บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียโดยใช้เครื่องฟลูอิไดซ์เบดสามเฟส ขั้นขยายขนาด ในการทดลองจำเป็นต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดให้คงที่ตลอดเวลา แต่ค่าสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียมีค่าไม่คงที่ เพื่อให้เกิดภาวะคงตัวแบบเทียม (pseudo-steady state) ปริมาณสารอื่นที่ทำให้เกิดปัญหาต่อเครื่องมือในการบำบัดน้ำเสีย จะมีมากพอสมควร น้ำเสียก่อนเข้าระบบต้องนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษต่าง ๆ ที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อแบคทีเรียในระบบ น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดแยกออกเป็นส่วนได้ดังนี้

น้ำเสียก่อนเข้าระบบ

น้ำเสียก่อนเข้าระบบเป็นน้ำเสียจากโรงครัวและน้ำเสียจากห้องอาบน้ำของโรงแรม โดยมีบ่อพักน้ำเสียสองบ่อ แยกไขมัน, เศษอาหาร และเศษขยะออกโดยใช้ตะแกรง Stainless Steel ขนาดช่อง 1 มิลลิเมตร สูง 90 เซนติเมตร ล้อมเป็นวงกลมป้องกันไขมันเข้าสู่ระบบ โดยต้องตักไขมันออกจากตะแกรง ทุกๆ 5 วัน

น้ำเสียส่วนที่เข้าระบบ

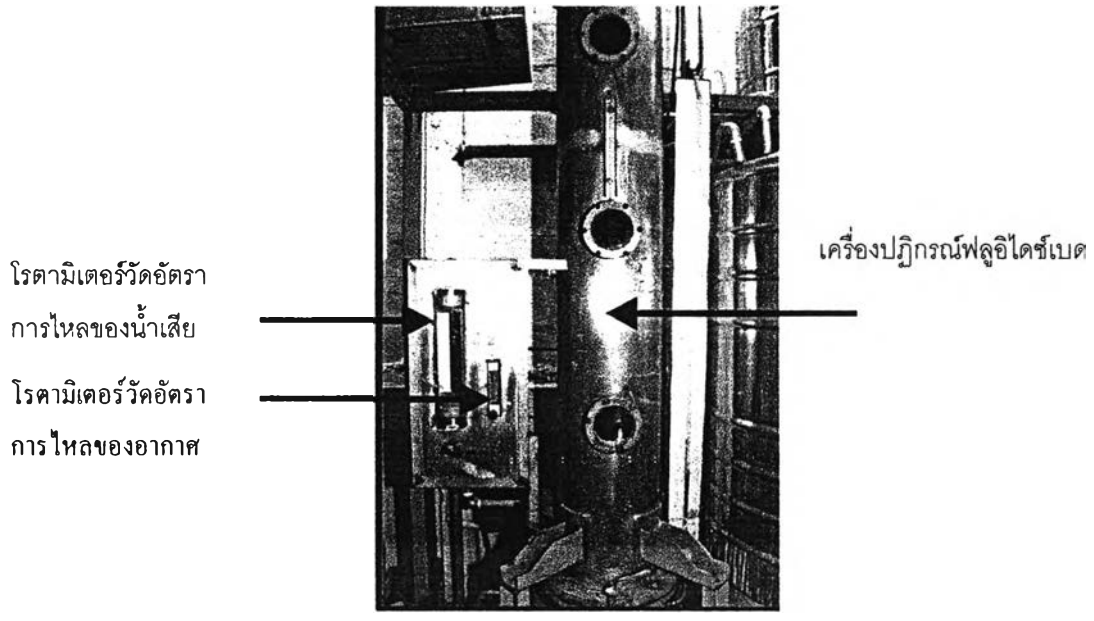
น้ำเสียส่วนนี้ยังมีไขมันบางส่วนอยู่ ทำการกำจัดออกโดยตักที่บริเวณถังปรับสภาพน้ำเสียถังแรก น้ำเสียจะถูกสูบจากถังแรกไปไว้ถังข้างบนที่มีขนาดถังเท่ากัน จากนั้นน้ำจะถูกปล่อยออกมา มีการควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่เข้าถังปฏิกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

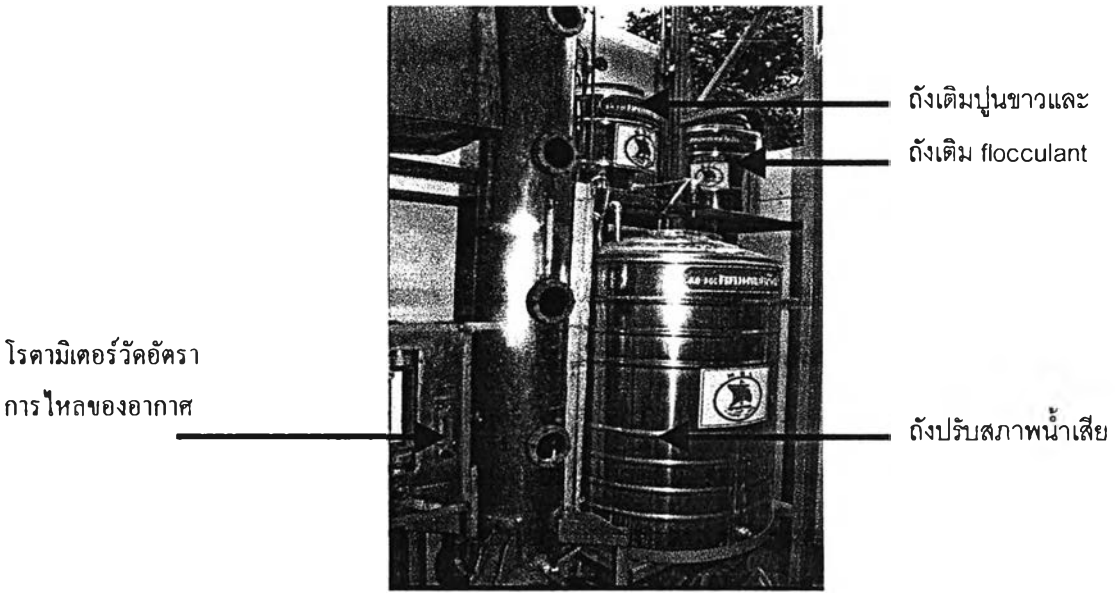
เม็ดของแข็งที่ใช้ประกอบด้วยเม็ดอิฐ 2 ส่วน และเม็ดทราย 1 ส่วน รวมทั้งเป็นปริมาตร 1 ส่วนใน 5 ส่วนของคอลัมน์ และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.2 มิลลิเมตร ความหนาแน่น 2.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

I 19064111

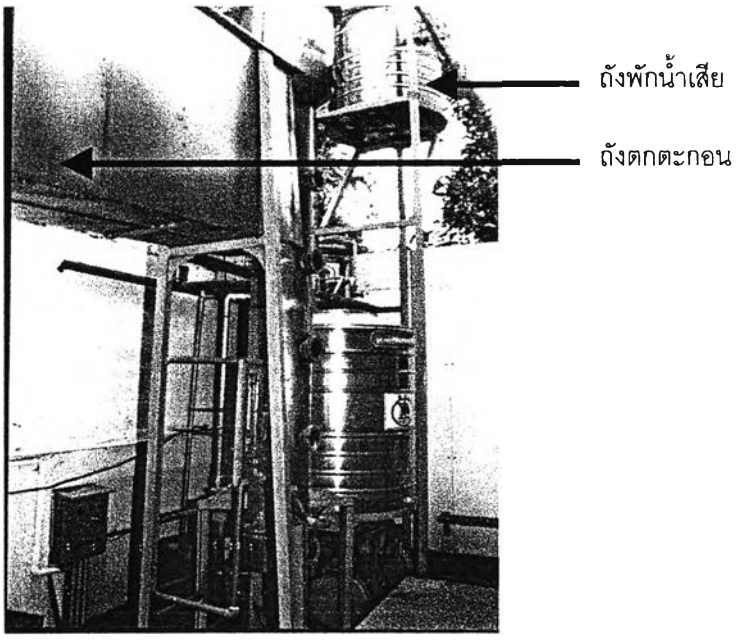
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองในการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียฟลูอิไดซ์เบดสามเฟส แสดงในรูปที่ 3.1, 3.2, 3.3 และ 3.4



รูปที่ 3.1 เครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด โรตามิเตอร์อัตราการไหลของน้ำเสีย และ อากาศ



รูปที่ 3.2 ถังเติมปูนขาว และถังเติม flocculant



รูปที่ 3.3 ถังพักน้ำเสีย และ ถังตกตะกอน

1. ถังปรับสภาพน้ำเสีย (Equalization Tank)

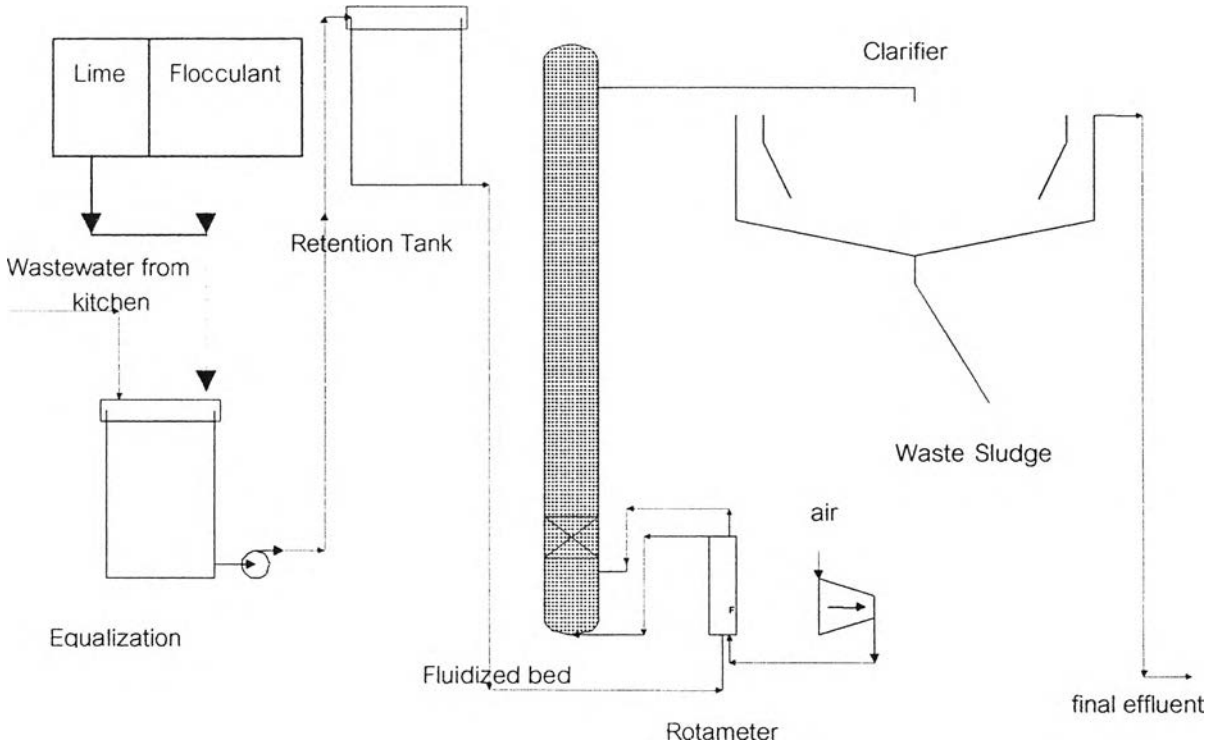
ถังพักน้ำเสียเป็นถังเหล็กไร้สนิม (Stainless Steel type 304) ขนาด 750 ลิตร เป็นถังที่ใช้ในการปรับค่าต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมก่อนเข้าเครื่องปฏิกรณ์ จึงเป็นถังที่มีความสำคัญ สารเคมีที่ใช้ได้แก่สารให้ตะกอนจมตัวเร็วขึ้น สารเคมีปรับค่า pH และสารอาหารเสริมต้องใส่เป็นบางครั้ง

2. ถังน้ำเสียก่อนเข้าเครื่องบำบัดน้ำเสียฟลูอิไดซ์เบด

เป็นเหล็กไร้สนิม ขนาด 750 ลิตร ตั้งที่ความสูงกว่าเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบดเพื่อให้น้ำเสียที่เข้าอาศัยแรงโน้มถ่วงไม่ต้องเปลืองพลังงานในการใช้เครื่องสูบน้ำ

3. ถังตกตะกอน

เป็นถังขนาดกว้าง 0.5 เมตร ยาว 2.5 เมตร สูง 1.5 เมตร วางอยู่ด้านบนเอียงเล็กน้อย ท่อน้ำเสียที่ปล่อยออกจากระบบอยู่ทางด้านบน และท่อน้ำเสียที่นำมาเวียนน้ำกลับอยู่ทางด้านล่างของถัง



รูปที่ 3.4 เครื่องปฏิกรณ์บำบัดน้ำเสียฟลูอิไดซ์เบดสามเฟส

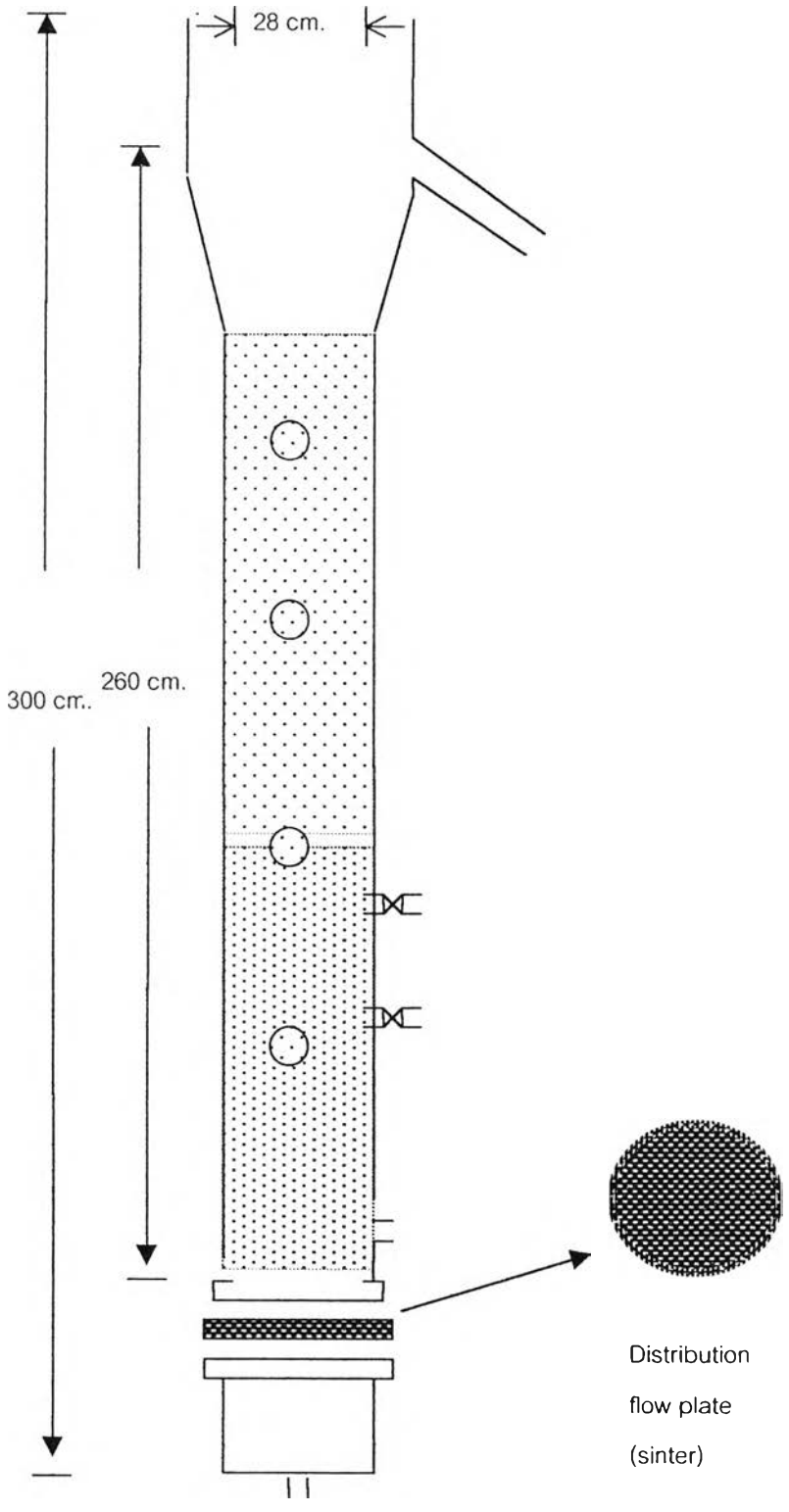
4. เครื่องสูบน้ำเสียและท่อน้ำเสีย

ทั้งหมดเป็นชนิด Centrifugal เป็นเครื่องขนาดตั้งแต่ 0.5 –1 แรงม้า

1) เครื่องสูบน้ำเสียเข้าสู่ระบบจากบ่อดักไขมันมีขนาด 1 แรงม้า ท่อที่สูบน้ำเสีย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.75 นิ้ว สูบจากโรงครัวระยะทางประมาณ 50 เมตร

2) เครื่องสูบน้ำเสียขึ้นไปถังพักน้ำเสียก่อนเข้าระบบ เป็นเครื่องขนาด 0.75 แรงม้า ท่อที่ใช้ในการสูบน้ำขึ้นไปข้างบนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 นิ้ว เป็นท่อ Stainless steel ยาว 4 เมตร

3) เครื่องสูบน้ำเสียเวียนกลับ เป็นเครื่องขนาด 0.75 แรงม้า สูบน้ำเสียจากถังเวียน กลับที่ตั้งอยู่ข้างล่าง ไปใส่ในถังน้ำเสียก่อนเข้าถังแรก



รูปที่ 3.5 รายละเอียดของเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด

5. ภาชนะหมุนเวียนน้ำกลับ

เป็นภาชนะขนาด กว้าง 0.3 เมตร ยาว 1 เมตร สูง 50 เซนติเมตร มีเครื่องสูบน้ำเสียเข้าถังแรก

6. เครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด (Fluidized Bed Reactor)

เครื่องปฏิกรณ์เป็นรูปทรงกระบอก ทำด้วยเหล็กไร้สนิมสูง 3 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 28 เซนติเมตร ปริมาตรที่มีน้ำเสียและตัวกลางบรรจุอยู่ 0.17 ลูกบาศก์เมตร ตลอดแนวเครื่องมีช่องมองน้ำเสียเป็นกระจกกระยะ 50 เซนติเมตร เหนือแผ่นกระจายของไหล (Distribution Flow Plate) แผ่นกระจายของไหลทำด้วยลูกเหล็กอัด (Sinter Plate) เป็นที่ทำให้อากาศที่เข้ามีการกระจายตัวที่ดีไม่รวมกันเป็นฟองอากาศขนาดใหญ่ นั่นคือทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายโอนมวลสารสูง

7. เครื่องชั่งละเอียด 0.1 mg Sartorius รุ่น 1702 MP8

8. ตู้อบ (Oven) ของ WT bindeer ช่วงอุณหภูมิ 0-250 ^{o}C

9. กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 47

10.ชุดเครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

11.เดซิกเคเตอร์ (Desiccator)

12.เตาไฟฟ้า

13.เครื่องวัดบีโอดี

14.พีเอชมิเตอร์

<u>สารเคมี</u>

1. Commercial Lime
2. Flocculant, MIZUFLOCK
3. Nitric Acid
4. Sulfuric Acid
5. Sodium Hydroxide
6. Ammonium Molybdate
7. Ammonium Metavanadate
8. Hydrochloric Acid
9. Phenophtalene indicator

10. Nutrient BOD

11. Lithium hydroxide

ตัวกลาง

ตัวกลางที่ใช้ทดลองอิฐผสมจะมีบางส่วนที่เป็นทราย มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4.2 มิลลิเมตร ความหนาแน่นเท่ากับ 2.29 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

การคัดขนาดจะใช้ตะแกรง (Sieve) ในการหาเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคตัวกลางที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียโดยการร่อนเพื่อให้ได้เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 4.2 มิลลิเมตร จะใช้ขนาดของตะแกรง 5.0 และ 2.5 มิลลิเมตร

อากาศ

อากาศจากเครื่องอัดอากาศที่ความดัน 100 ปอนด์ต่อตารางฟุต อากาศจากเครื่องอัดอากาศ ถูกปล่อยตามท่อผ่านเข้าเครื่องวัดอากาศ ทำการวัดอากาศตามที่กำหนดตั้งแต่ 0-2000 ลิตรต่อชั่วโมง

ค่าการวิเคราะห์

1 ค่าบีโอดี

2 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS)

3. ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)

4 ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในระบบ (MLSS)

5 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)

ขั้นตอนการทดลอง

1. บำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดฟลูอิไดซ์เบด โดยเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำเสียจาก 200, 300, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง ทำตามการทดลองที่กำหนดอัตราการไหลของน้ำเสีย นำน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบบำบัดมาวิเคราะห์ค่าที่กำหนดในการทดลอง

2. เพิ่มการตกตะกอนทางเคมีแก่น้ำเสียก่อนเข้าเบดด้วยการเติมปูนขาวลงในถังปรับสภาพในปริมาณต่างๆ กัน เพื่อลดปริมาณฟอสฟอรัส โดยเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำเสียจาก 200, 300, 400 และ 600 ลิตรต่อชั่วโมง นำน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบบำบัด มาวิเคราะห์ค่าที่กำหนดในการทดลอง

3. เติมปูนขาวและสารสร้างตะกอนลงในถังปรับสภาพ ในปริมาณต่างๆ กันเพื่อลดปริมาณฟอสฟอรัสที่อัตราการไหลน้ำที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด นำน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบบำบัดมาวิเคราะห์ค่าที่กำหนดในการทดลอง

<u>การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ</u>

1. การเก็บตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์จะเก็บจากระบบบำบัดน้ำเสีย ตามตำแหน่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 น้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัดฟลูอิไดซ์เบด

1.2 น้ำเสียก่อนเข้าเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด

1.3 น้ำเสียออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 3.1 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

ตัวแปร	ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำ			
	ถังพักน้ำเสีย	น้ำออก	ส่วนบนของถังปฏิกรณ์	ส่วนล่างของถังปฏิกรณ์
บีโอดี (BOD_5)	A	A	-	-
ปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS)	A	A	-	-
ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในระบบ(MLSS)	-	-	-	A
ค่ากรด-เบส (pH)	A	A	-	-
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)	A	A	-	-

หมายเหตุ A หมายถึง ตัวแปรที่วิเคราะห์ทุกวัน

2. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเสีย

การเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าดัชนีต่าง ๆ ดังกล่าว เก็บน้ำที่ผ่านระบบให้เป็นชุดเดียวกัน โดยคำนวณเวลาที่น้ำใช้ในการเคลื่อนที่ในแต่ละถัง

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

3.1 ค่าบีโอดี (BOD_5) ทำการหาปริมาณความต้องการออกซิเจนโดยจุลินทรีย์โดยใช้เครื่อง HACH (6 Bottle Manometric Apparatus model 2173B) เพื่อหาปริมาณบีโอดีของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด เข้าเครื่องปฏิกรณ์และออกจากเครื่องปฏิกรณ์ฟลูอิไดซ์เบด และน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย

3.2 ปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) โดยใช้กระดาษกรอง GF/C

3.3 ความเข้มข้นจุลินทรีย์ในระบบหาในรูปของตะกอนแขวนลอยในเครื่อง (MLSS) โดยใช้กระดาษกรอง GF/C

3.4 ค่า pH โดยใช้เครื่องวัดค่าเป็นกรด-เบส Beckman (pH meter 7020)

3.5 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) วิเคราะห์โดยการย่อยสลายด้วยกรดซัลฟุริก-ไนตริก ในการวิเคราะห์ทั้งหมด ทำการวิเคราะห์ตามวิธี Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (Standard Methods, 1971)