การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง

จุฑามณี ศรีสุทธิ์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2551

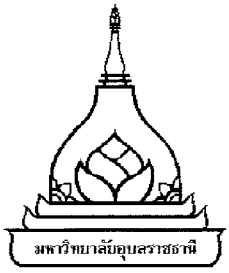
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

STUDY OF EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT PLANT OF A 750 BED IN PATIENT PSYCHIATRIC HOSPITAL

JUTAMANEE SRISOOT

AN INDEPEDENT STUDY SUBMITED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
MAJOR IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACUTY OF ENGINEERING
UBON RAJATHANEE UNIVERSITY
YEAR 2008

COPYRIGHT OF UBON RAJATHANEE UNIVERSITY



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง

ผู้วิจัย นางสาวจุฑามณี ศรีสุทธิ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ สนองราษฎร์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา สนองราษฎร์)

..... กรรมการ

(ดร.มุจลินทร์ พูนประสิทธิ์)

..... คณบดี

(รองศาสตราจารย์ ดร.สถาพร โภคา)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2551

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาคอยช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งเพื่อให้การค้นคว้าอิสระนี้สมบูรณ์ที่สุด ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ สนองราษฎร์ ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา สนองราษฎร์ ประธานหลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และ ดร.มุจลินทร์ พูนประสิทธิ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อดำเนินการสอบอีกทั้งให้คำแนะนำ ข้อติชม และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้าอิสระนี้มาโดยตลอด นอกจากนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำหลักสูตรบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาชี้แนะในการศึกษาตลอดระยะเวลาการศึกษาในมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลจิตเวชที่กรุณาอนุญาตให้เก็บข้อมูลการศึกษา รวมทั้งเผยแพร่ผลการศึกษา ขอขอบพระคุณศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย ศูนย์เครือข่ายมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ในการให้คำปรึกษา ข้อมูล และสนับสนุนการวิจัยด้วยดี ขอขอบคุณ คุณกาญจนา พานแก้ว และครูปฏิบัติการทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการทำงานในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเคมีและชีวภาพ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาผู้ที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญ และให้ความสนับสนุนข้าพเจ้าเสมอในทุกๆ ด้านตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่ช่วยเหลือสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้กันและกันเสมอมา รวมทั้งผู้ที่มีส่วนร่วมช่วยเหลือกับการทำการค้นคว้าอิสระนี้จนเสร็จสมบูรณ์ทุกท่าน

จุฑามณี ศรีสุทธิ์

(นางสาวจุฑามณี ศรีสุทธิ์)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง

โดย : จุฑามณี ศรีสุทธิ์

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ สนองราษฎร์

ศัพท์สำคัญ : การจัดการน้ำเสีย โรงพยาบาล ถังกรองไร้อากาศ บ่อนิเวศน์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชในสังกัดกรมอนามัย ซึ่งก่อตั้งและใช้งานระบบบำบัดน้ำเสียแบบถังกรองไร้อากาศมานานกว่า 15 ปี ประสิทธิภาพการบำบัดลดลงตามระยะเวลาจึงมีการปรับปรุงระบบโดยสร้างบ่อนิเวศน์ ที่ใช้พืชน้ำและสัตว์น้ำในบ่อช่วยบำบัดจำนวน 4 บ่อและเปลี่ยนตัวกลางในถังกรองไร้อากาศใหม่โดยใช้ไม้ไผ่และแผ่นพลาสติก จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเข้า / ออก ตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงมิถุนายน 2551 พบว่า ระบบบำบัดน้ำเสียหลังการปรับปรุงระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีประสิทธิภาพในการบำบัดของพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ ค่าบีโอดีร้อยละ 31.7 - 91.4 ปริมาณสารแขวนลอยร้อยละ 29.4 - 77.4 ปริมาณตะกอนหนักร้อยละ 85.5 - 91.3 ปริมาณสารละลายได้ทั้งหมดร้อยละ 51.4 - 64.4 ซัลไฟด์ร้อยละ 97.1 - 98.1 ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นร้อยละ 68.46 - 85.03 น้ำมันและไขมันร้อยละ 43.04 - 79.07 โคลิฟอร์มแบคทีเรียร้อยละ 84.1 - 99.3 และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียร้อยละ 84.4 - 93.5 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามบ่อนิเวศน์ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียด เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพใช้งานในท้องถิ่นต่อไป

ABSTRACT

TITLE : STUDY OF EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT PLANT OF A 750 BED IN PATIENT PSYCHIATRIC HOSPITAL

BY : JUTAMANEE SRISOOT

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : ENVIRONMENTAL ENGINEERING

CHAIR : ASST. PROF. SOMPOP SANOGRAJ, Ph.D.

KEYWORDS : WASTEWATER MANAGEMENT / HOSPITAL / ANAEROBIC FILTRATION / ECOLOGICAL PONDS

The objective of this study is to estimate the efficiency of wastewater treatment plant of a 750 bed in patient psychiatric hospital under the Department of Health. The hospital had been using anaerobic filter for wastewater treatment system more than 15 years, so its efficiency of system had been decreased. Therefore, the hospital improved the system by using 4 ecological ponds and used bamboo and plastic sheets for media in the anaerobic filter. From the results of influent / effluent quality analysis during March to June 2008, it was found that the effluent reached the standard of wastewater quality of Pollution Control Department. The efficiency of each parameter consists of BOD 31.7 - 91.4%, suspended solids 29.4 - 77.4%, settleable solids 85.5 - 91.3%, total dissolved solids 51.4 - 64.4%, sulfides 97.1 - 98.1%, TKN 68.46 - 85.03%, fat oil and grease 43.04 - 79.07%, coliform bacteria 84.1 - 99.3% and fecal coliform bacteria 84.4 - 93.5%, respectively. However, these ecological ponds need to be further studied in details for appropriately applying in the local area.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อภาษาไทย ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง ซ

สารบัญภาพ ญ

บทที่

1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า 2

2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาล
ในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข 3

2.2 วิธีบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชก่อนการปรับปรุง 4

2.2.1 บ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filtration) 4

2.2.2 ถังพักน้ำ (Polishing Tank) 6

2.3 วิธีบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชหลังการปรับปรุง 6

2.3.1 บ่อปรับสภาพน้ำ (Stabilization Pond) 6

2.3.2 การบำบัดน้ำเสียด้วยพืชลอยน้ำ (Floating Plant) 10

2.3.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยพืชใต้น้ำ (Submerged Plant) 12

2.3.4 การบำบัดน้ำเสียด้วยสัตว์น้ำ (Aquatic Animals) 13

2.4 พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง 14

2.4.1 ค่าพีเอช (pH) 14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2 ค่าบีโอดี (BOD) 14
2.4.3 ไขมันและน้ำมัน (Fat oil and Grease, FOG) 15
2.4.4 ค่าของแข็งทั้งหมด (TSS) 16
2.4.5 ค่าซัลไฟด์ (Sulfides) 17
2.4.6 ไนโตรเจน (Nitrogen) 18
2.4.7 โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform and Fecal Coliform Bacteria) 19

3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเพื่อศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง 21
3.2 ศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโดยการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 21
3.3 จุดเก็บและความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์ 22
3.4 การประเมินประสิทธิภาพการบำบัด 23
3.5 การเปรียบเทียบความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชและโรงพยาบาลที่มีลักษณะน้ำเสียใกล้เคียงกัน 23

4 ข้อมูลทุติยภูมิของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง

4.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาล 25
4.1.1 ปริมาณการใช้น้ำ 27
4.1.2 ปริมาณน้ำเสีย 27
4.1.3 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย 27
4.1.4 ระบบระบายและรวบรวมน้ำเสีย 29
4.1.5 การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดไปใช้ประโยชน์ 31
4.2 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง 31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.1 การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของ
โรงพยาบาลจิตเวชก่อนการปรับปรุง 31
4.3 การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวช 33
4.3.1 การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของ
โรงพยาบาลจิตเวชหลังการปรับปรุง 33
5 ผลการวิจัยและอภิปรายผล
5.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้งทั้งระบบ 39
5.1.1 ปริมาณน้ำเสียที่ตรวจวัดและใช้ในการคำนวณ
ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ 39
5.1.2 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 39
5.1.3 ค่าบีโอดี (BOD) 43
5.1.4 ปริมาณน้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease) 43
5.1.5 ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids) 43
5.1.6 ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids) 43
5.1.7 ปริมาณสารละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids) 44
5.1.8 ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfides) 44
5.1.9 ปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN) 44
5.1.10 ปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย
(Total Coliform and Fecal Coliform bacteria) 44
5.2 ลักษณะน้ำในบ่อบำบัด 45
5.2.1 บ่อนิเวศน์ 1 45
5.2.2 บ่อนิเวศน์ 2 45
5.2.3 บ่อนิเวศน์ 3 47
5.2.4 บ่อนิเวศน์ 4 47
5.3 ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย 48

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสีย
โรงพยาบาลจิตเวชกับโรงพยาบาลที่มีลักษณะน้ำเสียใกล้เคียงกัน 50

6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวช
ขนาด 750 เตียง 52

6.1.1 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียส่วนปรับปรุง 52

6.1.2 ประสิทธิภาพรวมของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวช 52

6.2 ข้อเสนอแนะ 52

6.2.1 ระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศ 52

6.2.2 ระบบบำบัดแบบบ่อนิเวศน์ 53

เอกสารอ้างอิง **57**

ภาคผนวก

ก แผนผังระบบบำบัดและรวบรวมน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง 59

ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 64

ค ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารและวิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง 69

ง สมการและรายการคำนวณ 93

ประวัติผู้วิจัย **102**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ระบบบำบัดน้ำเสียของสถานพยาบาลของรัฐในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข	3
2.2	อุณหภูมิเหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตในบ่อปรับสภาพน้ำ	9
2.3	องค์ประกอบของผักตบชวาในบ่อบำบัดน้ำเสีย	11
3.1	วัตถุประสงค์และค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการตรวจวัดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	24
4.1	อาคารภายในโรงพยาบาลจิตเวช	26
4.2	อัตรากำลังบุคลากรของโรงพยาบาลจิตเวชประจำปี พ.ศ.2550	26
4.3	งานบริการรักษาพยาบาลของโรงพยาบาลจิตเวช	27
4.4	ลักษณะน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง	28
4.5	คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชปี 2549	33
4.6	ปริมาตรและพื้นที่ผิวของบ่อนิเวศน์	36
5.1	สรุปผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้ง	40
5.2	สรุปประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวช ขนาด 750 เตียงในแต่ละหน่วยบำบัดและรวมทั้งระบบ	49
5.3	ลักษณะน้ำเสียและคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลอื่น ๆ	51
ข.1	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงประจำเดือนมีนาคม 2551	65
ข.2	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงประจำเดือนเมษายน 2551	66
ข.3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงประจำเดือนพฤษภาคม 2551	67
ข.4	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงประจำเดือนมิถุนายน 2551	68
ค.1	ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารกำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	70
ค.2	การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วงบีโอดีต่าง ๆ	74
ค.3	การเลือกขนาดตัวอย่างของไนโตรเจน	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ง.1	ข้อมูลสำหรับการออกแบบปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย	95

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศ	5
2.2	กลไกการบำบัดน้ำของบ่อปรับสภาพน้ำ	7
3.1	จุดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์	22
4.1	ระบบระบายน้ำเสียตามอาคารต่างๆ ในโรงพยาบาล	29
4.2	ระบบระบายน้ำฝนตามอาคารต่างๆ ในโรงพยาบาล	29
4.3	ระบบระบายน้ำฝน บริเวณด้านหน้าโรงพยาบาลเป็นแบบรางเปิด	30
4.4	ระบบระบายน้ำฝนภายในของโรงพยาบาล	30
4.5	แปลงปลูกหญ้า	31
4.6	แผนผังการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชก่อนปรับปรุง	32
4.7	แผนผังการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชหลังปรับปรุง	34
4.8	ไม้ไผ่ผ่าซีก	35
4.9	ตะแกรงพลาสติกโครงไม้ไผ่	35
4.10	ภาพตัดขวางของถังกรองไร้อากาศที่ได้รับการปรับปรุงโดยใส่ตะแกรงพลาสติกและไม้ไผ่ผ่าซีกเป็นตัวกลาง	36
4.11	บ่อนิเวศน์ 1	37
4.12	บ่อนิเวศน์ 2	37
4.13	บ่อนิเวศน์ 3	38
4.14	บ่อนิเวศน์ 4	38
5.1	ลักษณะน้ำของบ่อนิเวศน์ 1	46
5.2	ลักษณะน้ำของบ่อนิเวศน์ 2	46
5.3	ลักษณะน้ำของบ่อนิเวศน์ 3	47
5.4	ลักษณะน้ำของบ่อนิเวศน์ 4	48
ก.1	แผนผังโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง	60
ก.2	แผนผังระบบรวบรวมน้ำเสีย	61
ก.3	แผนผังการปรับปรุงระบบรวบรวมน้ำเสีย	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ก.4	แผนผังบริเวณบำบัดน้ำเสีย	63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

กรมอนามัยโดยสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม มีหน้าที่ความรับผิดชอบส่วนหนึ่งเกี่ยวกับการจัดระบบสุขาภิบาลและการกำจัดของเสียโรงพยาบาล ซึ่งอยู่ในแผนงานควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมของกระทรวงสาธารณสุข เฉพาะอย่างยิ่งการมีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงพยาบาลเป็นวิธีหนึ่งในการป้องกันการระบาดของโรคต่าง ๆ ต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชนทั่วไป

การก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลเริ่มขึ้นครั้งแรกในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 และทยอยก่อสร้างเพิ่มในโรงพยาบาลอื่น ๆ ทั้งโรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป และโรงพยาบาลชุมชน จนกระทั่งปัจจุบันโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่เป็นโรงพยาบาลประจำจังหวัดมีระบบบำบัดน้ำเสียครบถ้วนทุกแห่งแล้ว รวมถึงโรงพยาบาลชุมชนบางส่วน

ระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลขนาดใหญ่หลายแห่งก่อสร้างและใช้งานมาแล้วกว่า 10 ปี ประกอบกับโรงพยาบาลมีการขยายและปรับปรุงการให้บริการเพื่อรองรับชุมชนและประชากรที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณน้ำเสียจากการรักษาผู้ป่วยเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นเพื่อให้การบำบัดน้ำเสียเป็นไปอย่างได้ผล จึงควรต้องตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียที่มีอยู่เดิม และจัดทำแผนการปรับปรุงและขยายระบบบำบัดน้ำเสียให้มีขีดความสามารถที่สอดคล้องกับปริมาณน้ำเสียที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต

โรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงนี้ ปัจจุบันเปิดใช้งาน 750 เตียง ตั้งขึ้นเพื่อบำบัดรักษาผู้ป่วยทางจิตเวช ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลเป็นระบบแบบถังกรองไร้อากาศ โดยใช้หินกรวดแม่น้ำเป็นตัวกลางในการกรอง ก่อตั้งปี พ.ศ. 2535 เป็นเวลากว่า 15 ปี ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ปัญหาที่พบ ได้แก่ อุปกรณ์ชำรุดจากสภาพการใช้งานมานาน บ่อพักน้ำเสียอุดตันจากวัสดุพลาสติก เศษขยะขนาดเล็ก มีการอุดตันเนื่องจากการสะสมของตะกอนในถังกรองไร้อากาศ ทำให้น้ำทิ้งไม่ได้มาตรฐาน หากก่อสร้างระบบใหม่จะต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก จึงได้มีการปรับปรุงระบบขึ้นโดยเลือกวิธีทางธรรมชาติเพราะใช้ต้นทุนในการก่อสร้างน้อยกว่า โดยใช้ไม้ไผ่ผ่าซีกเป็นตัวกลางแทนหินกรวดที่มีน้ำหนักมาก ส่วนขั้นสุดท้ายของการบำบัดคือสร้างบ่อนิเวศน์จำนวน 4 บ่อ มีพืชลอยน้ำ คือ ผักตบชวาและสัตว์น้ำ เช่น ปลา ช่วยในการบำบัด เป็นวิธีการปรับปรุงที่สะดวก

ประหยัดพลังงาน วัสดุไม้ไผ่และผักตบชวาก็หาได้ง่ายในท้องถิ่น และเป็นระบบที่ง่ายต่อการบำรุงรักษา อีกทั้งโรงพยาบาลยังมีพื้นที่เพียงพอต่อการเพิ่มระบบด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการประเมินประสิทธิภาพเพื่อตรวจสอบการดำเนินงานและขีดความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลแห่งนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียหลังการปรับปรุงระบบในแต่ละหน่วยบำบัดของโรงพยาบาล

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในแต่ละหน่วยบำบัด

1.3.2 เป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียด้วยระบบบำบัดที่ประยุกต์ใช้วัสดุธรรมชาติที่หาง่ายและราคาถูก

1.3.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อนิเวศน์ให้ใช้ประโยชน์ได้กับชุมชนหรือหน่วยงานอื่น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงที่ได้รับการปรับปรุงระบบ โดยเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ดังนี้ ความเป็นกรดด่าง(pH), ค่าบีโอดี (BOD), ปริมาณของแข็ง(Solids) ประกอบด้วย ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids), ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids) และปริมาณสารละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids), ซัลไฟด์ (Sulfides), ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN), น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease), โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) และ ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform bacteria)

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลในสังกัดของกระทรวงสาธารณสุข

การพัฒนารูปแบบการจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลในสังกัดของกระทรวงสาธารณสุข ได้มีการพัฒนารูปแบบการจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลของรัฐในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข รวมทั้งการควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งให้ได้มาตรฐานกำหนด เนื่องจากเห็นว่าโรงพยาบาลเป็นแหล่งรวมผู้ป่วยด้วยโรคนานาชนิด จัดว่าเป็นแหล่งรวมของเชื้อโรค และอาจเกิดการแพร่พันธุ์ต่อไปได้ ถ้าขาดการสุขาภิบาลที่ดี ดังนั้นกระทรวงสาธารณสุขได้จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลแห่งแรกในปี พ.ศ.2516 และได้มีการดำเนินการพัฒนาระหว่างปี พ.ศ.2516-2539 ซึ่งการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลของรัฐครบสมบูรณ์ในปี พ.ศ.2541 ได้มีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง มาตั้งแต่ปี พ.ศ.2516-2539 ดังรายละเอียดตารางที่ 2.1 ให้ภาคเอกชนเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างและภาครัฐบาลเป็นผู้ควบคุมดูแล โดยมีการกำหนดรูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล ของกระทรวงสาธารณสุขที่ดำเนินการ มี 3 รูปแบบ คือ ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch), ระบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond) และระบบถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

ตารางที่ 2.1 ระบบบำบัดน้ำเสียของสถานพยาบาลของรัฐในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข (กองอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2539)

ระบบบำบัดน้ำเสียของสถานพยาบาลของรัฐในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข							
ชนิด / ปี	**ก่อนปี 2534**	**2535**	**2536**	**2537**	**2538**	**2539**	**รวม**
	จำนวน (แห่ง)						
คลองวนเวียน	81	12	16	26	11	11	157
บ่อผึ่ง	18	5	28	16	3	4	74
ถังกรองไร้อากาศ	3	5	15	5	3	3	33
ระบบตะกอนเร่ง	2	1	4	3	2	3	15
ระบบบ่อเติมอากาศ	-	-	2	1	-	-	3

ความคุ้มค่า ของการลงทุนก่อสร้าง สามารถคุ้มครองสุขภาพอนามัยของประชาชน อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และภาพลักษณ์ของโรงพยาบาลอนามัยสิ่งแวดล้อม และมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นแบบอย่างที่ดี ในการนำไปประยุกต์ใช้กับหน่วยงานอื่นต่อไป (สมชาย สกุลอิสริยาภรณ์, 2548)

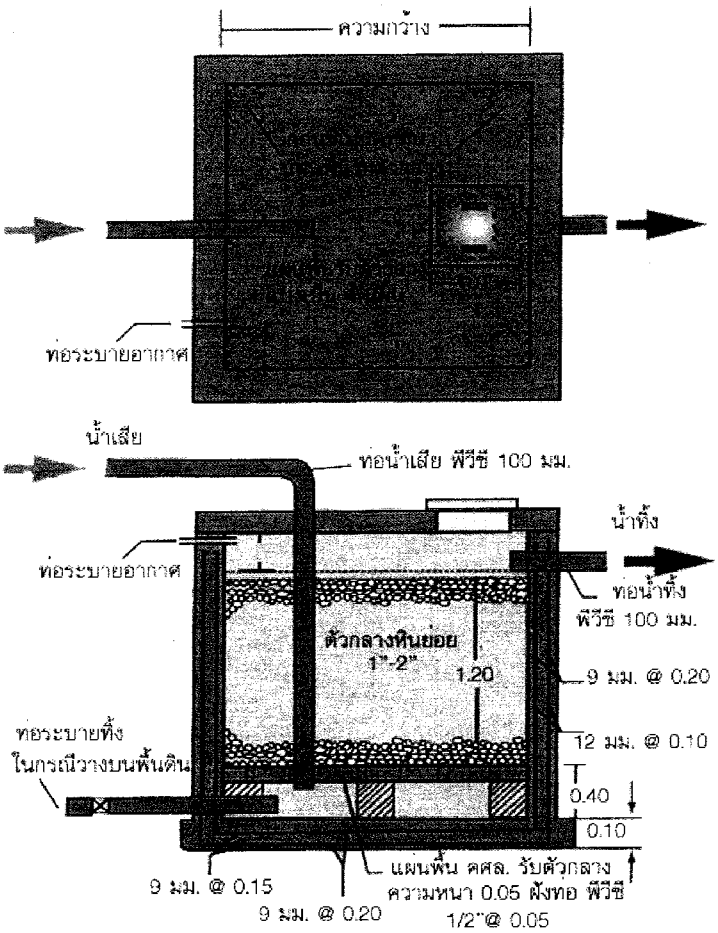
2.2 วิธีบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชก่อนการปรับปรุง

วิธีการบำบัดน้ำเสียที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ เป็นวิธีที่ใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงที่ทำการศึกษาก่อนการปรับปรุงระบบประกอบด้วย

2.2.1 บ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic filtration)

บ่อกรองไร้อากาศเป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศเหมือนบ่อเกรอะ ประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียมากกว่า โดยภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลาง (Media) บรรจุอยู่ ตัวกลางที่ใช้มีหลายชนิด เช่น หิน หลอดพลาสติก ลูกบอลพลาสติก กรงพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่น ๆ ซึ่งตัวกลางเหล่านี้จะต้องมีพื้นที่ผิวมากเพื่อเอื้อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้น น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลาง จึงไหลออกทางท่อด้านบน ขณะที่ไหลผ่านชั้นตัวกลาง จุลินทรีย์ ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ ส่วนน้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลง มีหลักการทำงานแบ่งตามปฏิกิริยาเคมี ดังนี้ หลักการในขั้นแรก สารอินทรีย์ต่าง ๆ ในน้ำเสีย เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ จะถูกแบคทีเรียประเภทที่สามารถดำรงชีพอยู่ได้ ทั้งในสภาพที่มี หรือไม่มีอากาศ (Facultative Bacteria) และแบคทีเรียประเภทที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ในสภาพที่ไม่มีอากาศ (Anaerobic Bacteria) กลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า แอซิดฟอร์เมอร์ (Acid Formers) แยกสลายเป็นกรดอินทรีย์ขนาดโมเลกุลเล็ก ๆ หลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ กรดอะซีติค และกรดโพรพิออนิก ในขั้นตอนนี้ สารอินทรีย์เพียงส่วนน้อยเท่านั้น ที่ถูกนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่ ในขั้นตอนที่สอง กรดอินทรีย์ต่าง ๆ จะถูกย่อยสลาย โดยแบคทีเรียอีกกลุ่มที่ไม่สามารถดำรงชีพในสภาวะที่มีอากาศอยู่ (Obligate Anaerobic Bacteria) เรียกแบคทีเรียกลุ่มนี้ว่าว่า มีเทนฟอร์เมอร์ (Methane Formers) ทำลายกรดอินทรีย์ให้กลายเป็นก๊าซต่าง ๆ ที่สำคัญ ได้แก่ ก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ จึงทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ลดลง และปริมาณก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น การที่จุลินทรีย์กระจายอยู่ในถังสม่ำเสมอ น้ำเสียจะถูกบำบัดเป็นลำดับจากด้านล่างจนถึงด้านบน ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีของระบบนี้จึงสูงกว่าระบบบ่อเกรอะ แต่อาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของตัวกลางภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อดักไขมันไว้หน้าระบบ หรือถ้าใช้บำบัดน้ำส้วมก็ควรผ่านเข้าบ่อเกรอะก่อน ถังกรองไร้อากาศอาจสร้างด้วยวงขอบ

ซีเมนต์หรือคอนกรีต หรือใช้ถังสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม หากออกแบบบ่อกรองไร้อากาศหรือดูแลรักษาไม่ดี นอกจากจะไม่สามารถกำจัดของเสียได้แล้ว ยังเกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนได้อีกด้วย แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

การใช้งานและการดูแลรักษา

(1) การปล่อยน้ำเสียเข้าถังกรองช่วงระยะแรกจะยังไม่มีการบำบัดเกิดขึ้น เพราะ ระบบไม่มีจุลินทรีย์ซึ่งสามารถเร่งได้โดยการตักเอาสลัดจ์หรือขี้เลนจากบ่อเกรอะหรือท้องร่องหรือก้นท่อระบายของเทศบาล ซึ่งมีจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศมาใส่ในถังประมาณ 2-3 ปี๊บ

(2) น้ำที่เข้าถังกรองจะต้องไม่มีขยะหรือก้อนไขมันปะปนเพราะจะทำให้ตัวกลางอุดตันเร็ว วิธีแก้ไขการอุดตันคือ ฉีดน้ำสะอาดชะล้างทางด้านบน และระบายน้ำส่วนล่างออกไปพร้อม ๆ กัน

(3) ถ้าพบว่าน้ำที่ไหลออกมีอัตราเร็วกว่าปกติและมีตะกอนติดมาด้วย อาจเกิดจากก๊าซภายในถังสะสมและดันทะลุตัวกลางขึ้นมาเป็นช่อง ต้องแก้ไขด้วยการฉีดน้ำล้างตัวกลางเช่นเดียวกับข้อ (2)

2.2.2 ถังพักน้ำ (Polishing Tank)

มักใช้เป็นถังพักน้ำจากการบำบัดขั้นที่ 2 อัตราการสะสมตะกอนสลัดจ์ในถังต่ำ ทำหน้าที่ตกตะกอนที่ตกตะกอนส่วนที่เหลือ และน้ำไหลเข้าถังนี้เพื่อฆ่าเชื้อโรคบางชนิดที่ต้องอาศัยแสงแดดช่วยกำจัด ก่อนปล่อยไปที่ถังเติมคลอรีน มีการเติมอากาศในน้ำที่ไหลล้นจากบ่อโดยการใช้ฝายหรือขั้นบันได รูปแบบถังมีแผ่นกั้นเป็นรางคดเคี้ยวตามแนวด้านกว้างภายในถัง การทำความสะอาดถังอาจทำ 2-3 ปีต่อครั้ง

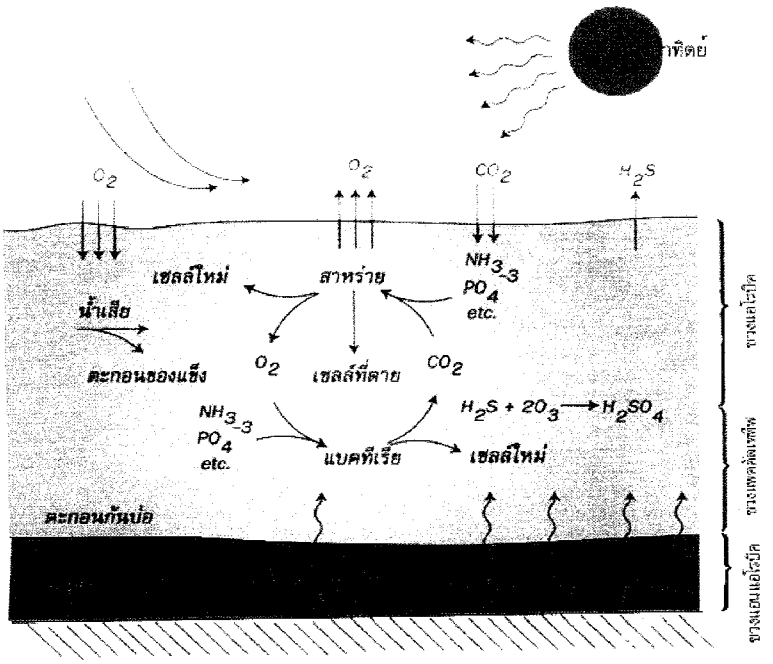
2.3 วิธีบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชหลังการปรับปรุง

วิธีการบำบัดน้ำเสียที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นวิธีที่ใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง ที่ทำการศึกษาหลังการปรับปรุงระบบ ยังคงมีการใช้ระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศเดิมซึ่งได้กล่าวรายละเอียดไว้แล้วข้างต้น ในส่วนนี้จะกล่าวถึงระบบบำบัดแบบธรรมชาติที่เป็นส่วนปรับปรุงเพิ่มเข้ามาได้แก่ "บ่อนิเวศน์" ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพืชน้ำและสัตว์น้ำ ปัจจุบันมีใช้กันแพร่หลาย โดยเฉพาะในประเทศไทยจะเป็นประเทศที่เหมาะสมกับวิธีนี้ เนื่องจากมีอุณหภูมิและแสงแดดที่เหมาะสม พืชน้ำและสัตว์น้ำก็พบได้ง่ายในประเทศไทย โดยไม่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ หลักการที่สำคัญของวิธีบำบัดน้ำเสียแบบนี้ คือ ต้องทำการควบคุมจำนวนให้เหมาะสมกับขนาดของบ่อบำบัดน้ำเสีย ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

2.3.1 บ่อปรับสภาพน้ำ (Stabilization pond)

บ่อนิเวศน์จะใช้หลักการออกแบบคล้ายบ่อปรับสภาพน้ำแต่จะใช้พืชน้ำและสัตว์น้ำเป็นส่วนช่วยในการบำบัดน้ำเสียด้วย ขนาดบ่อจะมีความลึก 1.2 เมตร ถึง 2.5 เมตร ระบบจะบำบัดน้ำเสียโดยใช้ออกซิเจนจากอากาศให้ละลายสู่น้ำและใช้ออกซิเจนบางส่วนจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายในน้ำ ส่วนบนของระบบจะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนโดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน (aerobic bacteria) ส่วนด้านล่างของระบบหรือก้นบ่อจะเกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic decomposition) เนื่องจากอัตราการเติมออกซิเจนของระบบนี้ค่อนข้างต่ำ การเจริญเติบโตของแบคทีเรียจึงถูกจำกัดด้วยปริมาณออกซิเจน ดังนั้นจึงต้องใช้บ่อที่มีขนาดใหญ่ กินเนื้อที่มาก และเนื่องจากประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณออกซิเจนที่จะได้จากการสังเคราะห์แสง ระบบนี้จึงใช้ได้ผลดีในภูมิประเทศที่มี

แสงแดดมาก เช่น ในประเทศไทย นอกจากนี้ในบางส่วนยังมีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัด มีการปลูกผักตบชวาซึ่งมีความสามารถในการดูดซึมอาหาร และโลหะหนักต่าง ๆ สัตว์น้ำจะช่วยลดสาหร่ายได้ ถึงแม้ระบบนี้จะต้องการใช้พื้นที่ขนาดใหญ่ก็ตามแต่มีข้อดีคือ เป็นระบบที่อาศัยธรรมชาติมากที่สุด ไม่มีเครื่องจักรอุปกรณ์ใด ๆ เลย อีกทั้งยังสามารถดูแล และบำรุงรักษาได้ง่ายที่สุดอีกด้วย กลไกการบำบัดน้ำของบ่อปรับสภาพน้ำแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กลไกการบำบัดน้ำของบ่อปรับสภาพน้ำ

หลักการของบ่อนิเวศน์จะเหมือนกับบ่อปรับสภาพน้ำแบบแฟคัลเททีฟมักเป็นบ่อดิน หรือ ขอบบ่อบุด้วยคอนกรีต หิน ลาดยาง หรือปูด้วยยางพลาสติกชนิดต่าง ๆ บ่อแฟคัลเททีฟเป็นบ่อที่ไม่มีการใช้เครื่องเติมอากาศในการให้ออกซิเจนหรือให้การกวน นิยมใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชน โดยมีเพียงระบบการดักขยะออกจากน้ำเสียเท่านั้น ไม่มีระบบสำหรับแยกตะกอนหนักและตะกอนแขวนลอย ทำให้ต้องมีอย่างน้อยสามบ่อขึ้นไปจัดวางเรียงต่อกันแบบอนุกรม และอาจมีระบบหมุนเวียนน้ำจากบ่อสุดท้ายกลับมาที่บ่อแรกอีกครั้ง เพื่อประโยชน์ต่าง ๆ ดังนี้ เพื่อลดภาระบีโอดี เพื่อปรับสภาพน้ำเสียให้สม่ำเสมอที่สุด เพื่อรับภาระสารอันตรายของน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ เพื่อช่วยเพิ่มจำนวนจุลชีพให้แก่ระบบ เพื่อช่วยลดปริมาณสาหร่ายที่เกิดขึ้นมากเกินไป กลไกการบำบัดน้ำแสดงในภาพที่ 2.2 ภายในบ่อแฟคัลเททีฟมีสามชั้นที่เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีดังนี้

(1) ชั้นผิวบนคือชั้นที่เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีเหมือนกับของ Aerobic Pond คือจะมีสาหร่ายเกิดขึ้น อาศัยออกซิเจนจากบริเวณผิวน้ำ บริเวณนี้จะมีออกซิเจนละลายอยู่มากกว่าส่วนล่างของบ่อ ถ้ามีสารอินทรีย์ในน้ำเสียเข้าบ่อมาก ทำให้ออกซิเจนบริเวณนี้ถูกใช้จนหมดจะทำให้มีสีค่อนข้างน้ำตาลแดงหรือสีดำ

(2) ชั้นกลางคือชั้นที่เกิดแบคทีเรียขึ้นใหม่ และแบคทีเรียบางส่วนตายอยู่บริเวณนี้ และจะใช้ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพื่อสร้างเซลล์ใหม่ บริเวณนี้ยังมีก๊าซ H_2S ทำให้ปฏิกิริยากับออกซิเจนที่หลงเหลือจะได้กรด Sulfuric acid

(3) ชั้นล่างสุดคือชั้นที่เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีเหมือนกับ Anaerobic Pond คือจะเกิดกรดอินทรีย์ และต่อมาก็ได้ก๊าซต่าง ๆ ได้แก่ CO_2, NH_3, H_2S, CH_4 เป็นต้น บริเวณนี้มีสีดำจะมีกลิ่นเหม็น ถ้าน้ำเสียที่มี BOD สูงจะยิ่งทำให้บริเวณนี้เกิดสภาพ Anaerobic ได้มาก อาจเกิดมากจนถึงชั้นกลาง และอาจจนถึงชั้นบนได้

ข้อดีของบ่อปรับสภาพน้ำ

ระบบบ่อปรับสภาพน้ำสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร หรือน้ำเสียจากเกษตรกรรม เช่น น้ำเสียจากการเลี้ยงสุกร เป็นต้น การเดินระบบก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ดูแลรักษาง่าย ทนทานต่อการเพิ่มอย่างกะทันหัน (Shock Load) ของอัตรารับสารอินทรีย์ และอัตราการไหลได้ดี เนื่องจากมีระยะเวลาเก็บกักนาน และยังสามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้มากกว่าวิธีการบำบัดแบบอื่น ๆ โดยไม่จำเป็นต้องมีระบบฆ่าเชื้อโรค

