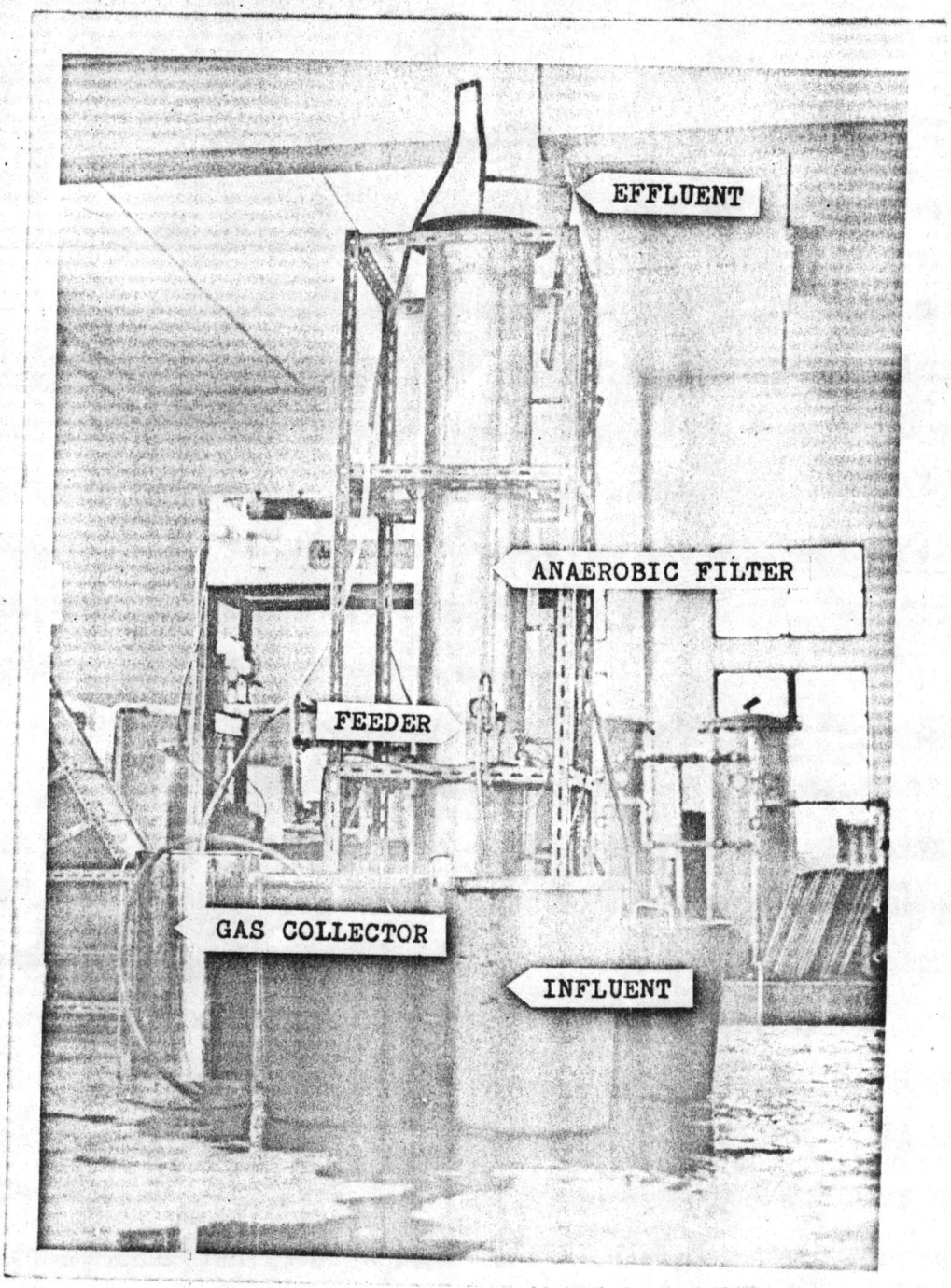
บทที่ 4

วิธีการทดลองและวิจัย

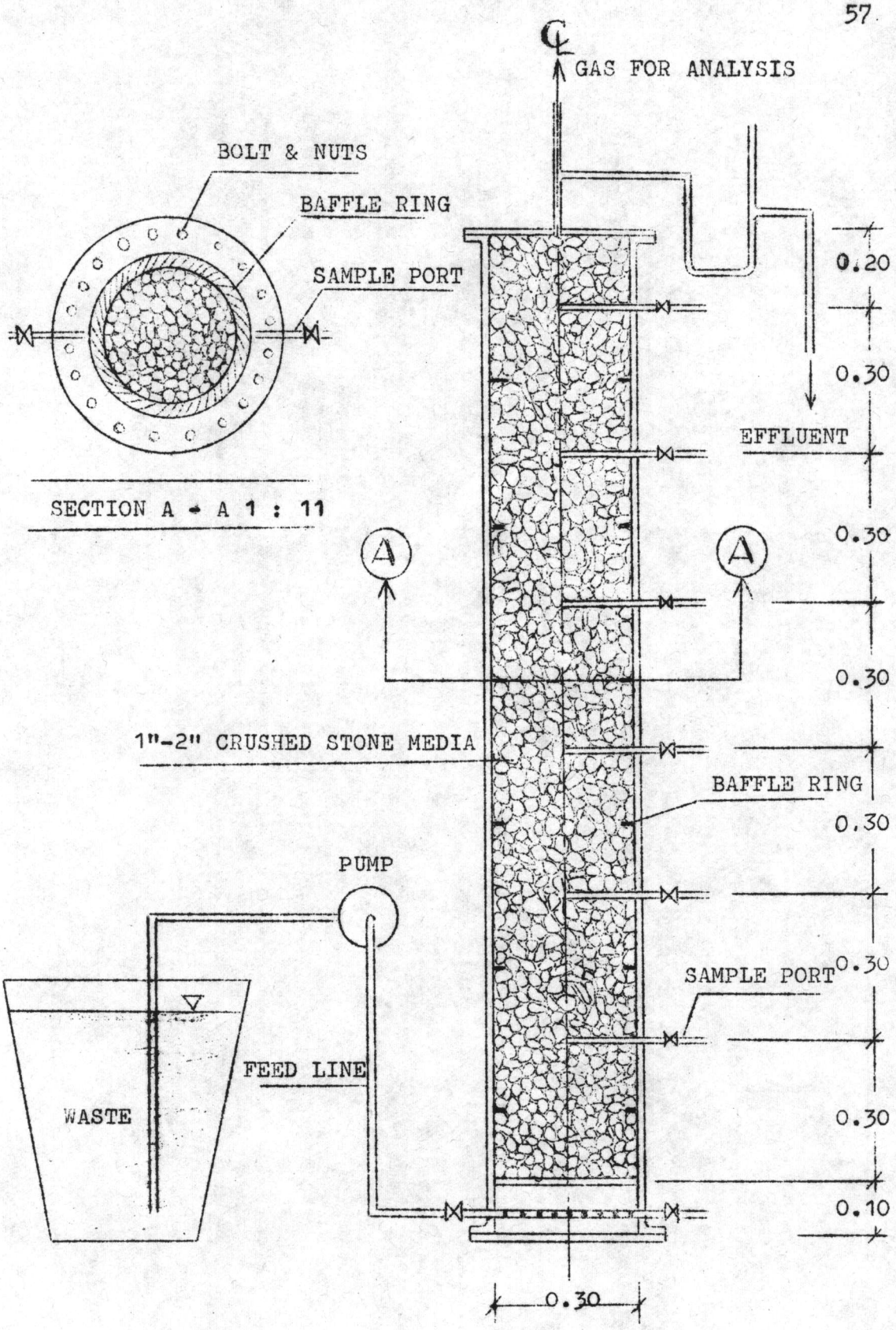
4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

ในการทดลองวิจัยนี้ใช้เครื่องกรองแอนแอโรบิคชนิดต้นแบบตัวถังทำด้วยเหล็กวิลาศ (stainless steel) เป็นรูปทรงกระบอก มีความสูง 2.10 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. ส่วนบนสุดและล่างสุดปิดไว้ด้วยแผ่นเหล็กวิลาศและมีท่อสำหรับระบายน้ำทิ้ง (Effluent) และก๊าซเสียบติด อยู่บนแผ่นปิดด้านบนซึ่งจะต่อเข้ากับท่อรูปตัวยู (U-tube) เพื่อแยกก๊าซและน้ำทิ้งออกจากกันท่อนำก๊าซจะติดต่อไปยังถังเก็บก๊าซ โดยมีบริมาตรของถังกรองแอนแอโรบิคเท่ากับ 0.137 ลูกบาศก์เมตร โดยคิดความลึกประสิทธิผล 1.94 เมตร (Effective depth)

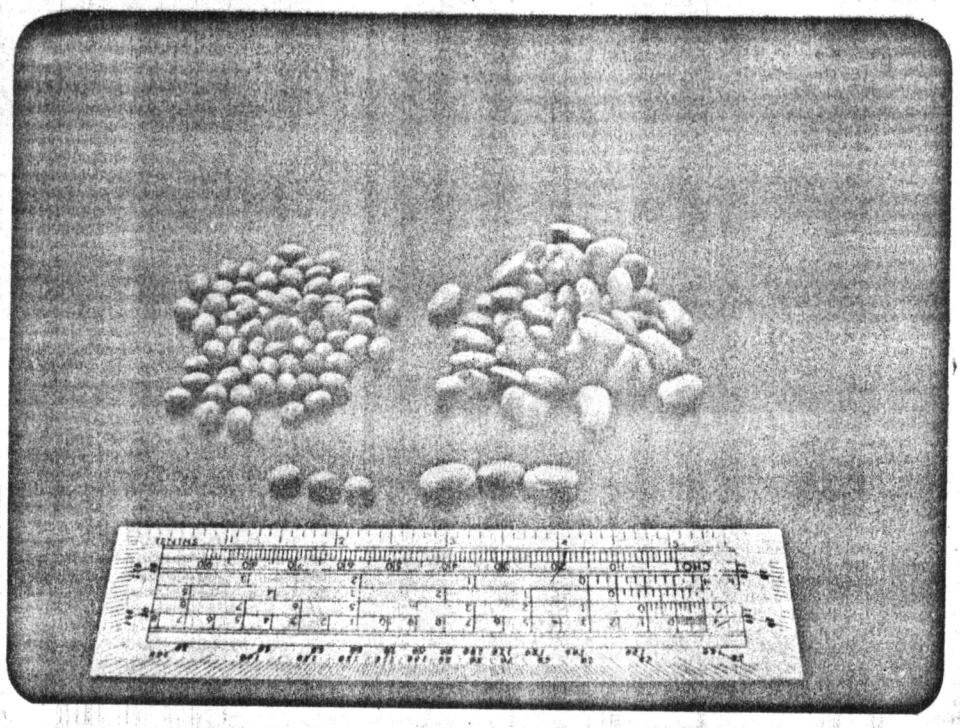
ภายในถังกรองมีแผ่นตะแกรงทำด้วยเหล็กวิลาศเจาะรู (perforated plate) โดยที่รูเจาะมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.00 ซม. มีระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางประมาณ 2.50 ซม. วางอยู่ส่วนล่างของถังโดยแผ่นตะแกรงจะอยู่สูงจากก้นถัง 10 ซม. เพื่อใช้เป็นที่รองรับตัวกรอง (Filter media) และเพื่อให้น้ำทิ้งที่เข้าสู่ถังกระจายโดยสม่ำเสมอทั่วทั้งหน้าตัดของถัง ภายในถังจะมีผนังกั้น (baffles) ทำด้วยแผ่นยางรูปวงแหวนกว้าง4.0 ซม. ติดอยู่กับผนังของถังในแนวนอนที่ทุก ๆ ระยะ 30 ซม. ผนังกั้นนี้จะป้องกันไม่ให้เกิดการลัดวงจร (short cicuit) ของน้ำที่เข้าสู่ถัง ซึ่งถ้าไม่มีผนังกั้นแล้วน้ำทิ้งจะไหลไปตามช่องว่างระหว่างตัวกรองและผนังของถังกรอง นอกจากนี้ทุก ๆ ระยะ 30 ซม.ของถังจะเสียบท่อเหล็กวิลาศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.25 ซม. เสียบติดอยู่กับตัวถังเข้าไปจนถึงจุดศูนย์กลางของถัง เพื่อเก็บตัวอย่างน้ำตามจุดต่าง ๆ นี้ไปทดสอบคุณลักษณะ (ดูรูปที่ 16, 17 ประกอบ)



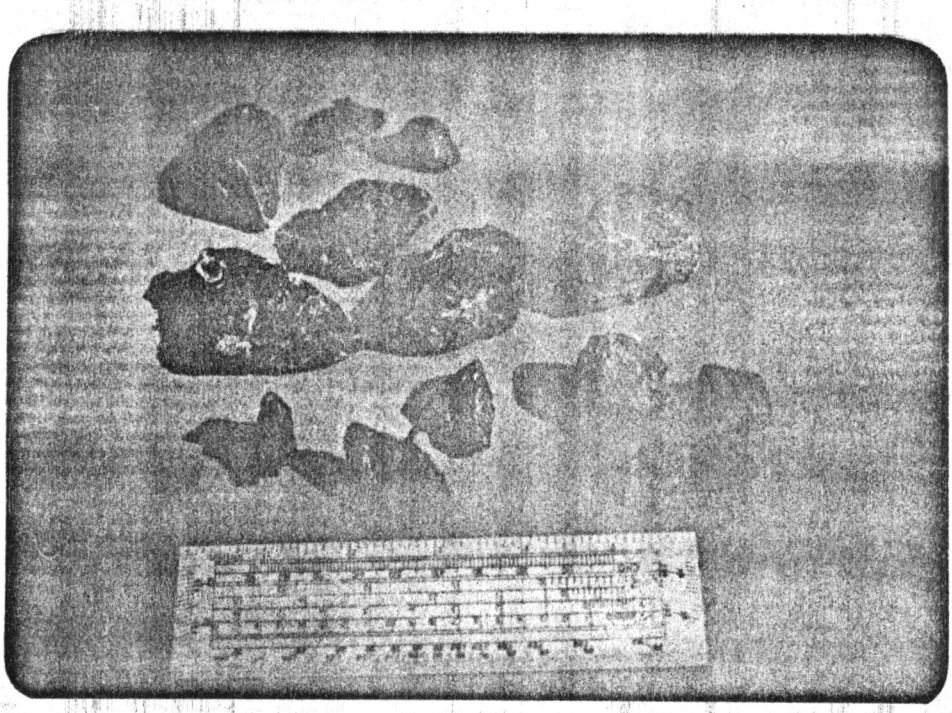
รูปที่ 16 ลักษณะของเครื่องกรองแอนแอโรบิคขณะที่ใช้ทำการทดลอง



รูปที่ 17 SCHEMATIC DIAGRAM ของเครื่องกรองแอนแอโรบิค.



