

การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา

THE STUDY OF WASTEWATER TREATMENT SYSTEM

EFFICIENCY OF CIVIL ENGINEERING BUILDING

นางสาววิญชนก	ไตรวารี	รหัส 50360609
นางสาวกนกณพ	รามสุต	รหัส 50365673
นางสาวทิพวรรณ	สิงห์อุดม	รหัส 50365710

15509920
 นร.
 ๗261 D
 2553

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ..... 28, ส.ย. 2554
เลขทะเบียน..... 1550 9920
เลขเรียกหนังสือ..... นร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๗261/ก

2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

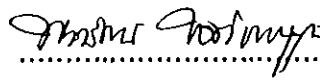



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา
ผู้ดำเนินโครงการ นางสาววิญชนก ไตรวารี รหัส 50360609
นางสาวกนกมล รามสุต รหัส 50365673
นางสาวทิพวรรณ สิงห์อุดม รหัส 50365710
ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์ วรงค์ศักดิ์กษณ์ ช่อนกลิ่น
สาขาวิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาคตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม


.....ที่ปรึกษาโครงการ
(อาจารย์ วรงค์ศักดิ์กษณ์ ช่อนกลิ่น)


.....กรรมการ
(รศ.ดร.พวงรัตน์ ขจิตวิชานุกูล)


.....กรรมการ
(อาจารย์ อ้าพล เตโชวานิชย์)

ชื่อหัวข้อโครงการ	การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา ในมหาวิทยาลัยนเรศวร		
ผู้ดำเนินโครงการ	นางสาวขวัญชนก ไตรวาริ รหัส 50360609		
	นางสาวกนกณพ รามสูต รหัส 50365673		
	นางสาวทิพวรรณ สิงห์อุดม รหัส 50365710		
ที่ปรึกษาโครงการ	อาจารย์ วราภรณ์ ลักษณ์ ช่อนกลิ่น		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธาในมหาวิทยาลัยนเรศวร และนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร โดยเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 2 ครั้งต่อเดือน เป็นระยะเวลา 7 เดือน โดยเก็บน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบบำบัด มาวิเคราะห์ค่าพีเอช สภาพการนำไฟฟ้า บีโอดี ซีโอดี ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย เจดาคไนโตรเจน ไนโตรทไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แอมโมเนียไนโตรเจน และโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จากการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดมีค่าผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร และมีประสิทธิภาพเฉลี่ยในการบำบัดบีโอดี ซีโอดี และของแข็งแขวนลอยเท่ากับร้อยละ 58.6 51.2 และ 68.93 ตามลำดับ

Project title The Study of Wastewater Treatment System Efficiency of Civil Engineering Building

Name Miss. Khuanchanok Traivaree ID. 50360609
 Miss. Kanoknop Rammasoot ID. 50365673
 Miss. Tippawan Singudom ID. 50365710

Project advisor Miss. Warangluck Sonklin

Major Environmental Engineering

Department Civil Engineering

Academic year 2010

.....

Abstract

This project was to study of wastewater treatment system efficiency of Civil Engineering Building in Naresuan University and the effluent quality compare with effluent standard. The water samples influent and effluent were collected 2 times per month for 7 months at influent and effluent. Then the samples were analyzed for pH, BOD, COD, Total Solids, Suspended Solids, Total Kjeldahl Nitrogen, Nitrite Nitrogen, Nitrate Nitrogen, Phosphorus, Ammonia Nitrogen and Total Coliform Bacteria.

If was found the effluent water qualities compared with standard were acceptable. The treatment efficiency of BOD, COD and SS were 58.6 % ,51.2% and 68.93% respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ตามที่โครงการนี้สำเร็จได้นั้นผู้ดำเนินงานขอขอบคุณ อาจารย์วรงค์ศักดิ์ ช่อนกลิ่น ที่ปรึกษาโครงการเป็นอย่างสูง ที่ให้คำปรึกษา แนะนำวิธีแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อสามารถนำไปใช้ดำเนินการในแต่ละขั้นตอนการทำโครงการที่ถูกต้อง

ขอขอบคุณฝ่ายปฏิบัติการสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้คำแนะนำทางการปฏิบัติทั้งเครื่องมือและคำแนะนำในการทดลอง

ขอขอบคุณคณะท่านอาจารย์มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่คณะผู้ดำเนินงาน

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา ที่ให้ให้กำลังใจ ตลอดเงินทุนช่วยเหลือ จนกระทั่งทำให้โครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้ดำเนินงาน

มีนาคม 2554

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศสารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของ โครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของ โครงการ.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.4 ขอบเขตการทำ โครงการ.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	2
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอด โครงการ.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	4
2.1 น้ำเสีย.....	4
2.2 ประเภทของน้ำเสีย.....	4
2.3 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย.....	5
2.4 การบำบัดน้ำเสีย.....	16
2.5 รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ.....	18
2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเกราะกรองไร้อากาศ.....	25
2.7 ระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา.....	31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8 สภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ.....32

2.9 สาเหตุที่ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระค่อย
เสถียรภาพหรือประสิทธิภาพลดลง.....36

2.10 การหาสาเหตุของการเสียสมดุลในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ.....37

2.11 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.....40

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ.....43

3.1 วิธีการทดลอง.....43

3.2 จุดเก็บตัวอย่าง.....43

3.3 วิธีการเก็บน้ำตัวอย่าง.....45

3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์.....45

3.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารที่ใช้ในการศึกษา.....45

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....47

4.1 ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสียวิศวกรรมโยธา.....47

4.2 คุณภาพน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ.....48

4.3 ประสิทธิภาพการบำบัด.....61

4.4 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้ง
จากอาคารประเภท ข.....67

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....69

5.1 สรุปผล.....69

5.2 ข้อเสนอแนะ.....70

เอกสารอ้างอิง.....71

ภาคผนวก.....72

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....86

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน.....	2
2.1 ลักษณะของตะกอนในบ่อเกรอะ.....	26
2.2 ขนาดบ่อเกรอะรับเฉพาะน้ำส้วมจากบ้านพักอาศัย.....	27
2.3 ขนาดมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสำหรับบ้านพักอาศัย.....	30
2.4 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.....	41
2.5 ตารางสรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการ ปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม.....	42
3.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข.....	45
3.2 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์.....	46
4.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข.....	67
4.2 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งเฉลี่ยของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ข.....	68
5.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร.....	69

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงรูปแบบของระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศ.....	19
2.2 แสดงรูปแบบของตัวกลางบางชนิดในระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ.....	19
2.3 แสดงระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น.....	20
2.4 แสดงระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลลง.....	21
2.5 แสดงรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียแบบชั้นฟลูอิดไคซ์.....	22
2.6 แสดงรูปแบบของระบบงานหมุนแบบไร้ออกซิเจน.....	23
2.7 แสดงถังหมักแบบ Upflow anaerobic blanket UASB.....	24
2.8 แบบมาตรฐานบ่อเกรอะขนาดเล็ก.....	25
2.9 แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศที่เหลี่ยมจัตุรัส.....	28
2.10 ถังกรองไร้อากาศแบบวงขอบซีเมนต์.....	29
2.11 ระบบบำบัดน้ำเสียอาคารวิศวกรรมโยธา.....	31
2.12 แปลนระบบบำบัดน้ำเสียอาคารวิศวกรรมโยธา.....	31
2.13 รูปตัดแปลนระบบบำบัดน้ำเสียอาคารวิศวกรรมโยธา.....	32
3.1 จุดเก็บน้ำที่ 1 น้ำที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา.....	43
3.2 จุดเก็บน้ำที่ 2 น้ำที่ออกจากระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา.....	44
3.3 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสียอาคารวิศวกรรมโยธา.....	44
4.1 พีเอชของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	48
4.2 สภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	49
4.3 บีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	50
4.4 ซีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	51
4.5 ของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	52
4.6 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	53
4.7 ของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	54
4.8 เจคาลไนโตรเจนของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	55
4.9 ไนเตรทไนโตรเจนของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	56
4.10 ไนไตรท์ไนโตรเจนของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	57
4.11 แอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	58

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 ฟอสฟอรัสของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	59
4.13 โคลิฟอร์มแบคทีเรียแบคทีเรียของน้ำเข้าและออกจากระบบ.....	60
4.14 บีโอดี.....	61
4.15 ซีโอดี.....	62
4.16 ของแข็งแขวนลอย.....	63
4.17 ของแข็งทั้งหมด.....	64
4.18 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด.....	65
4.19 เจคาลไนโตรเจน.....	66
4.20 ไนไตรท์ไนโตรเจน.....	67
4.21 ไนเตรทไนโตรเจน.....	68
4.22 แอมโมเนียไนโตรเจน.....	69
4.23 ฟอสฟอรัส.....	70
4.24 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย.....	71

บทที่ 1

บทนำ

การดำเนินโครงการ เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา ในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ เพื่อให้โครงการบรรลุผลสำเร็จ จำเป็นต้องมีการศึกษาและจัดแผนการดำเนินงาน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในชีวิตประจำวัน มนุษย์ใช้น้ำในการทำกิจกรรมต่างๆ ทั้งการอุปโภค บริโภค ตลอดจนใช้น้ำในการทำเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการคมนาคม น้ำที่เกิดจากการทำกิจกรรมต่างๆ เหล่านี้ย่อมทำให้มีน้ำเสียเกิดขึ้น น้ำที่ผ่านการใช้แล้วจะต้องกำจัดด้วยวิธีการที่ถูกต้องและถูกหลักสุขาภิบาล ไม่ปล่อยให้เกิดการเน่าเสียเป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมหรือเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลเสียต่อสุขภาพทั้งต่อตนเองและส่วนรวม

ในอาคารวิศวกรรมโยชามีน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์จึงควรมีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำต่าง ๆ หากไม่มีการบำบัดน้ำเสียที่ปล่อยไปตามท่อจะก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นและทัศนียภาพไม่น่ามอง ในการศึกษาเรื่องนี้มุ่งเน้นศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา เพื่อให้ได้ค่าบ่งชี้ของพารามิเตอร์แต่ละตัวไปใช้เปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์สำหรับคณะวิศวกรรมศาสตร์เพื่อใช้ในการประเมินระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา

1.3.2 เพื่อนำข้อมูลสำหรับคณะวิศวกรรมศาสตร์นำไปใช้ประโยชน์

1.4 ขอบเขตการทำโครงการ

1.4.1 เก็บตัวอย่างน้ำจากน้ำเข้า และน้ำออกจากระบบของบ่อน้ำบาดาน้ำเสียอาคารวิศวกรรมโยธา สัปดาห์เว้นสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554

1.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศของอาคารวิศวกรรมโยธา โดยทำการวิเคราะห์ตามดัชนีชี้วัดดังนี้ พีเอช สภาพการนำไฟฟ้า โคลิฟอร์มเบคทีเรีย ไนไตรต์ ไนเตรต ของแข็งแขวนลอย ของแข็งทั้งหมด บีโอดี ซีโอดี ฟอสฟอรัสแอม โมเนีย และเจคาลไนโตรเจนพร้อมทั้งนำค่าการวิเคราะห์ที่ได้เทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 วางแผนการดำเนินงาน

1.5.2 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ทฤษฎี หลักการของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ

1.5.3 ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

1.5.4 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1.5.6 จัดทำรายงานและสรุปผลโครงการ

1.5.7 นำเสนอโครงการ

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	2553							2554	
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. วางแผนการดำเนินงาน	■								
2. ศึกษาการดำเนินงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ		■							
3. ทดลองในห้องปฏิบัติการ		■	■	■	■	■	■	■	
4. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง		■	■	■	■	■	■	■	
5. จัดทำรายงานและสรุปผลโครงการ				■	■	■	■	■	

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการงาน

1.7.1 ค่าวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการทดลอง	1500	บาท
1.7.2 ค่าวัสดุอุปกรณ์งานสำนักงาน	1500	บาท
รวมเป็นเงิน	3000	บาท



บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 น้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การใช้ในชีวิตประจำวันของประชากร เช่น ใช้ในการอุปโภคและบริโภค การประกอบอาหาร การชำระล้างร่างกาย ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น การล้างวัตถุดิบ วัสดุอุปกรณ์ การหล่อเย็น ซึ่งทำให้น้ำดังกล่าวมีลักษณะสมบัติต่างไปจากเดิม เนื่องจากการปนเปื้อนของสิ่งสกปรก สิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสียจะขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ใช้ประโยชน์จากน้ำนั้น นอกจากนี้แล้วสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสียเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำเสียมีลักษณะสมบัติแตกต่างกันออกไป

2.2 ประเภทของน้ำเสีย

การแบ่งประเภทน้ำเสียสามารถแบ่งได้หลายรูปแบบ เช่น แบ่งตามแหล่งกำเนิดน้ำเสียหรือแบ่งตามชนิดของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย

2.2.1 การแบ่งประเภทของน้ำเสียตามแหล่งกำเนิด

การแบ่งประเภทของน้ำเสียตามแหล่งกำเนิดมักเป็นที่นิยมใช้กันมาก ทั้งนี้เนื่องจากทำให้ทราบถึงแหล่งที่มาของน้ำเสีย รวมทั้งสิ่งที่ปนเปื้อนในน้ำเสียด้วย (เสริมพล และ ไชยยุทธ, 2524) สามารถแบ่งน้ำเสียได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.2.1.1 น้ำเสียชุมชน

น้ำเสียชุมชนหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าน้ำโสโครก ได้แก่ น้ำทิ้งที่มาจากชุมชน บ้านเรือนที่พักอาศัย อาคาร ร้านค้า ภัตตาคาร โรงแรม เป็นต้น โดยน้ำเสียดังกล่าวเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การอุปโภคบริโภค การชำระล้างร่างกาย การขับถ่าย การซักล้าง ตลอดจนการประกอบอาหาร เป็นต้น น้ำเสียส่วนนี้ปนเปื้อนสิ่งสกปรกจำพวกสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร อุจจาระ ปัสสาวะ นอกจากนี้ ยังมีผงซักฟอก สบู่ และสารลดแรงตึงผิวที่เป็นส่วนประกอบในผงซักฟอก สบู่ ตลอดจนจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งอาจมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ทั่วไป

2.2.1.2 น้ำเสียเกษตรกรรม

น้ำเสียจากการทางเกษตรเป็นน้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นที่ที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่เพาะปลูกหรือพื้นที่เลี้ยงสัตว์ สิ่งที่ปนเปื้อนน้ำเสียที่มาจากพื้นที่เลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ ซึ่งมาจากเศษอาหารสัตว์และสิ่งที่ขับถ่ายออกมาจากตัวสัตว์ ซึ่งน้ำเสียส่วนนี้จะมีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ค่อนข้างสูงรวมทั้งอาจมีความเข้มข้นของ

ของแข็งไม่ละลายน้ำสูงด้วย ส่วนน้ำเสียที่มาจากพื้นที่เพาะปลูกมักมีการปนเปื้อนสารเคมี ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าวัชพืช ที่ถูกใช้ในพื้นที่เพาะปลูก ดังนั้น กล่าวได้ว่า น้ำเสียจากเกษตรกรรมจะมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์เป็นจำนวนมากรวมทั้งสารเคมีด้วย

2.2.1.3 น้ำเสียอุตสาหกรรม

น้ำเสียอุตสาหกรรมจะเป็นน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนสิ่งสกปรกที่แตกต่างกันและปริมาณของสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนก็แตกต่างกันด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรม วัตถุดิบที่ใช้ ตลอดจนกระบวนการผลิตที่ใช้ โดยสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนอาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ หรือเป็นทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ก็ได้ น้ำเสียอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการล้างวัตถุดิบ การล้างเครื่องจักรอุปกรณ์ การระบายความร้อน รวมทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ของพนักงานในโรงงาน เป็นต้น ในบางครั้งเมื่อกล่าวถึงน้ำเสียอุตสาหกรรม หลายคนคิดว่าน้ำเสียดังกล่าวจะเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตในโรงงานเพียงอย่างเดียว แต่ในความเป็นจริงแล้วเกิดขึ้นทั้งจากกระบวนการผลิตและจากกิจกรรมของพนักงานในโรงงานด้วยผสมกัน แต่ก็มีโรงงานบางแห่งที่แยกน้ำเสียทั้ง 2 ส่วนออกจากกันอย่างเด่นชัด และมีการบำบัดแยกออกจากกัน โดยเด็ดขาด

2.2.2 การแบ่งประเภทของน้ำเสียตามลักษณะสมบัติของสิ่งสกปรก

การจำแนกชนิดของน้ำเสีย วิธีการนี้อาศัยการแบ่งตามลักษณะสมบัติของสิ่งปนเปื้อน โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด (เสริมพล และ ไชยบุทร, 2524) ดังนี้

2.2.2.1 น้ำเสียอินทรีย์ เป็นน้ำเสียที่มีสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนเป็นสารอินทรีย์ซึ่งจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ น้ำเสียประเภทนี้ได้แก่ น้ำเสียชุมชน น้ำเสียอุตสาหกรรมอาหารและแปรรูปอาหาร น้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์ และน้ำเสียจากห้องเย็น เป็นต้น

2.2.2.2 น้ำเสียอนินทรีย์ เป็นน้ำเสียที่มีสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนเป็นสารอนินทรีย์ซึ่งจุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ น้ำเสียประเภทนี้ได้แก่ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมผลิตสารเคมี อุตสาหกรรมกระดาษ โลหะ อุตสาหกรรมฟอกย้อม เป็นต้น

อนึ่งน้ำเสียจากอุตสาหกรรมบางประเภทอาจปนเปื้อนทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ โดยมีลักษณะสมบัติเด่นเป็น ได้ทั้งน้ำเสียอินทรีย์และน้ำเสียอนินทรีย์ เช่น น้ำเสียอุตสาหกรรมฟอกย้อม อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์

2.3 ลักษณะสมบัติน้ำเสีย

ลักษณะสมบัติน้ำเสียเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย (เสริมพล และ ไชยบุทร, 2524; Food Marketing Research and Information Center, 1999) ดังนั้น ในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงลักษณะสมบัติที่สำคัญของน้ำเสียบางค่าที่พบหรือมีการกล่าวถึงบ่อย ๆ

หลักการตรวจวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสียดังกล่าว ข้อควรระวังในการวิเคราะห์ ตลอดจนข้อจำกัดในการวิเคราะห์ดังนี้

2.3.1 ลักษณะสมบัติน้ำเสียทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพของน้ำเสียที่สำคัญที่ใช้ประกอบในการออกแบบ ตลอดจนใช้เป็นดัชนีในการชี้วัดคุณภาพของน้ำเสียและใช้เป็นดัชนีในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียมี่ดังนี้

2.3.1.1 ปริมาณของแข็ง หมายถึง สิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนในน้ำเสียที่ยังคงเหลืออยู่หลังจากที่ระเหยเอาน้ำออกจนหมด สิ่งที่เหลืออยู่หลังจากระเหยน้ำออกไปจะมีทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งอาจจะละลายน้ำได้หรือไม่ละลายน้ำก็ได้ ดังนั้น การแบ่งชนิดของของแข็งที่ปนเปื้อนในน้ำเสียอาจจะแบ่งได้ตามลักษณะการละลายได้ ดังนี้

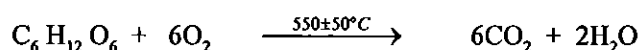
ก. ของแข็งที่ละลายน้ำได้ หมายถึง ส่วนที่ละลายน้ำได้และสามารถผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass fiber paper : Whatman GF/C) ได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเกลือของสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น โซเดียมคลอไรด์ โซเดียมไบคาร์บอเนต นอกจากนี้แล้วยังมีสารอินทรีย์บางชนิดที่ละลายน้ำได้ เช่น น้ำตาลชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

ข. ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ หมายถึง ของแข็งส่วนที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดตามขนาดและลักษณะสมบัติของการไม่ละลายน้ำ คือ

ข.1 ของแข็งแขวนลอย หมายถึง ของแข็งส่วนที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำโดยไม่ตกตะกอนจมลงกันถึง

ข.2 ของแข็งที่เป็นตะกอนหนัก หมายถึง ส่วนของของแข็งที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก สามารถตกมารวมกันที่ส่วนล่างของภาชนะได้เมื่อตั้งทิ้งไว้

อนึ่งของแข็งที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียเหล่านี้จะมีทั้งที่เป็นสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์คั้งที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น หากต้องการทราบว่าเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ในปริมาณเท่าใด สามารถหาได้โดยอาศัยลักษณะสมบัติของสารทั้งสอง กล่าวคือ สมบัติของสารอินทรีย์จะประกอบด้วยคาร์บอนเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเผาในอากาศที่อุณหภูมิ 550 ± 50 °C จะกลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำระเหยออกไปดังสมการ



แต่สารที่ยังคงเหลืออยู่จากการเผาจะเป็นสารอนินทรีย์ ดังนั้น สารอินทรีย์ในของแข็งอาจจะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ของแข็งระเหยได้ (Volatile solids) และสารอนินทรีย์อาจจะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ของแข็งคงตัว (Fixed solids)

ดังนั้น ในการหาปริมาณของแข็งในน้ำเสียจึงมีความสำคัญอย่างมากและสามารถหาได้ในหลายประเภทดังนี้

ก. ปริมาณของแข็งทั้งหมด หมายถึง ของแข็งทั้งหมดที่เหลืออยู่หลังจากระเหยน้ำออกหมดแล้วเพื่อให้ทราบว่าปริมาณสิ่งสกปรกที่เจือปนในน้ำเสียเป็นเท่าใด

ข. ปริมาณของแข็งแขวนลอย หมายถึง ของแข็งส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่จะแขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น เกลือสารอนินทรีย์หรือสารอินทรีย์ ค่าของแข็งแขวนลอยมีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพแหล่งน้ำธรรมชาติ ตลอดจนใช้ในการออกแบบและเลือกชนิดของระบบบำบัดน้ำเสียด้วย

ค. ปริมาณของแข็งระเหยได้ คือ ค่าของแข็งที่ระเหยได้เมื่อนำไปเผาในอากาศที่อุณหภูมิสูง (550 ± 50 °C) ของแข็งนี้ได้แก่สารอินทรีย์ ซึ่งเมื่อเผาแล้วจะเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ ค่าของแข็งระเหยได้มีความสำคัญมาก โดยจะเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณของสารอินทรีย์อย่างคร่าว ๆ ในน้ำเสีย ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

ค.1 ของแข็งระเหยทั้งหมด หมายถึง ของแข็งทั้งหมดที่ถูกเผาที่อุณหภูมิสูง (550 ± 50 °C) และถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ

ค.2 ของแข็งระเหยแขวนลอย หมายถึง ของแข็งแขวนลอยที่เป็นสารอินทรีย์ที่ถูกเผาที่อุณหภูมิสูง (550 ± 50 °C) และถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ

ง. ค่าของแข็งตกตะกอน มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะใช้ในการออกแบบถังตกตะกอน และขนาดของเครื่องสูบลอยของแข็งตกตะกอนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

ง.1 ของแข็งตกตะกอนระเหยได้ หมายถึง ของแข็งตกตะกอนที่ถูกเผาที่อุณหภูมิสูง (550 ± 50 °C) และถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ

ง.2 ของแข็งตกตะกอนไม่ระเหย หมายถึง ของแข็งตกตะกอนที่ถูกเผาที่อุณหภูมิสูง (550 ± 50 °C) แล้วไม่เปลี่ยนสภาพ หรืออาจจะหมายถึงความถึงของแข็งส่วนที่เหลือหลังจากเผาที่อุณหภูมิสูง (550 ± 50 °C)

2.3.1.2 กลิ่น

กลิ่นของน้ำเสียเกิดขึ้นได้ 2 สาเหตุใหญ่ ๆ คือ กลิ่นที่มีอยู่ในน้ำเสียเดิมแต่แรกและกลิ่นที่เกิดขึ้นหลังจากการกักเก็บน้ำเสียไว้นาน หรือเกิดขึ้นหลังผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียบางประเภท เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ส่วนมากแล้วกลิ่นเหม็นที่เกิดขึ้นภายหลังจะเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในสภาวะไร้อากาศ เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก๊าซแอมโมเนีย เป็นต้น ซึ่งเป็นสารประกอบที่ขาดออกซิเจน ดังนั้น การกำจัดหรือบำบัดกลิ่นสามารถทำได้ง่าย ๆ โดยการเติมออกซิเจนให้กับสารเหล่านั้น สารที่นิยมใช้กันมากคือ คลอรีน ไฮโปคลอไรต์เปอร์แมงกานีส นอกจากนี้ ยังใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดซับกลิ่นเหล่านั้น

2.3.1.3 สี

สีของน้ำเสียเกิดขึ้นได้ 2 กรณี คือ สีของน้ำเสียเองอันเนื่องมาจากการปนเปื้อนมาแต่แรกในน้ำเสีย เช่น สีของน้ำเสียจากโรงงานทอผ้า ฟอกย้อม หรือสีของน้ำเสียจากโรงงานกระดาษ เป็นต้น สีที่เกิดขึ้นในน้ำเสียหลังจากการเก็บกักน้ำเสียไว้ระยะหนึ่ง หรือเกิดขึ้นหลังจากผ่านการบำบัด เช่น ในกรณีระบบบำบัดแบบบ่อฝิ่ง ที่อาศัยสาหร่าย เป็นตัวให้ออกซิเจนกับบ่อบำบัดน้ำเสีย แต่ตัวสาหร่ายเองจะให้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมีสีเขียว (Metcalf & Eddy, 1991) หรือเป็นกรณีที่มีการกักเก็บน้ำในบ่อบำบัดเป็นระยะเวลานาน หรืออยู่ในสภาพกึ่ง ไร้อากาศ จะมีแบคทีเรียในกลุ่ม purple sulfur bacteria (Sirianuntapiboon et al, 2003) นอกจากนี้สีของน้ำหรือน้ำเสียอาจเกิดขึ้นจากการย่อยสลายหรือเน่าเสียของสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น จากการย่อยสลายหรือเน่าเสียของเศษใบไม้หรือจุลินทรีย์สารอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นสีชา เป็นต้น ผลเสียของสีในน้ำเสียส่วนใหญ่จะส่งผลกระทบต่อแสงส่องผ่านของแสงแดดลงใต้น้ำทำให้การสังเคราะห์แสงของสาหร่ายลดลง เป็นที่น่ารังเกียจ รวมทั้งสีส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ชนิดสารแขวนลอยและสารที่ละลายน้ำ ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

2.3.1.4 ความขุ่น

ความขุ่นของน้ำเสียส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากสารแขวนลอยที่ปนเปื้อนในน้ำเสียนั้นเองที่จะกั้นหรือบังไม่ให้แสงแดดส่องลงใต้น้ำเช่นเดียวกับสีที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย ค่าความขุ่นมีความสำคัญต่อระบบบำบัดน้ำเสียอย่างมาก ทั้งในกรณีการคำนวณออกแบบและการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย ตัวอย่างเช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างความขุ่นและของแข็งแขวนลอยน้ำเสีย และสร้างเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์สำหรับหาค่าของแข็งแขวนลอย ซึ่งจะสะดวกและทุนค่าใช้จ่ายมากกว่าการวิเคราะห์หาค่าของแข็งทั่วไป

2.3.1.5 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำเสียมีความสำคัญอย่างมากทั้งในแง่ของการออกแบบระบบบำบัด การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งค่าอุณหภูมิซึ่งเป็นค่าหนึ่งที่ถูกกำหนดเป็นค่ามาตรฐานของน้ำทิ้งที่สามารถระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติที่จะไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้น ระบบบำบัดน้ำเสียโดยเฉพาะระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยา อุณหภูมิของน้ำเสียจะมีความสำคัญอย่างมากต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียนั้น อัตราการเจริญเติบโตและย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในน้ำเสียจะแปรผัน โดยตรงกับอุณหภูมิ แต่อุณหภูมิต้องไม่สูงเกินกว่าที่จุลินทรีย์จะทนได้ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิของน้ำหรือน้ำเสียมีทั้งที่เป็นแท่งเทอร์โมมิเตอร์แบบธรรมดาจนถึงระบบอัตโนมัติที่มีการบันทึกจากจุดวัด (Online) โดยมีการบันทึกข้อมูลเข้าไปยังหน่วยความจำ

2.3.2 ลักษณะสมบัติน้ำเสียทางเคมี

ลักษณะสมบัติทางเคมีของน้ำเสียที่จำเป็นในการตรวจวิเคราะห์ (APHA, AWWA and WPCF, 1991) จะประกอบด้วยสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ ในรูปของของแข็ง ของเหลว และก๊าซ เป็นต้น

2.3.2.1 ความเป็นกรด – ค่าง

เป็นค่าที่แสดงความเข้มข้นของอนุภาคไฮโดรเจน $[H^+]$ ในน้ำ โดยคำนวณจากสูตร

$$pH = -\log [H^+] \quad (2-1)$$

เมื่อ $[H^+]$ = ความเข้มข้นของ H^+ มีหน่วยเป็นโมลต่อลิตร

โดยพีเอชที่มีค่าสูงกว่า 7 แสดงว่ามีฤทธิ์เป็นด่าง ส่วนพีเอช ที่มีค่าต่ำกว่า 7 แสดงว่ามีฤทธิ์เป็นกรด ค่าพีเอชมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งระบบบำบัดทางเคมีและชีววิทยา ตัวอย่างน้ำเสียที่มีค่าพีเอชต่ำได้แก่น้ำเสียจากโรงงานชุบโลหะ ตัวอย่างน้ำเสียที่มีค่าพีเอชสูงได้แก่น้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมบางประเภท น้ำเสียจากอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่จะมีฤทธิ์เป็นกลาง

2.3.2.2 สารอินทรีย์

สารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนในน้ำเสียอาจจะอยู่ในรูปของสารละลาย สารแขวนลอย และอยู่ในรูปของแข็งกากตะกอนได้ สารเหล่านี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ตามคุณสมบัติในการย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ คือ สารที่ย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ และสารที่ไม่สามารถย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ หรือย่อยสลายได้ยากด้วยจุลินทรีย์ การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารอินทรีย์มีการหาได้หลายรูปแบบ กล่าวคือ สามารถหาได้ในรูปของการหาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการใช้ในการสันดาปสารอินทรีย์นั้น หรือหาปริมาณคาร์บอนในสารอินทรีย์ ในเรื่องของการวิเคราะห์หาลักษณะสมบัติของน้ำเสียนั้น ไม่นิยมที่จะวิเคราะห์หาสารอินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะ เช่น วิเคราะห์หาน้ำตาล โปรตีน หรือแป้ง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำเสียทั่วไปมักประกอบด้วยสารอินทรีย์หลายประเภทผสมกันอยู่ การวิเคราะห์หาสารอินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นเรื่องที่ทำได้ยากมาก การหาปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของการหาปริมาณความต้องการออกซิเจนจึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากและที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีอยู่ 4 วิธี คือ

ก. ซีไอดี (COD : Chemical Oxygen Demand)

การวิเคราะห์หาค่าซีไอดีเป็นการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำเสีย เพื่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นผลปฏิกิริยาสุดท้าย โดยใช้สารที่มีความสามารถในการออกซิไดซ์ เช่น โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate :

$K_2Cr_2O_7$) หรือโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate : $KMnO_4$) หนึ่ง Oxidizing agent ที่นิยมใช้กันมากคือ โพแทสเซียมไดโครเมต แต่โครเมียมที่เป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบใน โพแทสเซียมไดโครเมตเป็นโลหะหนักที่มีพิษ การใช้จึงควรให้ความระมัดระวัง ควรมีการจัดการ หรือบำบัดน้ำเสีย หรือน้ำเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์อย่างเหมาะสม ในบางประเทศหรือบางห้องปฏิบัติการได้มีการงดใช้โพแทสเซียมไดโครเมต แต่จะใช้โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตแทน ซึ่งมีความเป็นพิษน้อยกว่า และการวิเคราะห์หาค่าซีโอดีโดยวิธีทั้งสองจะคล้ายกัน เพียงแต่โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจะเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการออกซิไดซ์ที่น้อยกว่าโพแทสเซียมไดโครเมต ดังนั้น ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงแต่การใช้โพแทสเซียมไดโครเมตในการวิเคราะห์หาค่าซีโอดีอย่างเดียว โดยวิธีการต้มสารอินทรีย์กับ $K_2Cr_2O_7$ สภาวะได้สภาวะกรด มี 2 วิธี คือ

ก.1 ซีโอดีโดยวิธีรีฟลักซ์แบบเปิด (Open reflux)

การวิเคราะห์หาค่าซีโอดีแบบวิธีรีฟลักซ์แบบเปิดเป็นวิธีที่ใช้กันมาแต่ดั้งเดิมในการวิเคราะห์หาค่าซีโอดี โดยหลักการจะเป็นการรีฟลักซ์ตัวอย่างน้ำหรือน้ำเสียกับสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตที่ทราบทั้งปริมาณและความเข้มข้นที่แน่นอน (โดยจะใช้สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมตในปริมาณมากเกินไป) ในสภาวะเป็นกรดในเครื่องรีฟลักซ์

ก.2 ซีโอดีโดยวิธีรีฟลักซ์แบบปิด (Close reflux)

การวิเคราะห์หาค่าซีโอดีแบบวิธีรีฟลักซ์แบบปิด เป็นวิธีที่มีการพัฒนาขึ้นมาใหม่ที่จะมีความรวดเร็วและใช้ตัวอย่างในการวิเคราะห์ในปริมาณน้อย หลักการวิเคราะห์จะคล้ายคลึงกับการวิเคราะห์หาค่าซีโอดีโดยวิธีรีฟลักซ์แบบเปิดจะต่างกันเพียงน้ำตัวอย่างจะถูกรีฟลักซ์ในหลอดแก้วที่มีฝาเกลียวปิดแน่นใส่อยู่ในเตาที่มีอุณหภูมิสูงถึง $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ โดยไม่จำเป็นต้องมีคอนเดนเซอร์ ข้อดีของการวิเคราะห์หาค่าซีโอดีโดยวิธีรีฟลักซ์แบบปิด คือ ปฏิกริยาการออกซิไดส์สารอินทรีย์จะเกิดได้สมบูรณ์กว่าวิธีรีฟลักซ์แบบเปิด

ข. บีโอดี (BOD : Biochemical Oxygen Demand)

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดีเป็นการวิเคราะห์หาความสกปรกของน้ำหรือน้ำเสียในเทอมของปริมาณออกซิเจนที่ต้องการ โดยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน โดยจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรียที่จะใช้สารอินทรีย์เป็นอาหาร ในการดำรงชีวิต การวิเคราะห์หาค่าบีโอดีก็สามารถวิเคราะห์ได้ 2 กรณีคือ บีโอดีทั้งหมดและบีโอดีละลายน้ำ

ค. ทีโอดี (TOD : Total oxygen demand) คือปริมาณออกซิเจนทั้งหมดที่ใช้ในการเผาผลาญสารอินทรีย์ในน้ำเสีย การหาค่าทีโอดีอาศัยเครื่องมือเฉพาะที่สามารถจะสันดาปสารอินทรีย์ด้วยออกซิเจน และหาปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการสันดาป ซึ่งจะหาได้ค่อนข้างรวดเร็ว รวมทั้งค่าทีโอดีมีความสัมพันธ์กับค่าซีโอดี

ง. ThOD (Theory oxygen demand) คือการหาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการในการ สันดาปสารอินทรีย์ ซึ่งได้จากการคำนวณ ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ ต้องทราบสูตรหรือชนิดที่แน่นอน ของสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย เพื่อจะได้ทราบปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในน้ำเสียที่ต้องถูก สันดาปด้วยออกซิเจนและทำการคำนวณตามสมการ การสันดาปสารอินทรีย์อย่างสมบูรณ์นั้น ได้ คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ เป็นต้น

จ. การหาปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของปริมาณคาร์บอน (Total organic Carbon : TOC) เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้กันมากในปัจจุบัน เป็นการหาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดที่อยู่ใน สารอินทรีย์โดยการพ่นตัวอย่างน้ำเสียเข้าไปในเตาเผาที่อุณหภูมิสูงเพื่อไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ได้สารคาร์บอนไดออกไซด์ และมีการวิเคราะห์โดยแสงอินฟราเรด ปัจจุบันวิธีการวิเคราะห์วิธีนี้มี ความสะดวกและเป็นที่ยอมรับกันมากและมีการใช้ค่า TOC มาใช้ในการคำนวณออกแบบแทนค่าซีโอดี และบีโอดี แต่เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์มีราคาแพงมาก

อนึ่ง ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณสารอินทรีย์ที่วิเคราะห์ได้ในรูปแบบต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ThOD} > \text{TOD} > \text{COD} > \text{BOD}_5 > \text{ThOC} > \text{TOC}$$

ในทางปฏิบัติจะเห็นว่าวิธีการตรวจวิเคราะห์หาค่าสารอินทรีย์ที่มีการใช้กันเป็นส่วน ใหญ่และเป็นที่ยอมรับ คือ การวิเคราะห์หาค่าซีโอดีและบีโอดี แต่ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ดังกล่าวจะมี ความแตกต่างกันเนื่องจากวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน แต่ค่าที่ได้จะมีความสำคัญและให้เป็น ลักษณะของน้ำตัวอย่างที่แตกต่างกัน เช่น ผลการวิเคราะห์หาค่าบีโอดี ค่าบีโอดีที่ได้จะบอกถึงสิ่ง สกปรกน้ำตัวอย่างที่เป็นสารอินทรีย์ที่แบคทีเรียสามารถย่อยสลายได้ ส่วนค่าซีโอดีที่วิเคราะห์ได้จะ แสดงถึงปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำตัวอย่างที่มีทั้งที่ถูกย่อยสลายได้ยากและง่าย โดยแบคทีเรีย รวมทั้งสารอินทรีย์ที่เป็นสารให้อิเล็กตรอน ส่วนการวิเคราะห์หาค่าซีโอดีนั้นจะใช้สารที่มี คุณสมบัติเป็นสารออกซิไดส์ที่รุนแรง เช่น โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate : $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) หรือโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate : KMnO_4) แต่โพแทสเซียมไดโครเมตเป็นสารที่มีสมบัติเป็นสารออกซิไดส์ที่รุนแรงมากกว่า ดังนั้นค่าซีโอดีที่วิเคราะห์ได้จากการ ใช้โพแทสเซียมไดโครเมตจึงมีค่าสูงกว่า

2.3.2.3 ปริมาณสารประกอบไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่สำคัญและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างมาก ดังนั้น การบำบัดน้ำเสีย โดยขบวนการทางชีววิทยาที่ใช้จุลินทรีย์เป็นตัวกลางในการย่อยสลายสิ่ง สกปรก (สารอินทรีย์) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบปริมาณสารประกอบไนโตรเจนในน้ำ เสีย เพื่อที่จะได้ทราบว่าน้ำเสียดังกล่าวมีปริมาณสารประกอบไนโตรเจนเพียงพอหรือไม่สำหรับการ

เจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสีย สารประกอบไนโตรเจนที่ปนเปื้อนในน้ำเสียสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภทตามคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

ก. การจำแนกสารประกอบไนโตรเจนทางกายภาพ การแบ่งชนิดของสารประกอบไนโตรเจนทางกายภาพ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

ก.1 สารประกอบไนโตรเจนที่ละลายน้ำได้จะเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งอาจจะเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ก็ได้ เช่น เป็น โปรตีนละลายน้ำ กรดอะมิโน แอมโมเนีย ไนเตรต และ ไนไตรต์

ก.2 สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ละลายน้ำจะเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งจะแขวนลอยอยู่หรือสามารถตกตะกอนลงมาได้เมื่อตั้งทิ้งไว้

ข. การแบ่งสารประกอบไนโตรเจนทางเคมี การแบ่งชนิดของสารประกอบไนโตรเจนทางเคมี สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

ข.1 สารประกอบไนโตรเจนที่เป็นสารอินทรีย์ ได้แก่ โปรตีน หรือกรดอะมิโน เป็นต้น การวิเคราะห์หาค่าที่เคเอ็นจะหมายถึงการวิเคราะห์ผลรวมของทั้งแอมโมเนียไนโตรเจนและสารอินทรีย์ไนโตรเจน โดยหลักการหาค่าที่เคเอ็นนั้น จะทำการเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้ไปเป็นรูปของแอมโมเนียก่อนแล้วจึงวัดปริมาณของปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด อนึ่ง การหาปริมาณสารอินทรีย์ไนโตรเจนหรือแอมโมเนียสามารถหาและคำนวณได้จากสมการนี้

$$\text{ปริมาณสารอินทรีย์ไนโตรเจน} = \text{ทีเคเอ็น} - \text{แอมโมเนียไนโตรเจน}$$

ข.2 สารประกอบไนโตรเจนในรูปของสารอนินทรีย์ ได้แก่ ไนไตรต์ ไนเตรต รวมถึงแอมโมเนีย เป็นต้น การวิเคราะห์สารอนินทรีย์ไนโตรเจนมีการวิเคราะห์ได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดของสารอนินทรีย์ความเข้มข้น และความบริสุทธิ์ ในที่นี้จะกล่าวเพียงการวิเคราะห์หาสารอนินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำเสีย (เสริมพล และ โชชบุท, 2525) ซึ่งการวิเคราะห์จะมีความจำเพาะเนื่องจากในน้ำเสียจะมีการปนเปื้อนมากมายหลายชนิด

ค. การวิเคราะห์หาสารไนไตรต์ ไนไตรต์เป็นสภาวะรูปหนึ่งของไนโตรเจนในรูปวัฏจักรไนโตรเจน จะพบน้อยมากทั้งในน้ำธรรมชาติและน้ำเสีย โดยจะพบไม่เกิน 0.1 มก./ล. ในน้ำผิวดินหรือน้ำใต้ดิน สารประกอบไนไตรต์สามารถถูกรีดิวซ์ได้เป็นแอมโมเนียในขบวนการ Denitrification และสามารถถูกออกซิไดส์เป็นไนเตรตในขบวนการ Nitrification

ง. การวิเคราะห์หาสารไนเตรต การวิเคราะห์ทำได้หลายวิธี วิธีบรูซีน (Brucine) เป็นวิธีการที่ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ สามารถหาไนเตรตไนโตรเจนที่มีความเข้มข้นระหว่าง 1-10 มก./ล. หลักการวิเคราะห์เป็นการทำปฏิกิริยาระหว่างไนเตรตกับบรูซีน จะได้สารละลายสีเหลือง ซึ่งความเข้มข้นของสีเหลืองจะแปรผัน โดยตรงกับปริมาณไนเตรต คือ ปริมาณไนเตรตยิ่งมากสีก็จะเข้มมาก

สามารถวัดความเข้มข้นด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร ทั้งนี้ การวิเคราะห์โดยวิธีบรูซันซึ่งที่ควรระวังคือ ผลการวิเคราะห์ที่ได้อาจผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากน้ำตัวอย่างมีการปนเปื้อน Strongly oxidizer หรือ Strongly reducer ซึ่ง Strongly oxidizer หรือ Strongly reducer ที่ปนเปื้อนในน้ำตัวอย่างจะส่งผลให้ค่าจากการวิเคราะห์ผิดไปจากที่เป็นจริง

จ. การวิเคราะห์หาแอมโมเนียไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเสียส่วนใหญ่ มักเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ดังนั้นน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีการปนเปื้อนแอมโมเนีย น่าจะมีการปนเปื้อนน้ำเสีย ส่วนน้ำเสียที่มีปริมาณแอมโมเนียสูง เนื่องจากน้ำเสียดังกล่าว มีการปนเปื้อนแอมโมเนียมาแต่เดิมจากกระบวนการผลิต หรือมาจากที่น้ำเสียมีการหมักและสารอินทรีย์ เกิดการย่อยสลายได้ก๊าซแอมโมเนียออกมา การวิเคราะห์หาแอมโมเนียไนโตรเจน หรือแอมโมเนียไนโตรเจนอิสระในน้ำเสีย ทำได้หลายวิธีด้วยกัน การวิเคราะห์หาโดยการไตเตรตซึ่งเป็นวิธี เกี่ยวกับการไตเตรตหาสารอินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำเสียที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว นอกจากนี้ยังสามารถ วิเคราะห์หาแอมโมเนียไนโตรเจน โดยวิธีอื่นได้อีก เช่น การวิเคราะห์โดยวิธี Nesslerization วิธีพีเนต (Phenate) และวัดโดยเครื่อง Ion chromatography เป็นต้น เช่นเดียวกับวิเคราะห์หา สารอินทรีย์ไนโตรเจน จะต่างกันตรงการวิเคราะห์หาสารอินทรีย์ไนโตรเจนจะต้องนำน้ำตัวอย่างมา ย่อยสลายด้วยสารละลายกรด เพื่อเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้ได้เป็นแอมโมเนีย ไนโตรเจนก่อน ส่วนกรณีของแอมโมเนียไนโตรเจนสามารถวิเคราะห์ได้โดยตรง การเลือกวิธีการ วิเคราะห์ที่มีหลักการในการพิจารณาที่สำคัญอยู่ 2 อย่างคือ ความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ต้องการ วิเคราะห์และสิ่งรบกวนในการวิเคราะห์ คือ หากตัวอย่างมีความบริสุทธิ์ค่อนข้างสูง เช่นตัวอย่างน้ำ ดื่ม น้ำธรรมชาติ น้ำเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีคุณภาพดีอาจเลือกใช้วิธี Nesslerization วิธีพีเนต (Phenate) หรือวัดโดยเครื่อง Ion chromatography โดยตรงได้เลย แต่หากตัวอย่างน้ำมีสิ่งปนเปื้อน อื่นหรือสิ่งรบกวนมาก รวมทั้งต้องการความแม่นยำสูง ก็ควรเลือกใช้วิธีกลั่นเพื่อแยกเอาแอมโมเนีย ไนโตรเจนออกจากน้ำเสียก่อน จึงนำไปวิเคราะห์โดยการไตเตรต ซึ่งการไตเตรตก็จะใช้หลักการ เช่นเดียวกับการกลั่นและการไตเตรตในการหาที่เคเอ็นข้างต้น

สารประกอบไนโตรเจนในน้ำเสียเฉพาะน้ำเสียจากชุมชน ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป ของสารประกอบอินทรีย์ (กรโคอะมิโน โปรตีนและยูเรีย เป็นต้น) และแอมโมเนีย ส่วนสารไตเตรต นั้นมักไม่พบหรืออาจจะพบแต่มีอยู่ในปริมาณน้อย เกิดขึ้นหลังจากมีการเก็บกักน้ำเสียไว้ระยะหนึ่ง หรือผ่านการบำบัดแล้ว ถ้ามีสารไนเตรตอยู่ในน้ำเสียมาก อาจก่อให้เกิดปัญหาในน้ำเสียเอง หรือ แหล่งน้ำที่รองรับน้ำเสียนั้นๆ เพราะการเจริญเติบโตของสาหร่าย ทั้งนี้เนื่องไนเตรตเป็นสารเร่งการ เจริญเติบโตของพืชและสาหร่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาหร่ายสีเขียว ส่วนข้อดีของไนเตรตก็คือ เป็น แหล่งออกซิเจนของจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ และกลุ่มที่สามารถใช้และไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ เมื่อจุลินทรีย์กลุ่มนี้ดึงออกซิเจนจากไนเตรตแทนการดึงออกซิเจนจากซัลเฟต ก็ สามารถลดหรือชะลอกลิ้นเหม็นที่เกิดจาก H_2S ที่อาจจะเกิดขึ้นลงได้ กล่าวคือ จุลินทรีย์จะใช้

ออกซิเจนจากสารประกอบไนโตรเจนแทนการใช้ออกซิเจนจากซัลเฟต ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพของสารประกอบไนโตรเจนในน้ำเสียอาจจะเขียน ได้ดังนี้

สารอินทรีย์ไนโตรเจน \longrightarrow แอมโมเนีย \longrightarrow ไนไตรต์ \longrightarrow ไนเตรต

นอกจากนี้ ปริมาณสารประกอบไนโตรเจน โดยเฉพาะปริมาณสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) ยังเป็นดัชนีชี้วัดว่า แบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสียจะทำงานได้เต็มที่หรือไม่ กล่าวคือ อัตราส่วนระหว่างบีโอดี : ไนโตรเจน ควรจะมีค่าไม่น้อยกว่า 100:5 นอกจากนี้ ข้อมูลของสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำเสียก่อนและหลังผ่านระบบบำบัดน้ำเสียยังเป็นดัชนีที่จะชี้ได้ว่า ตะกอนจุลินทรีย์ที่แยกได้จากระบบบำบัดน้ำเสียมีปริมาณไนโตรเจนอยู่สูงหรือต่ำ

2.3.2.4 ปริมาณสารฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สำคัญอีกธาตุหนึ่ง ต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกเหนือจากไนโตรเจน โดยปกติแล้วในแหล่งน้ำธรรมชาติ มักจะมีฟอสฟอรัสอยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากการปนเปื้อนของน้ำเสียจากชุมชนที่มีการใช้ผงซักฟอก ซึ่งฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในรูปของโพลีฟอสเฟต ฟอสฟอรัสจะเป็นตัวเร่งการเจริญเติบโตของสาหร่ายอย่างรวดเร็ว และเมื่อสาหร่ายนั้นตายก็จะเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ ทำให้เกิดการเน่าเสียได้

2.3.2.5 ปริมาณไขมันและน้ำมัน

เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อตั้งทิ้งไว้จะลอยบนผิวน้ำ และจะย่อยสลายได้ยากกว่าและใช้เวลาในการย่อยสลายนานกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ เช่น แป้งและน้ำตาล เป็นต้น นอกจากนี้ไขมันและน้ำมันยังเป็นปัญหากับระบบบำบัดน้ำเสียอีกด้วย โดยเฉพาะระบบบำบัดทางชีววิทยา กล่าวคือจะเป็นปัญหาต่อการเติมอากาศของระบบบำบัด การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำและน้ำเสียสามารถทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมมี 2 วิธี

ก. วิธีสกัดด้วยกรวยแยก เหมาะสำหรับใช้กับน้ำธรรมชาติ น้ำใส หรือน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว ซึ่งปริมาณไขมันและน้ำมันจะต่ำมาก คือน้อยกว่า 1 มก./ล.

ข. วิธีสกัดด้วยชอกเลต เหมาะสำหรับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน และตัวอย่างที่เป็นกากตะกอน ซึ่งจะมีปริมาณไขมันสูง

2.3.3 ชนิดและสมบัติของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสีย

2.3.3.1 แบคทีเรีย

แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่ม Prokaryote เป็นจุลินทรีย์ที่มีเซลล์เดียวและมีขนาดเล็กมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น มีผนังเซลล์ 2 ชั้นหุ้มเซลล์ แต่ไม่มีเยื่อหุ้มหรือผนังกั้นนิวเคลียส แบคทีเรียสามารถพบได้ทุกแห่ง ไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำ ในดิน และในอากาศ หรือแม้แต่ในร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ ส่วนใหญ่แบคทีเรียจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำหรือที่ๆ มีความชื้นสูง รูปร่างของแบคทีเรียมีหลายรูปแบบ มีทั้งเป็นแบบแท่ง ลูกกลม หรือเป็นแท่งโค้ง หรือเป็นลูกโซ่ที่มีแบคทีเรียเกาะกัน โดยทั่วไปแบคทีเรียจะมีขนาดตั้งแต่ 0.0003-0.05 มม.

2.3.3.2 สาหร่าย

สาหร่ายเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาของลงมาจากแบคทีเรีย สาหร่ายเป็นพืชน้ำขนาดเล็ก เป็นเซลล์เดี่ยวหรือหลายๆเซลล์อยู่รวมกัน สาหร่ายส่วนใหญ่จะมีสีเขียวเนื่องจากมีคลอโรฟิลล์อยู่ในตัว ซึ่งคลอโรฟิลล์นี้จะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงในสาหร่าย แต่อย่างไรก็ตาม หากพบว่าในน้ำเสียหรือแหล่งน้ำธรรมชาติมีสาหร่ายขึ้นอยู่มากๆ อาจเป็นสาเหตุให้เกิดสีเขียวขุ่นขึ้นได้ อาจส่งผลเสียต่อแหล่งน้ำ กล่าวคือจะเป็นตัวขยับยั้งไม่ให้แสงสว่างส่องลงไปใต้น้ำ นอกจากนี้หากเกิดการตายของสาหร่ายและเน่าเสีย จะเป็นการเพิ่มปริมาณการปนเปื้อนของสารอินทรีย์กับแหล่งน้ำได้ แต่อย่างไรก็ตาม สาหร่ายมีประโยชน์อย่างมากต่อธรรมชาติและระบบบำบัดน้ำเสีย

2.3.3.3 ไวรัส

เป็นสิ่งมีชีวิตที่นับว่ามีขนาดเล็กที่สุดและไม่มีลักษณะเป็นเซลล์ โดยจะประกอบด้วย DNA หรือ RNA ที่มีโปรตีนห่อหุ้มอยู่ ดังแสดงในรูป 2-10 เนื่องจากมีขนาดเล็กมาก จึงต้องใช้ Electron microscope ส่องดูจึงจะมองเห็น ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่เป็นอิสระในธรรมชาติได้ การดำรงชีวิตของไวรัสจำเป็นต้องอาศัยเกาะติดอยู่กับเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอื่นที่เรียกว่า Host ซึ่งจะเป็นเซลล์ของ พืช สัตว์ และมนุษย์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไวรัสและจะอาศัยองค์ประกอบต่างๆ จากเซลล์ที่ไวรัสอาศัยอยู่ในการดำรงชีวิต การสังเคราะห์ หรือเพิ่มจำนวน ซึ่งมีลักษณะการดำรงชีวิตเป็นแบบ Parasite ทำให้เป็นสาเหตุของการเกิดโรคในพืช สัตว์ หรือมนุษย์ที่ไวรัสนั้นๆ อาศัยอยู่ การเพิ่มจำนวนของไวรัสจะเกิดขึ้นเมื่อไวรัสนั้นเข้าไปอยู่ในเซลล์ที่เหมาะสมและมีการดึงเอาองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์ที่ไวรัสอาศัยมาเพิ่มจำนวนในเซลล์นั้น เมื่อจำนวนไวรัสมากจนถึงระดับหนึ่งเซลล์ที่ไวรัสอาศัยอยู่ก็จะแตกออกปล่อยไวรัสออกจากเซลล์ การจำแนกชนิดของไวรัสมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น แบ่งตามชนิดของ Nucleotide สามารถแบ่งออกได้เป็นสองชนิด คือ ไวรัสแบบ DNA (DNA virus) และไวรัสแบบ RNA (RNA virus) หรือ แบ่งตามชนิดของเซลล์ที่ไวรัสอาศัยอยู่ สามารถแบ่งได้เป็นไวรัสที่อาศัยในแบคทีเรีย เรียกว่า Bacteriophage ไวรัสที่อาศัยในสัตว์ เรียกว่า Animal virus ไวรัสที่อาศัยในพืช เรียกว่า Plant virus ในน้ำเสียหากมีการปนเปื้อนของ

ไวรัสชนิดใดก็จะเป็นการบ่งชี้ได้ว่าน้ำเสียนั้นมาจากแหล่งกำเนิดใด รวมทั้งจะต้องดำเนินการอย่างไรกับน้ำเสียทั้งก่อนและหลังการบำบัดแล้วหากยังมีการปนเปื้อนไวรัสเหล่านั้นอยู่

2.4 การบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสีย หมายถึงการดำเนินการเปลี่ยนสภาพของเสียในน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมพอที่จะไม่ทำให้เกิดปัญหาต่อแหล่งรับน้ำเสียนั้น ๆ ซึ่งวิธีการบำบัดน้ำเสียแบ่งได้ 3 ประเภท คือ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี และการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ

2.4.1 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางกายภาพ เป็นการใช้หลักการทางกายภาพ เช่น แรงโน้มถ่วง แรงเหวี่ยง แรงหนีศูนย์กลาง เป็นต้น เพื่อกำจัดหรือขจัดเอาสิ่งสกปรกออกจากน้ำเสีย โดยเฉพาะสิ่งสกปรกที่ไม่ละลายน้ำ จึงนับเป็นหน่วยบำบัดน้ำเสียขั้นแรกที่ถูกนำมาใช้ก่อนที่น้ำเสียจะถูกนำไปบำบัดขั้นต่อไป จนกว่าจะมีคุณภาพดีพอที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีหลายวิธี ได้แก่ การกรองด้วยตะแกรง การทำให้ลอย การตัดค้อย รวงคักกรวดทราย การปรับสภาพการไหล การแยกด้วยแรงเหวี่ยง การตกตะกอน และการกรอง เป็นต้น

2.4.1.1 การกรองด้วยตะแกรง เป็นการคัดเศษอาหารต่างๆจำพวกเศษไม้ เศษกระดาษ ผ้า พลาสติก ที่ไหลมากับน้ำเสีย

2.4.1.2 การทำให้ลอย เป็นการแยกของแข็งที่ตกตะกอนได้ยากหรือมีลักษณะครึ่งจมครึ่งลอยหรือมีน้ำหนักเบาออกจากส่วนที่เป็นของเหลวโดยใช้ฟองอากาศเป็นตัวพาหรือยกสิ่งสกปรกให้ลอยสูงขึ้นสู่ผิวของของเหลวกลายเป็นฟอง ซึ่งกวาดออกหรือตักออกโดยใช้คนหรือเครื่องมือกล

2.4.1.3 การตัดค้อย เป็นการลดขนาดหรือปริมาตรของของแข็งให้มีขนาดเล็กลงและมีขนาดสม่ำเสมอ มักเป็นของแข็งที่เน่าเปื่อยได้ เช่น เศษเนื้อ กระจุกหมู กระจุกไก่ เป็นต้น

2.4.1.4 รวงคักกรวดทราย รวงคักกรวดทรายเป็นเครื่องมือที่ใช้แยกเอาของแข็งที่น้ำหนักมาก เช่นกรวดทราย เศษโลหะ เศษไม้ เศษกระดุก เป็นต้น ออกจากน้ำเสีย

2.4.1.5 การปรับสภาพการไหล เป็นการเก็บกักน้ำเสียไว้ระยะหนึ่ง เพื่อปรับอัตราการไหลของน้ำเสียซึ่งไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียให้มีความสม่ำเสมอและต่อเนื่องและทำให้ความเข้มข้นของสิ่งสกปรกที่อยู่ในน้ำเสียมีค่าคงที่และสม่ำเสมอ

2.4.1.6 การตกตะกอน เป็นการแยกเอาของแข็งที่มีน้ำหนักมากกว่าน้ำออกจากน้ำเสียโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก

2.4.2 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี

การบำบัดด้วยวิธีทางเคมี เป็นการใส่สารเคมีหรือการทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อบำบัดน้ำเสีย โดยมีวัตถุประสงค์

2.4.2.1 เพื่อรวมตะกอนหรือของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กในน้ำเสียให้มีขนาดโตพอที่จะตกตะกอนได้ง่าย ซึ่งเรียกตะกอนดังกล่าวว่า Flocc และกระบวนดังกล่าวว่า การสร้างตะกอนและการรวมตะกอน

2.4.2.2 เพื่อให้ของแข็งที่ละลายในน้ำเสียให้กลายเป็นตะกอน หรือทำให้ไม่สามารถละลายน้ำได้ เรียกกระบวนดังกล่าวว่า การตกตะกอนผลึก

2.4.2.3 เพื่อทำการปรับสภาพน้ำเสียให้มีความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดด้วยกระบวนการอื่นต่อไปเช่น การทำให้น้ำเสียมีความเป็นกลางก่อนแล้วนำไปบำบัดด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นต้น

2.4.2.4 เพื่อทำลายเชื้อโรคในน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ หรือก่อนที่จะบำบัดด้วยวิธีการอื่น ๆ ต่อไป

โดยทั่วไปแล้วการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีนี้มักจะทำร่วมกันกับหน่วยบำบัดน้ำเสียทางกายภาพ ตัวอย่างเช่น กระบวนการบำบัดน้ำเสียทางเคมีโดยการใช้สารเคมีเพื่อให้เกิดตะกอน เป็นต้น ในปัจจุบันนี้มีการใช้หน่วยบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมีหลายอย่างด้วยกันแต่จะขอกล่าวเฉพาะที่ถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียเป็นส่วนใหญ่ คือ การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี การทำให้เป็นกลาง และการทำลายเชื้อโรค

การตกตะกอนโดยใช้สารเคมี เป็นการใส่สารเคมีช่วยตกตะกอนโดยให้เติมสารเคมี ลงไป เพื่อเปลี่ยนสถานะทางกายภาพของของแข็งแขวนลอยที่มีขนาดเล็กให้รวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นเรียกกระบวนดังกล่าวว่า flocculation

การทำให้เป็นกลาง เป็นการปรับสภาพความเป็นกรด - ด่าง หรือพีเอชให้อยู่ในสภาพที่เป็นกลาง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมที่จะนำไปบำบัดน้ำเสียในขั้นอื่น ต่อไป โดยเฉพาะกระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพซึ่งต้องการน้ำเสียที่มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5-8.5 แต่ก่อนที่จะปล่อยน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วลงสู่ธรรมชาติ ต้องปรับสภาพพีเอชอยู่ในช่วง 5-9 ถ้าพีเอชต่ำจะต้องปรับสภาพด้วยด่าง ด่างที่นิยมนำมาใช้คือ โซดาไฟ (NaOH) ปูนขาว (CaO) หรือ แอมโมเนีย (NH₃) เป็นต้น และถ้าน้ำเสียมีค่าพีเอชสูงต้องทำการปรับสภาพพีเอชให้เป็นกลางโดยใช้กรด กรดที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ กรดกำมะถัน (H₂SO₄) กรดเกลือ (HCL) หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การทำลายเชื้อโรค การทำลายเชื้อโรคในน้ำเสียเป็นการทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคโดยใช้เคมีหรือสารอื่น ๆ โดยมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อป้องกันกาแพร่กระจายของเชื้อโรคไปสู่คนและเพื่อทำลายห่วงโซ่ของเชื้อโรคและการติดเชื้อก่อนที่จะถูกปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่ง

สารเคมีที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรค ได้แก่ คลอรีน และสารประกอบคลอรีน โบรมีน ไอโอดีน โอโซน ฟีนอลและสารประกอบของฟีนอล แอลกอฮอล์ เป็นต้น ซึ่งคลอรีนเป็นสารเคมีที่นิยมใช้มาก

2.4.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ

การบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีวภาพ เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนสภาพของของเสียในน้ำให้อยู่ในสภาพที่ไม่ก่อให้เกิดปัญหาภาวะมลพิษต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ ได้แก่ เปลี่ยนให้กลายเป็นแก๊ส ทำให้มีกลิ่นเหม็น เป็นต้น ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทในการช่วยเปลี่ยนสภาพสิ่งสกปรกในน้ำเสียคือพวกจุลินทรีย์ ได้แก่ พวกแบคทีเรีย โปรโตซัว สาหร่าย รา และโรติเฟอร์ และจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการบำบัดน้ำเสีย คือ พวกแบคทีเรีย ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพที่ใช้สำหรับน้ำเสียชุมชนในประเทศไทย ได้แก่

2.4.3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน เช่น ระบบบำบัดแบบเอเอส ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ ระบบบ่อปรับเสถียร ระบบสระเติมอากาศ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ และระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ตัวกลางเติมอากาศ

2.4.3.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน เช่น ระบบจานหมุนชีวภาพแบบไม่ใช้อากาศ ระบบแบบเกราะกรองไร้อากาศ ระบบยูเอเอสบี

2.5 รูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

แบ่งได้ตามลักษณะของการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสีย เทคโนโลยีที่ใช้ หรือ ลักษณะและชนิดของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียหรือดังปฏิกิริยา ตัวอย่างเช่น การแบ่งตามลักษณะของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียหรือดังปฏิกิริยา อาจแบ่งได้เป็นสองประเภทใหญ่ คือ

2.5.1 ระบบบำบัดแบบตะกอนจุลินทรีย์ยึดเกาะกับตัวกลาง

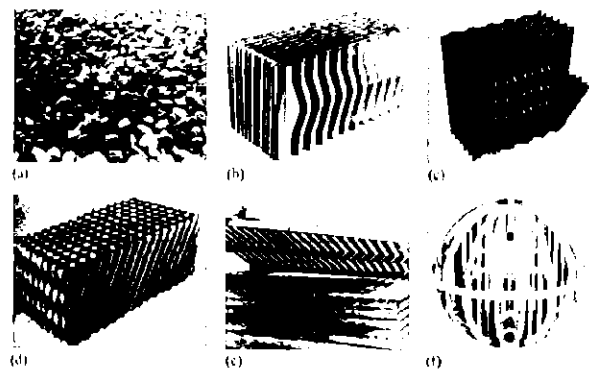
2.5.1.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ให้ตะกอนจุลินทรีย์หรือเมือจุลินทรีย์ยึดเกาะที่ตัวกลาง ที่เพิ่งมีการพัฒนาขึ้นมาเมื่อ 20 ปี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้สูงขึ้น กล่าวคือ ประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสียจะแปรผัน โดยตรงกับปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสีย การพัฒนานำระบบบำบัดน้ำเสียที่ จุลินทรีย์ยึดเกาะอยู่ที่ตัวกลางมาใช้ เพื่อเป็นการเพิ่มตะกอนจุลินทรีย์ให้กับระบบบำบัดน้ำเสียให้สูงขึ้น และเป็นการยึดตะกอนจุลินทรีย์ให้อยู่กับที่ ป้องกันไม่ให้ตะกอนจุลินทรีย์หลุดออก รวมทั้งป้องกันหรือรักษาระดับความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ให้คงที่โดยไม่ต้องมีการหมุนเวียนตะกอนจุลินทรีย์ที่แยกออกจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับเข้าไปยังดังปฏิกิริยาอีก ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดนี้เหมาะสำหรับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ไม่สูงมากนัก ระบบบำบัดน้ำเสียจะถูกควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียที่อายุ

ตะกอนสูง ๆ นอกจากนี้พบว่าขนาดของถังปฏิกริยาจะมีขนาดเล็กกว่าถังปฏิกริยาของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระอื่น ๆ เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังย่อยสลาย และระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนเร่งไร้อากาศ เนื่องจากความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศจะสูงมาก ตัวกลางที่ใช้ให้เมือกจุลินทรีย์ยึดเกาะก็จะมี ความสำคัญเช่นกัน ตัวกลางที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศมีอยู่มากมาย เช่น ตัวกลางที่เป็นหินมีการเลือกใช้หินขนาด 1.5-2 นิ้ว หรืออาจจะใช้ตัวกลางพลาสติกที่มีการออกแบบ ให้มีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรตัวกลางสูง ๆ รวมทั้งน้ำหนักของตัวกลางก็มีความสำคัญเช่นกัน คือตัวกลาง จะต้องมีน้ำหนักน้อย มีการพัฒนาใส่ตัวกลางพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาและพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง เพื่อเป็นการเพิ่มปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในระบบให้สูงซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของระบบ บำบัดน้ำเสียสูงขึ้นด้วย



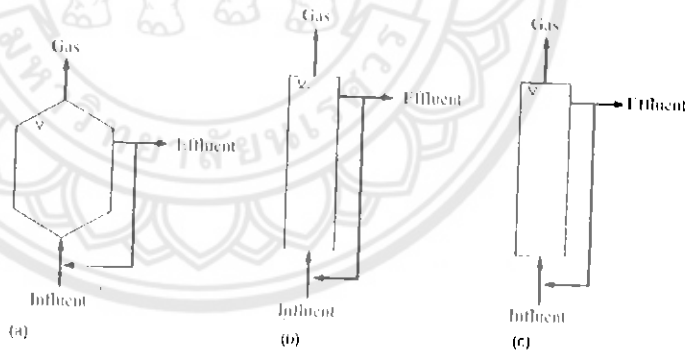
รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบของระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศ
ที่มา : เกรียงศักดิ์, 2539



รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบของตัวกลางบางชนิดในระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ
ที่มา : เกรียงศักดิ์, 2539

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น และถังกรองไร้อากาศแบบไหลลง โดยแต่ละระบบจะมีลักษณะและรูปแบบการทำงานดังนี้

ก. ถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น จะมีรูปแบบและการทำงานของถังปฏิริยาดังแสดงในรูปที่ 2.3 โดยน้ำเสียจะถูกป้อนเข้าสู่ถังปฏิริยาทางด้านก้นถังและผ่านชั้นของตัวกลางขึ้นสู่ทางด้านบนของถังปฏิริยา ชั้นของตัวกลางที่ถูกบรรจุอยู่ในถังปฏิริยาจะทำหน้าที่ให้จุลินทรีย์หรือแบคทีเรียที่จะทำการย่อยสลายมลพิษ (สารอินทรีย์) ยึดเกาะ โดยทั่วไปแล้วการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวจะต้องคำนึงถึงความหนาหรือความสูงของตัวกลางด้วย นั่นคือความสูงของตัวกลางควรจะไม่เกิน 1.5 เมตร หากความสูงของตัวกลางมากเกินไปอาจจะประสบปัญหาการอุดตันของชั้นตัวกลางได้ง่าย เนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นหลังจากการเดินระบบไประยะหนึ่งซึ่งจะส่งผลให้ความดันในระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังกรองไร้อากาศลดลง ดังนั้น การออกแบบ โดยทั่วไปแล้วชั้นของตัวกลางควรจะสูงประมาณ 1.20 เมตร นอกจากนี้แล้วระยะเวลาการเก็บกักน้ำเสียในถังปฏิริยาควรจะไม่น้อยกว่า 4 วัน น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมักจะมีค่าความเข้มข้นของมลพิษคือสารอินทรีย์หรือบีโอดีสูงอยู่ อาจจะกล่าวได้ว่าความเข้มข้นของบีโอดีที่เหลือในน้ำเสียที่ผ่านถังปฏิริยาแล้วยังสูงกว่า 30 มก./ล.

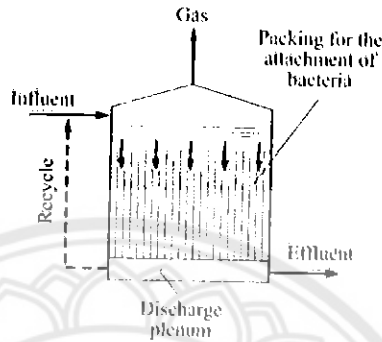


รูปที่ 2.3 แสดงระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น

ที่มา : เกรียงศักดิ์, 2539

ข. ถังกรองไร้อากาศแบบไหลลง ดังแสดงในรูป 2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดนี้นิยมใช้สำหรับน้ำเสียที่มีปริมาณสารแขวนลอยไม่มากนักเมื่อเทียบกับกรณีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น กล่าวคือ น้ำเสียจะถูกป้อนเข้าสู่ถังปฏิริยาทางด้านบนและไหลผ่านชั้นตัวกลางลงสู่ก้นถังปฏิริยา

ค. ถังกรองไร้อากาศแบบไหลลง ดังแสดงในรูป 2.4 ระบบบำบัดน้ำเสียชนิดนี้นิยมใช้สำหรับน้ำเสียที่มีปริมาณสารแขวนลอยไม่มากนักเมื่อเทียบกับกรณีของระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้น กล่าวคือ น้ำเสียจะถูกป้อนเข้าสู่ถังปฏิกริยาทางด้านบนและไหลผ่านชั้นตัวกลางลงสู่ก้นถังปฏิกริยา



รูปที่ 2.4 แสดงระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลลง

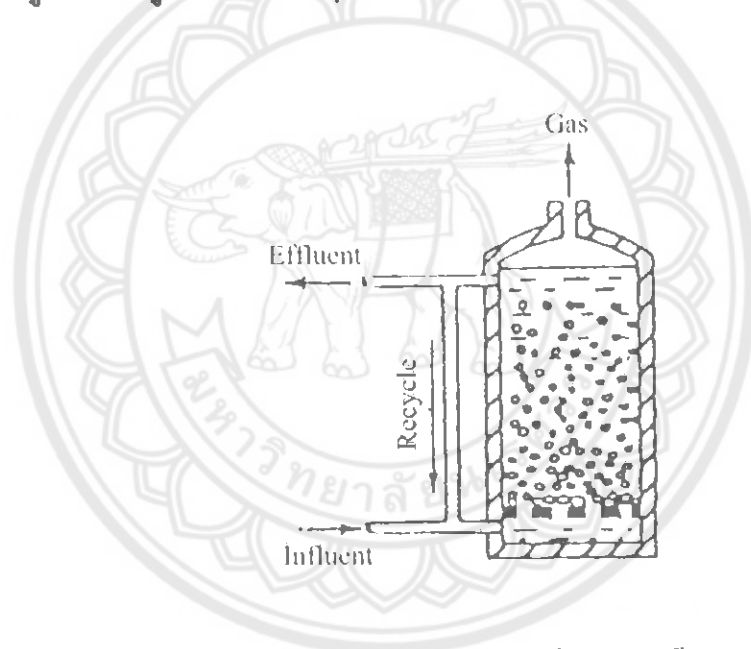
ที่มา : เกรียงศักดิ์, 2539

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศแบบไหลขึ้นและถังกรองไร้อากาศแบบไหลลงจะอาศัยข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบที่เหมือนกัน นอกจากนี้การออกแบบอาจจะมีการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วบางส่วนกลับเข้าสู่ถังปฏิกริยาอีกครั้งเพื่อให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียดียิ่งขึ้น รวมทั้งจะเป็นการปรับสมดุลในเรื่องปริมาณและคุณภาพน้ำเสียที่ถูกป้อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาอีกด้วย

2.5.1.2 ระบบบำบัดแบบชั้นฟลูอิดไคซ์

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้จะคล้ายกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Attached growth system ในสภาวะไร้อากาศโดยใช้ตัวกลางขนาดเล็กเพื่อให้เมือกจุลินทรีย์ยึดเกาะ ตัวกลางเหล่านี้สามารถเคลื่อนที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเสียโดยอาศัยแรงกวนผสมหรือใส่อากาศเป็นตัวพองให้ตัวกลางแขวนลอยอยู่ หรือแม้กระทั่งอาศัยแรงไหลของน้ำเสียที่เข้าสู่ถังปฏิกริยาทางด้านล่างเป็นตัวพองให้ตัวกลางลอยอยู่ในน้ำเสียได้ดังแสดงในรูปที่ 2.5 อาจกล่าวได้ว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบชั้นฟลูอิดไคซ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้มีการพัฒนามาจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศและเป็นการแก้ไขปัญหาที่มักเกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศ โดยปัญหาที่มักเกิดขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศคือการอุดตันของชั้นตัวกลางในถังปฏิกริยา เกิดการไหลลัดวงจรของน้ำเสียและการสูญเสีย

ความดันในถังปฏิกรณ์ ตัวกลางที่นิยมใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียมีทั้งที่เป็นกรวด แอนทราไซต์ ถ่านกัมมันต์ชนิดเม็ด ตัวกลางขนาดเล็กที่ทำจากพลาสติก เป็นต้น ปัจจุบันมีการพัฒนาตัวกลางขนาดเล็กที่ทำจากพลาสติกที่ทำให้มีพื้นที่ผิวมาก ปริมาตรต่ำ และน้ำหนักเบามาใช้เป็นจำนวนมาก และเป็นที่ยอมรับอย่างมาก โดยสามารถเพิ่มความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังปฏิกรณ์หรือระบบบำบัดน้ำเสียให้สูงขึ้น ทำให้อัตราเร็วในการกำจัดสารอินทรีย์สูงขึ้นไปด้วย ดังนั้น ขนาดของถังปฏิกรณ์จึงมีขนาดเล็กกว่าถังปฏิกรณ์ในระบบบำบัดน้ำเสียประเภทอื่นๆ อย่างไรก็ตาม การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อให้ตัวกลางสามารถลอยอยู่ในน้ำเสียขณะเดินระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกรณ์ รวมทั้งการเลือกชนิดและขนาดตัวกลาง ประเภทของวัสดุที่จะใช้ทำตัวกลางเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยากและซับซ้อน นอกจากนี้ พลังงานที่จะใช้เพื่อทำให้ตัวกลางในระบบบำบัดน้ำเสียสามารถลอยอยู่ในน้ำเสียจะสูงมาก อาจจะกล่าวได้ว่ามีการใช้พลังงานในระบบบำบัดน้ำเสียประเภทฟลูอิด ไคซ์นี้สูงกว่าระบบอื่นๆ จึงทำให้ความนิยมลดน้อยลง

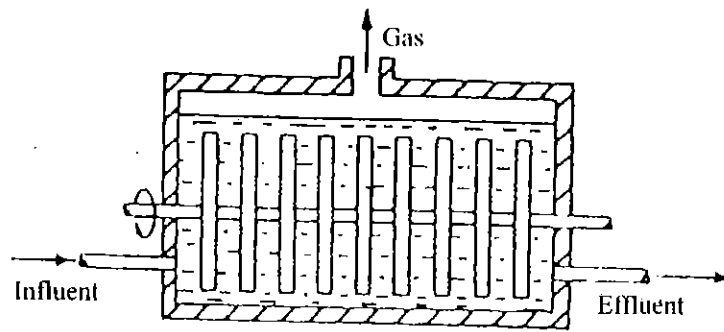


รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียแบบชั้นฟลูอิด ไคซ์

ที่มา : เกรียงศักดิ์, 2539

2.5.1.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบจานหมุนแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระ

ในการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการทางชีววิทยาแบบไร้อากาศนั้น ได้มีการทดลองโดย Taif และ Frieuran (1980) ที่ทำการทดลองกับน้ำเสียที่มีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก (คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 2539) ระบบดังกล่าวจะมีลักษณะเหมือนกับระบบจานหมุนชีวภาพแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระ รูปที่ 2.6 แต่จะต่างกันตรงที่ระบบจานหมุนชีวภาพแบบไร้อากาศนั้นส่วนของจานหมุนชีวภาพ จะจมอยู่ในน้ำเสียของถังปฏิกรณ์ โดยไม่มีส่วนที่อยู่เหนือน้ำเสียและจะปิดสนิทเพื่อป้องกันตัวจานหมุนชีวภาพสัมผัสกับอากาศ



รูปที่ 2.6 แสดงรูปแบบของระบบงานหมุนแบบไร้ออกซิเจน

ที่มา : เกรียงศักดิ์, 2539

2.5.2 ระบบบำบัดแบบตะกอนจุลินทรีย์ไม่มีตัวกลาง

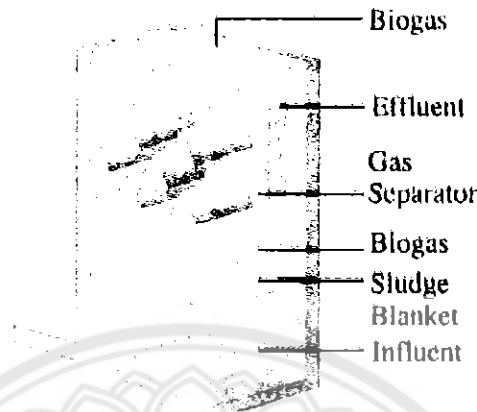
2.5.2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนเร่งแบบไร้อากาศ

เป็นระบบบำบัดที่มีความคล้ายคลึงกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบเลี้ยงตะกอนเร่งชนิดให้อากาศ ซึ่งมีการศึกษาระดับความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ในถังปฏิกรณ์ให้คงที่ โดยการเพิ่มเติมระบบสูบลูกตะกอนจุลินทรีย์หมุนเวียนเข้าสู่ถังปฏิกรณ์และถังตกตะกอนสำหรับตกตะกอนจุลินทรีย์ในน้ำเสียหลังจากผ่านการบำบัดแล้ว แต่ระบบ Anaerobic contact process จะต่างจากระบบ Anaerobic activated sludge ตรงที่ระบบ Anaerobic contact process จะไม่มีการเติมอากาศให้กับถังปฏิกรณ์ การควบคุมระดับความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์จะควบคุมให้สูง ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจะแปรผัน โดยตรงกับความเข้มข้นของตะกอนจุลินทรีย์ โดยอาจจะต้องควบคุมให้สูงถึง 20,000 มก./ล. แต่หากควบคุมความเข้มข้นของตะกอนสูงเกินไป อาจมีปัญหาการผสมของน้ำเสียในถังปฏิกรณ์ ซึ่งอาจต้องใช้พลังงานในการกวนผสมมากขึ้น เพราะการกวนผสมอย่างสมบูรณ์จะเกิดขึ้นได้ยากมากในทางปฏิบัติเนื่องจากความหนืด เป็นต้น

2.5.2.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศชนิด Up-flow anaerobic sludge blanket (UASB)

เป็นระบบบำบัดหรือหมักน้ำเสียแบบไร้อากาศที่ตะกอนจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียแขวนลอยในถังปฏิกรณ์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่และสามารถใช้ได้กับน้ำเสียของโรงงานทุกประเภท การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแสดงดังรูปที่ 2.7 โดยอาศัยหลักการสูบน้ำเสียป้อนเข้าสู่ถังหมักหรือถังปฏิกรณ์ทางด้านล่างของถังหมักหรือถังปฏิกรณ์ มีการควบคุมความเร็วในการสูบน้ำเสียหรือป้อนน้ำเสียเข้าสู่ถังปฏิกรณ์ในอัตราที่เหมาะสมเพื่อให้ตะกอนจุลินทรีย์ในถังหมักสามารถเกาะตัวกันแน่นเป็นเม็ดซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-5 มม. มีความหนาแน่นสูงมาก การออกแบบระบบ UASB ให้รูปแบบถังปฏิกรณ์มีลักษณะเป็นกรวยแยกตะกอน ซึ่งทำหน้าที่

ให้น้ำเสียที่เป็นส่วนของน้ำใสเท่านั้นเข้ามาได้และไหลออกจากถังปฏิกริยา ส่วนตะกอนที่แขวนลอยอยู่จะไม่สามารถหลุดลอยออกจากถังเนื่องจากมีแผ่นกั้นไม่ให้ตะกอนหลุดออกมา



รูปที่ 2.7 แสดงถังหมักแบบ Upflow anaerobic blanket UASB

ที่มา : เกรียงศักดิ์, 2539

จากหลักการดังกล่าวที่ใช้ความเข้มข้นของตะกอนในถังปฏิกริยาสูงตลอดเวลา รวมทั้งเป็นลักษณะตะกอนหนักที่ยากที่จะหลุดออกจากระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยา ขณะที่น้ำเสียที่บำบัดแล้วล้นออกจากถังปฏิกริยา แม้ว่าก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะมีส่วนช่วยทำให้ตะกอนลอยออกมากับน้ำเสียก็ตาม ถังปฏิกริยา ได้มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหลาย ๆ อย่าง

2.5.2.3 ระบบแผ่นกั้นไร้อากาศ

ระบบแผ่นกั้นไร้อากาศเป็นระบบหมักที่ถูกพัฒนาขึ้นสูงสุด โดยการนำแผ่นจากมากันภายในถังปฏิกริยาเพื่อให้น้ำเสียเคลื่อนที่วกไปวนมาดังแสดงในรูปที่ 2.8 ผลที่ได้คือบริเวณทางเข้าของน้ำเสียจะมีการสะสมของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายมากทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำลง ดังนั้น จึงต้องมีการหมุนเวียนนำน้ำเสียที่ออกจากถังปฏิกริยาหรือถังหมักมาปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ข้อดีของระบบบำบัดน้ำเสียนี้คือมีประสิทธิภาพสูงและไม่ต้องมีเครื่องกวนผสม เพราะการเคลื่อนที่ของน้ำแบบวกไปวนมาจะเป็นตัวช่วยในการกวนผสม แต่เนื่องจากแผ่นกั้นในระบบบำบัดเป็นตัวที่ทำให้คุณภาพน้ำเสียไม่สม่ำเสมอทั่วถัง โดยเฉพาะบริเวณทางน้ำเข้าจะมีการผสมของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายสูงมาก แต่อัตราการกำจัดหรือบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบำบัดน้ำเสียประเภทนี้จะอยู่ในอัตราสูง ก๊าซมีเทนหรือก๊าซชนิดอื่นที่เกิดขึ้นสามารถแยกออกจากน้ำเสียได้ง่าย และดี รวมทั้งตะกอนจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาสามารถถูกกักเก็บในถังปฏิกริยาได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากประโยชน์ที่ได้จากจากกันนั่นเอง อย่างไรก็ตาม ระบบบำบัดน้ำเสีย

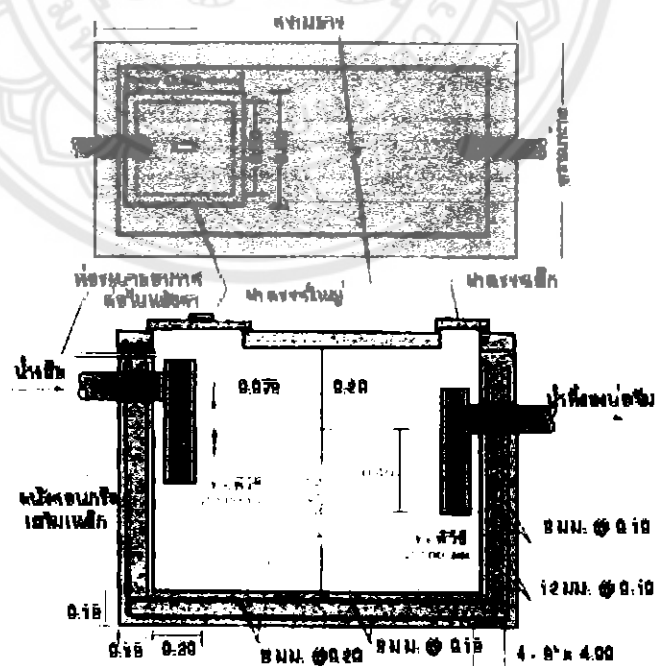
ดังกล่าวนี้ไม่ต้องการเติมอากาศ รวมทั้งไม่ต้องอาศัยเครื่องจักรมากนัก การออกแบบและก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียชนิดนี้จึงไม่ยุ่งยากมากนักและค่าก่อสร้างก็ไม่สูงมากด้วย

2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเกราะกรองไร้อากาศ

ประกอบไปด้วย ถังหรือบ่อเกราะ และถังหรือบ่อกรองไร้อากาศ

2.6.1 ระบบบ่อเกราะ

บ่อเกราะมีลักษณะเป็นบ่อปิด ซึ่งน้ำซึมไม่ได้และไม่มีการเติมอากาศ ดังนั้นสถานะในบ่อจึงเป็นแบบไร้อากาศ (Anaerobic) โดยทั่วไปมักใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากส้วม แต่จะใช้บำบัดน้ำเสียจากครัวหรือน้ำเสียอื่นๆ ด้วยก็ได้ ถ้าหากสิ่งที่ไม่ละลายน้ำหรือของแข็งหรือสารอินทรีย์ที่ย่อยง่าย หลังการย่อยแล้วก็จะกลายเป็นก๊าซกับน้ำและกากตะกอนในปริมาณที่น้อยจึงทำให้บ่อไม่เต็มได้ง่าย (อัตราการเกิดกากตะกอนประมาณ 1 ลิตร/คน/วัน) แต่อาจต้องมีการสูบลากกากตะกอนในบ่อเกราะออกเป็นครั้งคราว (ประมาณปีละหนึ่งครั้ง สำหรับบ่อเกราะมาตรฐาน) แต่ถ้าหากมีการทิ้งสิ่งที่ย่อยหรือสลายยาก เช่น พลาสติก ผ้าอนามัย กระดาษชำระ สิ่งเหล่านี้จะยังคงค้างอยู่ในบ่อและทำให้บ่อเต็มก่อนเวลาอันสมควร เพื่อให้บ่อเกราะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



1550 99 20

น/ส.

Y281D

2553

รูปที่ 2.8 แบบมาตรฐานบ่อเกราะขนาดเล็ก

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2537

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของตะกอนในบ่อเกรอะ

พารามิเตอร์	ความเข้มข้น (มก./ล.)	
	ค่าโดยทั่วไป ⁽¹⁾	ค่าโดยทั่วไป ⁽²⁾
1. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD)	6,000	5,000
2. ค่าของแข็งทั้งหมด (Total Solids: TS)	40,000	40,000
3. ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids : SS)	15,000	20,000
4. ค่าไนโตรเจนในรูปที เค เอ็น (TKN)	700	1,200
5. ค่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย (NH ₃)	400	350
6. ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)	250	250
7. ค่าไขมัน (Grease)	8,000	-

ที่มา : (1) Wastewater Engineering, Metcalf&Eddy, 1991

(2) โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน เล่ม 3, สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2538

เนื่องจากประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อเกรอะไม่สูงนัก คือประมาณร้อยละ 40 - 60 ทำให้น้ำทิ้งจากบ่อเกรอะยังคงมีค่าบีโอดีสูงเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ จึงไม่สามารถปล่อยทิ้งแหล่งน้ำธรรมชาติหรือท่อระบายน้ำสาธารณะได้ จึงจำเป็นต้องผ่านระบบบำบัดขั้นสองเพื่อลดค่าบีโอดีต่อไป

2.6.1.1 ลักษณะของบ่อเกรอะ

ลักษณะที่สำคัญของบ่อเกรอะ คือ ต้องป้องกันตะกอนลอย (ฝ้าไข: Scum) และตะกอนจมไม่ให้ไหลไปยังบ่อเกรอะชั้นสอง เช่น ใช้แผ่นกั้นขวาง หรือท่อรูปตัวที (สามทาง) บ่อเกรอะมีใ้ยู่ตามอาคารสถานที่ทั่วไปจะสร้างเป็นบ่อคอนกรีตในที่ หรือถ้าเป็นอาคารขนาดเล็กหรือบ้านพักอาศัยก็มักนิยมสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ ซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าวัสดุก่อสร้างทั่วไป แต่ปัจจุบันมีการสร้างถังเกรอะสำเร็จรูปจำหน่ายโดยใช้หลักการเดียวกัน

2.6.1.2 การใช้งานและการดูแลรักษา

ก. ห้ามเทสารที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ลงในบ่อเกรอะ เช่น น้ำกรดหรือด่างเข้มข้น น้ำยาล้างห้องน้ำเข้มข้น คลอรีนเข้มข้น ฯลฯ เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของบ่อเกรอะลดลง เพราะน้ำทิ้งไม่ได้คุณภาพตามต้องการ

ข. ห้ามทิ้งสารอนินทรีย์หรือสารย่อยยาก เช่น พลาสติก ฝ้ายอนามัย ฯลฯ ซึ่งนอกจากมีผลทำให้ส้วมเต็มก่อนกำหนดแล้วยังอาจเกิดการอุดตันในท่อระบายได้

ค. ในกรณีน้ำในบ่อกระโถสูงและราดส้วมไม่ลง ให้ตรวจดูการระบายของบ่อซึม (ถ้ามี) ว่ามีการซึมออกดีหรือไม่ ถ้าไม่มีบ่อซึม ปัญหาอาจมาจากน้ำภายนอกไหลท่วมเข้ามาในถัง ต้องแก้ไขโดยการยกถังขึ้นสูง ในกรณีใช้บ่อกระโถสำเร็จรูป ให้ติดต่อผู้แทนจำหน่ายเพื่อตรวจสอบ และแก้ไขต่อไป

2.6.1.3 เกณฑ์การออกแบบ

บ่อกระโถที่รับน้ำเสียเฉพาะน้ำเสียจากส้วมของบ้านพักอาศัย หาขนาดได้จาก สูตร

1. กรณีจำนวนน้อยกว่า 5 คน ใช้ปริมาตรบ่อขนาดตั้งแต่ 1.5 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป

2. กรณีจำนวนคนตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป

$$\text{ปริมาตรบ่อ (ลูกบาศก์เมตร)} = 1.5 + 0.1 \text{ คน} \times (\text{จำนวน} - 5)$$

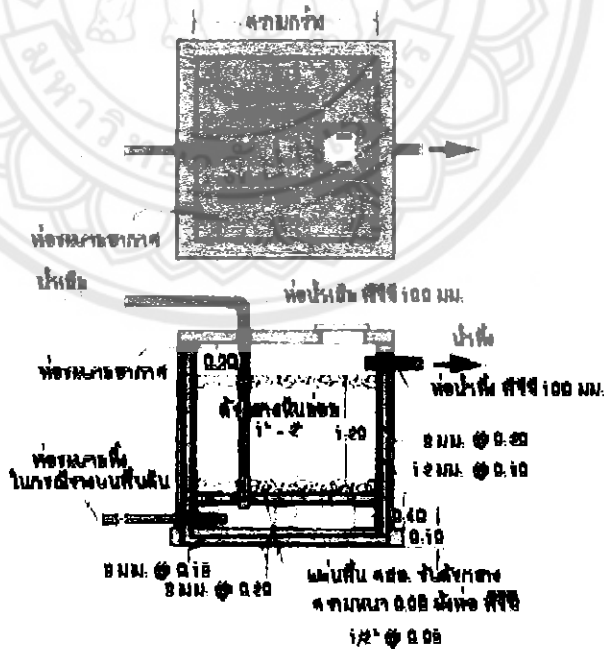
ตารางที่ 2.2 ขนาดบ่อกระโถรับเฉพาะน้ำส้วมจากบ้านพักอาศัย

จำนวนผู้พัก	ปริมาณน้ำส้วม (ลบ.ม./วัน)		ขนาดบ่อ (วัดจากระยะขอบบ่อด้านใน)			
	ราด	ชักโครก	ปริมาตร (ลบ.ม)	ความลึก (เมตร)	ความกว้าง (เมตร)	ความยาว (เมตร)
5	0.1	0.3	1.5	1.00	0.90	1.70
5-10	0.2	0.6	2.0	1.00	1.00	2.00
10-15	0.3	0.9	2.5	1.25	1.00	2.00
15-20	0.4	1.2	3.0	1.25	1.10	2.20
20-25	0.5	1.5	3.5	1.25	1.20	2.40
25-30	0.6	1.8	4.0	1.40	1.20	2.40
30-35	0.7	2.1	4.5	1.50	1.20	2.50
35-40	0.8	2.4	5.0	1.60	1.20	2.60
40-45	0.9	2.7	5.5	1.60	1.30	2.60
45-50	1.0	3.0	6.3	1.60	1.40	2.80

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2537

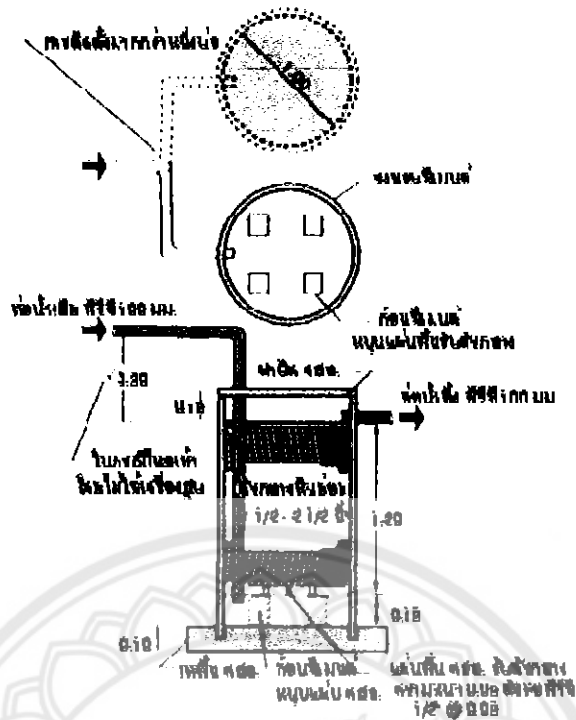
2.6.2 ระบบบ่อกรองไร้อากาศ

บ่อกรองไร้อากาศเป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศเช่นเดียวกับบ่อเกรอะ แต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียมากกว่า โดยภายในถังกลางจะมีชั้นตัวกลาง (Media) บรรจุอยู่ ตัวกลางที่ใช้กันมีหลายชนิด เช่น หิน หลอดพลาสติก ลูกบอลพลาสติก กรงพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่นๆ ตัวกลางเหล่านี้จะมีพื้นที่ผิวมากเพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้น น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลาง จากนั้นจึงไหลออกทางท่อด้านบน ขณะที่ไหลผ่านชั้นตัวกลาง จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ได้จากการที่จุลินทรีย์กระจายอยู่ในถังสม่ำเสมอ น้ำเสียจะถูกบำบัดเป็นลำดับจากด้านล่างจนถึงด้านบน ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีของระบบนี้จึงสูงกว่าระบบบ่อเกรอะ แต่อาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของตัวกลางภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อคักไขมันไว้หน้าระบบ หรือถ้าใช้น้ำบาดน้ำส้วมก็ควรผ่านเข้าบ่อเกรอะก่อน ถังกรองไร้อากาศอาจสร้างด้วยวงขอบซีเมนต์หรือคอนกรีตในทึ่หรือใช้ถังสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม หากออกแบบบ่อกรองไร้อากาศหรือดูแลรักษาไม่ดี นอกจากจะไม่สามารถกำจัดของเสียได้แล้ว ยังเกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนได้อีกด้วยหลีกเลี่ยงออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลง



รูปที่ 2.9 แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2537



รูปที่ 2.10 ถังกรองไร้อากาศแบบวงขอบซีเมนต์
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2537

2.6.2.1 การใช้งานและการดูแลรักษา

ก. ในระยะแรกที่ปล่อยน้ำเสียเข้าถังกรองจะยังไม่มีการบำบัดเกิดขึ้น เนื่องจากยังไม่มีจุลินทรีย์ การเกิดขึ้นของจุลินทรีย์อาจเร่งได้ โดยการตกเอาสลัดจ์หรือขี้เลนจากบ่อเกรอะหรือห้องร่อนหรือก้นท่อระบายของเทศบาล ซึ่งมีจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจนมาใส่ในถังกรองประมาณ 2-3 ปี

ข. น้ำที่เข้าถังกรองจะเป็นน้ำที่ไม่มีขยะหรือก้อนไขมันปะปน เพราะจะทำให้ตัวกลางอุดตันเร็ว ส่วนวิธีแก้ไขการอุดตัน คือนิมน้ำสะอาดชะล้างทางด้านบนและระบายน้ำส่วนล่างออกไปพร้อมๆ กัน

ค. ถ้าพบว่าน้ำที่ไหลออกมีอัตราเร็วกว่าปกติและมีตะกอนคืดออกมาด้วย อาจเกิดจากก๊าซภายในถังสะสมและดันทะลุตัวกลางขึ้นมาเป็นช่อง ต้องแก้ไขด้วยการนิมน้ำล้างตัวกลาง

ตารางที่ 2.3 ขนาดมาตรฐานถังกรอง ไร้อากาศสำหรับบ้านพักอาศัย

จำนวนผู้พัก	ปริมาตรตัวกลาง (ลบ.ม) (สูง 1.20 ม.)	ถังทรงกระบอก จำนวนถัง x สผก. (สูง 1.50 ม.)	แบบถังสี่เหลี่ยม	
			กว้าง x ยาว (ม) (สูง 1.50 ม.)	จำนวนถัง
5	0.5	1 x 1.00	-	-
5-10	1.0	2 x 1.00	-	-
10-15	1.5	3 x 1.00	-	-
15-20	2.0	3 x 1.20	-	-
20-25	2.5	4 x 1.20	-	-
25-30	3.0	-	1.6 x 1.6	-
30-35	3.5	-	1.7 x 1.7	2
35-40	4.0	-	1.8 x 1.8	2
40-45	4.5	-	1.9 x 1.9	2
45-50	5.0	-	2.0 x 2.0	2

หมายเหตุ : * สผก. = เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2537

โดยในปัจจุบันการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Treatment) มีการใช้ทั้งแบบก่อสร้างเองและแบบถึงสำเร็จรูป (Package On-Site) ซึ่งแหล่งชุมชนที่ควรเลือกใช้ระบบบำบัดแบบติดกับที่นี้ ได้แก่

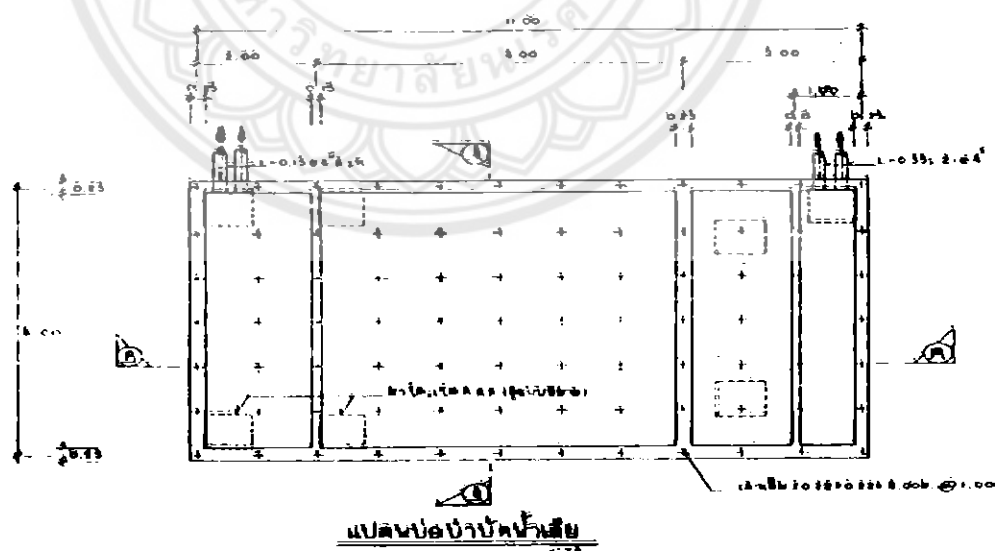
1. ชุมชนขนาดเล็กที่มีจำนวนประชากรน้อยกว่า 1,000 คน
2. ชุมชนที่ยังไม่มีปัญหาคุณภาพแหล่งน้ำ จึงไม่ต้องการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดมากนัก แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการวางแผนในระยะยาว เพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนในอนาคตด้วย
3. ชุมชนที่มีบ้านเรือนอยู่กระจัดกระจาย ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนก่อสร้างและดำเนินการดูแลรักษาระบบรวมรวมและบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำให้ค่าลงทุนและดูแลรักษาต่อคน สูงกว่าชุมชนขนาดใหญ่

2.7 ระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา

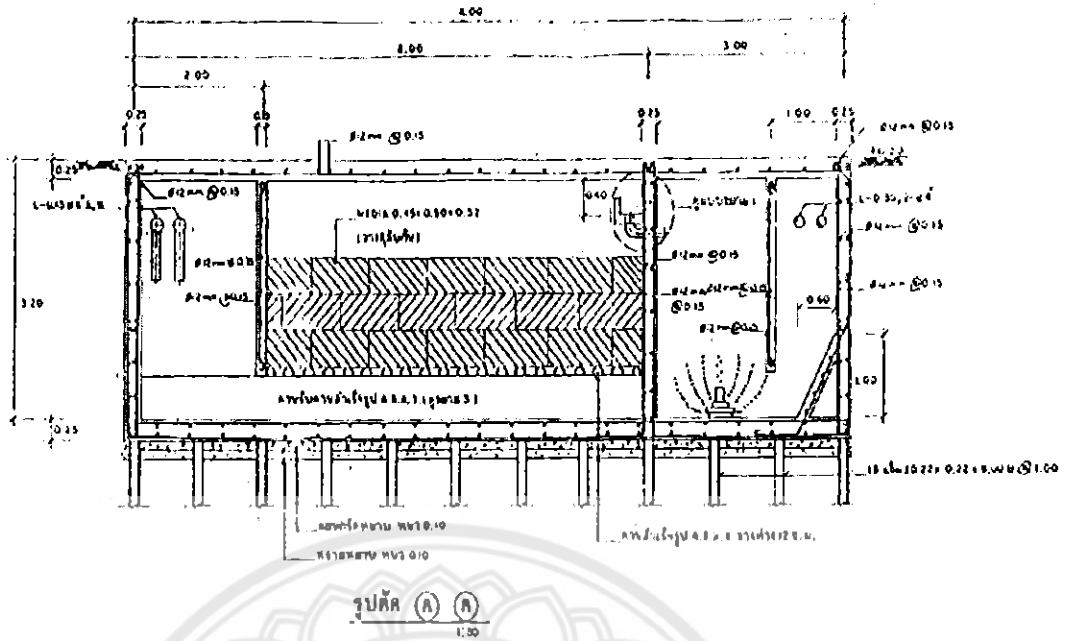
เป็นระบบบ่อเกราะกรองไว้รออากาศโดยการทำงานของระบบคือ จะมีน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคาร เช่น การใช้ห้องน้ำ ห้องส้วม เป็นต้น น้ำเสียที่เกิดขึ้นจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดโดยผ่านท่อน้ำเข้าสู่บ่อที่เรียกว่า บ่อเกราะ จากนั้นน้ำจากบ่อเกราะจะไหลเข้าสู่บ่อกรอง โดยไหลผ่านท่อทางด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน ภายในบ่อนี้จะมีตัวกลางพลาสติกอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งตัวกลางพลาสติกจะมีแบคทีเรียที่ช่วยในการย่อยสลายซึบเกาะอยู่ในส่วนนี้จะไม่มีการเติมอากาศเกิดขึ้น เมื่อน้ำไหลผ่านตัวกลางแล้วทำการกรองด้วยแบคทีเรียแล้วน้ำจะไหลออกไปยังส่วนของถังน้ำใสที่มีการเติมอากาศ และจะมีการพ่นน้ำก่อนปล่อยออกในส่วนของถังนี้ น้ำที่ปล่อยออกมา นั้นจะมีออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นและจะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ



รูปที่ 2.11 ระบบบำบัดน้ำเสียอาคารวิศวกรรมโยธา



รูปที่ 2.12 แปลนระบบบำบัดน้ำเสียอาคารวิศวกรรมโยธา



รูปที่ 2.13 รูปตัดแปลนระบบบำบัดน้ำเสียอาคารวิศวกรรมโยธา

2.8 สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีการเติมอากาศจะประกอบด้วยจุลินทรีย์หลายกลุ่มทำงานร่วมกัน จุลินทรีย์แต่ละกลุ่มจะมีความแตกต่างกันไปในการดำรงชีวิตและมีความต้องการสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในการเจริญเติบโต การย่อยสลายสารอินทรีย์รวมทั้งการผลิตก๊าซมีเทน สภาพแวดล้อมต่างๆที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียและประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียมีดังนี้

2.8.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีอิทธิพลอย่างมากต่อการดำรงชีวิตของแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสีย โดยแบคทีเรียแต่ละกลุ่มในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศจะมีความต้องการสภาพอุณหภูมิและระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกันในการดำรงชีวิต สามารถแบ่งกลุ่มของแบคทีเรียได้ดังนี้

2.8.1.1 Psychrophilic range มีช่วงอุณหภูมิ 5-15°C

2.8.1.2 Mesophilic range มีช่วงอุณหภูมิ 35-37°C

2.8.1.3 Thermophilic range มีช่วงอุณหภูมิ 50-55°C

โดยทั่วไปแล้วจุลินทรีย์ในกลุ่ม Mesophilic bacteria จะเป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในระบบบำบัดน้ำเสีย โดยเฉพาะประเทศในแถบร้อน เช่น ประเทศไทย รวมทั้งประเทศในแถบเอเชียที่อุณหภูมิน้ำเสียเฉลี่ยในธรรมชาติในสภาวะปกติประมาณ 25-30°C และอุณหภูมิในถังปฏิกรณ์ของ

ระบบบำบัดน้ำเสียจะสูงกว่าอุณหภูมิปกติประมาณ 3-5°C อุณหภูมิในถังปฏิกริยาหรือระบบบำบัดน้ำเสียน่าจะอยู่ในช่วง 35-37°C ซึ่งเหมาะสมสำหรับแบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่ม Mesophilic bacteria โดยไม่มีความจำเป็นต้องมีการควบคุมอุณหภูมิของถังปฏิกริยาหรือระบบบำบัดน้ำเสีย ส่วนน้ำเสียที่มีอุณหภูมิสูงหรือต้องการควบคุมอุณหภูมิของน้ำเสียให้สูงอาจจะต้องเลือกแบคทีเรียในกลุ่ม Thermophilic bacteria ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิอยู่ในช่วง 50-55°C ทั้งนี้เพื่อต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย โดยส่วนใหญ่ประสิทธิภาพการบำบัดที่ 55°C จะสูงขึ้น 1 เท่าตัวเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ 37°C อนึ่ง การจะเลือกควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียที่อุณหภูมิในช่วงใดนั้นควรพิจารณาความเหมาะสมในหลาย ๆ ด้าน จากประสบการณ์ที่ผู้เขียนได้เคยศึกษาและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศที่มีใช้ทั้งในและต่างประเทศจะมีการควบคุมอุณหภูมิระบบบำบัดน้ำเสียในช่วงอุณหภูมิของ Mesophilic condition และ Thermophilic condition เป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม ในประเทศเขตนานวมักจะมีปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิของระบบบำบัดน้ำเสียเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในฤดูหนาวที่อุณหภูมิต่ำมาก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเสียที่จะเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียให้อยู่ในช่วง Mesophilic และ Thermophilic ซึ่งจะต้องใช้พลังงานค่อนข้างสูง ตัวอย่างเช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศของโรงงานผลิตยีสต์ทำขนมปังที่มีชื่อแห่งหนึ่งในกรุงโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น จะควบคุมอุณหภูมิของถังปฏิกริยาเป็น Thermophilic condition โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 55°C ซึ่งผลจากการควบคุมระบบบำบัดที่อุณหภูมิดังกล่าวทำให้อัตรการย่อยสลายหรือกำจัดสารอินทรีย์สูงขึ้นกว่าการควบคุมระบบบำบัดแบบ Mesophilic รวมทั้งเป็นการป้องกันการล้มเหลวของระบบบำบัดน้ำเสียและจำกัดจุลินทรีย์กลุ่มอื่น ๆ ที่ไม่จำเป็นสำหรับระบบบำบัดแบบไร้อากาศไม่ให้เจริญเติบโตด้วย ถึงแม้ว่าจะต้องมีการเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียก็ตาม แต่สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งคือ ปฏิกริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นในถังปฏิกริยาของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศจะเป็นปฏิกริยาคลายความร้อน (Exothermal reaction) ดังนั้น อุณหภูมิในถังปฏิกริยาจะสูงขึ้นด้วย ส่วนในประเทศไทยระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศมักถูกควบคุมเป็นแบบ Mesophilic ได้เองโดยสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยเองโดยไม่ต้องมีการเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาเลย

2.8.2 ความเป็นกรด-ด่าง

ดังที่กล่าวแล้วว่าแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระมีหลายกลุ่ม แต่ละกลุ่มก็มีความสำคัญมากน้อยแตกต่างกันออกไป ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงเพียง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสร้างกรด และกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน แบคทีเรีย 2 กลุ่มนี้จะมีความต้องการสภาวะความเป็นกรด-ด่างในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน กล่าวคือ แบคทีเรียในกลุ่มสร้างกรดจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะน้ำเสียที่มีความเป็นกรด-ด่างที่ค่อนข้างต่ำ และสามารถทนต่อสภาวะความเป็นกรด-ด่างได้ถึง 4.5 ในขณะที่แบคทีเรียในกลุ่มสร้างก๊าซมีเทนจะเจริญเติบโตได้ดี

ในสภาวะความเป็นกรด-ด่างค่อนข้างเป็นกลาง ไปจนถึงค่อนข้างเป็นด่าง หากความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 5 จะส่งผลต่อ Methanogenic bacteria อย่างรุนแรง ดังนั้น ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ อาจจะต้องมีการควบคุมสภาวะความเป็นกรด-ด่างให้เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียทั้งสองกลุ่มให้เจริญเติบโตได้ดี คือ ความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.5-7.8 ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถควบคุมให้จุลินทรีย์แต่ละกลุ่มสามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่และแสดงประสิทธิภาพได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ก็ตาม แต่เป็นการทำให้จุลินทรีย์ทั้งสองกลุ่มสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้และแสดงกิจกรรมร่วมกันในการบำบัดสารอินทรีย์เพื่อให้ได้ก๊าซมีเทน หากสภาวะความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าหรือสูงกว่าช่วง 6.5-7.8 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจะลดลงโดยที่ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.2 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจะลดลงอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะสภาวะที่เป็นกรดจะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียในกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน อย่างไรก็ตาม การควบคุมให้จุลินทรีย์แต่ละกลุ่มในระบบบำบัดน้ำเสียสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้และแสดงกิจกรรมได้เต็มที่ทำได้โดยการแยกจุลินทรีย์แต่ละกลุ่มออกจากกัน ตัวอย่างเช่น การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียโดยแยกถังปฏิกิริยาออกเป็น 2 ถัง คือ ถังสร้างกรด และถังสร้างก๊าซมีเทน โดยการแยกแบคทีเรียทั้ง 2 ออกจากกันจะทำให้สามารถควบคุมความเป็นกรด-ด่างในแต่ละถังให้เหมาะสมกับแบคทีเรียในแต่ละกลุ่มได้ดีและแสดงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้เต็มที่

2.8.3 อัลคาไลน์ตี

คือความสามารถของจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในการทนต่อการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำเสียเมื่อมีปริมาณกรดในน้ำเสียเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศเมื่อน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกิริยา สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดอินทรีย์ ซึ่งจะมีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างในน้ำเสียลดลง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ไม่ว่าจะเป็นแบคทีเรียในกลุ่มที่สร้างกรดเอง หรือแบคทีเรียในกลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทน ดังนั้น Alkalinity จะมีความสำคัญอย่างมากต่อการต่อต้านการลดลงของความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย เมื่อปริมาณกรดอินทรีย์ในน้ำเสียสูงขึ้นค่า Alkalinity ที่เหมาะสมในน้ำเสียในถังปฏิกิริยาจะอยู่ในช่วง 1,000-3,000 มก./ล. ของ CaCO_3

2.8.4 กรดอินทรีย์ระเหยง่าย

ดังที่กล่าวแล้วว่ากรดอินทรีย์เป็นสารตั้งต้นที่สำคัญของแบคทีเรียในกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน ในการผลิตก๊าซมีเทนที่ถูกสร้างหรือสังเคราะห์ขึ้นจากกรดอินทรีย์ที่ได้จากกิจกรรมของแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรด ดังนั้น อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทั้งกลุ่มสร้างกรด และแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน จะต้องมีความสัมพันธ์กัน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณกรดอินทรีย์สร้างขึ้นโดยแบคทีเรียในกลุ่มสร้างกรด และมีการสะสมในน้ำเสียมากขึ้น ซึ่งจะมีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย

ลดลงส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน แต่อย่างไรก็ตาม กรดอินทรีย์ระเหยง่ายที่ถูกสร้างขึ้นโดยแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรดก็เป็นอาหารสำหรับแบคทีเรียในกลุ่มสร้างก๊าซมีเทนด้วย ดังนั้น หากปริมาณกรดอินทรีย์ระเหยง่ายที่ถูกสร้างขึ้นและสะสมในน้ำเสียนั้นเพิ่มขึ้นจากปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียจะส่งผลให้ค่า Alkalinity ลดลงและความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียจะลดลงด้วย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่ออาการเจริญเติบโตของทั้งแบคทีเรียกลุ่มสร้างกรด และแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทน ด้วย ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่มลดลง โดยค่าความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ ในระบบบำบัดน้ำเสียควรจะไม่เกิน 2,000 มก./ล.

2.8.5 ธาตุอาหารเสริมสร้าง

ธาตุอาหารเสริมสร้าง ที่สำคัญของแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศจะเหมือนกับจุลินทรีย์ทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจนอิสระหรือไม่ก็ตาม อาหารเสริมสร้างที่มีความสำคัญ คือ ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยมีอัตราส่วนอาหารเสริมสร้างของน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนดังนี้ ซีโอดี : ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส = 100 : 2.2 : 0.4 หรือ ซีโอดี : ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส = 100 : 1.1 : 0.2 หากอาหารเสริมไม่เพียงพอจะมีผลให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสียไม่สมบูรณ์ นอกจากอาหารเสริมหลักที่สำคัญเหล่านี้แล้วยังมีธาตุอื่น ๆ อีก เช่น Ca, Mg, Mo, Co, Fe เป็นต้น แต่มีความต้องการในปริมาณต่ำมาก ซึ่งโดยทั่วไปจะมีปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียในปริมาณเพียงพออยู่แล้วไม่จำเป็นต้องเติมเพิ่มอีก

อนึ่ง อัตราส่วนของอาหารเสริมสร้างที่ต้องเติมในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนจะต่ำมาก คือ ซีโอดี : ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส = 100 : 1.1 : 0.2 เมื่อเปรียบเทียบกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบให้อากาศหรือออกซิเจนอิสระ ซึ่งเป็น ซีโอดี : ไนโตรเจน : ฟอสฟอรัส = 100 : 5 : 1 สามารถชี้ให้เห็นได้ว่าอัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศจะต่ำมากเมื่อเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบให้อากาศหรือออกซิเจนอิสระ

2.8.6 สารพิษ

เนื่องจากน้ำเสียที่จะนำมาบำบัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาไม่ว่าจะเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีววิทยาแบบให้อากาศหรือแบบไร้อากาศ อาจจะมีสารประกอบบางชนิดปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียที่จะเป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียที่สำคัญในระบบบำบัดน้ำเสีย โดยสารพิษต่าง ๆ จะส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์หรือแบคทีเรีย เช่น สารประกอบของโลหะ เช่น โซเดียม โปแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม เป็นต้น อีกทั้งความเข้มข้นของสารพิษก็ยังเป็นอีกสาเหตุหนึ่งในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสีย รวมทั้งยัง

มีผลต่อกิจกรรมในการย่อยสลายหรือกำจัดสิ่งปนเปื้อนซึ่งคือสารอินทรีย์ในน้ำเสียอีกด้วย โดยถ้าความเข้มข้นของสารพิษสูงเกินไปก็จะเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสียได้ ตัวอย่างสารพิษที่พบในน้ำเสียที่มีผลต่อจุลินทรีย์ในระบบบำบัดและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียดังแสดงในตารางที่ 9-1 สารพิษบางชนิดอาจจะมีการสะสมในถังปฏิกริยาจนมีปริมาณมากพอที่จะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียได้ หรือบางชนิดมีการปนเปื้อนในน้ำเสียก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดในปริมาณสูงมากก็จะส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียในระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาทันที ซึ่งมีความจำเป็นต้องกำจัดออกไปเป็นระยะ ๆ

2.9 สาเหตุที่ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระด้อยเสถียรภาพหรือประสิทธิภาพลดลง

ความด้อยเสถียรภาพหรือประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระ เป็นเรื่องที่ผู้ออกแบบและผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทราบและคุ้นเคยกันคืออยู่แล้ว ทั้งเป็นเรื่องยากของผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียจะควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวให้มีความสามารถในการบำบัดและมีประสิทธิภาพเป็นไปตามที่ออกแบบและคาดการณ์ไว้ รวมทั้งมักประสบปัญหา ระบบบำบัดน้ำเสียล้มเหลวเป็นระยะ ๆ ในช่วงการเดินระบบ ดังนั้น ผู้ออกแบบหรือผู้ควบคุมมักหลีกเลี่ยงที่จะทำการออกแบบหรือควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระ โดยเฉพาะระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการใช้เทคโนโลยีสูงหรือมีการใช้อุปกรณ์มากขึ้น เช่น ระบบถังหมักแบบสัมผัส ระบบถังหมักแบบ Upflow anaerobic sludge blanket (UASB) เป็นต้น สาเหตุหลักที่ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระด้อยเสถียรภาพหรือประสิทธิภาพลดลง คือ

2.9.1 ความจำเป็นที่จะต้องแบคทีเรียอย่างน้อยสองกลุ่ม คือ แบคทีเรียกลุ่มสร้างกรดและแบคทีเรียกลุ่มสร้างก๊าซมีเทนอยู่รวมกันในถังปฏิกริยาเดียวกัน และต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันเป็นอย่างมากแต่แบคทีเรียเหล่านั้นมีความต้องการสภาวะแวดล้อมในการดำรงชีวิตที่แตกต่างกันดังได้กล่าวแล้วข้างต้น

2.9.2 ความสามารถในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมของแบคทีเรียในถังปฏิกริยาอยู่ในระดับที่แตกต่างกัน เช่น กรณีแบคทีเรียสร้างกรดจะมีความสามารถในการทนต่อสภาวะที่เป็นกรดได้สูงกว่าแบคทีเรียสร้างก๊าซมีเทน รวมทั้งอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสร้างกรดก็สูงกว่าแบคทีเรียสร้างก๊าซมีเทน

จากสาเหตุทั้งสองประการข้างต้นย่อมส่งผลให้การควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าวค่อนข้างยุ่งยากมาก ทั้งนี้เนื่องจากถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นและมีการทำลายสภาวะสมดุลของ

การอยู่ร่วมกันของแบคทีเรียในถังปฏิกริยา การทำงานของแบคทีเรียทั้งหมดในถังปฏิกริยาก็จะไม่ สอดคล้องกัน ทำให้ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาลดลง จนในที่สุดปฏิกริยา ชีวเคมีหรือความสามารถในการบำบัดสิ่งสกปรกในน้ำเสียในถังปฏิกริยาอาจเกิดความล้มเหลวใน ที่สุด ตัวอย่างที่สามารถยกมาอธิบายปรากฏการณ์ข้างต้นมีอยู่หลายกรณี เช่น ความไม่สม่ำเสมอของ การป้อนปริมาณน้ำเสีย หรือสารอินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ บำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยา และความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียก่อนป้อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย รวมถึงความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในถังปฏิกริยา เช่น หากการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียใน ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งแล้วพบว่ามีการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาที่อัตรา ภาระบรรทุกปริมาณน้ำเสีย หรืออัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์มากขึ้นกว่าปกติ ปรากฏการณ์ ดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุที่จะทำให้แบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดอินทรีย์ระเหยง่ายได้รับสารอาหาร สูงขึ้น ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นและมีการสร้างกรดอินทรีย์ระเหยง่ายในถังปฏิกริยา สูงขึ้น ส่งผลให้ไปเร่งอัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่สร้างก๊าซมีเทนให้มีการเพิ่มจำนวนมาก ขึ้นเพื่อจะ ได้ทำลายกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นในถังปฏิกริยา ได้หมดและผลิตก๊าซมีเทน แต่มีข้อจำกัดอยู่ ว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดอินทรีย์จะสูงกว่าแบคทีเรียในกลุ่มที่ สร้างก๊าซมีเทนมาก ส่งผลให้อัตราการเปลี่ยนกรดอินทรีย์เป็นก๊าซมีเทน โดยแบคทีเรียในกลุ่มที่ สร้างก๊าซมีเทนต่ำกว่าอัตราการเกิดกรดอินทรีย์โดยแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดอินทรีย์ ทำให้มีการ สะสมของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายในถังปฏิกริยามากขึ้นเรื่อย ๆ หากระบบไม่มีการควบคุมความเป็น กรด-ด่างด้วยตัวเอง หรือไม่มีการเติมด่างลงไปจะส่งผลให้ความเป็นกรด-ด่างของถังปฏิกริยาลดลง อย่างรวดเร็ว ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่สร้างก๊าซมีเทนลดลง การทำลายกรด อินทรีย์และการผลิตก๊าซมีเทนลดลงด้วย นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเสียและ ระยะเวลาเก็บกักของน้ำเสียในถังปฏิกริยาก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเสียดุลของ ปฏิกริยาชีวเคมีในถังปฏิกริยา รวมทั้งเรื่องของสารพิษที่มีอยู่ในน้ำเสียหรือในตะกอนจุลินทรีย์ในถัง ปฏิกริยาก็อาจส่งผลให้ปฏิกริยาชีวเคมีในถังปฏิกริยาต้องเสียดุลเช่นกัน กล่าวคือ การลดลงของ อุณหภูมิของน้ำเสียและระยะเวลาเก็บกักของน้ำเสียในถังปฏิกริยาจะส่งผลให้อัตราการสร้าง ก๊าซมีเทนในถังปฏิกริยาลดลงอย่างเห็น ได้ชัด

2.10 การหาสาเหตุของการเสียดุลในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ

เมื่อผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียทราบว่าระบบบำบัดน้ำเสียมีการเสียดุลจากผลการติดตาม และประเมินผลระบบบำบัดน้ำเสียในส่วนของปัจจัยที่สำคัญต่าง ๆ ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียควร จะต้องรีบดำเนินการหาสาเหตุที่แท้จริงที่เป็นผลทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาเสียดุล ก่อนทั้งในส่วนของการหาสาเหตุและการหาวิธีการแก้ไขควบคู่กัน ไป ซึ่งจะต้องมีการแก้ไขเฉพาะ หน้า (ระยะสั้น) และในระยะยาวด้วย การเสียดุลของระบบบำบัดน้ำเสียมีอยู่ด้วยกันหลายกรณี

และในแต่ละกรณีก็มีหลายสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสียดุลของระบบบำบัดน้ำเสียแตกต่างกันออกไป ในที่นี้จะขอกล่าวเพียงสาเหตุที่สำคัญที่มักพบเห็นได้บ่อยในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระเพียง 3-4 ตัวอย่าง ดังนี้

2.10.1 การเสียดุลจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำเสียหรือปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนให้กับถังปฏิกริยาหรือระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลที่เกิดขึ้นคือความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายจะสูงขึ้น และถ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงอัตราการผลิตก๊าซมีเทนแล้ว หากพบว่ายังไม่มีการเปลี่ยนแปลงแสดงว่าการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทนยังไม่ถูกยับยั้ง แต่ในทางตรงข้าม หากตรวจพบว่าอัตราการผลิตก๊าซมีเทนลดลง แสดงว่าการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทนถูกยับยั้ง การแก้ไขปัญหาก็จะแตกต่างกันออกไป

2.10.2 การเสียดุลจากการลดลงของอุณหภูมิของระบบบำบัดน้ำเสีย หรือถังปฏิกริยา หรือน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

การลดลงของอุณหภูมิในถังปฏิกริยาหรือระบบบำบัดน้ำเสียอาจจะมีผลมาจากน้ำเสียที่ถูกป้อนเข้าสู่ถังปฏิกริยาหรือระบบบำบัดน้ำเสียนั้นมีอุณหภูมิต่ำลง หรือแม้แต่อุณหภูมิของสถานะแวดล้อมของระบบบำบัดหรือถังปฏิกริยาลดลง ซึ่งการลดลงของอุณหภูมิดังกล่าวสามารถส่งผลให้อัตราการผลิตก๊าซมีเทนของแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทนลดลงอย่างเห็นได้ชัด ตัวอย่างเช่น ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในการผลิตก๊าซมีเทนลดลง อาจลดลงในช่วงฤดูหนาว เหตุการณ์ดังกล่าวมักเกิดกับระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระที่ถูกสร้างขึ้นในเขตหนาวที่มีอุณหภูมิในฤดูหนาวและฤดูร้อนต่างกันมาก ๆ รวมทั้งอาจจะมีสาเหตุมาจากอุณหภูมิต่ำเกินไปส่งผลกระทบทำให้อุณหภูมิต่ำลงมากกว่าปกติ ซึ่งการเสียดุลของระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาที่มีสาเหตุจากอุณหภูมิต่ำลงของระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาเปลี่ยนแปลงไปนั้นแก้ไขได้โดยการปรับอุณหภูมิของน้ำเสียที่จะป้อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยา หรืออุณหภูมิของถังปฏิกริยาให้เหมาะสมแล้วแต่กรณีและความเหมาะสม ตลอดจนความต้องการของจุลินทรีย์ที่ใช้ในระบบบำบัดน้ำเสียนั้นว่าเป็นชนิดใด เช่น หากน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยามีอุณหภูมิต่ำเกินไป ก็อาจจะมีการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเสียนั้น ก่อนที่จะมีการป้อนน้ำเสียนั้นเข้าสู่ถังปฏิกริยาหรือระบบบำบัดน้ำเสีย หรืออาจจะมีการทำระบบเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเสียในถังปฏิกริยาให้เหมาะสม เช่น กรณีที่เป็นช่วงฤดูหนาวที่อุณหภูมิต่ำของบรรยากาศรอบ ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาลดต่ำลงมาก ๆ เพื่อเป็นการเพิ่มอุณหภูมิของระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาขึ้นอาจจะมีการออกแบบระบบเพิ่มอุณหภูมิในน้ำเสีย ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์และกิจกรรมของจุลินทรีย์เองที่ว่าอัตราการเจริญเติบโตหรือการย่อยสลาย

สารอินทรีย์จะแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิ คืออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการเจริญเติบโตหรือการย่อยสลายสารอินทรีย์ก็จะสูงขึ้นด้วยและในทางตรงข้ามหากอุณหภูมิต่ำลงอัตราการเจริญเติบโตหรือการย่อยสลายสารอินทรีย์ก็จะลดลงด้วย แต่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นต้องไม่สูงเกินกว่าที่จุลินทรีย์ชนิดนั้น ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียจะทนได้ เช่น กรณีจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียเป็นจุลินทรีย์ในกลุ่ม Mesophilic การควบคุมอุณหภูมิในระบบบำบัดน้ำเสียไม่ควรเกินกว่า 40 °C เป็นต้น ดังนั้น หากผู้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียพบว่าสาเหตุของการเสียสมดุลของระบบบำบัดน้ำเสียนั้นเกิดจากการที่อุณหภูมิของระบบบำบัดน้ำเสียสูงหรือต่ำเกินไปก็สามารถหาวิธีการแก้ไขได้ ส่วนวิธีการแก้ไขที่เหมาะสมกับแต่ละกรณีหรือระบบก็จะต้องมีการพิจารณาถึงความเหมาะสมอีกทีหนึ่งและจะต้องอาศัยประสบการณ์ด้วย เนื่องจากการแก้ไขปัญหานั้นนั้นแม้ว่าจะจะเป็นปัญหาอย่างเดียวกัน แต่เกิดในแต่ละสถานที่แต่ละช่วงเวลา ในบางครั้งอาจจะใช้วิธีการเดียวกันมาใช้ในการแก้ไขไม่ได้

2.10.3 การเสียสมดุลจากการสะสมของสารพิษในน้ำเสียหรือในตะกอนจุลินทรีย์

ตัวอย่างที่พบในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระเนื่องจากการสะสมของสารพิษในระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกรณ์ คือการลดลงของการสร้างก๊าซมีเทน โดยไม่มีการเพิ่มขึ้นของกรดอินทรีย์หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่าง เมื่อผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียพบปรากฏการณ์ดังกล่าวก็สามารถอนุมานได้ว่าสาเหตุของการเสียสมดุลน่าจะเกิดขึ้นกับจุลินทรีย์กลุ่มต่าง ๆ ในระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกรณ์เสียสมดุล โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทนและแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดอินทรีย์ระเหยง่าย คืออย่างน้อยที่สุดอัตราส่วนระหว่างจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรดระเหยง่ายและจุลินทรีย์กลุ่มสร้างก๊าซมีเทนเกิดสูญเสียสมดุล ดังนั้น ขั้นตอนต่อไปคือการหาชนิดของสารพิษที่เป็นสาเหตุ รวมทั้งหาแหล่งที่เป็นสาเหตุของสารพิษเหล่านั้นด้วย สารพิษที่เป็นสาเหตุเท่าที่พบและมีการรายงานไว้แล้ว คือ โลหะหนัก สารประกอบของโลหะต่าง ๆ เช่น โซเดียม โปแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม หรือ ซัลไฟด์ เป็นต้น ขั้นตอนในการแก้ไขควรจะต้องเริ่มจากการทำลายพิษของสารพิษที่มีอยู่ในน้ำเสียในถังปฏิกรณ์หรือระบบบำบัดน้ำเสียก่อนเป็นอันดับแรก โดยการเติมสารเคมีเพื่อไปทำลายพิษหรือลดความเข้มข้นของสารพิษลงก่อน หลังจากนั้นจึงพยายามหาแหล่งที่มาของสารพิษนั้นและพยายามลดและกำจัดมันตั้งแต่ต้น นอกจากนี้ ยังพบในกรณีของการลดลงของการสร้างก๊าซมีเทนในถังปฏิกรณ์หรือระบบบำบัดน้ำเสีย โดยมีการเพิ่มขึ้นของระดับความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ระเหยง่าย ซึ่งผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสารพิษนั้นมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตเฉพาะแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทนเพียงกลุ่มเดียวซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากปริมาณแอมโมเนียที่สูงขึ้นในระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกรณ์ การแก้ไขในขั้นแรกนั้นจะต้องลดปริมาณน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกรณ์ให้ต่ำลง เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบบำบัดน้ำเสียล้มเหลวและพยายามหาสาเหตุของปัญหา ขณะที่ทำการค้นหาสาเหตุที่ระบบบำบัดน้ำเสียเสียสมดุลและมีการแก้ไขเบื้องต้นอยู่นั้น สิ่ง

ที่ควรปฏิบัติควบคู่กันไปด้วยคือการรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างของระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาให้เป็นกลางตลอดเวลา เพื่อเป็นการชะลอการสั้มเหลวของระบบบำบัดน้ำเสียหรือถังปฏิกริยาให้ช้าลง รวมทั้งเป็นการกระตุ้นให้ระบบบำบัดน้ำเสียฟื้นตัวเร็วขึ้น การควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศหรือออกซิเจนอิสระ โดยทั่วไปนั้นจะถูกกำหนดโดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นและระดับของ Carbonate alkalinity ของน้ำเสียด้วย

2.11 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

จากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ และโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดออกสู่สิ่งแวดล้อม ไว้ดังตารางที่ 2.4

จากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียดังแหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ กำหนดประเภทของอาคารที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียดังแหล่งสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม ไว้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง					วิธีวิเคราะห์
		ก	ข	ค	ง	จ	
1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	5-9	5-9	5-9	5-9	5-9	ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)
2. บีโอดี (BOD)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 200	ใช้วิธีการ Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน
3. ปริมาณของแข็ง - ค่าสารแขวนลอย (Suspended Solids)	มก./ล.	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 60	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มก./ล.	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	-	วิธีการกรวยอิมฮอฟฟ์ (Imhoff cone) ขนาดบรรจุ 1,000 ลบ.ซม. ในเวลา 1 ชั่วโมง
- ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	มก./ล.	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	ไม่เกิน 500*	-	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง
4. ค่าซัลไฟด์ (Sulfide)	มก./ล.	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 1.0	ไม่เกิน 3.0	ไม่เกิน 4.0	-	วิธีการไตเตรต (Titrate)
5. ไนโตรเจน (Nitrogen) ในรูปที่เค เอ็น (TKN)	มก./ล.	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 40	-	วิธีการเจลดาล์ (kjeldahl)
6. น้ำมันและไขมัน (Fat, Oil and Grease)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 100	วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2548

ตารางที่ 2.5 ตารางสรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม

ประเภทอาคาร	ขนาดของอาคารที่กำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้ง				
	ก	ข	ค	ง	จ
1. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด	ตั้งแต่ 500 ห้องนอน	100 – ไม่ถึง 500 ห้องนอน	ไม่ถึง – 100 ห้องนอน	-	-
2. โรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม	ตั้งแต่ 200 ห้อง	60 – ไม่ถึง 200 ห้อง	ไม่ถึง 60 ห้อง	-	-
3. หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก	-	ตั้งแต่ 250 ห้อง	50- ไม่ถึง 250 ห้อง	10 – ไม่ถึง 50 ห้อง	-
4. สถานบริการ	-	ตั้งแต่ 5,000 ตร.ม.	1,000 – ไม่ถึง 5,000 ตร.ม.	-	-
5. โรงพยาบาลของทางราชการ หรือสถานพยาบาลตามกฎหมาย	ตั้งแต่ 30 เตียง	10 – ไม่ถึง 30 เตียง	-	-	-
6. อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชน หรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ	ตั้งแต่ 25,000 ตร.ม.	5,000 – ไม่เกินกว่า 25,000 ตร.ม.	-	-	-
7. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือเอกชน	ตั้งแต่ 55,000 ตร.ม.	10,000 – ไม่ถึง 55,000 ตร.ม.	5,000 – ไม่ถึง 10,000 ตร.ม.	-	-
8. อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า	ตั้งแต่ 25,000 ตร.ม.	5,000 – ไม่ถึง 25,000 ตร.ม.	-	-	-
9. ตลาด	เกินกว่าหรือเท่ากับ 2,500 ตร.ม.	1,500 – ไม่ถึง 2,500 ตร.ม.	1,000 – ไม่ถึง 1,500 ตร.ม.	500 – ไม่ถึง 1,000 ตร.ม.	-
10. กัดอาคารและร้านอาหาร	เกินกว่าหรือเท่ากับ 2,500 ตร.ม.	500 – ไม่ถึง 2,500 ตร.ม.	250 – ไม่ถึง 500 ตร.ม.	100 – ไม่ถึง 250 ตร.ม.	ไม่ถึง 100 ตร.ม.

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2548

บทที่ 3

วิธีดำเนินการโครงการ

การดำเนินการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธาในมหาวิทยาลัยนเรศวร มีรายละเอียดและวิธีการทดลองดังนี้

3.1 วิธีการทดลอง

สำรวจพื้นที่เก็บข้อมูลและกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 2 จุด คือ น้ำเข้าระบบบำบัด 1 จุด และน้ำออกระบบบำบัด 1 จุด แล้วนำน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ จำนวน 14 ครั้ง เดือนละ 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 7 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2554

3.2 จุดเก็บน้ำตัวอย่าง

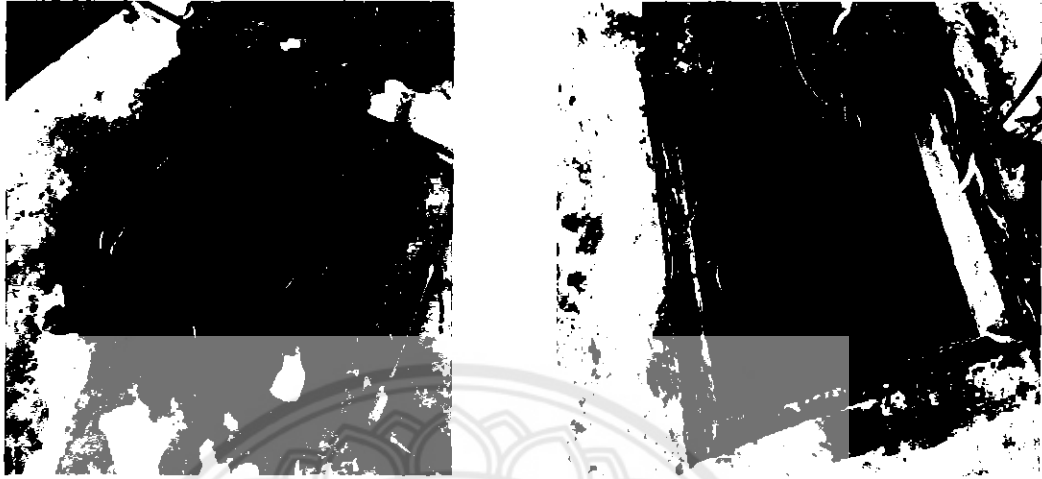
3.2.1 จุดเก็บน้ำที่ 1 เก็บน้ำเสียจากน้ำที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา



รูปที่ 3.1 จุดเก็บน้ำที่ 1 น้ำที่เข้าระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา

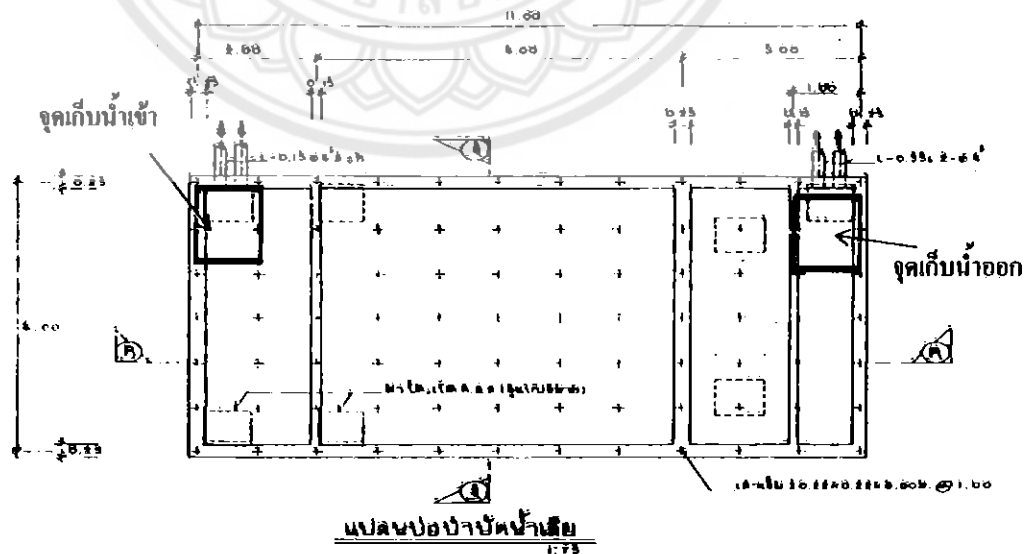
จากรูป 3.1 จุดเก็บน้ำเข้าระบบบำบัดน้ำเสียเป็นจุดที่มีน้ำจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร เช่น การล้างมือ การใช้ห้องน้ำ ห้องส้วม เป็นต้น ไหลมารวมกันในบ่อนี้ ซึ่งเรียกว่า บ่อเกรอะ

3.2.2 จุดเก็บน้ำที่ 2 เก็บน้ำเสียจากน้ำที่ออกระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา



รูปที่ 3.2 จุดเก็บน้ำที่ 2 น้ำที่ออกระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา

จากรูป 3.2 จุดเก็บน้ำออกระบบบำบัดน้ำเสียเป็นจุดที่น้ำได้ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วพร้อมที่จะปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ



รูปที่ 3.3 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำเข้าและน้ำออกของระบบบำบัดน้ำเสียอาคารวิศวกรรมโยธา

3.3 วิธีการเก็บน้ำตัวอย่าง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บน้ำตัวอย่างได้แก่ ขวดเก็บน้ำตัวอย่างขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวดและถังเก็บน้ำ

การเก็บน้ำตัวอย่างใช้วิธีการเก็บแบบจ้วงตัก(Grab) ซึ่งจะต้องล้างถังเก็บน้ำและขวดเก็บน้ำโดยใช้น้ำตัวอย่าง ณ จุดนั้น ๆ ล้างก่อนอย่างน้อย 1 ครั้งก่อนที่จะเก็บน้ำตัวอย่างจริง หลังจากนั้นเก็บน้ำตัวอย่างใส่ในขวดเก็บน้ำที่เตรียมไว้แล้วปิดฝาให้แน่น จากนั้นล้างขวดตัวอย่างด้วยน้ำสะอาดและปิดฉลากแสดงจุดเก็บให้เรียบร้อย

3.4 พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศของอาคารวิศวกรรมโยธา โดยทำการวิเคราะห์ตามดัชนีชี้วัดดังนี้ พีเอช สภาพการนำไฟฟ้า โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไนโตรเจน ไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน ของแข็งแขวนลอย ของแข็งทั้งหมด ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด บีโอดี ซีโอดี ฟอสฟอรัส แอมโมเนีย และเจคาลไนโตรเจน โดยวิธีการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3.1

3.5 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารที่ใช้ในการศึกษา

จากตารางเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. มีพารามิเตอร์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบทั้งหมด 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ พีเอช บีโอดี ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และเจคาลไนโตรเจน มีค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข.

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน
พีเอช	5 - 9
บีโอดี, มก./ล.	ไม่เกิน 30
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด, มก./ล.	ไม่เกิน 500
ของแข็งแขวนลอย, มก./ล.	ไม่เกิน 40
เจคาลไนโตรเจน, มก./ล.	ไม่เกิน 35

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	เครื่องมือที่ใช้	ยี่ห้อ
พีเอช	Electrometric method	pH meter	Denver Instrument
สภาพการนำไฟฟ้า	Electrometric method	Conductivity meter	Denver Instrument
ไนไตรต์	Hydrazine	UV/VIS หรือ VIS-Spectrophotometer	Thermo Scientific
ไนเตรต	Hydrazine	UV/VIS หรือ VIS-Spectrophotometer	Thermo Scientific
ของแข็งแขวนลอย	Glass Fiber Filter Disc	Standard Lab Oven	Binder
ของแข็งทั้งหมด	ระเหยแห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง	Water bath, Standard Lab Oven, Dual Range Analytical Balance	Memmert, Binder, Denver Instrument
บีโอดี	Dilution method	Cooled Incubator	Fisher Scientific
ซีโอดี	Close Reflux	Standard Lab Oven	Binder
ฟอสฟอรัส	Colorimetric method	UV/VIS หรือ VIS-spectrophotometer	Thermo Scientific
แอมโมเนีย	Colorimetric method	UV/VIS หรือ VIS-spectrophotometer	Thermo Scientific
เจดาคไนโตรเจน	Kjeldahl	Ammonia Distilled, Digest Nitrogen	Gerhardt Gerhardt
โคลิฟอร์ม แบคทีเรีย	Multiple Tube Fermentation Technique	Autoclave, Programmable Series Incubator	Sturdy Gallenkamp

ที่มา : วรรณคดีลักษณ์ , 2539

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสียวิศวกรรมโยธา

อาคารวิศวกรรมโยธามีการใช้น้ำที่เกิดจากบุคลากร เจ้าหน้าที่และนิสิตชั้นปีที่ 2-4 ที่เข้ามาใช้อาคาร โดยส่วนใหญ่จะเกิดจากการใช้น้ำในห้องน้ำ

จำนวนนิสิตที่ใช้อาคารวิศวกรรมโยธา 123 คน

จำนวนบุคลากรในอาคารวิศวกรรมโยธา 57 คน แบ่งเป็น

อาจารย์ 27 คน

เจ้าหน้าที่ 30 คน

รวม 180 คน

4.1.1 อัตราการเกิดน้ำเสีย

จำนวนบุคลากรและนิสิตที่ใช้ห้อง = 180 คน/ชม./วัน

อัตราการใช้น้ำประปา = 50 - 80 ลิตร/คน-วัน

เลือกใช้ที่ 50 ลิตร/คน-วัน (ที่มา : วริทธิ์, 2526)

ดังนั้น อัตราน้ำเสียที่เกิดขึ้น = $(180 \times 50) / 1000 = 9$ ลบ.ม./วัน

4.1.2 หาปริมาตรของระบบบำบัดจากแปลน

ปริมาตรของระบบบำบัดจากแปลน (กว้าง×ยาว×สูง)

กว้าง = 6 เมตร

ยาว = 6 เมตร

สูง = 1.34 เมตร

ปริมาตรของระบบบำบัดจากแปลน (กว้าง×ยาว×สูง) = $6 \times 6 \times 1.34$

V = 48.24 ลบ.ม.

4.1.3 หาเวลาการกักเก็บน้ำ

สูตรการคำนวณ ($Q = V/T$) ; $T = V/Q$

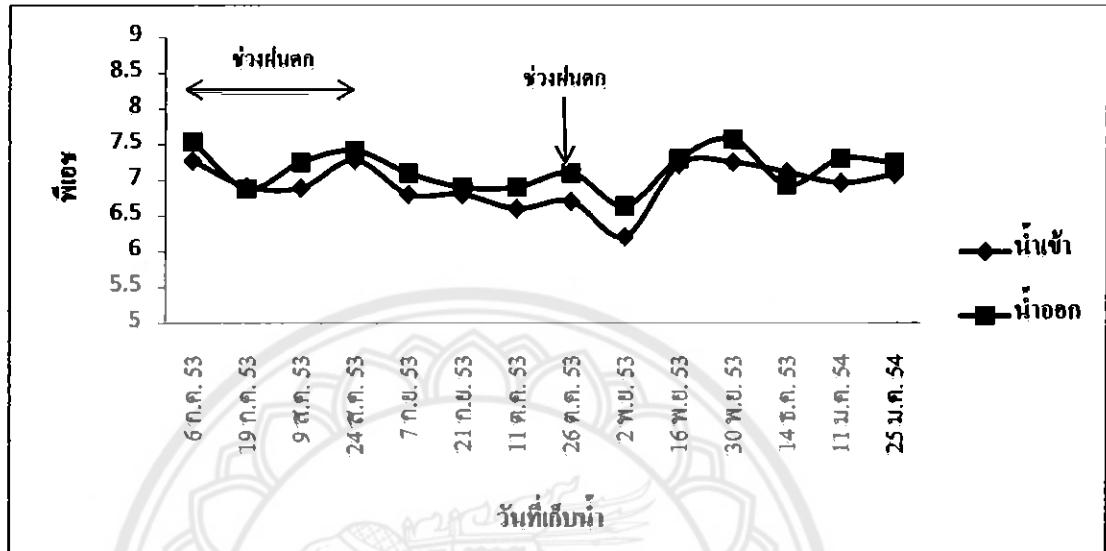
แทนค่า

$T = 48.24/9$

= 5.36 วัน

4.2 ลักษณะคุณภาพน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

4.2.1 พีเอช

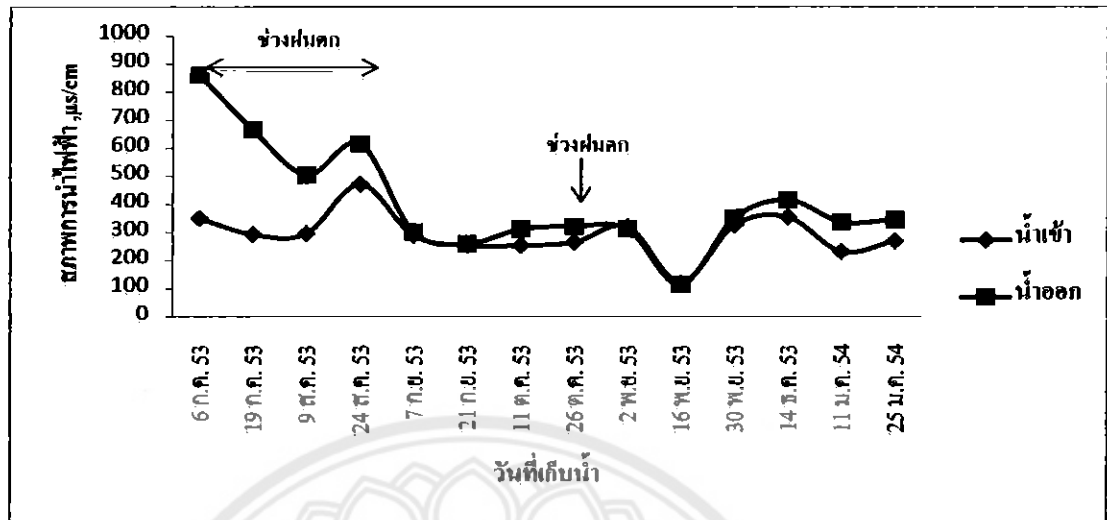


รูปที่ 4.1 พีเอชของน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบ

ค่าพีเอชเป็นค่าที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำเสีย ถ้าค่าพีเอชสูงหรือต่ำกว่ามาตรฐาน จุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบอาจดำรงชีวิตอยู่ไม่ได้ ทำให้ระบบล้มเหลว

จากรูปที่ 4.1 พบว่าน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบมีพีเอชใกล้เคียงกัน โดยมีแนวโน้มพีเอชค่อนข้างคงที่ โดยน้ำออกจากระบบมีพีเอชสูงกว่าน้ำเข้าเล็กน้อย น้ำเข้ามีพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 6.93 และน้ำออกมีค่า 7.14 เมื่อนำค่าพีเอชของน้ำออกจากระบบมาเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. ซึ่งมีค่าระหว่าง 5-9 พบว่าผ่านตามมาตรฐาน และค่าพีเอชน้ำออกระบบมีค่าเป็นกลางซึ่งเหมาะสมในระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดี

4.2.2 สภาพการนำไฟฟ้า

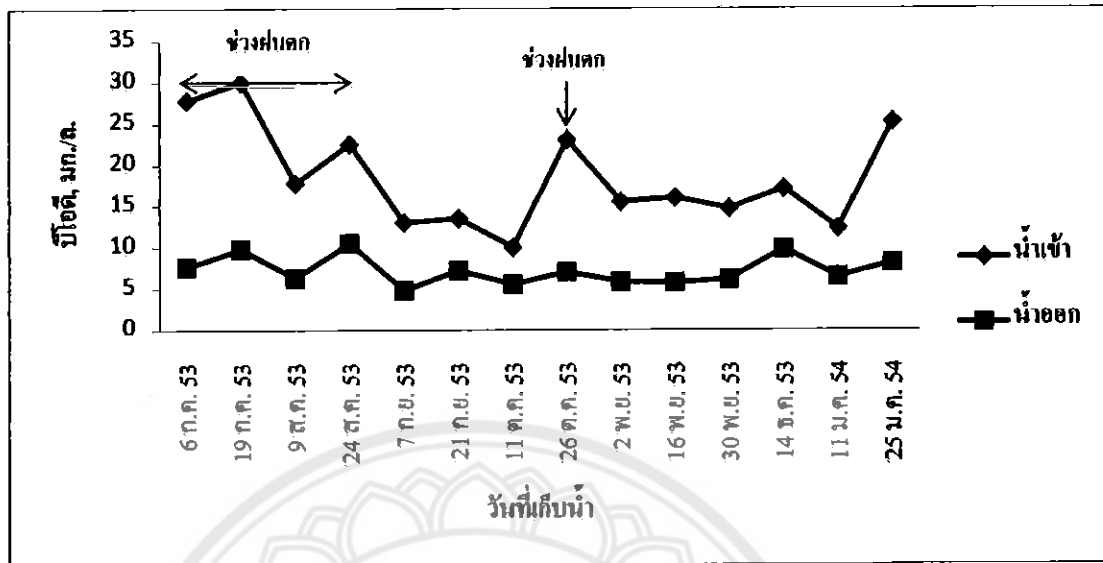


รูปที่ 4.2 สภาพการนำไฟฟ้าของน้ำเข้าและออกจากระบบ

ค่าสภาพการนำไฟฟ้าจะบ่งบอกถึงความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้า สภาพการนำไฟฟ้าจะมีค่ามากหรือน้อยส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากสารที่มีประจุที่ปนเปื้อนในน้ำเสียที่เป็นทั้งสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์

จากรูปที่ 4.2 พบว่าน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบมีสภาพการนำไฟฟ้าต่างกันมากในวันแรก หลังจากนั้นน้ำออกมีค่าลดลงเรื่อยๆ จนมีค่าใกล้เคียงกับน้ำเข้าตั้งแต่วันที่ 7 ก.ย. 53 เป็นต้นไป โดยแนวโน้มสภาพการนำไฟฟ้าไม่คงที่ โดยน้ำออกจากระบบมีสภาพการนำไฟฟ้าสูงกว่าน้ำเข้าเล็กน้อย น้ำเข้ามีสภาพการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 292 $\mu\text{s}/\text{cm}$ และน้ำออกมีค่า 384 $\mu\text{s}/\text{cm}$

4.2.3 บีโอดี



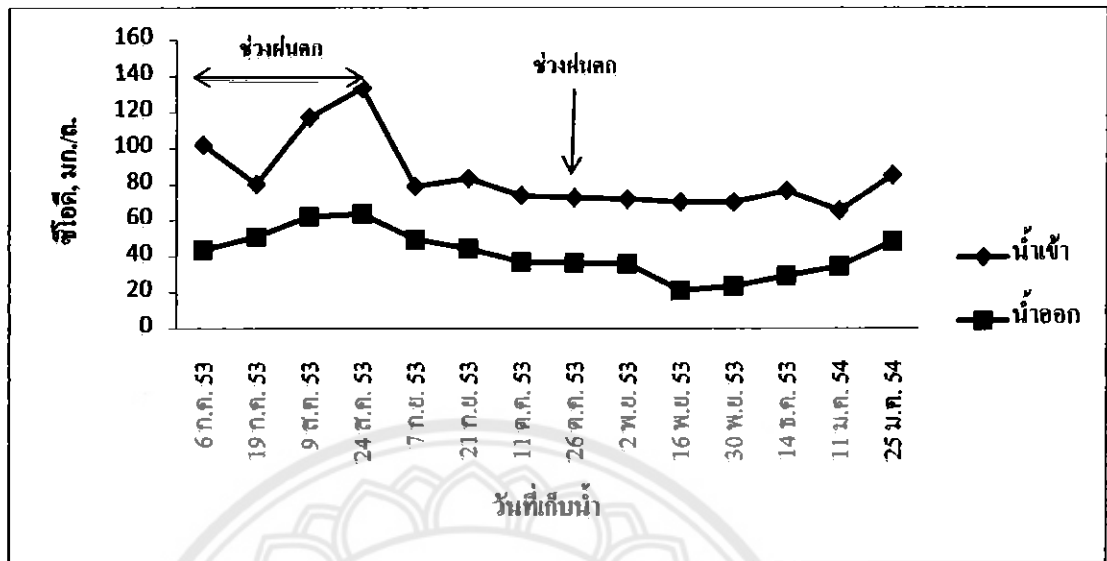
รูปที่ 4.3 บีโอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบ

ค่าบีโอดีเป็นพารามิเตอร์แสดงปริมาณสารอินทรีย์ของน้ำ โดยวัดค่าความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ไร้ออกซิเจน ส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรียที่ใช้สารอินทรีย์เป็นอาหารในการดำรงชีวิต

จากรูปที่ 4.3 พบว่าน้ำเข้าระบบมีแนวโน้มบีโอดีไม่คงที่ ในช่วง 2 เดือนแรกน้ำเข้าระบบมีบีโอดีสูงสุดในวันที่ 19 ก.ค. 2553 จากนั้นน้ำเข้าบีโอดีมีแนวโน้มลดลงและมีค่าสูงขึ้นในวันที่ 26 ต.ค. 2553 เนื่องจากมีฝนตก ตลอดจบจบการทดลองมีค่าแปรผันและไม่คงที่ มีค่าน้ำเข้าสูงสุดคือ 30 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าน้ำเข้าต่ำสุดคือ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเข้ามีบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 18.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าบีโอดีของน้ำออกตลอดการทดลองมีความแปรผันแต่มีแนวโน้มคงที่ตลอดการทดลอง มีค่าน้ำออกสูงสุดคือ 10.5 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าน้ำออกต่ำสุดคือ 4.8 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกมีบีโอดีเฉลี่ยเท่ากับ 7.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วง 1-2 เดือนแรกที่ทำการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้ค่าจะขึ้นลงไปมาไม่คงที่ เนื่องมาจากการที่มีฝนตกลงมาอาจทำให้มีสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบสูง และเมื่อนำค่าบีโอดีของน้ำเสียที่ออกจากระบบมาเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. ซึ่งมีค่าไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าค่าบีโอดีน้ำออกมีค่าผ่านมาตรฐานตลอดการทดลอง

4.2.4 ซีไอดี



รูปที่ 4.4 ซีไอดีของน้ำเข้าและออกจากระบบ

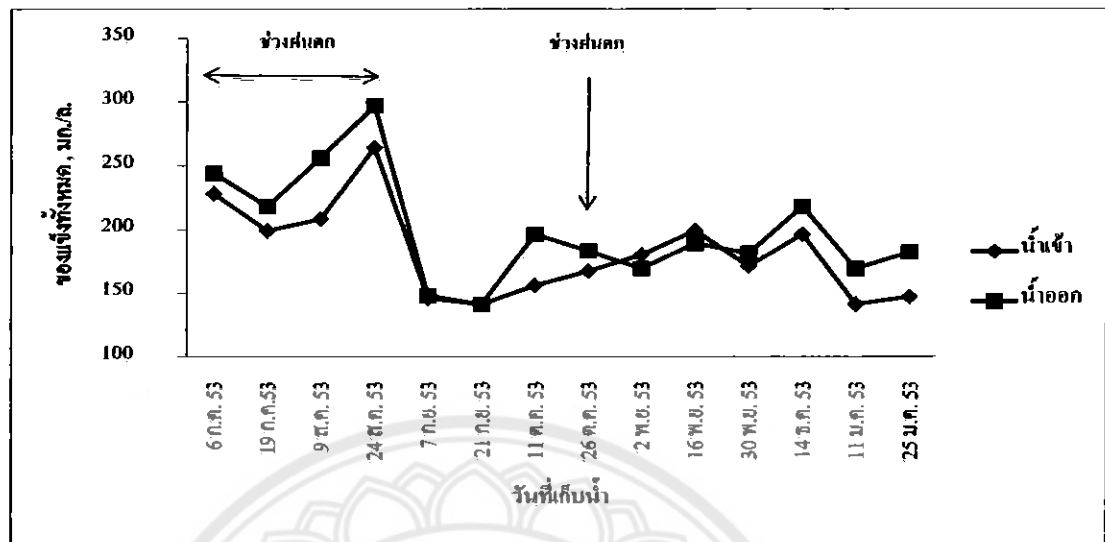
ค่าซีไอดีเป็นพารามิเตอร์ที่บ่งบอกถึงความสกปรกของน้ำ โดยวัดจากการหาปริมาณออกซิเจนที่ต้องการในการออกซิไดส์สารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำเสียเพื่อให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นผลปฏิกิริยาสุดท้าย

จากรูปที่ 4.4 พบว่าน้ำเข้าระบบมีแนวโน้มไม่คงที่ ในช่วง 2 เดือนแรกน้ำเข้าระบบมีซีไอดีโดยมีค่าสูงในวันที่ 24 ต.ค. 2553 จากนั้นมีค่าลดลงและมีแนวโน้มคงที่จนจบการทดลอง มีค่าน้ำเข้าสูงสุดเท่ากับ 133.4 มิลลิกรัมต่อลิตรและน้ำเข้าต่ำสุดเท่ากับ 65.5 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเข้ามีซีไอดีเฉลี่ยเท่ากับ 84.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าซีไอดีของน้ำออกมีความแปรผันเล็กน้อย โดยมีแนวโน้มคงที่จนจบการทดลอง น้ำออกมีค่าสูงสุดในวันที่ 24 ต.ค. 2553 มีค่าเท่ากับ 63.5 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกมีค่าต่ำสุดในวันที่ 16 พ.ย. 2553 มีค่าเท่ากับ 21.1 มิลลิกรัมต่อลิตรและน้ำออกมีซีไอดีเฉลี่ยเท่ากับ 41.38 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในช่วง 1-2 เดือนแรกที่ทำการวิเคราะห์จะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้ค่าจะขึ้นลงไปมาไม่คงที่ เนื่องมาจากการที่มีฝนตกลงมาอาจทำให้มีภาระอินทรีย์เข้าสู่ระบบ

4.2.5 ของแข็งทั้งหมด

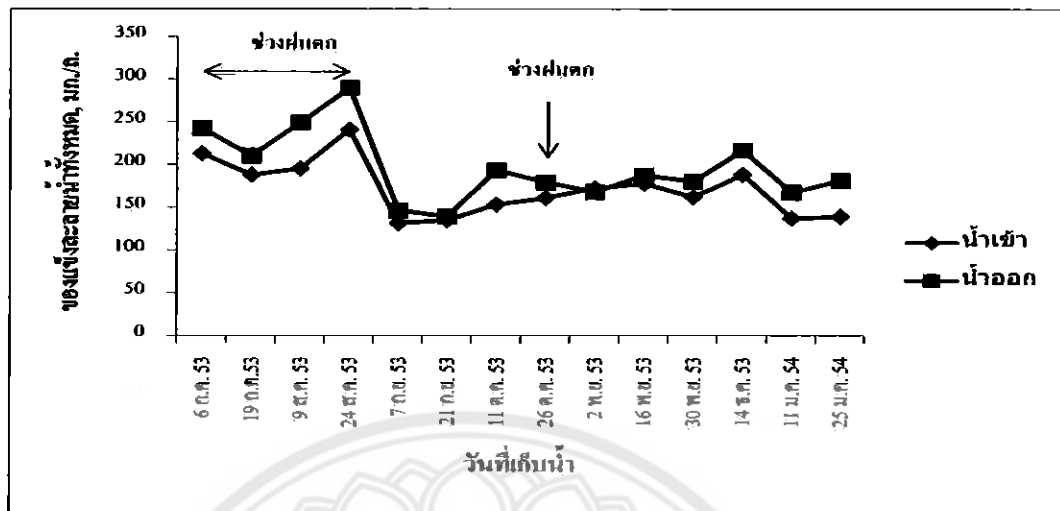


รูปที่ 4.5 ของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบ

ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดเป็นค่าที่มีความสำคัญเพื่อให้ทราบว่าปริมาณสิ่งเจือปนในรูปสารละลายและแขวนลอยเพียงใด

จากรูปที่ 4.5 พบว่าน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบมีของแข็งทั้งหมดใกล้เคียงกัน โดยมีแนวโน้มของแข็งทั้งหมดไม่คงที่ โดยน้ำออกจากระบบมีของแข็งทั้งหมดสูงกว่าน้ำเข้าเล็กน้อย ค่าน้ำเข้าสูงสุดคือ 228 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 141 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยของแข็งทั้งหมดของน้ำเข้าเท่ากับ 182 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าน้ำออกสูงสุดคือ 297 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 141 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยของแข็งทั้งหมดของน้ำออกเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

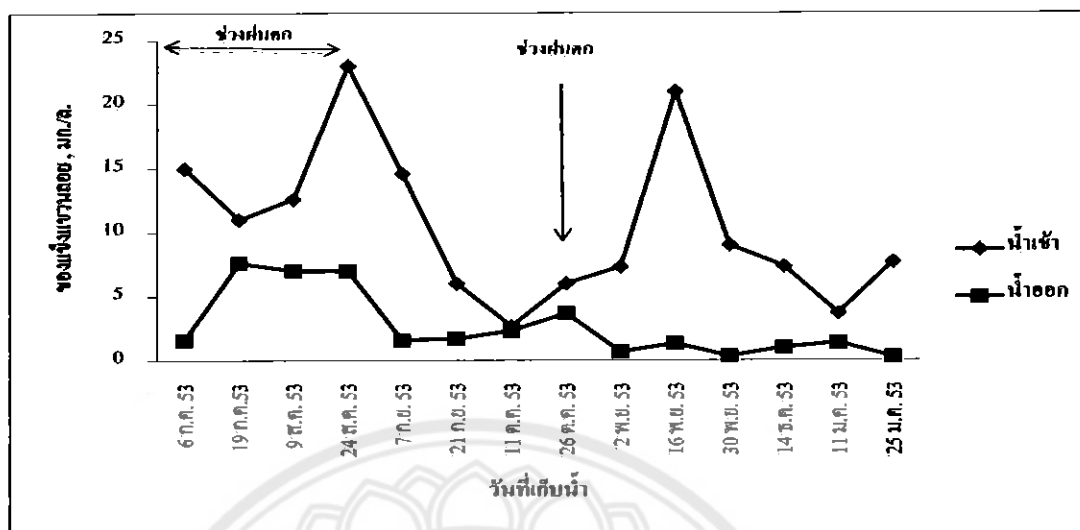
4.2.6 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด



รูปที่ 4.6 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำเข้าและออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.6 พบว่าน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบมีของแข็งละลายน้ำทั้งหมดใกล้เคียงกัน โดยมีแนวโน้ม ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดไม่คงที่ โดยน้ำออกจากระบบมีของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงกว่าน้ำเข้าเล็กน้อย ค่าน้ำเข้าสูงสุดคือ 213 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 131.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำเข้าเท่ากับ 171.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าน้ำออกสูงสุดคือ 290 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 139.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกเท่ากับ 196.7 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดของน้ำออกจากระบบมาเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. ซึ่งมีค่ามาตรฐานไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าผ่านตามมาตรฐานตลอดการทดลอง

4.2.7 ของแข็งแขวนลอย

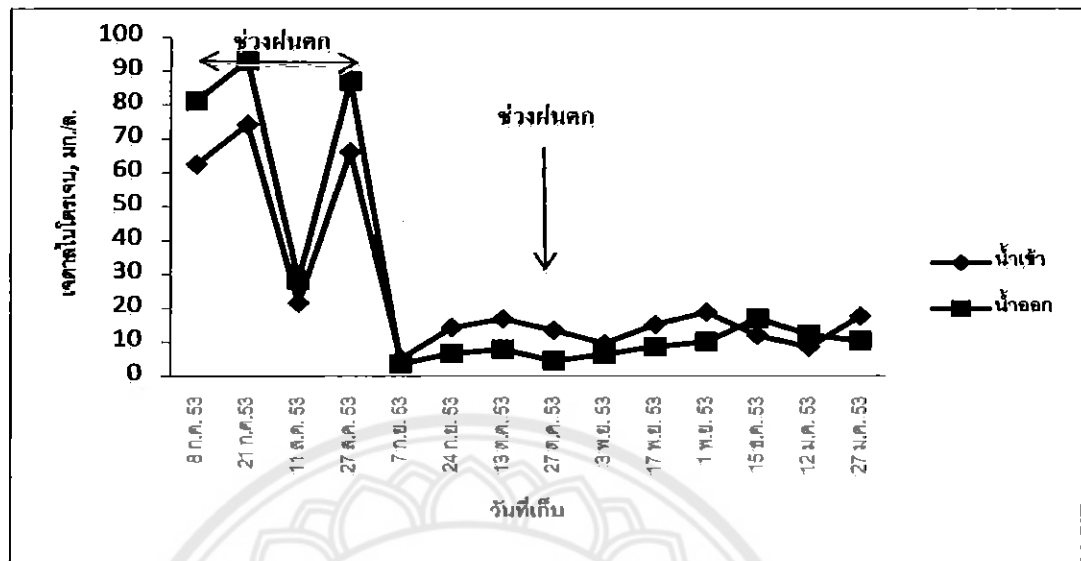


รูปที่ 4.7 ของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้าและออกจากระบบ

ค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยเป็นค่าที่ใช้ประมาณค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ที่แขวนลอยในน้ำเสีย

จากรูปที่ 4.7 พบว่าน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบของแข็งแขวนลอยมีแนวโน้มไม่คงที่ โดยน้ำเข้าระบบมีของแข็งแขวนลอยสูงกว่าน้ำออกจากระบบ น้ำเข้ามีค่าสูงสุดคือ 14.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุด 3.67 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเข้ามีค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 10.75 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าน้ำออกสูงสุดคือ 7.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 0.67 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกมีค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 2.68 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อนำค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำออกจากระบบมาเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. ซึ่งมีค่ามาตรฐานไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าผ่านตามมาตรฐานตลอดการทดลอง

4.2.8 เจดาคไนโตรเจน



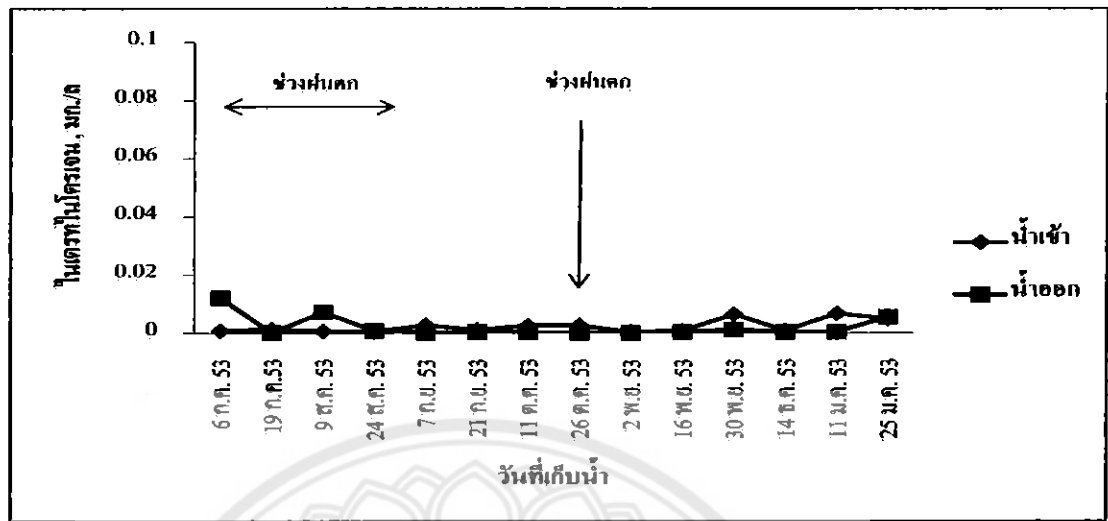
รูปที่ 4.8 เจดาคไนโตรเจนของน้ำเข้าและออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.8 แสดงค่าเจดาคไนโตรเจน ในช่วง 2 เดือนแรกเจดาคไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบมีค่าสูงเนื่องจากมีฝนตก หลังจากนั้นค่าน้ำเข้าค่อนข้างคงที่ตั้งแต่วันที่ 7 ก.ย. 2553 เป็นต้นไป น้ำเข้าระบบมีค่าสูงสุดเท่ากับ 66.08 มิลลิกรัมต่อลิตรและน้ำเข้าระบบมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 5.04 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเข้าเฉลี่ยคือ 25.37 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าน้ำออกระบบมีค่าสูงในช่วง 2 เดือนแรก จากนั้นค่าค่อนข้างคงที่ตั้งแต่วันที่ 7 ก.ย. 2553 เป็นต้นไป ค่าน้ำออกระบบสูงสุดเท่ากับ 92.96 มิลลิกรัมต่อลิตรและน้ำออกระบบต่ำสุดเท่ากับ 3.64 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกมีค่าเฉลี่ยคือ 26.93 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าน้ำเข้าระบบและน้ำออกระบบมีค่าแปรผันแต่ไม่คงที่ ค่าเจดาคไนโตรเจนในน้ำออกจากระบบเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. ต้องไม่เกิน 35 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าว่ามีค่าเกินมาตรฐาน 3 ครั้ง คือ วันที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 และวันที่ 27 สิงหาคม พ.ศ. 2553

4.2.9 ไนเตรทไนโตรเจน

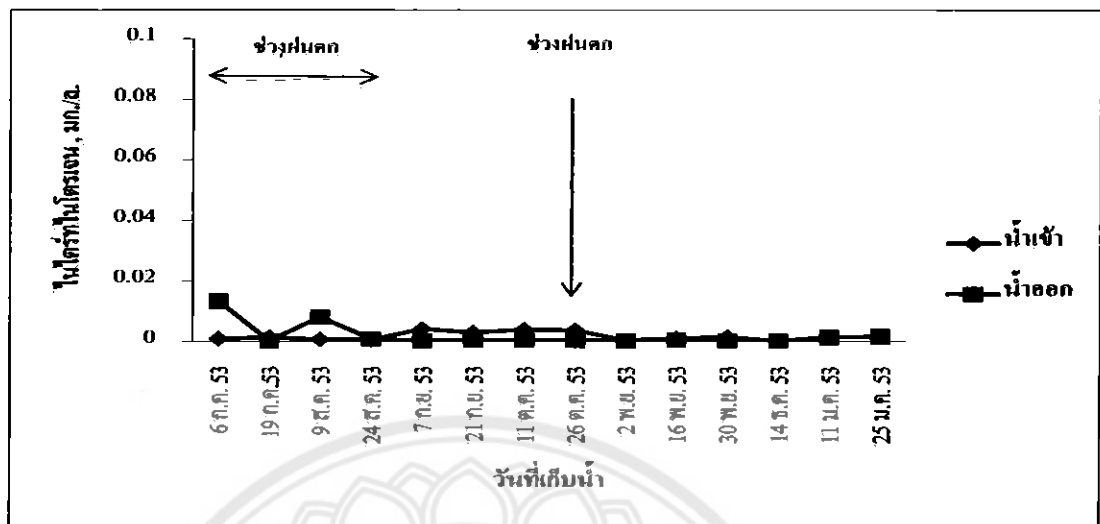


รูปที่ 4.9 ไนเตรทไนโตรเจนของน้ำเข้าและออกจากระบบ

ไนเตรทไนโตรเจนปกติจะพบน้อยมากในน้ำหากมีมาก (เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร) จะมีความเป็นพิษ

จากรูปที่ 4.9 ค่าไนเตรทไนโตรเจนในน้ำเข้ามีลักษณะค่อนข้างคงที่และมีปริมาณน้อยมากโดยค่าน้ำเข้าสูงสุดเท่ากับ 0.0068 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 0.0009 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรทไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าคือ 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรทไนโตรเจนของน้ำออกมีลักษณะไม่คงที่ในช่วง 2 เดือนแรกหลังจากนั้นเริ่มคงที่ ค่าน้ำออกสูงสุดคือ 0.0121 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 0.00010 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนเตรทไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำออกเท่ากับ 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.2.10 ไนโตรท์ไนโตรเจน

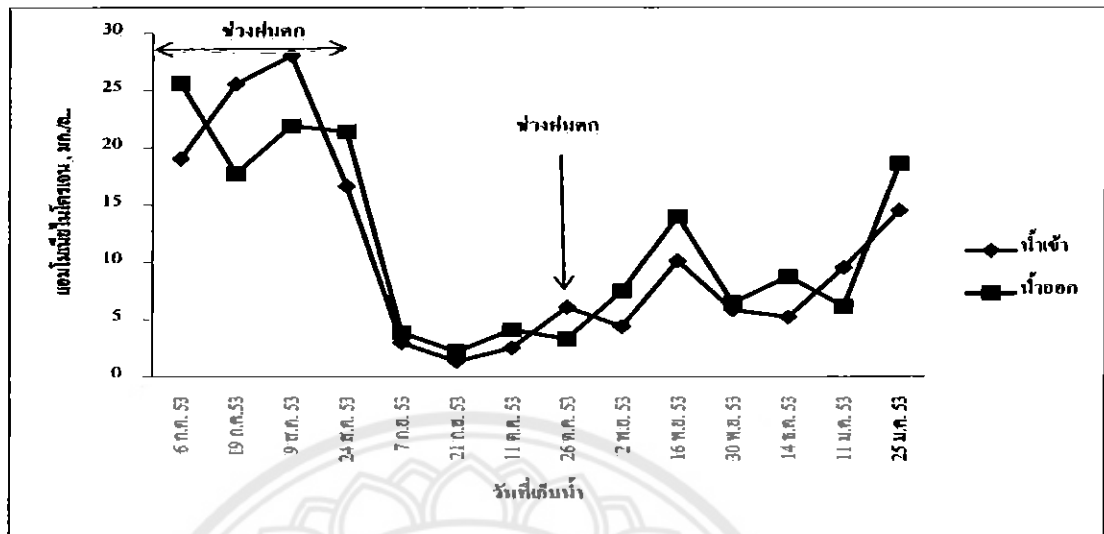


รูปที่ 4.10 ไนโตรท์ไนโตรเจนของน้ำเข้าและออกจากระบบ

ค่าไนโตรท์ไนโตรเจนในระบบบำบัดแสดงถึงการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันจากเจดาลไนโตรเจนเป็นไนโตรท์และไนเตรท

จากรูปที่ 4.10 ค่าไนโตรท์ไนโตรเจนน้ำเข้ามีลักษณะค่อนข้างคงที่และมีปริมาณน้อยมาก โดยค่าน้ำเข้าสูงสุดคือ 0.041 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 0.00008 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรท์ไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำเข้าเท่ากับ 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรท์ไนโตรเจนของน้ำออกมีลักษณะไม่คงที่ในช่วง 2 เดือนแรกตั้งแต่วันที่ 6 ก.ค. 53 ถึง 24 ส.ค. 53 หลังจากนั้นเริ่มคงที่ ค่าน้ำออกสูงสุดคือ 0.081 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 0.0002 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนโตรท์ไนโตรเจนเฉลี่ยของน้ำออกเท่ากับ 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.2.11 แอมโมเนียไนโตรเจน



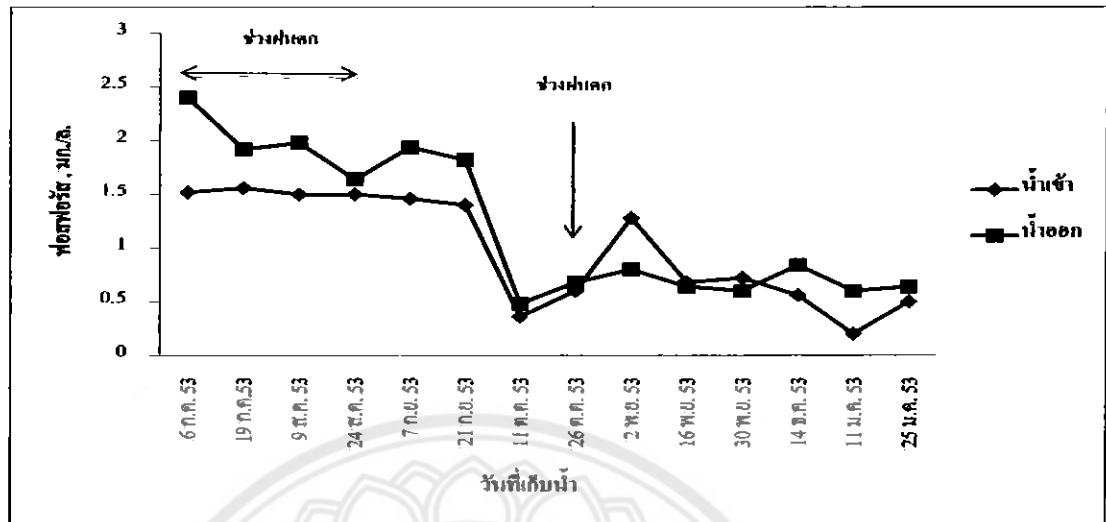
รูปที่ 4.11 แอม โมเนียไนโตรเจนของน้ำเข้าและออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.11 แสดงค่าแอมโมเนียไนโตรเจน ในช่วง 2 เดือนแรกแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำเข้าระบบจะมีค่าสูงเพราะมีฝนตกอาจทำให้มีการะอินทรีย์เข้าสู่ระบบ น้ำเข้าระบบมีแนวโน้มไม่คงที่และลดลงถึงวันที่ 7 ก.ย. 2553 จากนั้นค่าน้ำเข้าระบบมีค่าแปรผันและไม่คงที่ตลอดจนการทดลอง มีค่าน้ำเข้าสูงสุดคือ 28.05 มิลลิกรัมต่อลิตรและค่าน้ำเข้าต่ำสุดคือ 1.34 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเข้ามีแอมโมเนียไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 10.83 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำออกระบบมีความแปรผันและไม่คงที่ตลอดจนการทดลอง น้ำออกระบบมีค่าสูงตั้งแต่วันที่ 6 ก.ค. 2553 แล้วมีค่าลดลงจนถึงวันที่ 7 ก.ย. 2553 จากนั้นค่ามีแนวโน้มสูงขึ้นในวันที่ 16 พ.ย. 2553 และวันที่ 25 ม.ค. 2554 ค่าน้ำออกสูงสุดคือ 25.6 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าน้ำออกต่ำสุดคือ 2.18 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำออกมีแอมโมเนียไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 11.54 มิลลิกรัมต่อลิตร

น้ำเข้าระบบและน้ำออกระบบมีค่าใกล้เคียงกัน จะมีในบางครั้งที่น้ำเข้าระบบมีค่ามากกว่าน้ำออกจากระบบ

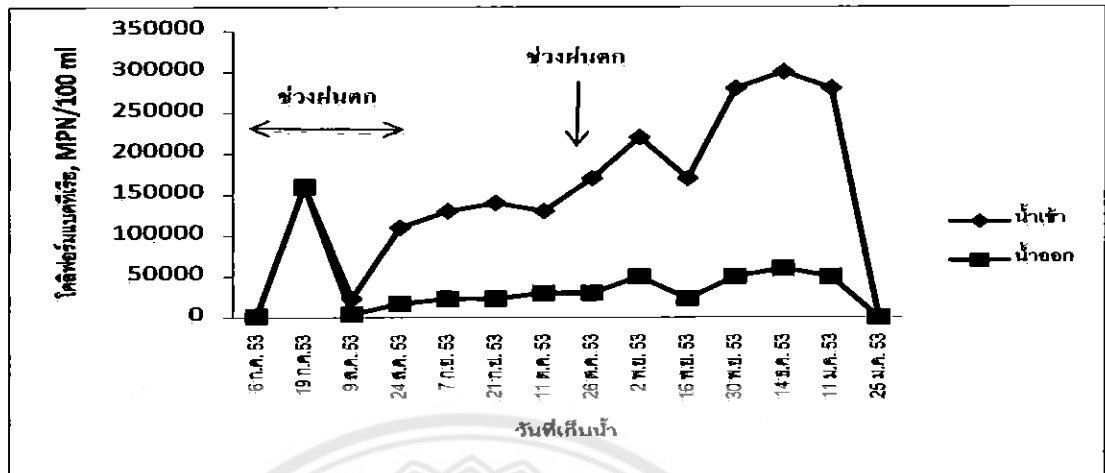
4.2.12 ฟอสฟอรัส



รูปที่ 4.12 ฟอสฟอรัสของน้ำเข้าและออกจากระบบ

ค่าฟอสฟอรัสเป็นอีกค่าหนึ่งที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย จากรูปที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าค่าฟอสฟอรัสในน้ำเข้าในช่วง 2 เดือนแรกมีค่าสูงและค่อนข้างจนถึงวันที่ 21 ก.ย. 53 หลังจากนั้นมามีค่าลดลงและมีแนวโน้มแปรผันเล็กน้อยจนจบการทดลอง ค่าน้ำเข้าสูงสุดคือ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสของน้ำเข้าเท่ากับ 0.988 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าฟอสฟอรัสของน้ำออกในช่วง 2 เดือนแรกมีค่าสูงกว่าน้ำเข้าและไม่คงที่แต่ในช่วงหลังวันที่ 11 ต.ค. 53 ค่าน้ำออกและมีแนวโน้มคงที่ ค่าน้ำออกสูงสุดคือ 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดคือ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าฟอสฟอรัสน้ำออกเฉลี่ยเท่ากับ 1.21 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.2.13 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย



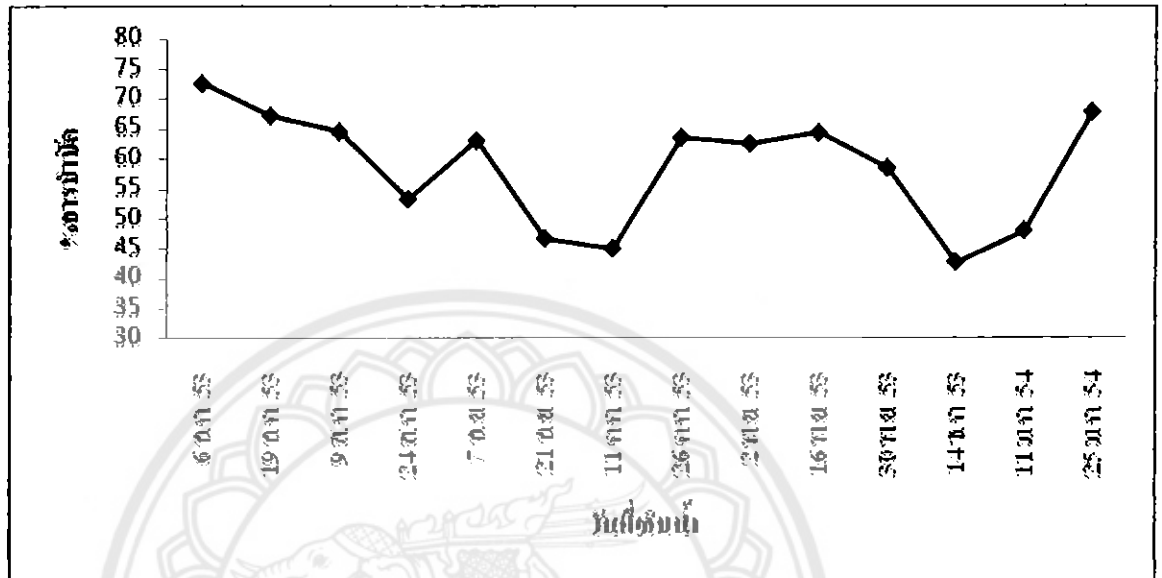
รูปที่ 4.13 โคลิฟอร์มแบคทีเรียแบคทีเรียของน้ำเข้าและออกจากระบบ

จากรูปที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่าค่าน้ำเข้าระบบของ โคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าแปรผัน ไม่คงที่ตลอดการทดลอง ค่าน้ำเข้าระบบสูงขึ้นในวันที่ 19 ก.ค. 2553 แล้วลดลงในวันที่ 9 ส.ค. 2553 จากนั้นค่าน้ำเข้าระบบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆและลดลงในวันที่ 25 ม.ค. 2554 ไม่มีการรายงานค่าการทดลองเนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เกิดปัญหา น้ำเข้ามีค่าสูงสุดคือ 300,000 MPN/100 ml และค่าน้ำเข้าต่ำสุดคือ 23,160 MPN/100 ml น้ำเข้ามีโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยเท่ากับ 151,054 MPN/100 ml

ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำออกระบบมีค่าแปรผัน แต่คงที่ มีแนวโน้มสูงขึ้นในวันที่ 19 ก.ค. 2553 จากนั้นมีค่าลดลงและค่อนข้างคงที่ตลอดการทดลอง น้ำออกมีค่าสูงสุดคือ 160,000 MPN/100 ml และค่าน้ำออกต่ำสุดคือ 4,000 MPN/100 ml น้ำออกมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยเท่ากับ 37,257 MPN/100 ml

4.3 ประสิทธิภาพการบำบัด

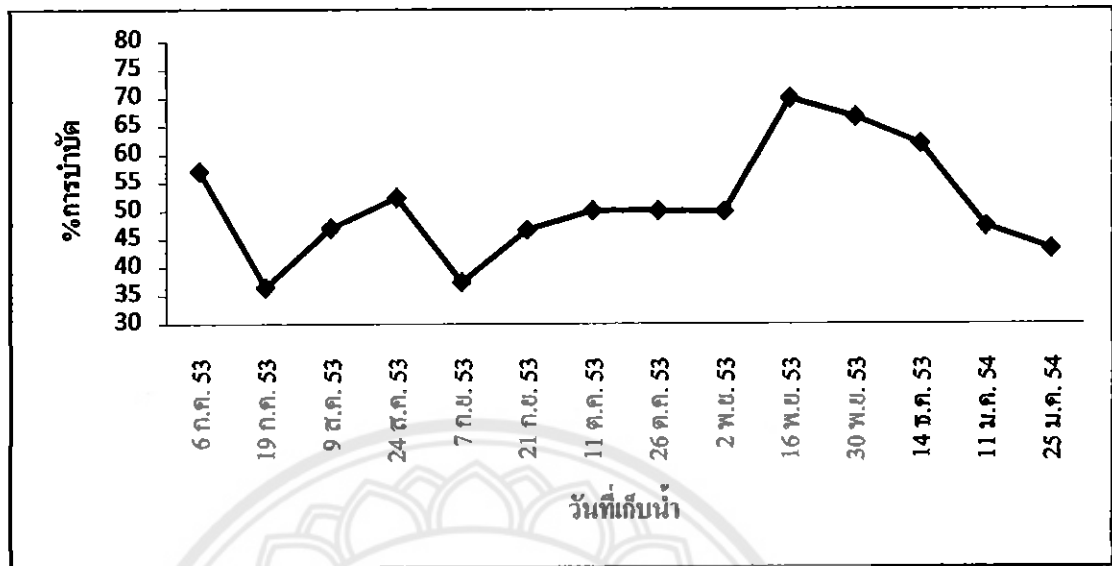
4.3.1 บีโอดี



รูปที่ 4.14 บีโอดี

จากรูปที่ 4.14 จะแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดี มีค่าแปรผันไม่คงที่ โดยประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีจะมีค่าลดลงจนถึงวันที่ 24 ต.ค. 2553 และสูงขึ้นอีก จากนั้นลดลงจนถึงวันที่ 11 ต.ค. 2553 แล้วจึงสูงขึ้นจนมีค่าก่อนข้างคงที่แล้วลดลงอีกครั้งจนถึงวันที่ 14 ธ.ค. 2553 แล้วจึงสูงขึ้นจนจบการทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดบีโอดีสูงสุดคือ 75% และประสิทธิภาพการบำบัดต่ำสุดคือ 40 % มีประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยเท่ากับ 58.6 %

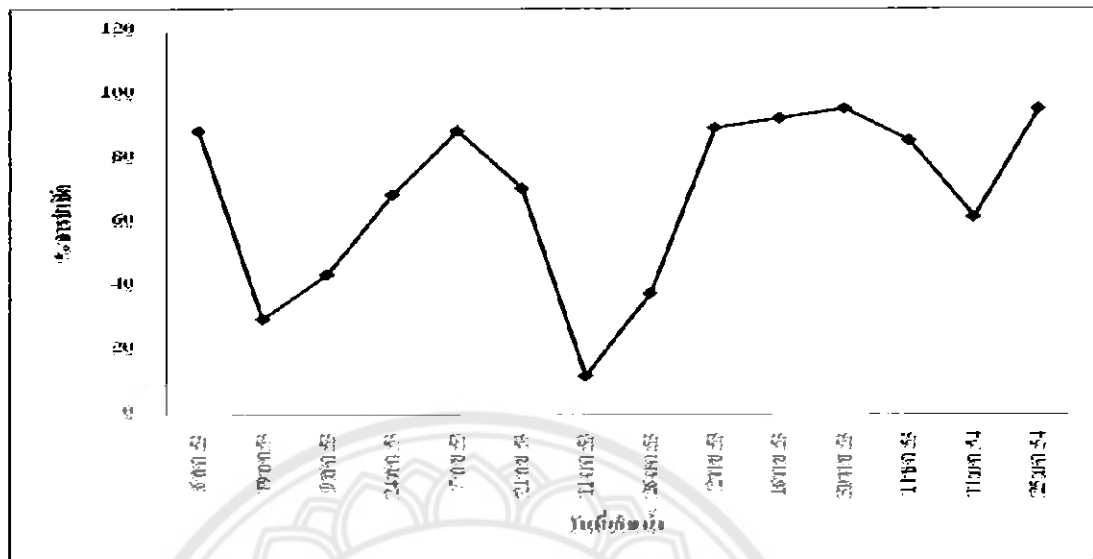
4.3.2 ซีไอดี



รูปที่ 4.15 ซีไอดี

จากรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดีมีค่าแปรผันไม่คงที่ โดยประสิทธิภาพการบำบัดลดลงจนถึงวันที่ 19 ก.ค. 2553 และสูงขึ้นอีก แล้วลดลงจนถึงวันที่ 7 ก.ย. 2553 จากนั้นค่าค่อนข้างคงที่แล้วมีแนวโน้มสูงขึ้นอีกครั้งจนถึงวันที่ 16 พ.ย. 2553 แล้วลดลงจนถึงวันที่ 25 ม.ค. 2553 ตลอดระยะเวลาทดลอง ประสิทธิภาพการบำบัดซีไอดีสูงสุดคือ 70 % และมีประสิทธิภาพการบำบัดต่ำสุดคือ 35 % มีประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยเท่ากับ 51.2 %

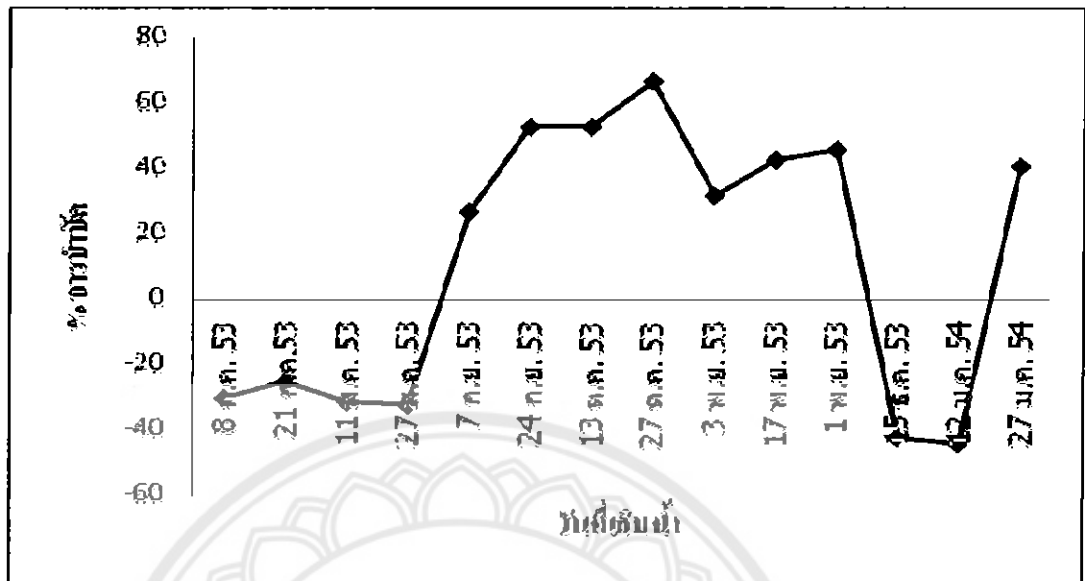
4.3.3 ของแข็งแขวนลอย



รูปที่ 4.16 ของแข็งแขวนลอย

จากรูปที่ 4.16 จะแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งแขวนลอยส่วนใหญ่แล้วเป็นค่าที่เป็นบวก ของแข็งแขวนลอยในระบบบำบัดมีการบำบัดอยู่ตลอดเวลาและมีค่าไม่คงที่ โดยมีค่าสูงในวันแรกที่ทำการศึกษาทดลองและลดลงในวันที่ 19 ก.ค. 53 หลังจากนั้นค่าเริ่มสูงขึ้นจนถึงวันที่ 7 ก.ย. 53 และลดลงถึงวันที่มีประสิทธิภาพต่ำสุด คือ วันที่ 11 ต.ค. 53 หลังจากนั้นก็มีค่าเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มแปรผันเล็กน้อยจนจบการศึกษาทดลอง โดยที่ประสิทธิภาพสูงสุดคือ 96 % ประสิทธิภาพต่ำสุดคือ 12 % และค่าประสิทธิภาพการบำบัดของแข็งแขวนลอยเฉลี่ยเท่ากับ 68.93 %

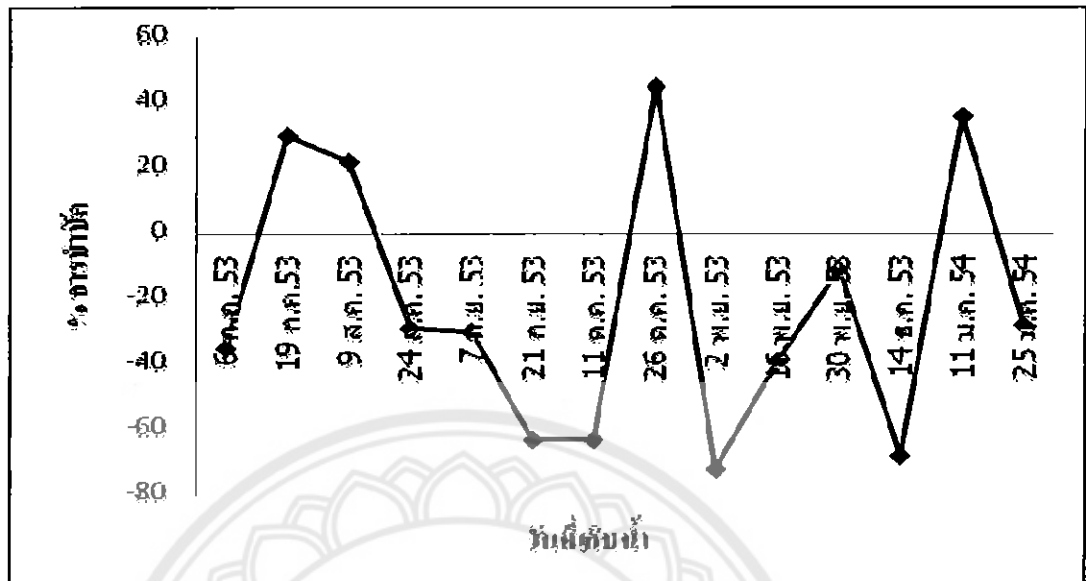
4.3.4 เจดาคาโนโตรเจน



รูปที่ 4.17 เจดาคาโนโตรเจน

จากรูป 4.17 แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพการบำบัดของเจดาคาโนโตรเจนว่ามีค่าแปรผันไม่คงที่ วันที่ 8 ก.ค. 2553 ประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าติดลบและมีค่าค่อนข้างคงที่จนถึงวันที่ 27 ส.ค. 2553 จากนั้นประสิทธิภาพการบำบัดมีแนวโน้มสูงขึ้นและสูงสุดในวันที่ 27 ธ.ค. 2553 แล้วลดลงจนถึงวันที่ 3 พ.ย. 2553 แล้วมีค่าสูงขึ้นอีกครั้ง จากนั้นมีค่าลดลงและมีประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคาโนโตรเจนติดลบจนถึงวันที่ 15 ธ.ค. 2553 และวันที่ 12 ธ.ค. 2553 แล้วมีค่าสูงขึ้นตลอดการทดลอง มีประสิทธิภาพการบำบัดที่ติดลบจำนวน 6 ครั้งแสดงให้เห็นว่าไม่มีประสิทธิภาพการบำบัดเจดาคาโนโตรเจนในระบบบำบัดน้ำเสีย ประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าสูงสุดคือ 67 % และมีประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยต่ำสุดคือ -44% เจดาคาโนโตรเจนมีประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยเท่ากับ 11.29 %

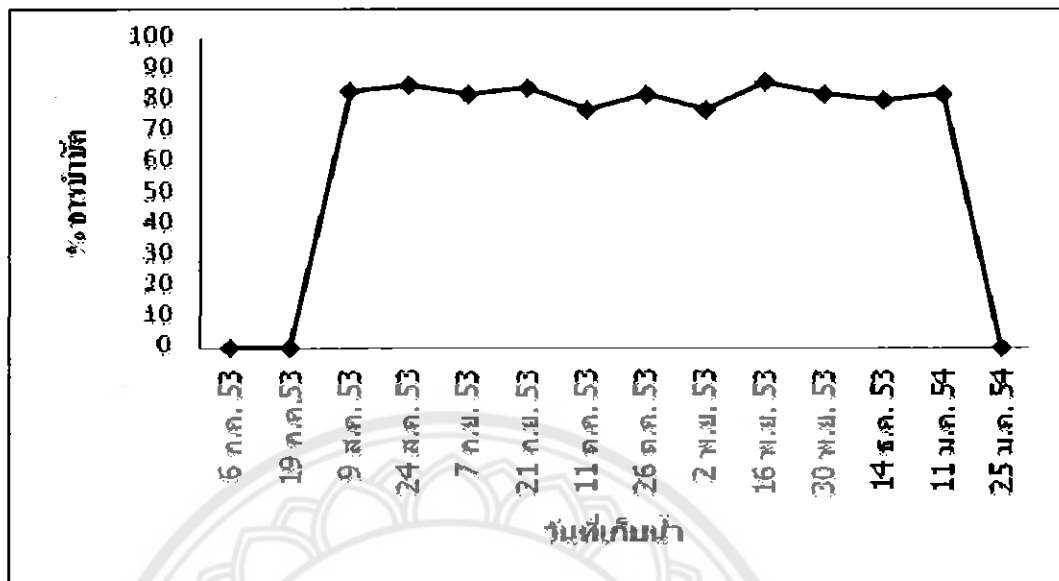
4.3.5 แอมโมเนียในโตรเจน



รูปที่ 4.18 แอมโมเนียในโตรเจน

จากรูปที่ 4.18 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการบำบัดของแอมโมเนียในโตรเจนที่มีความแปรผันไม่คงที่ วันที่ 6 ก.ค. 2553 ประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าติดลบแล้วมีค่าสูงขึ้นจนถึงวันที่ 19 ก.ค. 2553 จากนั้นลดลงตั้งแต่วันที่ 24 ส.ค. 2553 ประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าติดลบและไม่คงที่จนถึงวันที่ 11 ธ.ค. 2553 แล้วจึงสูงขึ้นอีกครั้งในวันที่ 26 ธ.ค. 2553 จากนั้นประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าลดลงและติดลบตั้งแต่วันที่ 2 พ.ย. 2553 มีค่าไม่คงที่แล้วมีค่าสูงขึ้นอีกในวันที่ 11 ม.ค. 2554 แล้วลดลงตลอดจนเกิดการทดลอง มีประสิทธิภาพการบำบัดติดลบจำนวน 10 ครั้งแสดงให้เห็นว่าไม่มีประสิทธิภาพการบำบัดแอมโมเนียในโตรเจนในระบบบำบัดน้ำเสีย ประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าสูงสุดคือ 45 % และมีประสิทธิภาพการบำบัดต่ำสุดคือ -72% แอมโมเนียในโตรเจนมีประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยเท่ากับ -21.8%

4.3.11 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย



รูปที่ 4.24 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จากรูปที่ 4.24 จะให้เห็นได้ว่า ประสิทธิภาพการบำบัดของโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าแปรผันและไม่คงที่ วันที่ 6 ก.ค. 2553 - 19 ก.ค. 2554 ค่าประสิทธิภาพการบำบัดมีค่าคงที่ และมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่วันที่ 9 ส.ค. 2553 จนถึงวันที่ 11 ม.ค. 2554 โดยค่าก่อนข้างคงที่ จากนั้นจึงมีค่าลดลงเนื่องจากในครั้งสุดท้ายไม่มีการรายงานค่าเพราะว่าเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีปัญหา มีประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดคือ 86% และประสิทธิภาพการบำบัดต่ำสุดคือ 77% และโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยเท่ากับ 64.29 %

4.4 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข.

อาคารวิศวกรรม โยธาเป็นอาคารประเภท ข. หมายถึง สถาบันอุดมศึกษาของทางราชการที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 5,000 ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 25,000 ตารางเมตร ใช้พารามิเตอร์มาเปรียบเทียบทั้งหมด 5 พารามิเตอร์ จากทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์ 12 พารามิเตอร์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข. ดังแสดงไว้ตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข.

วันที่	พีเอช	บีโอดี	ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	ของแข็งแขวนลอย	เจดลไนโตรเจน
6 ก.ค. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
19 ก.ค. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
9 ส.ค. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
24 ส.ค. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
7 ก.ย. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
21 ก.ย. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
11 ต.ค. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
26 ต.ค. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2 พ.ย. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
16 พ.ย. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
30 พ.ย. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
14 ธ.ค. 53	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
11 ม.ค. 54	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
25 ม.ค. 54	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งเฉลี่ยของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ข.

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	ค่าที่วัดได้	ผล
พีเอช	5 - 9	7.14	ผ่าน
บีโอดี, มก./ล.	ไม่เกิน 30	7.20	ผ่าน
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด, มก./ล.	ไม่เกิน 500	196.7	ผ่าน
ของแข็งแขวนลอย, มก./ล.	ไม่เกิน 40	2.68	ผ่าน
เจดาคไนโตรเจน, มก./ล.	ไม่เกิน 35	26.93	ผ่าน



บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

จากตารางการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ข. สรุปได้ว่าพารามิเตอร์ที่นำมาเปรียบเทียบ ได้แก่ พีเอช บีโอดี ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย และเจคาลไนโตรเจนมีค่าผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารตลอดช่วง การศึกษา

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งเฉลี่ยของระบบบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ข.

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	ค่าที่วัดได้	ผล
พีเอช	5 - 9	7.14	ผ่าน
บีโอดี, มก./ล.	ไม่เกิน 30	7.20	ผ่าน
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด, มก./ล.	ไม่เกิน 500	196.7	ผ่าน
ของแข็งแขวนลอย, มก./ล.	ไม่เกิน 40	2.68	ผ่าน
เจคาลไนโตรเจน, มก./ล.	ไม่เกิน 35	26.93	ผ่าน

5.1.2 ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อกรองใ้อากาศของอาคารวิศวกรรมโยธา

ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของอาคารวิศวกรรมโยธา ทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 10 พารามิเตอร์ พบว่ามีพารามิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดดังนี้

- บีโอดีมีประสิทธิภาพการบำบัด 58.6 %
- ซีโอดีมีประสิทธิภาพการบำบัด 51.2 %
- ของแข็งแขวนลอยมีประสิทธิภาพการบำบัด 68.93 %
- เจคาลไนโตรเจนมีประสิทธิภาพการบำบัด 11.3 %
- โคลิฟอร์มแบคทีเรียมีประสิทธิภาพการบำบัด 64.3 %

และใน 6 พารามิเตอร์ ได้แก่ ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ไนไตรท์ไนโตรเจน ไนเตรท ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แอมโมเนียไนโตรเจนไม่มีการบำบัดหรือถ้ามีการบำบัดก็บำบัดได้น้อยมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ให้มีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำในฤดูกาลอื่นๆ เช่น ในฤดูร้อน เพราะว่าการก่อกำเนิดของเชื้อแบคทีเรียได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ในช่วงฤดูฝนถึงฤดูหนาว ช่วงที่มีฝนตกมีผลต่อค่าการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเพราะจะทำให้ค่าน้ำในระบบและน้ำออกระบบมีค่าสูงขึ้น

5.2.2 ใช้วิธีเก็บตัวอย่างน้ำแบบ composite ที่เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำ ณ จุดเดียวกันแต่ต่างเวลา



เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ อุคมสิน โรจน์. (2543). วิศวกรรมกรกำจัดน้ำเสีย เล่ม 4. นนทบุรี : 50/28 หมู่ 4 ถนน
แจ้งวัฒนะ ปากเกร็ด.

พงศศักดิ์ หนูพันธ์. (2551). ระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กและบำบัดแบบติดกับที่. นครปฐม :

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

กรมควบคุมมลพิษและสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2546). เล่ม 2 รายละเอียด

สนับสนุนเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของ

ชุมชน. กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์.(2526). การออกแบบระบบท่อภายในอาคาร. กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่ง
ประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.(2548) มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง.

กรุงเทพฯ : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html#s3



ภาคผนวก ก

คุณภาพน้ำเข้าและน้ำออกจากระบบบำบัดน้ำเสีย
อาคารวิศวกรรมโยธา



ตารางที่ ก1 ค่าพีเอชตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า	น้ำออก
6 ก.ค. 53	7.27	7.54
19 ก.ค. 53	6.91	6.88
9 ส.ค. 53	6.89	7.25
24 ส.ค. 53	7.28	7.41
7 ก.ย. 53	6.8	7.1
21 ก.ย. 53	6.8	6.9
11 ต.ค. 53	6.6	6.9
26 ต.ค. 53	6.7	7.1
2 พ.ย. 53	6.21	6.44
16 พ.ย. 53	7.22	7.3
30 พ.ย. 53	7.25	7.57
14 ธ.ค. 53	7.11	6.93
11 ม.ค. 54	6.96	7.3
25 ม.ค. 54	6.08	7.24
ค่าเฉลี่ย	6.93	7.15

ตารางที่ ก2 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า	น้ำออก
6 ก.ค. 53	350	860
19 ก.ค. 53	293	655
9 ส.ค. 53	296	505
24 ส.ค. 53	472	616
7 ก.ย. 53	290	302
21 ก.ย. 53	254	260
11 ต.ค. 53	254	312
26 ต.ค. 53	265	321
2 พ.ย. 53	320	312
16 พ.ย. 53	120	113
30 พ.ย. 53	326	351
14 ธ.ค. 53	354	415
11 ม.ค. 54	231	337
25 ม.ค. 54	269	345
ค่าเฉลี่ย	292.43	408.14

ตารางที่ ก3 ค่าบีโอดีตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า (mg/l)	น้ำออก(mg/l)
6 ก.ค. 53	27.8	7.6
19 ก.ค. 53	30	9.8
9 ส.ค. 53	17.8	6.3
24 ส.ค. 53	22.5	10.5
7 ก.ย. 53	13	4.8
21 ก.ย. 53	13.5	7.2
11 ต.ค. 53	10	5.5
26 ต.ค. 53	23	7
2 พ.ย. 53	15.5	5.8
16 พ.ย. 53	16	5.7
30 พ.ย. 53	14.7	6.1
14 ธ.ค. 53	17.1	9.8
11 ม.ค. 54	12.3	6.4
25 ม.ค. 54	25.2	8.1
ค่าเฉลี่ย	18.46	7.19

ตารางที่ ก4 ค่าซีโอไซด์ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า(mg/l)	น้ำออก(mg/l)
6 ก.ค. 53	101.9	43.7
19 ก.ค. 53	80.1	50.9
9 ส.ค. 53	117.2	62.1
24 ส.ค. 53	133.4	63.5
7 ก.ย. 53	78.9	49.4
21 ก.ย. 53	83.3	44.4
11 ต.ค. 53	73.7	36.8
26 ต.ค. 53	72.5	36.2
2 พ.ย. 53	71.8	35.9
16 พ.ย. 53	70.2	21.1
30 พ.ย. 53	70.1	23.4
14 ธ.ค. 53	76.4	29.1
11 ม.ค. 54	65.5	34.5
25 ม.ค. 54	85.2	48.3
ค่าเฉลี่ย	84.3	47.38

ตารางที่ ก5 ค่าของแข็งทั้งหมดตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า(mg/l)	น้ำออก(mg/l)
6 ก.ค. 53	228	244
19 ก.ค. 53	199	218
9 ส.ค. 53	208	256
24 ส.ค. 53	264	297
7 ก.ย. 53	146	148
21 ก.ย. 53	141	141
11 ต.ค. 53	156	196
26 ต.ค. 53	167	183
2 พ.ย. 53	180	169
16 พ.ย. 53	199	189
30 พ.ย. 53	171	181
14 ธ.ค. 53	196	218
11 ม.ค. 54	141	169
25 ม.ค. 54	147	182
ค่าเฉลี่ย	182	200

ตารางที่ 6 ค่าของแข็งแขวนลอยตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า(mg/l)	น้ำออก(mg/l)
6 ก.ค. 53	15	1.6
19 ก.ค. 53	11	7.6
9 ส.ค. 53	12.6	7
24 ส.ค. 53	23	7
7 ก.ย. 53	14.6	1.6
21 ก.ย. 53	6	1.7
11 ต.ค. 53	2.67	2.33
26 ต.ค. 53	6	3.67
2 พ.ย. 53	7.3	0.67
16 พ.ย. 53	21	1.33
30 พ.ย. 53	9	0.33
14 ธ.ค. 53	7.33	1
11 ม.ค. 54	3.67	1.37
25 ม.ค. 54	7.67	0.27
ค่าเฉลี่ย	10.75	2.68

ตารางที่ ๗ ค่าฟอสฟอรัสตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า(mg/l)	น้ำออก(mg/l)
6 ก.ค. 53	1.52	2.4
19 ก.ค. 53	1.56	1.92
9 ส.ค. 53	1.5	1.98
24 ส.ค. 53	1.5	1.64
7 ก.ย. 53	1.46	1.94
21 ก.ย. 53	1.4	1.82
11 ต.ค. 53	0.36	0.48
26 ต.ค. 53	0.6	0.68
2 พ.ย. 53	1.28	0.8
16 พ.ย. 53	0.68	0.64
30 พ.ย. 53	0.72	0.6
14 ธ.ค. 53	0.56	0.84
11 ม.ค. 54	0.4	0.6
25 ม.ค. 54	0.5	0.64
ค่าเฉลี่ย	0.988	1.21

ตารางที่ ๓8 ค่าเจดาคไนโตรเจนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า(mg/l)	น้ำออก(mg/l)
6 ก.ค. 53	62.44	81.2
19 ก.ค. 53	74.2	92.96
9 ส.ค. 53	21.56	28.28
24 ส.ค. 53	66.08	87.08
7 ก.ย. 53	5.04	3.64
21 ก.ย. 53	14.28	6.72
11 ต.ค. 53	16.8	7.84
26 ต.ค. 53	13.44	4.48
2 พ.ย. 53	9.52	6.44
16 พ.ย. 53	15.12	8.68
30 พ.ย. 53	18.76	10.08
14 ธ.ค. 53	11.93	17.02
11 ม.ค. 54	8.47	12.24
25 ม.ค. 54	17.6	10.36
ค่าเฉลี่ย	25.37	26.93

ตารางที่ ๑๑ ค่าไนไตรท์ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า(mg/l)	น้ำออก(mg/l)
6 ก.ค. 53	0.0008	0.0133
19 ก.ค. 53	0.0013	0.00013
9 ส.ค. 53	0.0006	0.008
24 ส.ค. 53	0.0005	0.0008
7 ก.ย. 53	0.0041	0.0002
21 ก.ย. 53	0.0029	0.0005
11 ต.ค. 53	0.0039	0.0004
26 ต.ค. 53	0.0036	0.0003
2 พ.ย. 53	0.0004	0.0002
16 พ.ย. 53	0.0009	0.0004
30 พ.ย. 53	0.0015	0.00005
14 ธ.ค. 53	0.00008	0.0002
11 ม.ค. 54	0.0015	0.0013
25 ม.ค. 54	0.0014	0.0016
ค่าเฉลี่ย	0.0002	0.0002

ตารางที่ ก10 ค่าไนเตรตตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า(mg/l)	น้ำออก(mg/l)
6 ก.ค. 53	0.0008	0.0121
19 ก.ค. 53	0.0013	0.0001
9 ส.ค. 53	0.0006	0.0073
24 ส.ค. 53	0.0005	0.0008
7 ก.ย. 53	0.0027	0.0002
21 ก.ย. 53	0.0011	0.0004
11 ต.ค. 53	0.0026	0.0003
26 ต.ค. 53	0.0026	0.0002
2 พ.ย. 53	0.0004	0.0001
16 พ.ย. 53	0.0008	0.0004
30 พ.ย. 53	0.0065	0.0012
14 ธ.ค. 53	0.0009	0.0004
11 ม.ค. 54	0.0068	0.0054
25 ม.ค. 54	0.0049	0.0055
ค่าเฉลี่ย	0.002	0.002

ตารางที่ ๑1 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า(mg/l)	น้ำออก(mg/l)
6 ก.ค. 53	19.04	25.6
19 ก.ค. 53	25.54	17.75
9 ส.ค. 53	28.03	21.9
24 ส.ค. 53	16.63	21.4
7 ก.ย. 53	2.97	3.86
21 ก.ย. 53	1.34	2.18
11 ต.ค. 53	2.52	4.1
26 ต.ค. 53	6.05	3.30
2 พ.ย. 53	4.37	7.50
16 พ.ย. 53	10.1	14
30 พ.ย. 53	5.82	6.44
14 ธ.ค. 53	5.21	8.74
11 ม.ค. 54	9.52	6.13
25 ม.ค. 54	14.5	18.63
ค่าเฉลี่ย	10.83	11.54

ตารางที่ ก12 ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า(MPN/100ml)	น้ำออก(MPN/100ml)
6 ก.ค. 53	≥1600	≥1600
19 ก.ค. 53	160,000	160,000
9 ส.ค. 53	23,160	4000
24 ส.ค. 53	110,000	17,000
7 ก.ย. 53	130,000	23,000
21 ก.ย. 53	140,000	23,000
11 ต.ค. 53	130,000	30,000
26 ต.ค. 53	170,000	30,000
2 พ.ย. 53	220,000	50,000
16 พ.ย. 53	170,000	23,000
30 พ.ย. 53	280,000	50,000
14 ธ.ค. 53	300,000	60,000
11 ม.ค. 54	280,000	50,000
25 ม.ค. 54	-	-
ค่าเฉลี่ย	151,034	37,257

ตารางที่ ก13 ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 - มกราคม 2554

วันที่	น้ำเข้า(mg/l)	น้ำออก(mg/l)
6 ก.ค. 53	213	242.4
19 ก.ค. 53	188	210.4
9 ส.ค. 53	195.4	249
24 ส.ค. 53	241	290
7 ก.ย. 53	131.4	146.4
21 ก.ย. 53	135	139.3
11 ต.ค. 53	153.33	193.67
26 ต.ค. 53	161	179.33
2 พ.ย. 53	172.7	168.33
16 พ.ย. 53	178	187.67
30 พ.ย. 53	162	180.67
14 ธ.ค. 53	188.67	217
11 ม.ค. 54	137.33	167.63
25 ม.ค. 54	139.33	181.73
ค่าเฉลี่ย	171.2	196.7

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นางสาววัญชนก ไตรวารี
 ภูมิลำเนา 154 หมู่ 2 ต.วังแวม อ. คลองขลุง จ. กำแพงเพชร
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

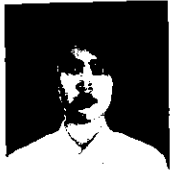
E-mail: ilng_8@hotmail.com



ชื่อ นางสาวกนกนพ รามสูต
 ภูมิลำเนา 454/4 หมู่ 8 ต.น้ำร้อน อ. เมือง จ.ตาก
 ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนตากพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

E-mail: look_tan_59@hotmail.com



ชื่อ นางสาวทิพวรรณ สิงห์อุดม
ภูมิลำเนา 120 หมู่ 13 ต.คณสี อ. เมือง จ.กำแพงเพชร
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

E-mail: pul_alter@hotmail.com

