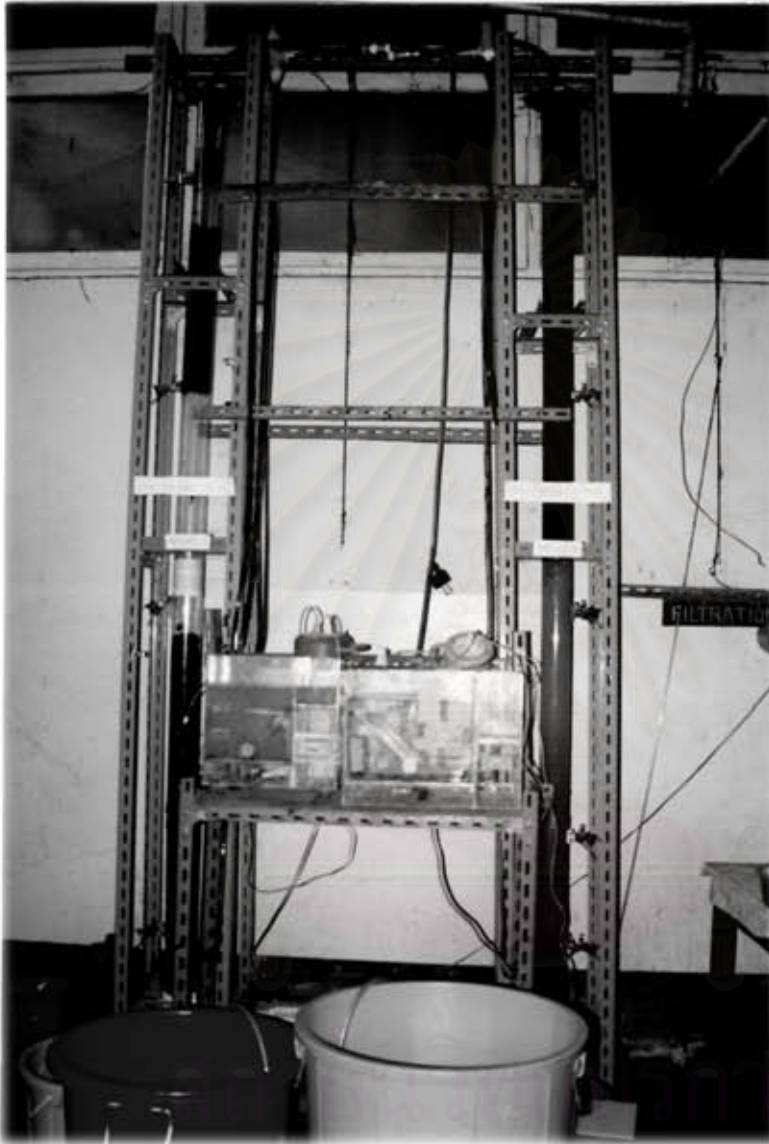
3. ถังรับน้ำออก

4. เครื่องวัดค่าชีวภาพ

5. ขวดดักก๊าซ

6. P1-P5 จุดเก็บน้ำด้วยต่าง

ภาพที่ 4.4 FLOW DIAGRAM ของระบบเครื่องกรองใต้ออกซิเจน



รูปที่ 4.5 ลักษณะโมเดลที่ใช้ในการทดลอง

4.5 วิธีที่ใช้วิเคราะห์

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Total COD | : Closed Reflux, Titrimetric Method |
| 2. pH | : Electronic pH Meter Method |
| 3. ORP | : ORP Meter Method |
| 4. Volatile Fatty Acid | : Direct Titration by Diallo x Alberson |
| 5. Total Alkalinity | : Direct Titration by Diallo x Alberson |
| 6. Suspended Solids | : Gravimetric Method |
| 7. Total Gas Volume | : Count Meter Method เครื่องมือที่ออกแบบโดย ศักดิ์ชัย, 2527 |
| 8. Temperature | : Electronic Thermometer Method |
| 9. Percent Methane | : Orsat |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย