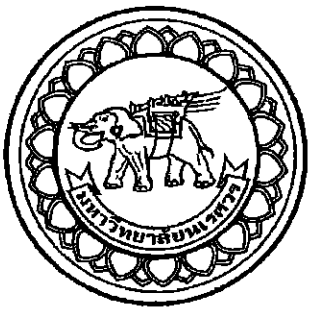


การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

THE STUDY OF EFFLUENT QUALITY AND EFFICIENCY OF NARESUAN UNIVERSITY HOSPITAL WASTEWATER TREATMENT PLANT

นางสาวกนกพรรณ ยอดนิล รหัส 51362541

นายจักกฤต แก้วแต้ม รหัส 51362572

นางสาวศศิธารา เอื้อเฉลิมกุล รหัส 51362787

วันที่รับ 23 มี.ค. 2555

เลขทะเบียน 160530261

เลขเรียกหนังสือ ว.ส. ม124 ก 2554

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวกนกพรรณ	ยอดนิล	รหัสนิสิต 51362541
	นายจักกฤต	แก้วแต้ม	รหัสนิสิต 51362572
	นางสาวศศิธารา	เอื้อเฉลิมกุล	รหัสนิสิต 51362787
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2554		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์)

.....กรรมการ

(อาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

.....กรรมการ

(อาจารย์ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวกนกพรรณ	ยอดนิล	รหัสนิสิต 51362541
	นายจักกฤต	แก้วแต้ม	รหัสนิสิต 51362572
	นางสาวศศิธารา	เอื้อเฉลิมกุล	รหัสนิสิต 51362787
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2554		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรเพื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก โดยเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 6 ครั้งๆละ 3 จุด ได้แก่ น้ำเสียเข้าระบบ น้ำในถังตกตะกอน และน้ำออกจากระบบ ซึ่งน้ำเสียที่ผ่านระบบเหล่านี้ได้นำมาวิเคราะห์ ค่าอุณหภูมิ , พีเอช , ของแข็งทั้งหมด , ของแข็งแขวนลอย , ออกซิเจนละลายน้ำ , บีโอดี , ซีโอดี , ซัลไฟด์ , ไนไตรท – ไนโตรเจน , ไนเตรท – ไนโตรเจน และทีเคเอ็นไนโตรเจน

จากการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำทิ้งของระบบได้มาตรฐาน ประสิทธิภาพในระบบบำบัดบีโอดีและซีโอดีเท่ากับร้อยละ 41.80 และ 18.18 ตามลำดับ

Project title	The study of effluent quality and efficiency of Naresuan university hospital wastewater treatment plant		
Name	Ms. Kanokpan	Yodnil	ID 51362541
	Mr. Chakkrit	Kaewtam	ID 51362572
	Ms. Sasitara	Auchalermkul	ID 51362787
Project advisor	Mr. Ampol	Techowanich	
Major	Environmental Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2011		

Abstract

This project was to study the effluent quality and efficiency of Naresuan university hospital wastewater treatment plant comparing with the effluent standard of type A building. The samples were collected 6 times each 3 points : influent , sedimentation tank and effluent. These samples were analyzed for temperature , pH , total solid , suspended solid , dissolved oxygen , BOD , COD , sulfide , nitrite-nitrogen , nitrate-nitrogen and TKN

The result implied that the effluent quality met the standard. The treatment efficient of BOD , COD were 41.80 and 18.18 percent, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ที่โครงงานนี้สำเร็จได้ ทางคณะผู้ดำเนินงานต้องขอขอบคุณ อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์ ที่ปรึกษาโครงงานเป็นอย่างสูง ที่ให้คำปรึกษา แนะนะวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นแก่ทางคณะผู้ดำเนินงานสามารถนำไปปรับใช้ในขั้นตอนการดำเนินงานของตัวเองได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณฝ่ายปฏิบัติการภาควิชาสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านเครื่องมือและคำแนะนำในการทดลอง

ขอขอบคุณแผนกวิศวกรรมของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่างน้ำและข้อมูลของโรงพยาบาล

ขอขอบคุณคณะท่านอาจารย์มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้รับประสิทธิ์ประสามวิชาความรู้แก่คณะผู้ดำเนินงาน

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณบิดามารดาที่ให้ความอุปการะทางด้านการเงิน และด้านจิตใจจนกระทั่งทำให้โครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นางสาวกนกพรรณ ยอดนิล
นายจักกฤต แก้วแต้ม
นางสาวศศิธารา เอื้อเฉลิมกุล
มีนาคม 2555

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก

บทคัดย่อภาษาไทย.....ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค

กิตติกรรมประกาศ.....ง

สารบัญ.....จ

สารบัญตาราง.....ช

สารบัญรูป.....ซ

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน.....1

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2

1.6 แผนการดำเนินงาน.....2

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....3

2.1 ลักษณะน้ำทางกายภาพ.....3

2.2 ลักษณะน้ำทางเคมี.....4

2.3 ลักษณะน้ำทางชีวภาพ.....6

2.4 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย.....6

2.5 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย.....8

2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ.....10

2.7 ระบบเอเอส.....13

2.8 การฆ่าเชื้อโรค.....15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.9 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล.....17

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน.....24

3.1 สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ.....24

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเก็บตัวอย่าง.....25

3.3 วิธีการเก็บน้ำตัวอย่าง.....25

3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการทดลองและวิเคราะห์.....27

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....28

4.1 ผลการทดลอง.....28

4.2 ผลการหาอัตราการไหลของน้ำเสียในระบบ.....39

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....42

5.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร.....42

5.2 ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ.....43

5.3 ข้อเสนอแนะ.....43

บรรณานุกรม.....44

ประวัติผู้ดำเนินงานโครงการ.....45

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....2

2.1 ปริมาณคลอรีนที่ต้องการใช้เพื่อการฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียประเภทต่าง.....16

2.2 จำนวนโคลิฟอร์มที่มีหลงเหลือในน้ำทิ้งเมื่อมีการเติมคลอรีนแล้ว.....17

2.3 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.....22

2.4 สรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อย
น้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือออกสู่สิ่งแวดล้อม..... 23

3.1 วันที่เก็บตัวอย่างน้ำ.....26

3.2 รายละเอียดพารามิเตอร์ที่เก็บและจุดเก็บน้ำ.....26

3.3 พารามิเตอร์ที่เก็บและวิธีการวิเคราะห์.....27

4.1 ค่าอุณหภูมิ.....28

4.2 ค่าพีเอช.....29

4.3 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ.....30

4.4 ค่าซีโอดี.....31

4.5 ค่าบีโอดี.....32

4.6 ค่าทีเคเอ็น.....33

4.7 ค่าไนไตรท์ – ไนโตรเจน.....34

4.8 ค่าไนเตรท – ไนโตรเจน.....34

4.9 ค่าซัลไฟด์.....35

4.10 ค่าของแข็งทั้งหมด.....36

4.11 ค่าของแข็งแขวนลอย.....37

4.12 ค่าของแข็งละลายน้ำ.....38

5.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร.....42

5.2 สรุปค่าของแข็งที่ละลายน้ำตามมาตรฐาน.....42

5.3 ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ.....43

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศแบบถังกรองไร้อากาศ....13

2.2 ระบบ fixed film....15

2.3 โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร....18

2.4 แปลนระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร....20

2.5 ไดอะแกรมน้ำทิ้งที่เข้าสู่ระบบบำบัด....21

3.1 จุดเก็บน้ำเข้า....24

3.2 จุดเก็บน้ำในถังตกตะกอน....24

3.3 จุดเก็บน้ำออก....25

4.1 กราฟอุณหภูมิ....28

4.2 กราฟพีเอช....29

4.3 กราฟออกซิเจนละลายน้ำ....30

4.4 กราฟซีโอดี....31

4.5 กราฟบีโอดี....32

4.6 กราฟทีเคเอ็น....33

4.7 กราฟไนไตรท์-ไนโตรเจน และ ไนเตรท – ไนโตรเจน....34

4.8 กราฟซัลไฟด์....35

4.9 กราฟของแข็งทั้งหมด....36

4.10 กราฟของแข็งแขวนลอย....37

4.11 กราฟของแข็งละลายน้ำ....38

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงงาน

โรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลเป็นสถานที่สำหรับให้บริการด้านการรักษาและดูแลสุขภาพให้กับบุคคลที่อยู่ในสภาวะเจ็บป่วย เป็นเหตุผลที่ทำให้โรงพยาบาลนั้นต้องมีการใช้ยาและสารเคมีต่างๆในการรักษาผู้ที่เจ็บป่วย ทำให้โรงพยาบาลมีน้ำทิ้งที่มีสารเคมีผสมหรือปนเปื้อนอยู่ในน้ำเป็นจำนวนมาก น้ำทิ้งจากโรงพยาบาลนั้นเป็นน้ำทิ้งชุมชนประเภทหนึ่งที่มีความสกปรกและเชื้อโรคต่าง ๆ ที่อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อแหล่งน้ำธรรมชาติได้หากไม่ได้รับการบำบัดที่ถูกต้อง ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคหรือผู้ใช้จากแหล่งน้ำเหล่านั้น เพราะฉะนั้นระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจึงมีความน่าสนใจ ในการศึกษาเป็นอย่างมากและในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นแหล่งข้อมูลในการทำโครงงานครั้งนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบถึงคุณสมบัติของน้ำทิ้งของโรงพยาบาลเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

1.3.2 ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

1.4 ขอบเขตของการทำโครงงาน

สำรวจและเก็บข้อมูลจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล มีการตรวจคุณภาพน้ำได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช ของแข็งทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย ออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี ซีโอดี ซัลไฟด์ ไนไตรท – ไนโตรเจน ไนเตรท – ไนโตรเจน ทีเคเอ็น เดือนละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 3 เดือน เพื่อนำค่าที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งอาคาร

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ลำดับ	การดำเนินงาน	ปี พ.ศ.2554				ปี พ.ศ.2555		
		ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1.	เก็บข้อมูลเบื้องต้น							
2.	กำหนดขั้นตอนการทำงาน							
3.	เก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ							
4.	นำเสนอโครงร่าง							
5.	วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล							
6.	ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์							

1.6 แผนการดำเนินงาน

สถานที่ในการดำเนินงาน ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยมีระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่ พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง 2000 บาท
2. วัสดุคอมพิวเตอร์ 300 บาท
3. ถ่ายเอกสารและเข้าเล่มรายงาน 700 บาท

รวม 3000 บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

การบำบัดน้ำเสียเป็นการกำจัดสารต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียและปรับปรุงคุณภาพของน้ำเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานการปล่อยน้ำเสียจากอาคารและยังสามารถระบายสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสามารถปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ในการศึกษาและดำเนินงานนั้นจำเป็นต้องทราบถึงหลักการและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวกับลักษณะของน้ำเสียและมีความเข้าใจในระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงานของโครงงาน

2.1 ลักษณะน้ำทางกายภาพ (Physical characteristics)

ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพเป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียเพื่อกำจัดสิ่งเจือปนที่ไม่ละลายน้ำออก ซึ่งประกอบไปด้วยลักษณะหลายประการเช่น กลิ่น สี ความขุ่น อุณหภูมิ ปริมาณของแข็งทั้งหมด เป็นต้น ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีความสัมพันธ์มากน้อยไม่เท่ากัน และในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของแข็งแขวนลอยและอุณหภูมิ

2.1.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solids)

ของแข็งหมายถึงสารทุกอย่างในของเหลวยกเว้นน้ำ การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะใช้วิธีชั่งน้ำหนัก (Gravimetric Method) ซึ่งของแข็งแบ่งได้หลายชนิดดังนี้

2.1.1.1 ของแข็งจมตัวได้ (Settleable solids)

ของแข็งจมตัวได้คือของแข็งที่จมตัวอยู่ก้นภาชนะเมื่อตั้งทิ้งไว้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อลิตร ซึ่งปริมาณของแข็งที่ตกตะกอนได้มีประโยชน์ในการออกแบบและควบคุมประสิทธิภาพของถังตกตะกอน

2.1.1.2 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolve Solids หรือ TDS)

ของแข็งละลายน้ำทั้งหมดคือของแข็งที่คงเหลืออยู่หลังจากการระเหยไอน้ำแห้งแล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 103 – 105 °C

2.1.1.3 ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids หรือ SS)

ของแข็งแขวนลอยคือของแข็งที่เหลือค้างบนกระดาษกรองใยมาตรฐานหลังจากกรองน้ำตัวอย่างแล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 103 – 105 °C และใช้ในการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียโดยบอกถึงปริมาณจุลินทรีย์ในระบบ หากวัดในถังเติมอากาศ

2.1.1.4 ของแข็งแขวนลอยระเหยได้ (Volatile Suspended Solids หรือ VSS)

ของแข็งแขวนลอยระเหยได้คือของแข็งส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ ตรวจวัดได้โดยนำกระดาษกรองที่วิเคราะห์หาของแข็งไปเผาที่อุณหภูมิ 550 °C น้ำหนักของแข็งที่ระเหยไปคือปริมาณของแข็งระเหยได้

2.1.2 อุณหภูมิ (Temperature)

เมื่อน้ำมีอุณหภูมิมากขึ้นกว่าปกติ มีผลทำให้ปฏิกิริยาชีวเคมีของพวกจุลินทรีย์สูงขึ้นด้วย ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำนั้นถูกใช้เพิ่มขึ้น และทำให้การเจริญเติบโตของพืชที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำมีมากกว่าปกติ นอกจากนี้ยังมีผลทำให้การละลายของออกซิเจนในน้ำลดลงเนื่องจากน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น

2.2 ลักษณะน้ำทางเคมี (Chemical characteristics)

ลักษณะน้ำทางเคมีเป็นวิธีการวิเคราะห์น้ำเสียที่ให้สารเคมีผสมกับน้ำเสียเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งจะสามารถหาค่าของปริมาณและค่าต่างๆได้ ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาเกี่ยวกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี ซีโอดี พีเอช ไนโตรเจนและซัลไฟด์

2.2.1 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen หรือ DO)

ออกซิเจนละลายน้ำคือออกซิเจนที่สามารถละลายอยู่ภายในน้ำได้ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นมากต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ แหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปนั้นจะมีค่าออกซิเจนละลายน้ำประมาณ 5 – 7 มิลลิกรัมต่อลิตรของน้ำ แต่ถ้าน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้การละลายของออกซิเจนลดลง หรือถ้าในน้ำมีสิ่งมีชีวิตมากจะทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเช่นกัน ซึ่งหากในน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่เพียงพออาจแก้ปัญหาโดยการเติมออกซิเจนในน้ำโดยเครื่องเติมอากาศในน้ำ

2.2.2 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand หรือ BOD)

สารอินทรีย์ในน้ำประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น แป้ง ไขมัน ฯลฯ หากต้องการที่จะวัดปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดจะทำได้ยากเพราะไม่รู้ว่าในน้ำนั้นมีสารชนิดใดบ้าง จึงนิยมใช้การวัดปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำในเวลา 5 วัน เป็นค่าบอกสารอินทรีย์แทน เรียกว่าบีโอดี โดยค่าบีโอดีจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ บีโอดีมากแสดงว่าปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำมีมาก หรือใช้บ่งบอกถึงความปนเปื้อนของน้ำเสีย นอกจากนั้นยังใช้ออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย โดยขนาดของระบบบำบัดมักจะขึ้นกับอัตราการไหลและปริมาณของสารอินทรีย์ที่ต้องการบำบัด รวมถึงยังบอกประสิทธิภาพของระบบบำบัด

น้ำเสียได้ด้วย โดยวัดค่าบีโอดีก่อนเข้าระบบเปรียบเทียบกับหลังจากผ่านระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว

2.2.3 ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand หรือ COD)

ในการวัดค่าบีโอดีจะใช้เวลานานและไม่สามารถกระทำได้ในกรณีที่น้ำเสียมีสภาพไม่เหมาะกับจุลินทรีย์ เช่น มีสารพิษ ขาดสารอาหาร เป็นต้น จึงจำเป็นต้องวัดปริมาณสารอินทรีย์โดยกระบวนการทางเคมีแทน โดยการใช้สารเคมีในการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาพที่เป็นกรดและมีอุณหภูมิสูง ใช้เวลาประมาณ 2 – 3 ชั่วโมงเท่านั้น จึงเป็นการสะดวกในกรณีที่ต้องการผลที่รวดเร็ว ซึ่งค่าซีโอดีนี้มักจะมีค่ามากกว่าบีโอดี เพราะสารเคมีสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ดีกว่าจุลินทรีย์ และอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดี มักมีค่าอยู่ในช่วงหนึ่ง ถ้าหาค่าซีโอดีได้จะคำนวณประมาณค่าซีโอดีได้โดยคร่าวๆ

2.2.4 พีเอช (pH)

พีเอชหมายถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ซึ่งเป็นค่าที่สำคัญที่บอกถึงคุณภาพของน้ำว่าเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปหรือไม่ ค่าพีเอชแสดงความเป็นกรดหรือด่างของน้ำ และเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อระบบบำบัดน้ำเสียทั้งทางชีวภาพและเคมี โดยค่าพีเอชของน้ำที่เป็นกลางมีค่าประมาณ 6.5 – 7.5 ซึ่งเป็นค่าเหมาะสมต่อระบบบำบัดน้ำเสีย การวัดค่าพีเอชนิยมใช้เครื่องวัดพีเอช ซึ่งมีความสะดวกและรวดเร็ว

2.2.5 ไนโตรเจน (Nitrogen)

ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพวกพืชทั่วไปและรวมถึงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ด้วย ดังนั้น ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพจำเป็นต้องมีสารไนโตรเจนที่เพียงพอในน้ำ ถ้าไม่พอจำเป็นต้องเติมลงไปในน้ำเสีย แต่ถ้ามีมากเกินไปในแม่น้ำอาจเป็นผลเสีย เพราะจะมีการเจริญเติบโตของสาหร่ายเป็นจำนวนมากหรือเรียกว่า Algae Blooms จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมปริมาณของไนโตรเจนในน้ำให้เหมาะสม ซึ่งไนโตรเจนที่มีอยู่ในธรรมชาติจะอยู่ในรูปแบบต่างๆดังนี้

2.2.5.1 แก๊สไนโตรเจน (N_2) อยู่ในอากาศมีประมาณร้อยละ 78 ของปริมาณอากาศทั้งหมด

2.2.5.2 แอมโมเนีย (NH_3) เป็นสารประกอบเคมีที่ประกอบด้วยธาตุไนโตรเจนและไฮโดรเจนซึ่งถ้าอยู่ในรูปของแก๊สจะเป็นพิษ แอมโมเนียในระบบบำบัดน้ำเสียนั้นส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งมีชีวิตย่อยสลายโปรตีนและกรดอะมิโนและถูกขับออกมาในปัสสาวะ

2.2.5.3 ไนไตรท์ (NO_2^-) เป็นสารประกอบมาจากการรวมกันของไนโตรเจน 1 อะตอม กับออกซิเจน 2 อะตอม โดยส่วนใหญ่ไนไตรท์มีพิษสูงแม้มีในปริมาณเล็กน้อย

2.2.5.4 ไนเตรท (NO_3^-) เป็นสารประกอบเกิดจากการรวมตัวกันของไนโตรเจน 1 อะตอมกับออกซิเจน 3 อะตอม ความสัมพันธ์ของสารไนโตรเจนรูปต่างๆได้แสดงไว้ในรูปของสมการดังนี้

เจดาห์ลไนโตรเจน (TKN) = แอมโมเนีย + สารอินทรีย์ไนโตรเจน (2.1)

ไนโตรเจนทั้งหมด (TN) = เจดาห์ลไนโตรเจน + ไนไตรท์ + ไนเตรท (2.2)

2.2.6 ซัลไฟด์ (Sulfide)

ซัลไฟด์ในน้ำเสียส่วนมากมาจากปฏิกิริยารีดักชันของซัลเฟตโดยจุลินทรีย์ในน้ำเสีย ในสภาพที่น้ำเสียมีค่าพีเอชเป็นกรด ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide) จะหนีออกมาจากน้ำเสียทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนเหมือนก๊าซไข่เน่าจึงเรียกก๊าซนี้ว่าก๊าซไข่เน่า

ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นสารที่เป็นพิษมากโดยขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาที่ได้รับซึ่งอาจจะถึงขั้นทำให้เสียชีวิตได้ถ้าได้รับในปริมาณมากในระยะเวลาสั้น โดยทั่วไปปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในน้ำใช้เป็นดัชนีบอกคร่าวๆได้ว่าน้ำในแหล่งน้ำอยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจนละลายน้ำอยู่และมีสภาพเป็นกรดเพียงใด ซัลไฟด์นั้นอาจอยู่ในหลายรูปแบบแต่ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ

ซัลไฟด์ที่ละลายน้ำเป็นปริมาณซัลไฟด์ที่อยู่ในสารละลาย สารประกอบซัลไฟด์ที่รวมกัน ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ออออน (HS^-) และซัลไฟด์ออออน (S^-) ซึ่งปริมาณของแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับพีเอชของสารละลาย

2.3 ลักษณะน้ำทางชีวภาพ (Biological characteristics)

ประกอบด้วยจุลินทรีย์มากมายหลายชนิดเจือปนอยู่ จุลินทรีย์ที่พบในน้ำเสียทั่วไป ได้แก่ แบคทีเรีย สาหร่าย ฟังไจ โพรโตซัว โรทีเฟอร์และไวรัส เป็นต้น

2.4 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดน้ำเสียเป็นกระบวนการที่ทำให้ของแข็งที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียหมดไป หรือเปลี่ยนแปลงสภาพจากสารอินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียได้ง่าย กลายเป็นแร่ธาตุหรือสารอินทรีย์ที่ค่อนข้างคงสภาพ ส่งผลให้ความสกปรกในน้ำลดลงอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานที่กำหนดและไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนของแข็งที่ทำการแยกออกไปนั้นต้องนำไปกำจัดตามวิธีที่ถูกต้อง โดยส่วนใหญ่แล้วกระบวนการบำบัดน้ำเสียจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.4.1 กระบวนการทางกายภาพ (Physical processes)

เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยการแยกเอาของแข็งที่ไม่ละลายน้ำออกจากน้ำเสียโดยวิธีการต่างๆได้แก่

2.4.1.1 การดักด้วยตะแกรง (Screening) เป็นการดักเศษขยะต่างๆ ที่ไหลมากับน้ำเสียทำในขั้นตอนแรกของการบำบัด

2.4.1.2 การตัดย่อย (Commination) เป็นการใช้เครื่องตัดย่อยทำการบดและตัดเศษขยะขนาดใหญ่ให้เป็นเศษขนาดเล็กเท่าๆกัน

2.4.1.3 การกวาด (Skimming) เป็นการกำจัดน้ำมันและไขมันโดยการดักหรือกวาดออกจากน้ำเสีย

2.4.1.4 การทำให้ลอย (Floating) เป็นการแยกตะกอนออกจากน้ำเสียโดยวิธีทำให้ลอยใช้กับตะกอนที่มีความถ่วงจำเพาะที่น้อยกว่าน้ำ

2.4.1.5 การกรอง (Filtration) เป็นการดักตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กด้วยชั้นหินและชั้นทราย โดยทั่วไปตะกอนส่วนใหญ่จะถูกดักบริเวณผิวชั้นกรองจนเกิดเป็นชั้นฟิล์ม

2.4.1.6 การตกตะกอน (Sedimentation) เป็นการแยกตะกอนออกจากน้ำเสียโดยการใช้แรงโน้มถ่วง ใช้กับตะกอนที่มีความถ่วงจำเพาะหนักกว่าน้ำ

2.4.2 กระบวนการทางเคมี (Chemical processes)

เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสีย โดยต้องการกำจัดหรือแยกสารที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย จะต้องใช้สารเคมี เติมลงไปในน้ำเสีย เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้เกิดการแยกสารปนเปื้อนได้ประสิทธิภาพสูงที่สุด ดังนั้นความรู้ทางด้านเคมีจะช่วยในการเลือกชนิดและปริมาณสารเคมีที่ต้องการผสมลงไป ข้อเสียของการเลือกใช้กระบวนการทางเคมีในการบำบัดน้ำเสียก็คือ เมื่อได้เติมสารเคมีลงไปในน้ำเสียแล้วก็จะมีปริมาณสารเคมีผสมอยู่ในน้ำเสีย ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบในด้านอื่นๆ วัตถุประสงค์ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี สามารถแบ่งออกได้เป็นหัวข้อใหญ่ๆ ดังนี้

2.4.2.1 ปรับสภาพของน้ำเสียให้เหมาะสมกับความต้องการ เช่น ปรับค่าความเป็นกรดหรือด่าง เติมสารอาหาร (nutrients) ให้มีเหมาะสมกับการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

2.4.2.2 สร้างตะกอนเล็กๆ ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้สามารถตกตะกอนได้ง่าย (Coagulation and Flocculation)

2.4.2.3 ทำให้มลสารที่ละลายอยู่ในน้ำเสีย เช่น โลหะหนัก เป็นมลสารไม่ละลายในน้ำ เรียกวิธีนี้ว่า Precipitation

2.4.2.4 ฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) ในน้ำทิ้งก่อนปล่อยทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม

2.4.2.5 ปรับสภาพของตะกอน (Sludge conditioning) เพื่อใช้ย่อยตะกอนและแยกน้ำออกจากตะกอน

2.4.3 กระบวนการทางชีวภาพ (Biological processes)

การบำบัดทางชีวภาพ เป็นวิธีการบำบัดโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสีย โดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหารและเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ ทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง จุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจนก็ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ ระบบคลองวนเวียน ระบบเติมอากาศ ระบบโปรยกรอง ระบบยูเอสบี และระบบกรองไร้อากาศ

กระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีวภาพเป็นกระบวนการที่นิยมใช้มากที่สุดในงานบำบัดน้ำเสียเพราะเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการบำบัดอื่นๆ จุดประสงค์หลักของการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้คือ การกำจัดหรือลดสารอินทรีย์ลงให้ได้มากที่สุด นั่นคือต้องการกำจัดสารอินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำเสียซึ่งก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย โดยอาศัยหลักการใช้จุลชีพย่อยสลายแปรเปลี่ยนสภาพของสารอินทรีย์ต่างๆไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ถ้าใช้ระบบเติมอากาศ) หรือก๊าซมีเทน (ถ้าใช้ระบบไม่เติมอากาศ) ดังนั้นการออกแบบและควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้ต้องคำนึงถึงการมีสภาวะแวดล้อมในถังอย่างเหมาะสม ได้แก่ บีโอดี ปริมาณและอายุจุลชีพ พีเอช อุณหภูมิ สารพิษ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านชีวเคมี (Biochemistry) และจุลชีววิทยา (Microbiology)

2.5 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

โดยส่วนใหญ่ระบบบำบัดน้ำเสียจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

2.5.1 การเตรียมการบำบัดน้ำเสีย (Preliminary treatment)

เป็นขั้นตอนในการเตรียมการบำบัดก่อนที่จะให้น้ำเสียผ่านเข้าสู่ระบบบำบัด โดยการแยกเอาวัตถุแขวนลอยซึ่งไม่ละลายน้ำ เช่น ขยะและเศษวัตถุชิ้นใหญ่ ออกจากน้ำเสีย การแยกวัตถุแขวนลอยเหล่านี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เป็นการแยกสิ่งแขวนลอยใหญ่ เช่น ถุงพลาสติก ขวด และเศษวัสดุอื่นๆ ออกโดยใช้ตะแกรงเหล็ก น้ำเสียที่ผ่านขั้นตอนนี้จะยังมีวัตถุแขวนลอยอยู่ แต่จะมีขนาดเล็กและเบา

ขั้นที่ 2 เป็นการทำให้วัตถุแขวนลอยที่ผ่านมาจากขั้นที่ 1 ตกตะกอน โดยให้น้ำเสียลดความเร็วลงและไหลช้า สารแขวนลอยเหล่านั้นจะตกตะกอน จากนั้นทำการแยกตะกอนและเศษขยะที่ตกอยู่ก้นบ่อออก

2.5.2 การบำบัดขั้นต้น (Primary treatment)

เป็นการนำน้ำมาตกตะกอนซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ออกจากน้ำ ตะกอนที่ก้นถังตกตะกอน เรียกว่า Primary Sludge ต้องนำไปกำจัดต่อไป การบำบัดในขั้นตอนนี้จะลดค่า บีโอดีได้ประมาณร้อยละ 25-40 แล้วแต่คุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของถังตกตะกอน

2.5.3 การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary treatment)

เป็นการบำบัดสารอินทรีย์หรือบีโอดี ซึ่งอยู่ในรูปสารละลายหรืออนุภาคคอลลอยด์ใช้กระบวนการทางชีววิทยาแบบต่าง ๆ เช่น แอกทิเวเต็ดสลัดจ์และระบบลานกรอง ซึ่งใช้แบคทีเรียเป็นสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง จะมีตะกอนแบคทีเรียที่ต้องกำจัด (secondary sludge) รวมกับตะกอนที่เกิดจากการบำบัดขั้นต้น การบำบัดขั้นที่สองนี้จะลดค่าบีโอดีได้ประมาณร้อยละ 75-95 ค่าบีโอดีของน้ำทิ้งจะต่ำกว่า 20 มล./ล. ระบบกำจัดน้ำทิ้งโดยมากจะมีเพียงการกำจัดขั้นที่สองเท่านั้น สำหรับระบบฆ่าเชื้อโรคในน้ำทิ้ง เช่น การเติมคลอรีนก็จัดอยู่ในระบบบำบัดขั้นที่สองด้วย

2.5.4 การบำบัดขั้นที่สาม (Tertiary treatment)

ใช้เมื่อต้องการน้ำทิ้งที่สะอาดจนใช้ในการอุปโภคบริโภคได้ กระบวนการการบำบัดที่ใช้เป็นกระบวนการเคมี รวมกับกระบวนการกายภาพเคมี น้ำทิ้งจานการบำบัดขั้นที่สองจะถูกกำจัดสารตะกอนแขวงลอยที่หลงเหลือ และนำมาตกตะกอนแยกสารประกอบฟอสเฟตออกด้วยน้ำปูนขาว จากนั้นจึงนำมากำจัดสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ด้วยขบวนการดูดซึม (carbon adsorption) และกำจัดแอมโมเนียและสารประกอบโลหะต่างๆ ออกด้วยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange) หลังจากฆ่าเชื้อโรคแล้วจะได้น้ำทิ้งที่สะอาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะทำการ

นำบัดน้ำเสียเพื่อให้ได้น้ำที่ต้องการนำกลับมาใช้อีก เช่น นำมารดน้ำสนามหญ้า ใช้กับชักโครกระบบหล่อเย็น แม้กระทั้งนำไปผลิตน้ำประปา

2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ

ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพเป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ โดยจุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์เป็นอาหารและสารตั้งต้นในการดำรงชีวิต การเจริญเติบโตและการสังเคราะห์เซลล์ใหม่ (new cell) และได้ผลผลิตเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และสารตกค้างซึ่งไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ สามารถแบ่งตามลักษณะของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

2.6.1 กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ (Aerobic wastewater treatment)

เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยจุลินทรีย์กลุ่มที่ต้องอาศัยออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียกลุ่มที่ใช้อากาศ (aerobic bacteria) สามารถจำแนกได้เป็น 2 ขั้นตอน ตามลำดับดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 : เป็นกระบวนการนำสารอินทรีย์หรือสารอาหารเข้าไปในเซลล์ โดยจุลินทรีย์จะปล่อยเอนไซม์ (enzyme) ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มาเกาะติดที่ผนังเซลล์เพื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสารโมเลกุลเล็กที่จะสามารถซึมผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ได้

ขั้นตอนที่ 2 : เป็นกระบวนการทางชีวเคมีภายในเซลล์จุลินทรีย์ เพื่อผลิตพลังงานไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ และการสร้างเซลล์ใหม่ โดยเขียนอยู่ในรูปของสมการโดยรวมไว้ดังนี้

$$\text{สารอินทรีย์} + N + P \xrightarrow[O_2 \text{ (จากอากาศ)}]{\text{จุลินทรีย์ที่ใช้ } O_2} \text{เซลล์ใหม่} + CO_2 + H_2O + \text{พลังงาน} \qquad (2.3)$$

เมื่อสารอินทรีย์ในน้ำเสียถูกใช้สร้างเซลล์จุลินทรีย์ใหม่ จะรวมตัวกันเป็นฟล็อก (biological flocculation) ก็จะมีน้ำหนักมากขึ้น และแยกออกจากน้ำได้ง่ายด้วยการตกตะกอน กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ จำแนกได้เป็น 2 ประเภทหลัก คือ

1) ระบบบำบัดที่จุลินทรีย์แขวนลอยอยู่ในระบบ (suspended system) เช่น บ่อแอโรบิก (Aerobic Pond) สระเติมอากาศ (Aerated Lagoon) แอคทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) เป็นต้น

2) ระบบบำบัดที่จุลินทรีย์เกาะติดผิวตัวกลาง หรือ ระบบฟิล์มตรึง (fixed film system) เช่น ระบบโปรยกรอง (Trickling Filter) และระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor) เป็นต้น

2.6.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ (anaerobic wastewater treatment)

เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียในสภาวะไร้ออกซิเจน โดยจุลินทรีย์จะอาศัยสารประกอบอื่นเป็นตัวรับอิเล็กตรอนแทนออกซิเจนละลายน้ำ กลไกการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศหรือออกซิเจน สามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เป็นกระบวนการไฮโดรไลซิส (hydrolysis) โดยอาศัยเอนไซม์ที่ถูกส่งออกมานอกเซลล์ เพื่อเปลี่ยนสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เป็นสารโมเลกุลเล็ก

ขั้นตอนที่ 2 : เป็นกระบวนการสร้างกรด (acidogenesis) โดยแบคทีเรียสร้างกรดเปลี่ยนผลผลิตที่ได้จากฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในขั้นตอนที่ 1 ไปเป็นกรดไขมันระเหย (volatile fatty acid; VFA)

ขั้นตอนที่ 3 : เป็นกระบวนการสร้างกรดอะเซติกจากกรดไขมันระเหย (acetogenesis) โดยแบคทีเรียกลุ่มอะเซโตเจนิก (acetogenic bacteria) เปลี่ยนกรดไขมันระเหยไปเป็นผลผลิตสำคัญในการสร้างก๊าซมีเทน ได้แก่ กรดอะเซติก กรดฟอร์มิก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจน

ขั้นตอนที่ 4 : เป็นกระบวนการสร้างมีเทน (methanogenesis) โดยผลผลิตที่ได้จากแบคทีเรียสร้างกรดในขั้นตอนที่ 3 ถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซมีเทนโดยแบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเทน (methanogenic bacteria) แบคทีเรียกลุ่มนี้ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ชนิดแรกคือ แบคทีเรียที่สร้างมีเทนจากคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน (hydrogenotrophic bacteria) โดยได้คาร์บอนมาจากคาร์บอนไดออกไซด์และได้พลังงานจากไฮโดรเจน ชนิดที่สองคือแบคทีเรียที่สร้างมีเทนจากกรดอะเซติก (acetotrophic bacteria) ซึ่งใช้อะเซเตดเป็นตัวรับอิเล็กตรอน และใช้ไฮโดรเจนเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสมการโดยรวมได้ ดังนี้

$$\text{สารอินทรีย์} + N + P \xrightarrow[\text{O (จากสารประกอบ)}]{\text{จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ } O_2} \text{เซลล์ใหม่} + CO_2 + H_2O + CH_4 + \text{พลังงาน} \qquad (2.4)$$

จากกลไกการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศทั้ง 4 ขั้นตอน สรุปได้ว่า ในกระบวนการบำบัดแบบไม่ใช้อากาศอาศัยการทำงานของแบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่สร้างกรดและกลุ่มที่สร้างมีเทน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องรักษาสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่องของแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่ม หากการทำงานของแบคทีเรียกลุ่มหนึ่งเปลี่ยนไปก็จะมีผลต่อการทำงานแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งและประสิทธิภาพโดยรวมของระบบได้ ตัวอย่างเช่น

กรณีที่ระบบได้รับสารอาหารหรือปริมาณสารอินทรีย์เพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ แบคทีเรียกลุ่มที่สร้างกรดจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น สร้างกรดอินทรีย์และผลผลิตต่างๆเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้แบคทีเรียกลุ่มที่สร้างมีเทนซึ่งมีความสามารถในการเจริญเติบโตต่ำกว่า ไม่สามารถย่อยสลายกรดอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นได้ทัน ก็จะมีปริมาณกรดอินทรีย์สะสมเพิ่มขึ้น ซึ่งถ้าระบบไม่มีกำลังบัฟเฟอร์เพียงพอ ค่าพีเอชของระบบที่ลดลงจะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลุ่มที่สร้างมีเทน จนอาจทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลง หรือการทำงานของระบบล้มเหลวได้ในที่สุด

กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทหลัก เช่นเดียวกับกระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบใช้อากาศ คือ

1) ระบบแขวนลอยในน้ำ เช่น บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic Pond) ถังหมักไร้อากาศ (Anaerobic Digester) ถังย่อยแบบสัมผัส (Anaerobic Contact) เป็นต้น

2) ระบบเกาะยึดตัวกลาง เช่น ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) ระบบชั้นลอยตัวไร้ออกซิเจน (Anaerobic Fluidized Bed) เป็นต้น

ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร มีถังบำบัดประเภทไม่ใช้อากาศแบบถังกรองไร้อากาศ

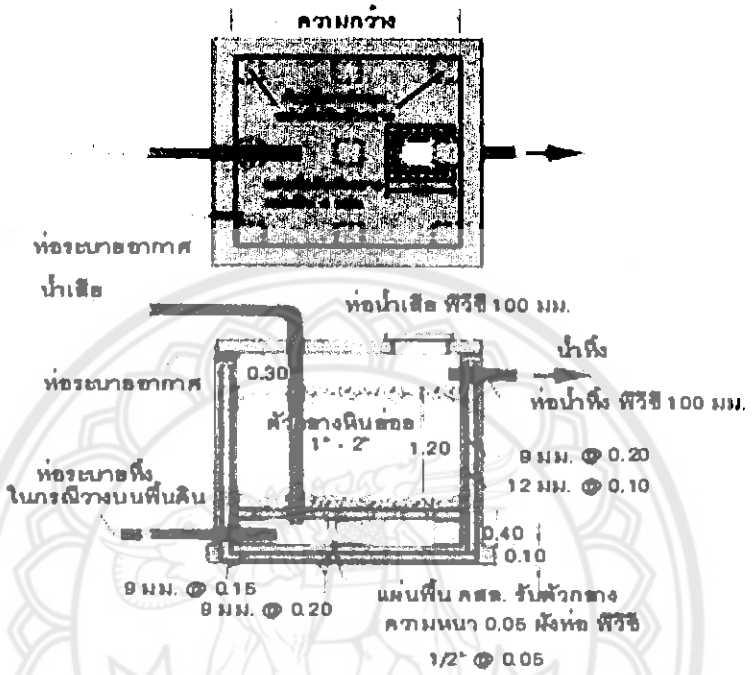
2.6.2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศแบบถังกรองไร้อากาศ

ระบบบ่อกรองไร้อากาศ เป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศเช่นเดียวกับบ่อเกรอะ แต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดมากกว่า โดยภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลาง (media) บรรจุอยู่ ตัวกลางที่ใช้กันมีหลายชนิด เช่น หลอดพลาสติก หิน ลูกบอลพลาสติก กรงพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่นๆ ตัวกลางเหล่านี้มีพื้นที่ผิวมากเพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้น

น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลาง จากนั้นจึงไหลออกทางท่อด้านบน ขณะที่ไหลผ่านชั้นตัวกลาง จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลง

จากการที่จุลินทรีย์กระจายอยู่ในถังสม่ำเสมอ น้ำเสียจะถูกบำบัดเป็นลำดับจากด้านล่างจนถึงด้านบน ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีของระบบนี้จึงสูงกว่าระบบบ่อเกรอะ แต่อาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของตัวกลางภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อดักไขมันไว้หน้าระบบ หรือถ้าใช้บำบัดน้ำส้วมก็ควรผ่านบ่อเกรอะก่อน

ถังกรองไร้อากาศอาจสร้างด้วยวงขอบซีเมนต์หรือคอนกรีตในที่ หรือใช้ถังสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามหากออกแบบบ่อกรองไร้อากาศหรือดูแลรักษาไม่ดี นอกจากจะไม่สามารถกำจัดของเสียได้แล้ว ยังเกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนได้



รูปที่ 2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศแบบถังกรองไร้อากาศ

ที่มา : http://www.novabizz.com

2.7 ระบบเอเอส (Activated Sludge)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีชีวภาพที่นิยมใช้มาก โดยอาศัยจุลชีพที่มีปริมาณมากพอสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย จุลชีพเหล่านี้จะแขวนลอยอยู่ในน้ำในถังเติมอากาศ ซึ่งจุลชีพจะขยายพันธ์เพิ่มปริมาณขึ้นในลักษณะที่เรียกว่าการเจริญเติบโตแขวนลอย (suspended growth) โดยทั่วไปภายในถังเติมอากาศจะมีระบบกวน ซึ่งมักใช้เครื่องจักรกลทำหน้าที่ ดังนั้นจำเป็นต้องมีถังตกตะกอนทำหน้าที่แยกน้ำทิ้งออกจากน้ำสลัดจ์ เพื่อปล่อยน้ำทิ้งที่ใสไหลล้นออกจาถังตกตะกอน ส่วนบริเวณก้นถังตกตะกอนจะมีความเข้มข้นของน้ำสลัดจ์มาก ซึ่งมักจะเวียนกลับสู่ถังเติมอากาศเพื่อช่วยควบคุมจำนวนจุลชีพในถังเติมอากาศ ถ้าพบว่าระบบมีสลัดจ์มากเกินความต้องการ ก็อาจสูบถ่ายจากก้นถังหรือถังเติมอากาศโดยตรงก็ได้ และจะนำสลัดจ์ส่วนเกินนี้ไปบำบัดและกำจัดทิ้งต่อไป ซึ่งแสดงได้ตามสมการดังนี้

$$\text{สารอินทรีย์} + \text{จุลชีพ} \xrightarrow{\text{ออกซิเจน}} \text{จุลชีพขยายพันธ์} + CO_2 + H_2O + \text{พลังงาน} + \text{สารอื่นๆ}$$

หรือ

$$CHONS + O_2 + \text{สารอาหารอื่นที่จำเป็น} \xrightarrow{\text{แบคทีเรีย}} C_5H_7NO_2 + CO_2 + H_2O + \text{พลังงาน} + NH_3 + SO_4^{-2}$$

2.7.1 ประเภทของกระบวนการเอเอส

กระบวนการเอเอสมีอยู่หลายกระบวนการ ประกอบด้วยถังเติมอากาศและถังตกตะกอนเป็นหลัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดวางและรูปแบบของถังเติมอากาศ ซึ่งสามารถจำแนกลักษณะการทำงานของกระบวนการเอเอสต่างๆดังนี้

ก. กระบวนการเอเอสแบบธรรมดา (Conventional process)

ข. กระบวนการเติมอากาศแบบเรียวลง (Tapered aeration process)

ค. กระบวนการเติมอากาศแบบเป็นขั้น (Step-feed aeration process)

ง. กระบวนการแบบผสมสมบูรณ์ (Completely mixed process)

จ. กระบวนการเติมอากาศยืดเวลา (Extended aeration process)

ฉ. กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact stabilization process)

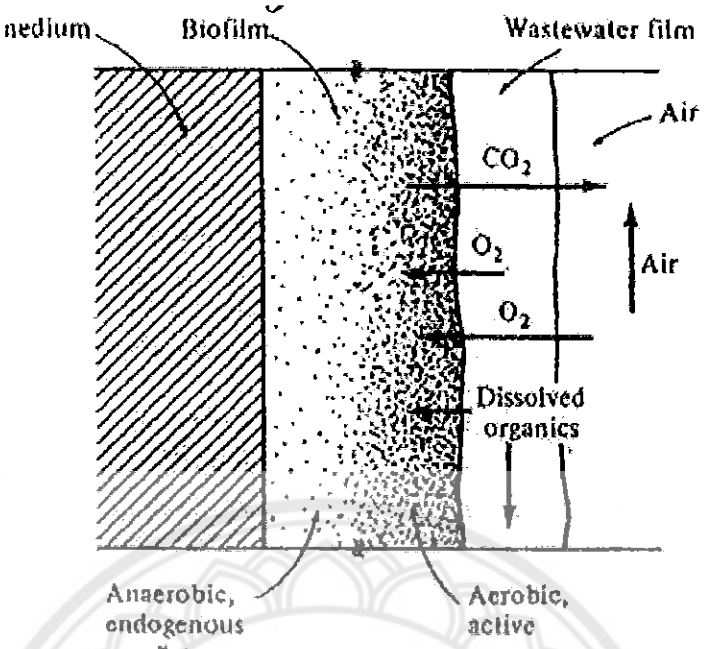
2.7.2 กระบวนการเอเอสแบบเกาะยึดตัวกลาง (Fixed film)

จุลินทรีย์ของระบบนี้จะเจริญเติบโตโดยการเกาะติดตัวกลาง (Media , Attached growth) ซึ่งอาจเป็นก้อนหินหรือพลาสติก ในลักษณะเป็นเม็ด ก้อน แผงหรือแผ่นจาน เรียกระบบฟิล์มตรึง

น้ำเสียที่เข้าระบบไม่ควรมีตะกอน เพราะอาจอุดตันตัวกรอง จึงควรผ่านถังตกตะกอนขั้นต้น (Primary clarifier) ก่อนเข้าระบบบำบัด

ออกซิเจนและสารอินทรีย์ (อาหาร) จะซึมเข้าจากผิวหน้าฟิล์ม เกิดการบำบัดน้ำเสียโดยใช้อากาศ จากอากาศที่ไหลผ่าน (หรืออาจใช้เครื่องเติมอากาศเพิ่มเติมในกรณีที่มีภาระอินทรีย์สูง) ทำให้ฟิล์มหนามากขึ้น จนอากาศหรือสารอินทรีย์เข้าไปไม่ถึงชั้นใน เกิดสภาวะไร้อากาศหรือขาดสารอาหารจนย่อยสลายตัวเอง (Endogenous) ทำให้จุลินทรีย์ตายและหลุดออกมา

น้ำเสียที่ไหลผ่านชั้นฟิล์มทำให้เกิดแรงเฉือน (shear) เอาฟิล์มออกและก่อให้เกิดฟิล์มใหม่ตลอดเวลา



รูปที่ 2.2 ระบบ Fixed film

2.8 การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection)

2.8.1 หลักการฆ่าเชื้อโรค

การฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียหรือน้ำทิ้งในที่นี้หมายถึงการกำจัดเชื้อจุลชีพต่างๆที่เป็นสื่อให้เกิดโรคติดต่อและโรคที่มีติดต่อ แต่มีจุลชีพบางส่วนอาจหลงเหลืออยู่ในน้ำ ซึ่งวิธีการฆ่าเชื้อโรคแบบ Disinfection จะไม่สามารถกำจัดหรือฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้หมด ถ้าเป็นการทำไร้เชื้อหรือเรียกว่า Sterilization จะเป็นการทำลายจุลชีพทั้งหมดไม่ว่าอยู่ในลักษณะพืช สัตว์ รวมทั้งเซลล์สืบพันธุ์ด้วย สำหรับในงานฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียจุลชีพที่จำเป็นต้องกำจัดได้แก่ แบคทีเรีย โปรโตซัว ไวรัส เป็นต้น โดยแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆดังนี้ Bacillary Dysentery, Cholera, Paratyphoid และ Typhoid โปรโตซัวจะก่อให้เกิดโรคต่างๆดังนี้ Amoebic Dysentery, Balantidiasis, Cryptosporidiosis และ Giardiasis ไวรัสจะก่อให้เกิดโรคต่างๆดังนี้ Gastroenteritis, Meningitis และ Respiratory Disease

2.8.2 วิธีการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน

วิธีนี้เป็นวิธีที่สามารถกำจัดเชื้อโรคในน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ และข้อดีของการใช้คลอรีนที่สำคัญคือคลอรีนมีความสามารถกำจัดเชื้อโรคในน้ำได้อย่างต่อเนื่อง คลอรีนมีคุณสมบัติที่ให้มีเหลือตกค้างของคลอรีนในน้ำ ทำให้เมื่อมีเชื้อโรคเข้าสู่น้ำเสียที่หลังจากเติมคลอรีนไปได้

ระยะเวลาหนึ่งแล้ว ก็ยังสามารถฆ่าเชื้อโรคที่มาทีหลังได้ คลอรีนมีทั้งในรูปของกาซคลอรีน และรูปของสารละลายคลอรีนปฏิกิริยาเคมีระหว่างคลอรีนกับน้ำจะได้สมการ

$Cl_2 + H_2O$ ---------- $HOCl + H^+ + Cl^-$

HOCL ---------- $H^+ + OCl^-$

โดยทั่วไปน้ำเสียจะมีไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย ทำให้แอมโมเนียทำปฏิกิริยากับคลอรีน ซึ่งคลอรีนจำนวนนี้จะถูกใช้ไป คงเหลือคลอรีนที่จะฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสีย สมการเคมีระหว่างแอมโมเนียกับคลอรีนได้สมการ

$NH_3 + HOCl$ ---------- $NH_2Cl + H_2O$ (Monochloramine)

$NH_2Cl + HOCl$ ---------- $NHCl_2 + H_2O$ (Dichloramine)

$NHCl_2 + HOCl$ ---------- $NCl_3 + H_2O$ (Nitrogen trichloride)

คลอรีนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียด้วยคลอรีนมีอยู่หลายชนิดดังนี้ ก๊าซคลอรีน (Cl_2) , Calcium Hypochlorite ($Ca(OCl)_2$) , Sodium Hypochlorite (NaOCl) และ Chlorine Dioxide (ClO_2)

ปริมาณคลอรีนที่ใช้ในการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียจะต้องการมากหรือน้อยขึ้นกับประเภทของน้ำเสียหรือน้ำทิ้ง โดยทั่วไปควรนำตัวอย่างน้ำเสียมาทำการทดลองผสมกับคลอรีนจนได้เป็นที่พอใจของผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำเสีย แต่เพื่อง่ายต่อการทราบปริมาณคลอรีนที่ใช้ อาจใช้ค่าในตารางที่ 2.1 และพิจารณาจำนวนโคลิฟอร์ม (Coliform) ที่จะมีเหลืออยู่ในน้ำทิ้งหลังจากเติมคลอรีนผสมลงไปแล้วกับปริมาณคลอรีนหลงเหลืออยู่ในน้ำทิ้งดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 ปริมาณคลอรีนที่ต้องการใช้เพื่อการฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียประเภทต่างๆ

ประเภทของน้ำทิ้ง	ปริมาณคลอรีนที่ต้องการเติม (มก/ลิตร)
น้ำทิ้งจากถังตกตะกอนแรก	5 – 20
น้ำทิ้งจากเอเอส	2 – 8
น้ำทิ้งจากเครื่องกรองที่มาจากระบบเอเอสแล้ว	1 – 5

ตารางที่ 2.2 จำนวนโคลิฟอร์มที่มีหลงเหลือในน้ำทิ้งเมื่อมีการเติมคลอรีนแล้ว

ปริมาณคลอรีนที่หลงเหลืออยู่ (Chlorine Residual) (มก/ลิตร)	จำนวนโคลิฟอร์ม (จำนวน/100 มล)	
	น้ำจากถังตกตะกอนแรก	น้ำจากถังตกตะกอนที่สองของระบบเอเอส
0.5 – 1.5	24,000 – 400,000	1,000 – 12,000
1.5 – 2.5	6,000 – 24,000	200 – 1,000
2.5 – 3.5	2,000 – 6,000	60 – 200
3.5 – 4.5	1,000 – 2,000	30 – 60

2.9 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล

2.9.1 ข้อมูลพื้นฐานของโรงพยาบาล

โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยของรัฐบาลระดับตติยภูมิขั้นสูง (Super tertiary care) ในเขตภาคเหนือตอนล่าง สังกัดคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ 99 หมู่ 9 ถนนพิษณุโลก - นครสวรรค์ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000

เมื่อวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2537 คณะรัฐมนตรีมีมติให้มหาวิทยาลัยนเรศวรจัดตั้งคณะแพทยศาสตร์ขึ้น และในคราวเดียวกันก็ได้อนุมัติให้ดำเนินการก่อสร้างอาคารวิทยาศาสตร์การแพทย์ (ปัจจุบันคืออาคารคณะแพทยศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์) เพื่อรองรับการจัดการเรียนการสอนนิสิตแพทย์ในระดับชั้นตรีคลินิก (ชั้นปี 2-3) รวมทั้งโครงการก่อสร้างอาคารศูนย์วิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยมุ่งหวังให้เป็นสถานศึกษาสำหรับการเรียนการสอนในกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพของมหาวิทยาลัยนเรศวรในส่วนที่เกี่ยวกับการฝึกภาคปฏิบัติการ และเป็นสถานที่พักอาศัยของนิสิตแพทย์ และนิสิตกลุ่มวิทยาศาสตร์สุขภาพอื่นๆที่เรียนภาคปฏิบัติด้วย นอกจากนี้ยังมุ่งหวังให้เป็นศูนย์วิจัยทางการแพทย์และการสาธารณสุขของประเทศในเขตภาคเหนือตอนล่าง รวมทั้งเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการทางการแพทย์และการรักษาพยาบาลแก่ประชาชนในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียงได้มากยิ่งขึ้น

ปี พ.ศ. 2548 สถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติจากที่ประชุมสภามหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 118 (2/2548) เมื่อวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2548 โดยมีมติให้ใช้ชื่อ "โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร" และต่อมาในการประชุมสภามหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 119 (3/2548) เมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2548 มีมติให้รวมสถาบันวิจัยทางวิทยาศาสตร์

สุขภาพ มหาวิทยาลัยนเรศวร เข้าเป็นส่วนหนึ่งของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2548 เพื่อดำเนินการเป็นโรงพยาบาลหลักสำหรับการเรียนการสอนนิสิตแพทย์ระดับชั้นคลินิก (ชั้นปี 4-6) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นไป

ปัจจุบันโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นโรงพยาบาลขนาด 160 เตียง โดยเป็นแหล่งปฏิบัติงานรวมทั้งเป็นแหล่งทำการเรียนการสอนนิสิตแพทย์ระดับชั้นคลินิก และนิสิตสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพของมหาวิทยาลัยนเรศวร ทั้งคณะทันตแพทยศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ คณะสหเวชศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรจะเพิ่มศักยภาพของโรงพยาบาลโดยเพิ่มจำนวนเตียงผู้ป่วยเป็น 250 เตียงในปี พ.ศ. 2555 นอกจากนี้ยังได้รับอนุมัติวงเงินงบประมาณในการก่อสร้างอาคารเพิ่มเติมภายใต้โครงการปฏิบัติการไทยเข้มแข็ง 2555 เพื่อรองรับการพัฒนาระบบบริการให้เป็นโรงพยาบาลขนาด 400 เตียง โดยมีกำหนดการแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2556 เมื่อส่วนขยายก่อสร้างเสร็จ จะสามารถให้บริการทางการแพทย์ได้เพิ่มขึ้น สามารถรองรับการบริการผู้ป่วยนอก (OPD) ได้ถึงวันละ 2,000 คน (จากเดิมมีผู้ป่วยนอกมารับบริการวันละ 700 – 1,000 คน) และผู้ป่วยใน (IPD) มีเตียงให้บริการผู้ป่วยได้ถึง 400 เตียง

รูปที่ 2.3 โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

ที่มา : http://th.wikipedia.org/wiki/มหาวิทยาลัยนเรศวร

2.9.2 ข้อมูลแหล่งกำเนิดน้ำเสีย

2.9.2 ข้อมูลแหล่งกำเนิดน้ำเสีย

น้ำเสียของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรแบ่งเป็น 5 ส่วนคือ

1.น้ำเสียจากการขับถ่ายในร่างกายมนุษย์ จะถูกส่งไปยังบ่อสูบและส่งต่อไปยังบ่อเกรอะในบ่อบำบัดน้ำเสียรวม

2.น้ำเสียจากการชำระล้างร่างกายภายนอกร่างกาย จะถูกส่งไปยังบ่อสูบและส่งต่อไปยังบ่อเกรอะในบ่อบำบัดน้ำเสียรวม

3.น้ำเสียที่มาจากครัว จะถูกส่งไปยังบ่อดักไขมันในบ่อสูบ และส่งต่อไปยังบ่อเกรอะในบ่อบำบัดน้ำเสียรวม

4.น้ำเสียที่มาจากห้อง LAB จะถูกส่งไปยังบ่อบำบัดสารเคมีในบ่อสูบ เพื่อปรับสภาพน้ำให้มีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.5 – 7.5 โดยการเติมกรดหรือด่าง และผสมกันโดย Air pump ภายใต้การควบคุมของ pH controller และส่งต่อไปยังบ่อเกรอะในบ่อบำบัดน้ำเสียรวม

5.น้ำเสียที่มาจากห้องซักล้าง จะถูกส่งไปยังบ่อสูบและส่งต่อไปยังบ่อเกรอะในบ่อบำบัดน้ำเสียรวม

2.9.3 ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย

2.9.3.1 บ่อเกรอะ

บ่อเกรอะนี้จะเป็นการบำบัดน้ำเสียขั้นแรก โดยการบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเป็นกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการออกซิเจนช่วยในการย่อยสลาย ปกติประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อเกรอะไม่สูงนัก น้ำเสียจากบ่อจึงยังคงมีค่าบีโอดีสูงกว่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ จึงต้องผ่านเข้าระบบบำบัดน้ำเสียต่อไปโดยไปยังบ่อกรองไร้อากาศผ่านท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว มีปริมาตรรวม 914 ลูกบาศก์เมตร

2.9.3.2 บ่อกรองไร้อากาศ

ภายในบ่อจะมีชั้นตัวกลาง Ring media บรรจุอยู่ น้ำเสียจะถูกบำบัดด้วยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในชั้นกลาง ซึ่งชั้นกลางจะมีลักษณะเป็นพลาสติกทรงกลมแบ่งเป็นช่อง นำมาเติมให้เต็มบ่อเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวภายในให้จุลินทรีย์อาศัยมากขึ้น น้ำเสียเมื่อไหลเข้าทางด้านล่างของบ่อแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นกลาง จุลินทรีย์ในชั้นตัวกลางชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสารอินทรีย์ในน้ำเสียเปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำเสียดังกล่าวที่ไหลผ่านชั้นตัวกลางขึ้นมาจะมีค่าบีโอดีลดลง และไหลล้นลงรางรับน้ำภายในบ่อและระบายลงบ่อเติมอากาศ มีปริมาตรรวม 333 ลูกบาศก์เมตร

2.9.3.3 บ่อเติมอากาศ

น้ำเสียเมื่อไหลเข้ามาในบ่อเติมอากาศ จุลินทรีย์จะทำการย่อยสารอินทรีย์โดยใช้ออกซิเจนที่เป่าพ่นเข้ามาด้วยเครื่องเติมอากาศ เกิดมีเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ซึ่งด้านข้างของบ่อจะมี Cross flow media เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ น้ำเสียจะไปยังบ่อตกตะกอนตาม

น้ำล้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว จะมีแบคทีเรียบางส่วนหลุดลอยไปด้วย มีปริมาตรรวม 252 ลูกบาศก์เมตร

2.9.3.4 บ่อตกตะกอน

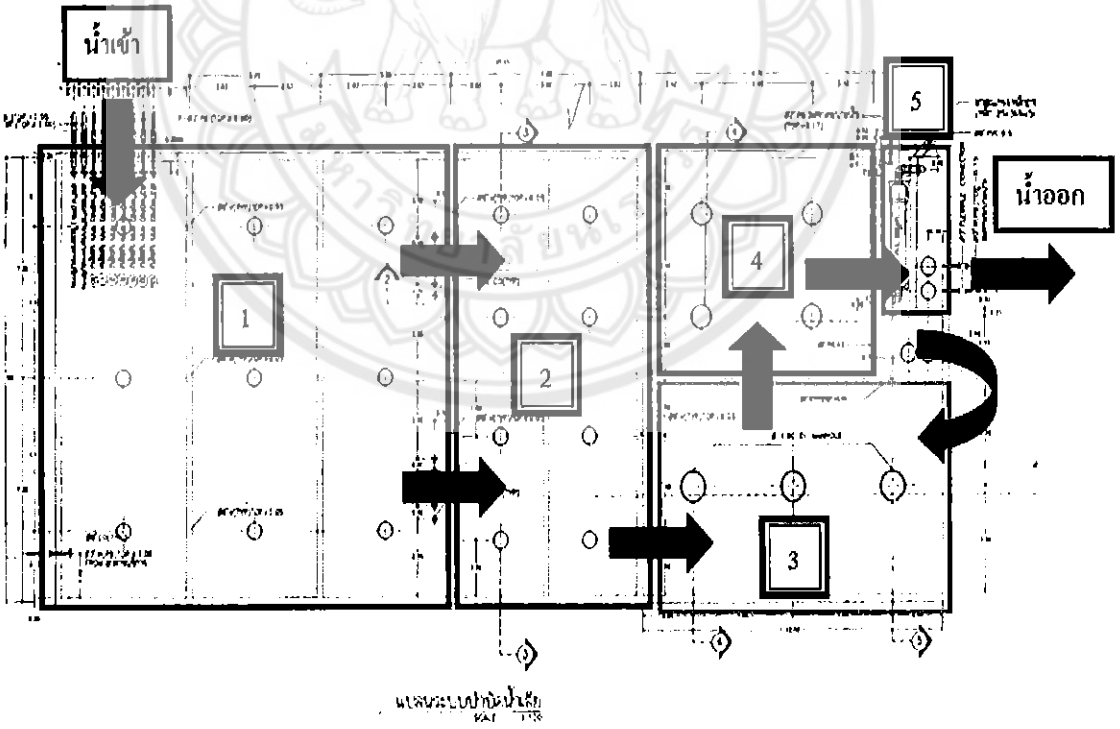
ในระบบมีความจำเป็นต้องคงจุลินทรีย์ให้เพียงพอที่จะย่อยสารอินทรีย์ที่จะเข้ามา ดังนั้นจึงต้องมีบ่อตกตะกอนและจุลินทรีย์ที่อยู่ในก้นบ่อ และน้ำที่ผ่านการบำบัดอยู่ด้านบนจะไหลตามรางไปยังเครื่องฆ่าเชื้อโรคคลอรีน มีปริมาตรรวม 195 ลูกบาศก์เมตร

2.9.3.5 บ่อพักและฆ่าเชื้อโรค

จะทำการสูบตะกอนและจุลินทรีย์ที่จมอยู่ก้นบ่อตกตะกอนกลับไปยังระบบบำบัดน้ำเสียใหม่ โดยนำไปใส่ในบ่อเติมอากาศ มีปริมาตรรวม 46 ลูกบาศก์เมตร

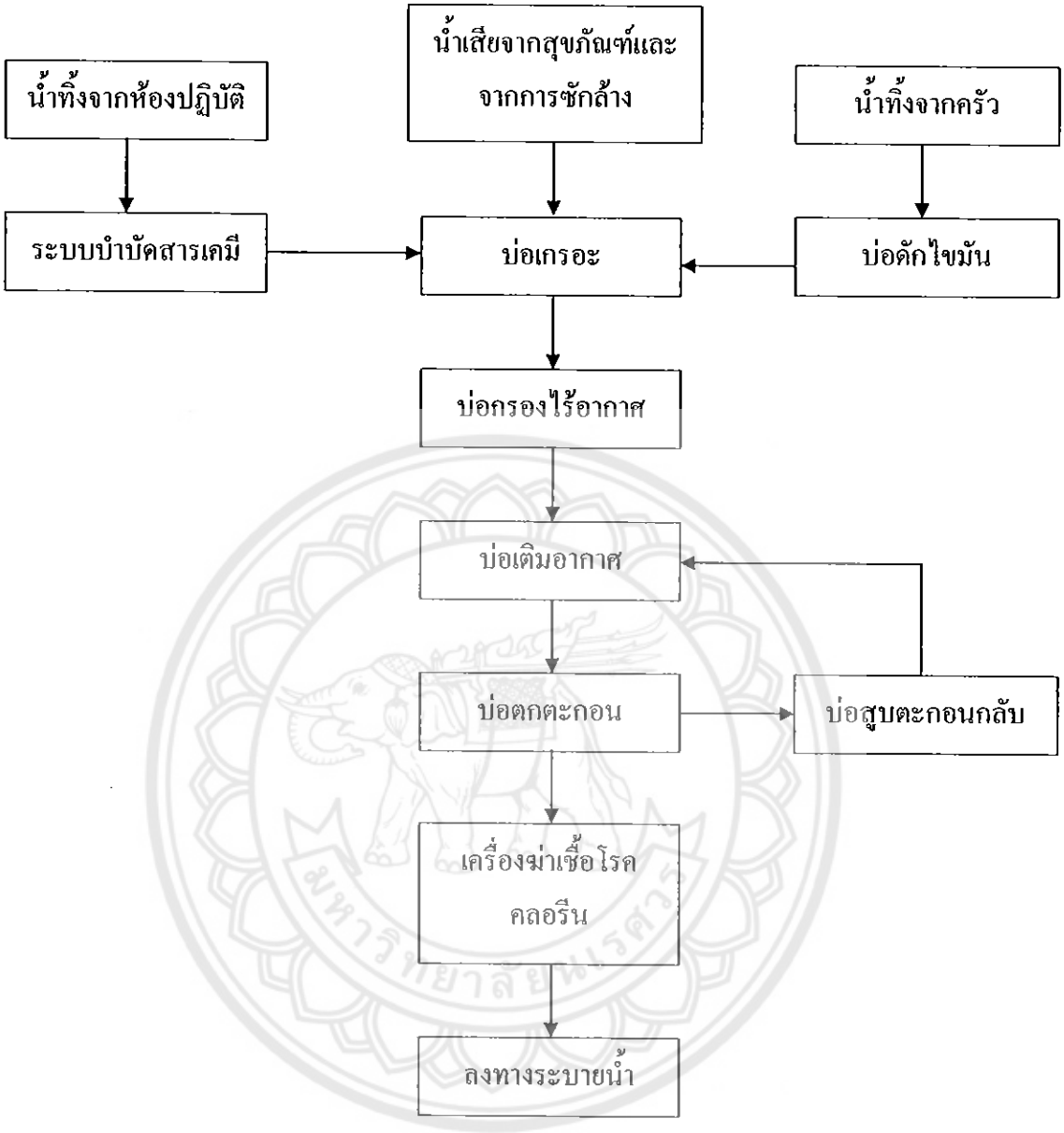
2.9.3.6 เครื่องฆ่าเชื้อโรคคลอรีน

จะรับน้ำเสียที่ผ่านมาจากบ่อตกตะกอนผ่านเข้าช่องเติมคลอรีน โดยใช้แคลเซียมไฮโปคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 65 % ผสมในถังคลอรีนเพื่อทำลายเชื้อโรคในน้ำ โดยปริมาณคลอรีนที่ใช้คือ 4 กิโลกรัมต่อน้ำ 500 ลิตร แล้วไปยังบ่อสูบเพื่อสูบน้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสียไปยังท่อระบายน้ำของโครงการ



รูปที่ 2.4 แปลนระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

ที่มา แผนกวิศวกรรม โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมน้ำทิ้งที่เข้าสู่ระบบบำบัด

ที่มา แผนกวิศวกรรม โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

2.9.4 มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

ตารางที่ 2.3 ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุดตามประเภทมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง					วิธีวิเคราะห์
		ก	ข	ค	ง	จ	
1. ค่าความเป็นกรดด่าง (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 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ
3.ปริมาณของแข็ง - ค่าสารแขวนลอย (Suspended Soilds)	มก./ล.	ไม่เกิน 30	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 50	ไม่เกิน 60	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable Solids)	มล./ล.	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	ไม่เกิน 0.5	-	วิธีการกรวยอิมฮอฟ์ (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) ในรูป ที เค เอ็น	มก./ล.	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 35	ไม่เกิน 40	ไม่เกิน 40	-	วิธีการเจลดาห์ล (kjeldahl)
6. น้ำมันและไขมัน (Fat , Oil and Grease)	มก./ล.	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 20	ไม่เกิน 100	วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

ที่มา : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html

ตารางที่ 2.4 สรุปประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ 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 ม.^{2}	1,000 - ไม่ถึง 5,000 ม.^{2}	-	-
5.โรงพยาบาลของทางราชการ หรือสถานพยาบาลตามกฎหมาย	ตั้งแต่ 30 เตียง	10 - ไม่ถึง 30 เตียง	-	-	-
6.อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทางราชการ สถาบันอุดมศึกษาของเอกชน หรือ สถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ	ตั้งแต่ 25,000 ม.^{2}	5,000-ไม่เกินกว่า 25,000 ม.^{2}	-	-	-
7. อาคารที่ทำการของทางราชการ รัฐวิสาหกิจ องค์การระหว่างประเทศหรือเอกชน	ตั้งแต่ 55,000 ม.^{2}	10,000-ไม่ถึง 55,000 ม.^{2}	5,000-ไม่ถึง 10,000 ม.^{2}	-	-
8.อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้า	ตั้งแต่ 25,000 ม.^{2}	5,000-ไม่ถึง 25,000 ม.^{2}	-	-	-
9. ตลาด	เกินกว่าหรือเท่ากับ2,500 ม.^{2}	1,500-ไม่ถึง 2,500 ม.^{2}	1,000-ไม่ถึง 1,500 ม.^{2}	500-ไม่ถึง 1,000 ม.^{2}	-
10.ภัตตาคารและร้านอาหาร	เกินกว่าหรือเท่ากับ2,500 ม.^{2}	500-ไม่ถึง 2,500 ม.^{2}	250-ไม่ถึง 500 ม.^{2}	100-ไม่ถึง 250 ม.^{2}	ไม่ถึง 100 ม.^{2}

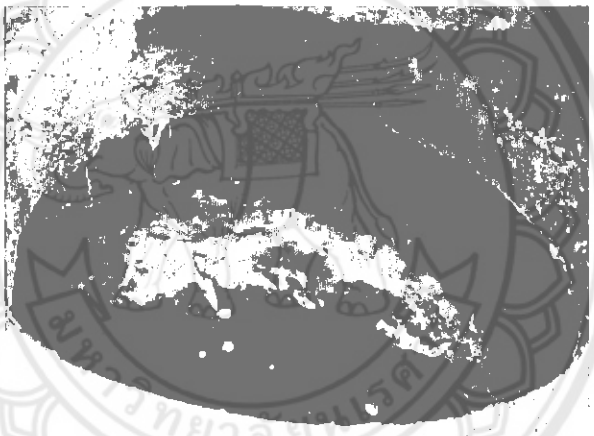
ที่มา : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ

ทำการเก็บวิเคราะห์น้ำตัวอย่างในส่วนของน้ำเสีย และน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นการเฝ้าระวังระบบบำบัดน้ำเสีย ทำการเก็บน้ำตัวอย่างเดือนละ 2 ครั้ง ซึ่งจะเก็บในช่วงกลางเดือนและปลายเดือน เพื่อทราบถึงความต่อเนื่องของระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นระยะเวลา 3 เดือนและสถานที่เก็บน้ำเสียมีทั้งหมด 3 จุด โดยจุดที่เก็บน้ำมีดังต่อไปนี้

3.1.1 จุดเก็บน้ำเข้าของระบบบำบัดน้ำเสีย



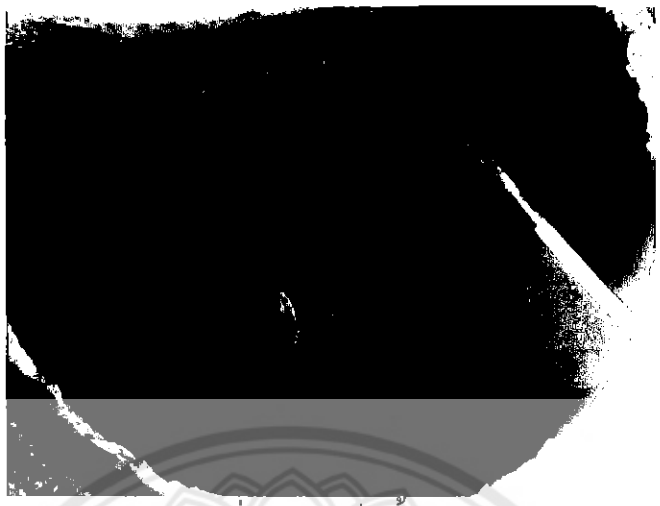
รูปที่ 3.1 จุดเก็บน้ำเข้า

3.1.2 จุดเก็บน้ำในถังตกตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ 3.2 จุดเก็บน้ำในถังตกตะกอน

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.1.3 จุดเก็บน้ำออกของระบบบำบัดน้ำเสีย



รูปที่ 3.3 จุดเก็บน้ำออก

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเก็บน้ำตัวอย่าง

3.2.1 ถังตักน้ำเสียพร้อมเชือก

3.2.2 ขวดพลาสติกเก็บน้ำตัวอย่างขนาดความจุ 6 ลิตร

3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองในห้องทดลองทางเคมี , เทอร์โมมิเตอร์ , ถุงมือ

3.2.4 อุปกรณ์ในการเก็บค่าออกซิเจนละลายน้ำนอกสถานที่

3.2.5 อุปกรณ์ในการเก็บค่าพีเอชนอกสถานที่

3.2.6 ตะกร้าใส่อุปกรณ์

3.3 วิธีการเก็บน้ำตัวอย่าง

ในการเก็บน้ำตัวอย่าง เก็บน้ำเดือนละ 2 ครั้ง โดยเริ่มจากเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ไปจนถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 เป็นจำนวนทั้งหมด 6 ครั้งต่อ 3 เดือนดังตารางที่ 3.1 จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ในการเก็บน้ำตัวอย่างทั้ง 3 จุด ทำโดยการเก็บตัวอย่างจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลโดยใช้ถังน้ำตักน้ำ มีวิธีการเก็บดังนี้

3.3.1 ตักน้ำตัวอย่างแล้วทำการวัดอุณหภูมิทันที ด้วยเทอร์โมมิเตอร์

3.3.2 ทำการวัดค่าพีเอชและออกซิเจนละลายน้ำ โดยอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่านอกสถานที่

3.3.3 เทน้ำใส่ขวดพลาสติกขนาด 6 ลิตร เพื่อนำกลับมาวิเคราะห์พารามิเตอร์อื่นๆที่ห้องปฏิบัติการ ปิดฉลากแสดงชนิดของน้ำแต่ละจุดที่เก็บมา และเขียน วัน/เดือน/ปี ที่เก็บน้ำตัวอย่างให้เรียบร้อย

ตารางที่ 3.1 วันที่เก็บตัวอย่างน้ำ

ครั้งที่	วัน/เดือน/ปี ที่เก็บตัวอย่างน้ำ	หมายเหตุ
1	11 พฤศจิกายน 2554	เปิดปั๊มอากาศ 1 ตัว
2	25 พฤศจิกายน 2554	เปิดปั๊มอากาศ 2 ตัว
3	9 ธันวาคม 2555	เปิดปั๊มอากาศ 1 ตัว
4	23 ธันวาคม 2555	เปิดปั๊มอากาศ 2 ตัว
5	6 มกราคม 2555	เปิดปั๊มอากาศ 2 ตัว
6	20 มกราคม 2555	เปิดปั๊มอากาศ 2 ตัว

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดพารามิเตอร์ที่เก็บและจุดเก็บน้ำ

พารามิเตอร์	น้ำเข้า	บ่อตกตะกอน	น้ำออก
อุณหภูมิ	X	X	X
พีเอช	X	X	X
ของแข็งทั้งหมด	X	X	X
ของแข็งแขวนลอย	X	X	X
ออกซิเจนละลายน้ำ	X	X	X
บีโอดี	X	-	X
ซีโอดี	X	-	X
ซัลไฟด์	X	-	X
ทีเคเอ็น	X	-	X
ไนไตรท – ไนโตรเจน	X	-	X
ไนเตรท – ไนโตรเจน	X	-	X

หมายเหตุ เครื่องหมาย X แสดงถึงพารามิเตอร์ที่เก็บ ณ บ่อบำบัดดังกล่าว

3.4 พารามิเตอร์ที่ทำการทดลองและวิเคราะห์

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างที่เก็บพร้อมวิธีวิเคราะห์ แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์ที่เก็บและวิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีการวิเคราะห์	เครื่องมือและยี่ห้อของเครื่อง
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)	เทอร์โมมิเตอร์
พีเอช	เครื่องวัดพีเอช พร้อมอิเลคโตรด	pH Meter
ของแข็งทั้งหมด	Gravimetric method	Water bath (Memmert) เครื่อง Oven รุ่น UNB,SNB (Memmert)
ของแข็งแขวนลอย	Gravimetric method	Rotary Vane Vaccuum Pump (Vacuu brand) เครื่อง Oven รุ่น UNB,SNB (Memmert)
ออกซิเจนละลายน้ำ	วิธี Membrane Electrode method	เครื่อง Hand Held Dissolved oxygen method รุ่น DO-31p
บีโอดี	วิธีการเจือจาง (Dilution method)	ตู้อบ 20 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ S-cool refrigerator
ซีโอดี	การย่อยในระบบเปิด (Open reflux)	Open reflux (Gerhardt model EV 16)
ซัลไฟด์	วิธีไอโอโดเมตริก	Rotary Vane Vaccuum Pump (Vacuu brand)
ไนไตรท์–ไนโตรเจน	Colorimetric analysis	เครื่อง VIS – spectrophotometer ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Genesys 20
ไนเตรท– ไนโตรเจน	Colorimetric analysis	เครื่อง VIS – spectrophotometer ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Genesys 20
ทีเคเอ็น	วิธี Kjeldahl method	เครื่องย่อยไนโตรเจน (Gerhardt model K111/26) เครื่องกลั่นแอมโมเนีย (Gerhardt model K112/26)

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

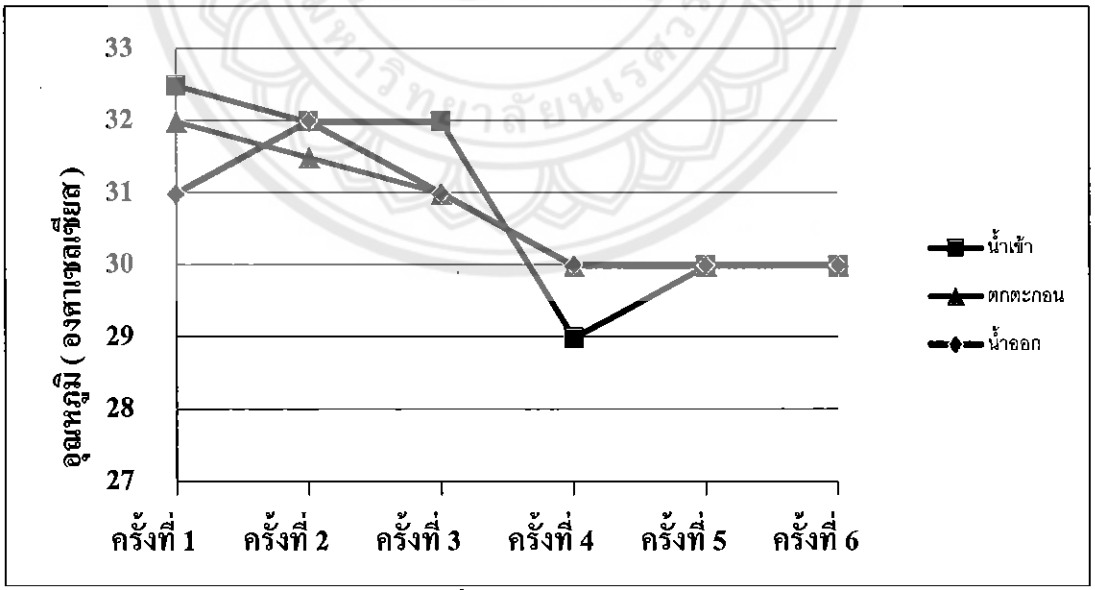
4.1 ผลการทดลอง

4.1.1 ค่าอุณหภูมิ (Temperature)

ตารางที่ 4.1 ค่าอุณหภูมิ

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย
น้ำเข้า	32.5	32	32	29	30	30	31
น้ำในถังตกตะกอน	32	31.5	31	30	30	30	31
น้ำออก	31	32	31	30	30	30	31

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.1 กราฟอุณหภูมิ

ค่าอุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้สัตว์น้ำไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ นอกจากนี้ยังทำให้ออกซิเจนละลายน้ำอิ่มตัวมีค่าลดลง จากกราฟแสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำเข้า , น้ำเสียในถัง

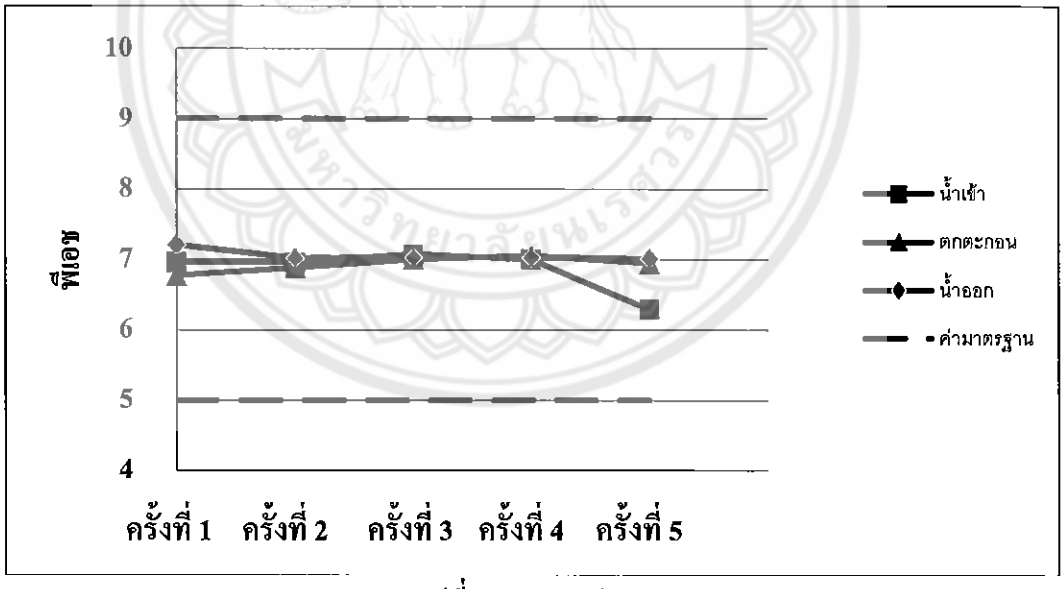
ตกตะกอน และน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 31 องศาเซลเซียส พบว่าในช่วงเดือนธันวาคม – มกราคม อุณหภูมิลดลงเล็กน้อย

4.1.2 ค่าพีเอช (pH)

ตารางที่ 4.2 ค่าพีเอช

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย
น้ำเข้า	6.96	6.96	7.07	7	6.29	-	6.86
น้ำในถังตกตะกอน	6.77	6.88	7	7.05	6.94	-	6.93
น้ำออก	7.21	7.02	7.03	7.03	7.01	-	7.06

หมายเหตุ เนื่องจากในครั้งที่ 6 อุปกรณ์การวัดพีเอชเสีย



รูปที่ 4.2 กราฟพีเอช

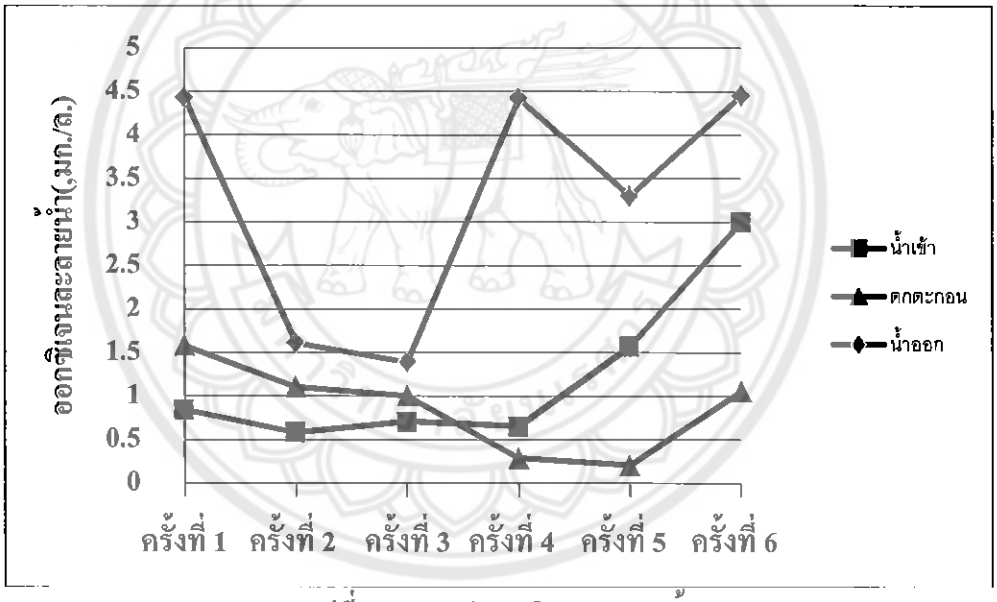
ค่าพีเอชจะแสดงถึงความเป็นกรดหรือด่างของน้ำเสียนั้นๆ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการบำบัดน้ำเสียทั้งวิธีการทางชีวภาพและทางเคมี จากกราฟแสดงค่าพีเอช น้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.86 น้ำเสียถังตกตะกอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.93 และน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.06 เมื่อน้ำผ่านการบำบัดค่าพีเอชจะสูงขึ้นเล็กน้อย และเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (ค่าพีเอชอยู่ระหว่าง 5 – 9) ดังนั้นค่าพีเอชเฉลี่ยน้ำทิ้งที่ได้จากการบำบัดผ่านมาตรฐาน

4.1.3 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen หรือ DO)

ตารางที่ 4.3 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)
น้ำเข้า	0.84	0.58	0.7	0.65	1.57	3	1.22
น้ำในถังตกตะกอน	1.58	1.1	1	0.28	0.2	1.05	0.87
น้ำออก	4.43	1.61	1.39	4.42	3.3	4.45	3.27

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.3 กราฟออกซิเจนละลายน้ำ

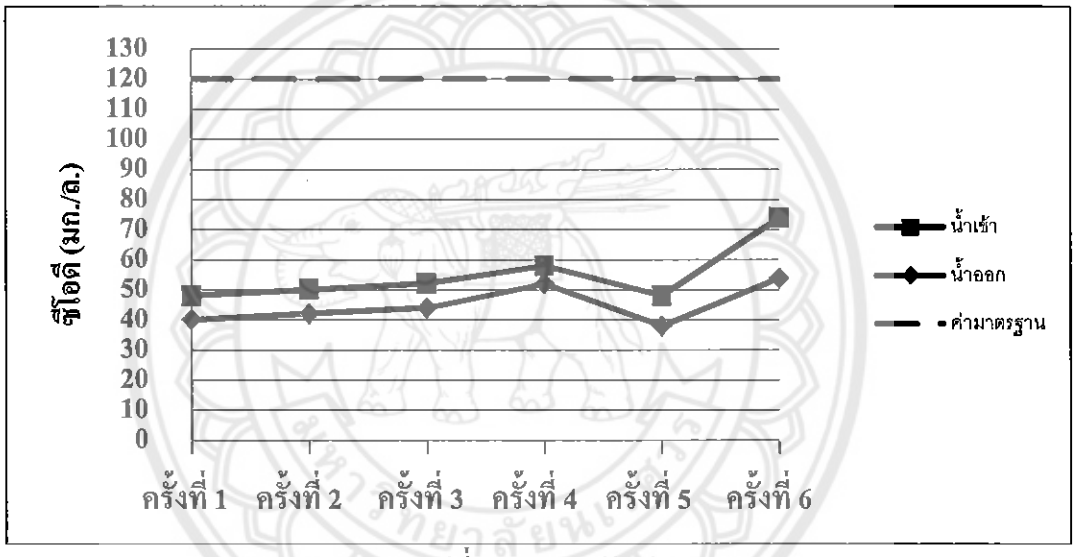
สิ่งมีชีวิตในน้ำจะสามารถมีชีวิตอยู่ได้โดยการอาศัยออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำนี้ ซึ่งมาจากการละลายของออกซิเจนในอากาศ จากกราฟแสดงค่าออกซิเจนละลายน้ำของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.22 มก./ล. ของน้ำเสียถังตกตะกอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.87 มก./ล. และของน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.27 มก./ล.

4.1.4 ค่าซีโอดี (COD)

ตารางที่ 4.4 ค่าซีโอดี

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)
น้ำเข้า	48	50	52	58	48	74	55
น้ำออก	40	42	44	52	38	54	45

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.4 กราฟซีโอดี

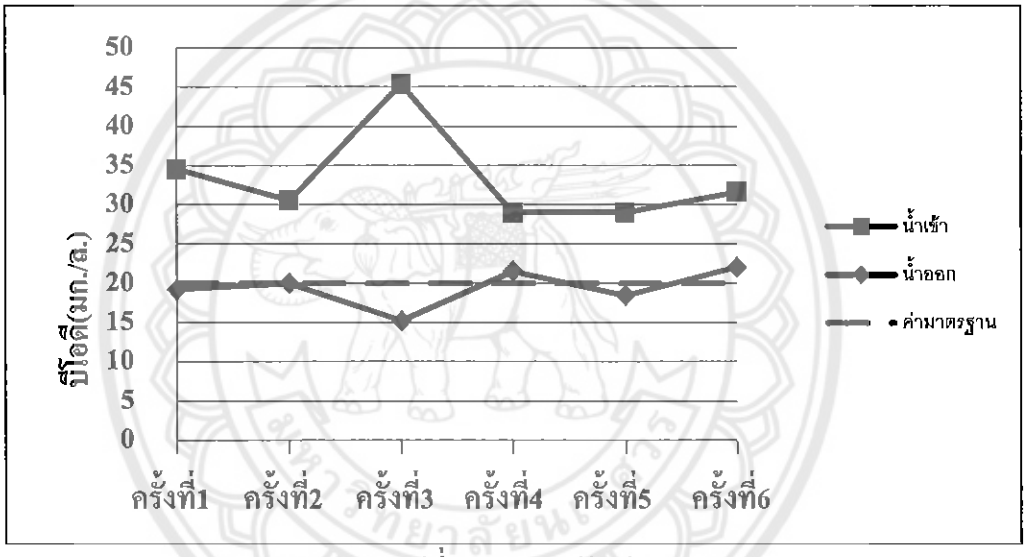
จากกราฟแสดงค่าซีโอดีของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 55 มก./ล และของน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 45 มก./ล เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งอุตสาหกรรมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม (ไม่เกิน 120 มก./ล) ดังนั้นค่าซีโอดีเฉลี่ยน้ำทิ้งที่ได้จากการบำบัดผ่านมาตรฐาน และมีประสิทธิภาพในการบำบัดซีโอดีของระบบบำบัดร้อยละ 18.18 จากค่าซีโอดีที่ได้มีค่าน้อย เป็นเพราะตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำไม่ใช่จุดที่น้ำเสียเข้าโดยตรง และเป็นการเก็บน้ำด้านบนของบ่อ

4.1.5 ค่าบีโอดี (BOD)

ตารางที่ 4.5 ค่าบีโอดี

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)
น้ำเข้า	34.56	30.55	45.41	29.01	29.03	31.67	33.37
น้ำออก	19.23	20	15.23	21.54	18.45	22.06	19.42

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.5 กราฟบีโอดี

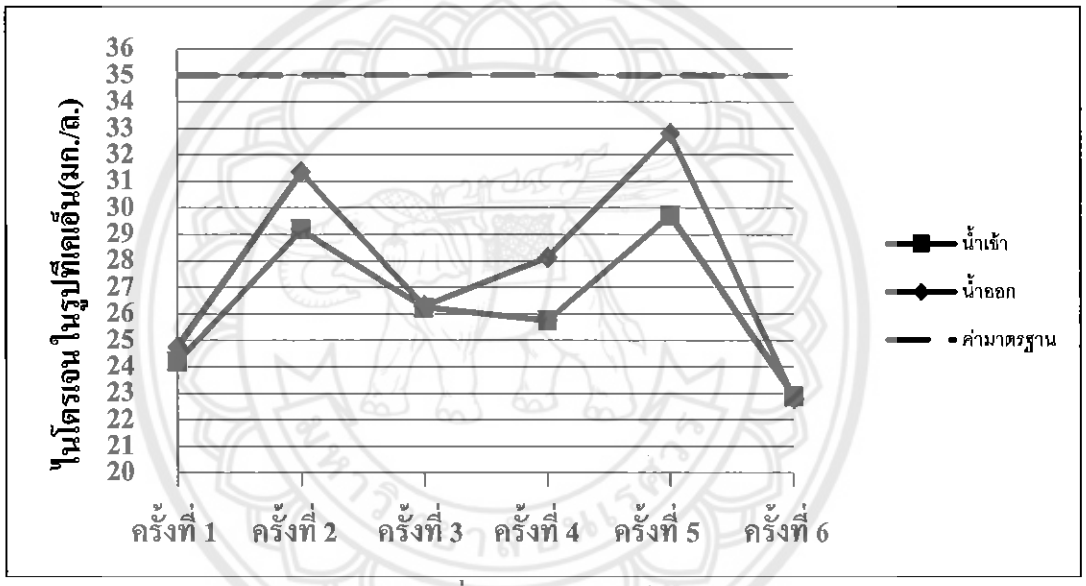
จากกราฟแสดงค่าบีโอดีของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 33.37 มก./ล ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าน้ำเสียชุมชน (80 – 110 มก./ล) อาจเนื่องมาจากมีส่วนผสมจากน้ำซักรีดส่วนของน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 19.42 มก./ล เมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร (ไม่เกิน 20 มก./ล) ดังนั้นค่าบีโอดีเฉลี่ยน้ำทิ้งที่ได้จากการบำบัดผ่านมาตรฐาน หากแต่ค่าบีโอดีในบางครั้งเกินค่ามาตรฐานไปบ้างเล็กน้อย และมีประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดีของระบบบำบัดร้อยละ 41.80 อนึ่งค่าเฉลี่ยอัตราส่วนบีโอดี/ซีโอดีของน้ำเสียเข้าระบบเท่ากับ 0.61 ส่วนค่าเฉลี่ยอัตราส่วนบีโอดี/ซีโอดีของน้ำเสียออกระบบเท่ากับ 0.43 จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้มีค่าลดลง แสดงว่าการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ย่อยง่ายทำได้ดี

4.1.6 ค่าทีเคเอ็น (TKN)

ตารางที่ 4.6 ค่าทีเคเอ็น

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)
น้ำเข้า	24.22	29.19	26.25	25.76	29.74	22.89	26.34
น้ำออก	24.78	31.36	26.32	28.14	32.81	22.82	27.71

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.6 กราฟทีเคเอ็น

ค่าทีเคเอ็นจากกราฟของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.34 มก./ล. และของน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.71 มก./ล. ซึ่งมีค่ามาตรฐานที่ยอมให้ไม่เกิน 35 มก./ล. ดังนั้นค่าทีเคเอ็นน้ำทิ้งที่ได้จากการบำบัดผ่านมาตรฐาน

4.1.7 ค่าไนไตรท์ - ไนโตรเจน (Nitrite - Nitrogen) และค่าไนเตรท – ไนโตรเจน (Nitrate - Nitrogen)

ตารางที่ 4.7 ค่าไนไตรท์ – ไนโตรเจน

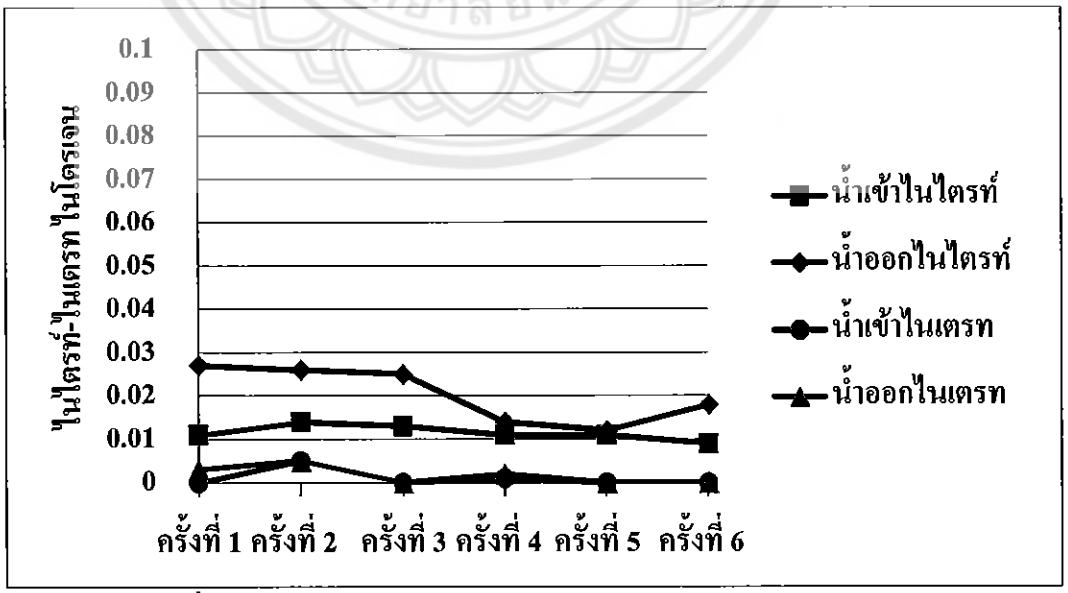
จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)
น้ำเข้า	0.011	0.014	0.013	0.011	0.011	0.009	0.012
น้ำออก	0.027	0.026	0.025	0.014	0.012	0.018	0.020

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร

ตารางที่ 4.8 ค่าไนเตรท – ไนโตรเจน

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)
น้ำเข้า	0	0.005	0	0.001	0	0	0.003
น้ำออก	0.003	0.005	0	0.002	0	0	0.003

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.7 กราฟไนไตรท์ – ไนโตรเจน และไนเตรท – ไนโตรเจน

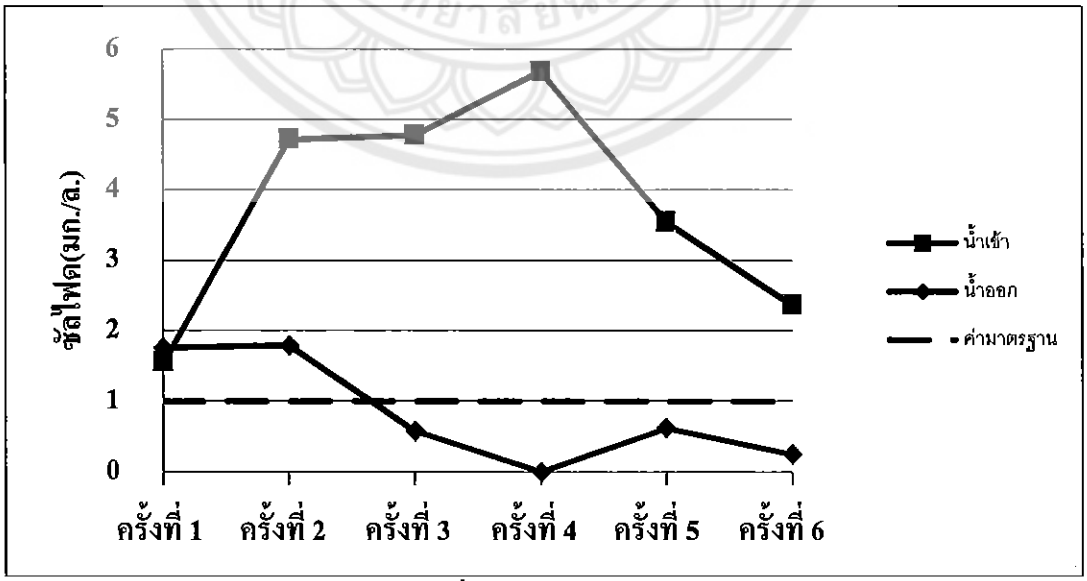
ค่าไนไตรท์หากมีค่ามาก (เกิน 1 มก./ล.) อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ จากกราฟแสดงค่าไนไตรท์ของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.012 มก./ล. และค่าไนไตรท์ของน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.020 มก./ล. ส่วนค่าไนเตรทแสดงให้เห็นถึงความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นในระบบ ปริมาณไนเตรทที่สูงเกินค่ากำหนดในแหล่งน้ำ มีผลต่อสุขภาพของสัตว์และสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ และทำให้เกิดโรคเด็กตัวขียวในเด็กทารกได้ จากกราฟค่าเฉลี่ยไนเตรทของน้ำเข้ามีค่าน้อยมากอยู่ที่ 0.003 มก./ล. และค่าไนเตรทของน้ำออกมีค่าเฉลี่ย 0.003 มก./ล. จะเห็นว่าค่าไนไตรท์และไนเตรทในน้ำออกมีน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับค่าเจดาห์ลไนโตรเจนที่แทบจะไม่ได้ลดลงในน้ำออก แสดงว่าไม่เกิดกระบวนการไนตริฟิเคชันในระบบบำบัด

4.1.8 ค่าซัลไฟด์ (Sulfide)

ตารางที่ 4.9 ค่าซัลไฟด์

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)
น้ำเข้า	1.56	4.72	4.78	5.69	3.55	2.37	4.54
น้ำออก	1.76	1.79	0.58	0	0.62	0.25	1.00

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.8 กราฟซัลไฟด์

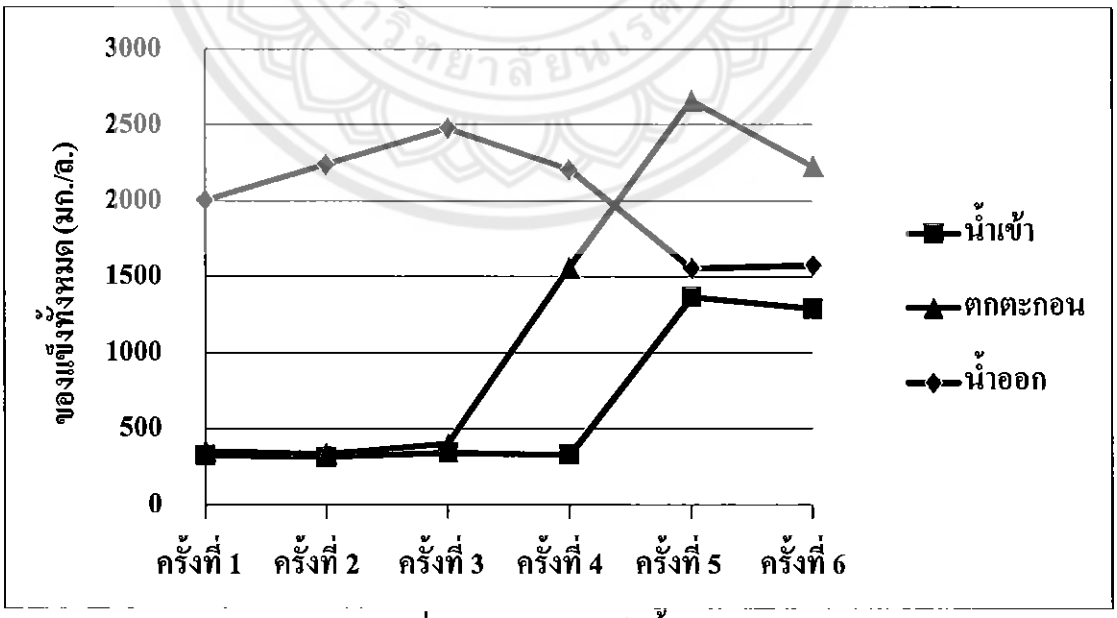
ค่าซัลไฟด์เป็นพารามิเตอร์ที่สามารถใช้บอกได้อย่างคร่าวๆว่าออกซิเจนละลายน้ำในน้ำเสียมีอยู่มากเพียงใด และมีสภาพเป็นกรดมากเท่าใด จากกราฟแสดงค่าซัลไฟด์ของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.54 มก./ล. และของน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.0 มก./ล. ซึ่งค่ามาตรฐานที่ยอมให้ไม่เกิน 1.0 มก./ล. ดังนั้นค่าซัลไฟด์น้ำทิ้งที่ได้จากการบำบัดผ่านมาตรฐาน ซึ่งในครั้งที่ 1 และ 2 ไม่ผ่านมาตรฐาน

4.1.9 ค่าของแข็งทั้งหมด (Total Solid หรือ TS)

ตารางที่ 4.10 ค่าของแข็งทั้งหมด

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)
น้ำเข้า	328	316	344	331	1371	1292	664
น้ำในถังตกตะกอน	354	337	401	1563	2666	2233	1259
น้ำออก	2009	2243	2481	2209	1557	1577	2013

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.9 กราฟของแข็งทั้งหมด

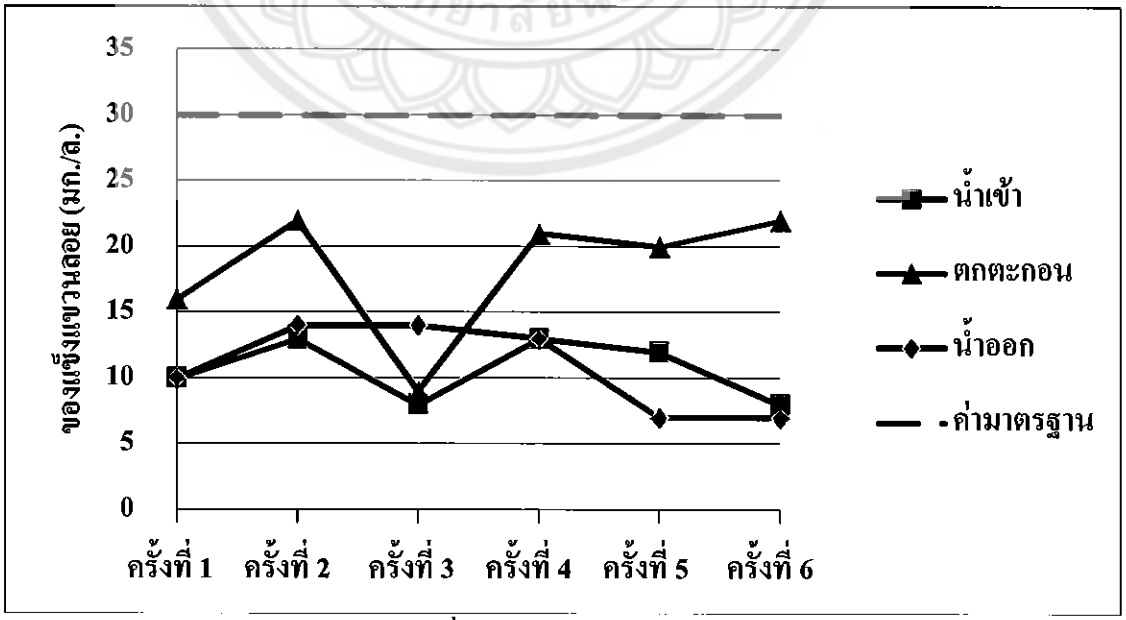
ของแข็งทั้งหมดคือของแข็งที่เป็นสารแขวนลอย ตะกอนและสารที่ละลายน้ำได้ซึ่งเหลือเป็นตะกอนเมื่อผ่านการระเหยในถ้วย ส่วนใหญ่เป็นเกลืออนินทรีย์ มีสารอินทรีย์น้อย จากกราฟแสดงค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำ ของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 664 มก./ล. ในถังตกตะกอนน้ำเสียมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1259 มก./ล. และของน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2013 มก./ล. ซึ่งค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำออกมีค่ามาก อาจเป็นเพราะจุดที่เก็บน้ำเป็นบ่อพักและฆ่าเชื้อโรค ซึ่งมีการเติมคลอรีน ณ จุดดังกล่าว

4.1.11 ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids หรือ SS)

ตารางที่ 4.11 ค่าของแข็งแขวนลอย

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)
น้ำเข้า	10	13	8	13	12	8	11
น้ำในถังตกตะกอน	16	22	9	21	20	22	18
น้ำออก	10	14	14	13	7	7	11

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.10 กราฟของแข็งแขวนลอย

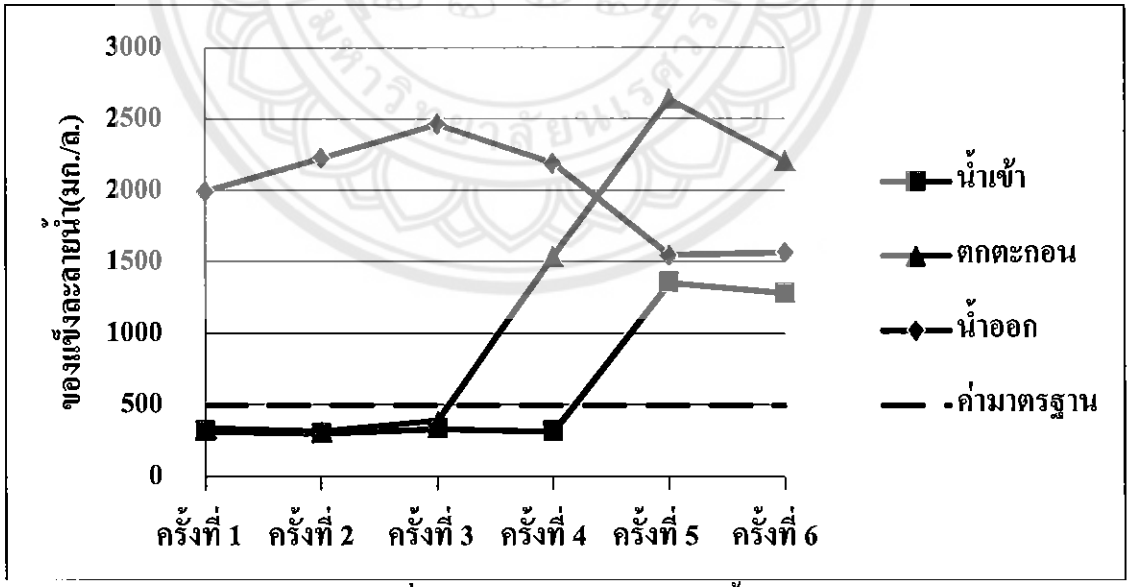
ของแข็งแขวนลอย แสดงถึงปริมาณสิ่งเจือปนที่ไม่ละลายน้ำทั้งหมดในน้ำ ซึ่งหากมีค่ามากแหล่งน้ำจะมีความขุ่นมาก จากกราฟแสดงค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11 มก./ล. ในถังตกตะกอนน้ำเสียมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18 มก./ล. และของน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11 มก./ล. ซึ่งมีค่ามาตรฐานที่ยอมให้ไม่เกิน 30 มก./ล. ดังนั้นค่าของแข็งแขวนลอยน้ำทิ้งที่ได้จากการบำบัดผ่านมาตรฐาน

4.1.12 ค่าของแข็งที่ละลายน้ำ (Dissolved Solid หรือ DS)

ตารางที่ 4.12 ค่าของแข็งที่ละลายน้ำ

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย (มก./ล.)
น้ำเข้า	318	303	336	318	1359	1284	653
น้ำในถังตกตะกอน	338	315	392	1542	2646	2211	1241
น้ำออก	1999	2229	2467	2196	1550	1570	2002

หมายเหตุ หน่วยที่ใช้ คือ มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 4.11 กราฟของแข็งละลายน้ำ

ของแข็งที่ละลายน้ำคือสารแขวนลอยที่สามารถละลายน้ำได้ หาได้จากการนำของแข็งทั้งหมดลบด้วยของแข็งแขวนลอย จากกราฟแสดงค่าของแข็งละลายน้ำของน้ำเข้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่

653 มก./ล. ถังตกตะกอนน้ำเสียมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1241 มก./ล. และของน้ำออกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2002 มก./ล. ซึ่งมีค่ามาตรฐานที่ยอมให้ไม่เกิน 500 มก./ล. ดังนั้นค่าของแข็งที่ละลายน้ำที่ได้จากการบำบัดไม่ผ่านมาตรฐาน เนื่องจากค่าของแข็งทั้งหมดที่วัดได้มีค่ามากกว่า 1000 มก./ล. และค่าของแข็งแขวนลอยไม่เกินค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 30 มก./ล.) จึงส่งผลให้ของแข็งที่ละลายน้ำมีค่ามาก

4.2 ผลการหาอัตราการไหลของน้ำเสียในระบบ

4.2.1 การหาอัตราการไหลของน้ำ

ตั้งแต่เวลา 9.00 – 17.00 น. น้ำจะไหลออกทั้งหมด 4 ครั้งมีเวลาดังนี้

1. 38.46 นาที 2. 35.34 นาที

3. 34.24 นาที 4. 37.51 นาที

เวลาสูบรวมทั้งหมดเท่ากับ 145.55 นาที

ขนาดบ่อสูบในแบบเท่ากับ 46.4625 ลูกบาศก์เมตร

เวลาน้ำที่ไหลเข้าบ่อ = [(8 ชั่วโมง x 60 นาที) – 145.55 นาที] / 4 รอบ

= 83.6125 นาที/รอบ

อัตราสูบไหลเข้าเฉลี่ย (Q) = V / t

= 46.4625 ลูกบาศก์เมตร / 83.6125 นาที

= 0.556 ลูกบาศก์เมตร/นาที

= 33.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

= 800.64 ลูกบาศก์เมตร/วัน

4.2.2 การหาเวลากักน้ำของบ่อเกรอะ

อัตราการไหลเข้าเท่ากับ 800.64 ลูกบาศก์เมตร/วัน

ขนาดบ่อเกรอะในแบบ กว้าง 15.75 เมตร ยาว 14.50 เมตร สูง 4.0 เมตร เท่ากับ 913.5 ลูกบาศก์เมตร

เวลาเก็บกักน้ำ > 1 วัน (อ้างอิง ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, " การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เล่ม 4.", 2539)

จาก t = V / Q

= 913.5 ลูกบาศก์เมตร / 800.64 ลูกบาศก์เมตร/วัน

= 1.14 วัน (> 1 วัน ตามเกณฑ์ค่าแนะนำ)

4.2.3 การหาเวลากักน้ำของถังตกตะกอน

อัตราน้ำไหลออกเท่ากับ 800.64 ลูกบาศก์เมตร/วัน

ขนาดของถังตกตะกอนในแบบกว้าง 7.0 เมตร ยาว 9.3 เมตร สูง 3.0 เมตร เท่ากับ 195.3 ลูกบาศก์เมตร

อัตราน้ำล้นผิวที่อัตราไหลรายวันสูงสุดเท่ากับ 8 - 16 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร-วัน (อ้างอิง สวสท. เล่ม 2)

เวลากักน้ำเท่ากับ 1 - 4 ชั่วโมง (อ้างอิง สวสท. เล่ม 2)

จาก อัตราน้ำล้นผิว $V_0 = Q / A$

V_0 = (800.64 ลูกบาศก์เมตร/วัน) / 9.30 x 7.0 ตารางเมตร

V_0 = 12.29 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร-วัน

(< 16 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร-วัน ตามเกณฑ์ค่าแนะนำ)

จาก เวลากักน้ำ = ความลึกน้ำ / อัตราน้ำล้นผิว

เวลากักน้ำ t = (3.0 เมตร x 24 ชั่วโมง/วัน) / 12.29 เมตร/วัน

t = 5.86 ชั่วโมง (> 4 ชั่วโมง เกินค่าแนะนำ)

4.2.4 การหาเวลาของถังเติมอากาศ

Q = 33.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ขนาดของบ่อเติมอากาศในแบบกว้าง 7.0 เมตร ยาว 12.0 เมตร สูง 3.0 เมตร เท่ากับ 252 ลูกบาศก์เมตร

เวลากักน้ำต่ำสุด $\geq$ 6 ชั่วโมง (อ้างอิง สวสท. เล่ม 2)

จาก $t = V / Q$

t = 252 ลูกบาศก์เมตร / (33.36 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)

t = 7.55 ชั่วโมง ($\geq$ 6 ชั่วโมง ตามเกณฑ์ค่าแนะนำ)

จากการออกแบบอัตราการสูบเวียนตะกอนกลับภายใน 1 วัน จะสูบกลับ 3 ครั้งๆละ 1 ชั่วโมง

4.2.5 การหาปริมาณการเติมคลอรีน

ความเข้มข้นคลอรีนที่ต้องการคือ 2 – 15 มิลลิกรัม/ลิตร (อ้างอิง สวสท. เล่ม 2)

อัตราน้ำเสีย = 800.64 ลูกบาศก์เมตร/วัน ~ 800 ลูกบาศก์เมตร/วัน

กำหนดการใช้เท่ากับ 4 กิโลกรัม / ถัง / วัน (จากข้อมูลโรงพยาบาล)

= คลอรีน 4 กิโลกรัม / น้ำเสีย 800 ลูกบาศก์เมตร

= คลอรีน 400 กรัม / น้ำเสีย 800 ลูกบาศก์เมตร

= คลอรีน 5 กรัม / ลูกบาศก์เมตร

ความเข้มข้นคลอรีนที่ใช้ = 5 มิลลิกรัม/ลิตร (< 15 มิลลิกรัม/ลิตร ตามเกณฑ์ค่าแนะนำ)

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

พารามิเตอร์	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	ค่าที่วัดได้ (เฉลี่ย)	สรุป
พีเอช	-	5 - 9	7.1	ผ่าน
ซีโอดี	มก./ล.	120	45	ผ่าน
บีโอดี	มก./ล.	20	19.42	ผ่าน
ทีเคเอ็น	มก./ล.	35	22.82	ผ่าน
ซัลไฟด์	มก./ล.	1	1.0	ผ่าน
ของแข็งที่ละลายน้ำ	มก./ล.	500	2002	ไม่ผ่าน
ของแข็งแขวนลอย	มก./ล.	30	11	ผ่าน

จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัด เมื่อนำค่าที่วัดได้ (เฉลี่ย) มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร ประเภท ก พบว่าพารามิเตอร์ของน้ำทิ้งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นค่าของแข็งที่ละลายน้ำที่ไม่ผ่านมาตรฐาน ซึ่งรายละเอียดในแต่ละครั้งแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 สรุปค่าของแข็งที่ละลายน้ำตามเกณฑ์มาตรฐาน

จุดเก็บ/วันที่	ครั้งที่ 1 11 พ.ย. 54	ครั้งที่ 2 25 พ.ย. 54	ครั้งที่ 3 09 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 4 23 ธ.ค. 54	ครั้งที่ 5 06 ม.ค. 55	ครั้งที่ 6 20 ม.ค. 55	ค่าเฉลี่ย
น้ำเข้า	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
น้ำในถังตกตะกอน	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
น้ำออก	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

จากตารางค่าของแข็งที่ละลายน้ำพบว่า ในจุดน้ำออกค่าของแข็งที่ละลายน้ำไม่ผ่านมาตรฐาน เนื่องมาจากจุดที่เก็บน้ำเป็นจุดเติมคลอรีน ซึ่งคอลรีนที่ใช้เป็นแคลเซียมไฮโปคลอไรด์แบบผง ค่าของแข็งที่ละลายน้ำในจุดนี้จึงอาจมีค่ามาก

5.2 ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ

ตารางที่ 5.3 ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ

พารามิเตอร์	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)
ซีโอดี	18.18
บีโอดี	41.80

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำทิ้งที่ผ่านกระบวนการบำบัดด้วยระบบเอเอส พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ในรูปซีโอดีมีค่าร้อยละ 18.18 และประสิทธิภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ในรูปบีโอดีมีค่าร้อยละ 41.80

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เพิ่มจำนวนครั้งการเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละเดือนให้มากขึ้นหรือเก็บตัวอย่างน้ำต่อเนื่องยาวนานกว่านี้ เพื่อจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้มากขึ้น

5.3.2 เพิ่มพารามิเตอร์ที่ใช้ตรวจสอบน้ำเสีย เช่น โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ฟีคัลโคลิฟอร์ม ฟอสฟอรัส น้ำมันและไขมัน

5.3.3 ควรมีการติดตั้งมาตรวัดอัตราการไหล เพื่อให้ทราบปริมาณน้ำที่บำบัดได้ในแต่ละวัน

บรรณานุกรม

1. ปริญญานิพนธ์, "การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก." ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2550
2. ปริญญานิพนธ์, "การศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียโรงฆ่าสัตว์ (สุกร) เทศบาลนครพิษณุโลก." ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2552
3. ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, "การกำจัดน้ำเสีย." พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ มิตรนราการพิมพ์, 2539
4. ศ.ดร.นพ.ศุภสิทธิ์ พรรณารุโณทัย, "คลองหนองเหล็กกับมหาวิทยาลัยนเรศวร 20 ปีที่ผ่านมากับ 20 ปีข้างหน้า." พิมพ์ครั้งที่ 1, 2554
5. ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, " การออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย เล่ม 4."พิมพ์ครั้งที่ 1, 2543
6. http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html
7. http://www.pcd.go.th/info_serv/water_wt.htm
8. รายละเอียดสนับสนุนเกณฑ์แนะนำการออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, 2541

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นางสาวกนกพรรณ ยอดนิล

ภูมิลำเนา 76 ถนนบูรกรรมโกวิท ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเซนต์โยเซฟศรีเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : kanokphan_icey@hotmail.com

ชื่อ นายจักกฤต แก้วแต้ม

ภูมิลำเนา 17 ซอย 3 ถนนกะโลทัย ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนวัชรวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : ckhate@gmail.com

ชื่อ นางสาวศศิธารา เอื้อเฉลิมกุล

ภูมิลำเนา 35 หมู่ 3 ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง
จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนวิทยานุกูลนารี อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : thoyyee@hotmail.com

มหาวิทยาลัยนเรศวร