รูปที่ 18 ลักษณะของถั่วเหลืองก่อนและหลังการแช่น้ำ



รูปที่ 19 ลักษณะและขนาดของหินที่ใช้เป็นตัวกรองในเครื่องกรองแอนแอโรบิค ก่อนและหลังการใช้งาน

ตัวกรองที่บรรจุในถังใช้หินบดขนาด 1 - 2 นิ้ว โดยบรรจุไว้สูง 1.94 เมตร ถังกรองนี้เมื่อบรรจุตัวกรองแล้วจะจุน้ำได้ 56 ลบ.ดม. ดังนั้น ค่า porisity หรืออัตราส่วนระหว่างช่องว่าง (void valume) ในตัวถังกรองต่อบริมาตรของถังกรองเมื่อไม่บรรจุตัวกรอง (total volume) เท่ากับ 56/137 หรือ 0.41 น้ำทิ้งจะถูกสูบเข้าสู่เครื่องกรองแอนแอโรบิคด้วย Master Flex pump No. 7568 - 10 ของบริษัท Cole-Parmer Instrument, Chicago, Illinois ในช่วงแรกที่เลี้ยงแบคทีเรีย ต่อมาเครื่องมือเกิดชัดข้องจึงใช้ Diaphram pump Model C - 660 ของบริษัท Blue White Industries, California, U.S.A.

4.2 น้ำทิ้งที่ใช้ในการวิจัย

น้ำทิ้งที่ใช้ในการทดลองวิจัยครั้งนี้เป็นน้ำทิ้งจากโรงผลิตเต้าหู้ซึ่งตั้งอยู่ที่บางโพ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร โดยเก็บน้ำทิ้งจากถังตกตะกอนเต้าหู้ซึ่งมีค่าความสกปรกสูง มีค่า COD สูงกว่า 10,000 มก./ลบ.ดม. การเก็บน้ำทิ้งเพื่อการวิจัยได้ทำการเก็บน้ำทิ้งครั้งละประมาณ 120 ลบ.ดม. โดยบรรจุในถังพลาสติกขนาด 20 ลบ.ดม. จำนวน 6 ถัง เมื่อเก็บน้ำทิ้งจากโรงผลิตเต้าหู้ได้แล้วจะนำมาเก็บไว้ในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4° เซ็ลเซียส ณ ห้องปฏิบัติการของแผนกวิศวกรรมสุขาภิบาล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างน้ำทิ้งที่เก็บมานี้เมื่อจะนำไปใช้ในการวิจัยก็จะปล่อยให้ตกตะกอนก่อนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำทิ้งจากถังตกตะกอนนั้นเวลานำมาจะมีเนื้อเต้าหู้ติดมาด้วย และปริมาณตะกอนแขวนลอยก็มีอยู่ในปริมาณที่สูงด้วย

4.3 แผนการทดลอง

การทดลองวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาถึงการทำงานของเครื่องกรองแอนแอโรบิคในการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงผลิตเต้าหู้ได้แบ่งการทดลองออกเป็นสองระยะด้วยกัน ระยะแรกทำการทดลองโดยควบคุมค่า COD ของน้ำทิ้งที่เข้าสู่เครื่องกรองแอนแอโรบิคให้คงที่ที่ 3,000 มก./ลบ.ดม. และเปลี่ยนแปลงเวลาในการกักน้ำทิ้ง (Hydraulic Retention time หรือ HRT) เป็น4 ช่วงด้วยกันคือ 48, 36, 24 และ 12

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของน้ำทิ้ง, ระยะเวลาการกักน้ำทิ้ง และ organic loading ที่เข้าสู่เครื่องกรองแอนแอโรบิคขณะทำการวิจัย

	Influent COD มก./ลบ.ดม.	อัตราการไหล ลบ.ดม./วัน	ระยะเวลากักน้ำทิ้ง (HRT) ชั่วโมง	Organic Loading กก. COD/ม.^{3}/วัน
ระยะแรก*	3,000	28	48	0.61
	3,000	42	36	0.92
	3,000	56	24	1.23
	3,000	112	12	2.45
ระยะที่สอง**	3,000	56	24	1.23
	6,000	56	24	2.45
	10,000	56	24	4.09
	1,600	56	24	0.65
	6,000	56	24	2.45

* ภายใต้การควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมกับแบคทีเรีย

** ไม่มีการควบคุมสภาวะแวดล้อม ใช้น้ำทิ้งโดยตรง.

ชั่วโมงตามลำดับ ระยะที่สองทำการทดลองโดยควบคุมเวลาในการกักน้ำทิ้งให้คงที่ที่ 24 ชั่วโมง และเปลี่ยนแปลงค่า COD ของน้ำทิ้งที่เข้าสู่เครื่องกรองเป็น 1,600, 3,000, 6,000 และ 10,000 มก./ลบ.ดม. ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลง Organic loading จะเปลี่ยนแปลงได้สองวิธีคือ การเปลี่ยนแปลงค่า COD ของน้ำทิ้งเมื่อเวลาในการกักน้ำทิ้งคงที่ และการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการกักน้ำทิ้งเมื่อค่า COD ของน้ำทิ้งคงที่ จากการทดลองได้เปลี่ยนแปลง Organic loading จาก 0.613 กก. COD /ม.^{3} /วัน ถึง 4.09 กก. COD/ม.^{3}/วัน หรือเท่ากับ 38.31 ปอนด์ COD/1,000 ฟ.^{3}/วัน ถึง 255.63 ปอนด์ COD/1,000 ฟ.^{3}/วัน อุณหภูมิในการทดลองและวิจัยครั้งนี้ใช้อุณหภูมิของห้องปฏิบัติการ (room temperature) ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิห้องตั้งแต่ 25 - 35 องศาเซ็ลเซียส และอุณหภูมิของน้ำทิ้งที่เข้าสู่เครื่องกรองแอนแอโรบิคประมาณ 25 - 28 องศาเซ็ลเซียส จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นถึงค่า COD ที่ใช้ในการทดลองในช่วงต่าง ๆ ของการวิจัย

4.4 การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำทิ้ง

คุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ต้องวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณตัวแปรเปลี่ยนตาม (dependent variable) ได้แก่ pH, สภาพความเป็นด่าง, กรดโวแลไทล์, ปริมาณก๊าซ, จำนวนร้อยละของก๊าซมีเทน, ตะกอนแขวนลอย, ตะกอนโวแลไทล์, ตะกอนทั้งหมด, COD., BOD_5, ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

pH ทำการวัดโดยใช้ pH meter ของ Beckman แบบ Zeromatic SS-3 กรดโวแลไทล์วิเคราะห์โดยวิธี Direct Titration ซึ่งเป็นวิธีของ DiLallo and Albertson (1965) ส่วนตัวแปรตามอื่น ๆ วิเคราะห์ตาม American Standard Method. (1975)

การเก็บตัวอย่างก๊าซและการวัดปริมาณก๊าซมีเทนนั้น ก๊าซทั้งหมดที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บไว้โดยวิธีแทนที่น้ำ การวัดปริมาณร้อยละของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำโดยใช้เครื่องมือ Orsat Gas Analyser ปริมาณร้อยละของก๊าซมีเทนคำนวณได้จากผลต่างของก๊าซทั้งหมดลบด้วยจำนวนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การเก็บตัวอย่างน้ำจากเครื่องกรองแอนแอโรบิคจะกระทำที่จุดต่าง ๆ ตาม Sampling point โดยเริ่มเก็บจากจุดสูงสุดก่อน ก่อนจะเก็บน้ำตัวอย่างจาก Sampling point แต่ละจุดจะปล่อยให้น้ำในเครื่องกรองไหลทิ้งไปก่อนประมาณ 20 ลบ.ซม.ทุกครั้ง แล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำครั้งละ 200 ลบ.ซม. เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำได้แล้วก็ทำการวิเคราะห์ค่า pH, สภาพความเป็นด่าง, กรดโวแลไทล์, COD และปริมาณตะกอนแขวนลอย ทันที.