ข้อเสียของบ่อปรับสภาพน้ำ

ระบบบ่อปรับสภาพน้ำต้องการพื้นที่ในการก่อสร้างมาก และต้องควบคุมปริมาณสิ่งมีชีวิตและพืชน้ำให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม อาจเกิดปัญหาบ่อตื้นเขินจากการสะสมตะกอนได้หากการออกแบบหรือควบคุมไม่ดีพอ

ปัจจัยที่ใช้ควบคุมบ่อปรับสภาพน้ำ

ปัจจัยที่ใช้ควบคุมมีหลายข้อที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีบ่อปรับสภาพน้ำ มีหัวข้อดังนี้ (1) แสง (2) อุณหภูมิ (3) สารอาหารต่าง ๆ

(1) แสง มีความสำคัญต่อการเกิดการสังเคราะห์แสงในบ่อ โดยที่ความเข้มแสงจะมีเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำในบ่อมีสิ่งที่บดบังแสงแดดส่องลงน้อยจะส่งผลให้เกิดการสังเคราะห์แสงขึ้นในบ่อมีมากขึ้นตามด้วย เมื่อเกิดการสังเคราะห์แสงจะมีสี (Pigments) อยู่ 2 แบบคือ พวก Chlorophylls และพวก Phycobilins ส่วนพวก Bacteria Chlorophylls ก็มีในบ่อ แต่มีความแตกต่างกับ algal chlorophylls ในโครงสร้างเคมีและในความสามารถดูดซึม

(2) อุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดน้ำเสียในบ่อจะมีความสำคัญมาก กล่าวคือ เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของสาหร่าย แบคทีเรีย หรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ โดยในตารางที่ 2.2 แสดงค่าอุณหภูมิเหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตในบ่อปรับสภาพน้ำที่มีสภาวะของบ่อเหมือนกันกับบ่อนิเวศน์

ตารางที่ 2.2 อุณหภูมิเหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตในบ่อปรับสภาพน้ำ(วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่ม 5, 2547)

สิ่งมีชีวิตในบ่อปรับสภาพน้ำ	อุณหภูมิที่เหมาะสม(องศาเซลเซียส)
สาหร่ายที่ยังอยู่รอดได้	5-40
สาหร่ายสีเขียวที่เจริญเติบโตดี	30-35
แบคทีเรียแบบแอโรบิกที่ยังอยู่รอดได้	10-40
Cyan bacteria ที่เจริญเติบโตดี	35-40

แสงอาทิตย์จะเป็นแหล่งหลักที่ให้ความร้อน โดยตามหลักแล้ว ยิ่งลึกอุณหภูมิยิ่งต่ำ หมายความว่าบริเวณผิวน้ำจะมีอุณหภูมิสูงกว่าใต้น้ำในบ่อ ซึ่งอิทธิพลนี้จะทำให้พวกการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะแอโรบิกเกิดขึ้น คือพวกตะกอนได้ตกตะกอนลงในบ่อ ทำให้มีการทับถมกันบริเวณก้นบ่อ เมื่อมีความแตกต่างกันของอุณหภูมิบริเวณผิวน้ำกับบริเวณใต้น้ำ จะเกิดการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงระหว่างน้ำบนผิวกับน้ำใต้น้ำลึก ซึ่งจะเกิดการกวนภายในบ่อพอสมควร ทำให้อาจเกิดกลิ่นเหม็นรบกวนผู้ที่อยู่รอบ ๆ บ่อได้

(3) สารอาหารต่าง ๆ หมายถึงพวกสารคาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ เป็นสารอาหารที่จำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตในบ่อ มีคาร์บอนเป็นกลุ่มสารอาหารอินทรีย์และไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ จะเป็นพวกกลุ่มสารอาหารอนินทรีย์ ต่อไปนี้จะอธิบายแต่ละสารอาหาร

(3.1) สารคาร์บอนเป็นสารอาหารหลักที่จำเป็นสำหรับจุลชีพในบ่อ จะวัดเป็น BOD_5 สารอาหารนี้จะมาจากน้ำเสียชุมชนหรืออุตสาหกรรมบางชนิด โดยปกติพบว่าบ่อปรับสภาพน้ำสามารถกำจัด BOD_5 ได้ตั้งแต่ 50 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะกำจัด BOD_5 ได้อย่างมากในบ่อด้วยเวลาเก็บกัก 5 ถึง 7 วัน หลังจากนั้นจะกำจัด BOD_5 ได้น้อย

(3.2) สารไนโตรเจนในบ่อปรับสภาพน้ำมีหลายรูป เช่น รูปของสารอินทรีย์ไนโตรเจน ไนไทรต์ และไนเทรต แอมโมเนียจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปซึ่งกันและกันโดยแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้นมากตามการลดลงของสารอินทรีย์ไนโตรเจน คือ เปลี่ยนรูปจากสารอินทรีย์ไนโตรเจนเป็นสารแอมโมเนียไนโตรเจน และเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีอากาศพอเพียง จะเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น ซึ่งคือ แอมโมเนียไปเป็นไนไทรต์และจากไนไทรต์ไปเป็นไนเทรต

(3.3) สารฟอสฟอรัสในบ่อปรับสภาพน้ำมีหลายรูปแบบ เช่น สารอนินทรีย์ สารอินทรีย์ และอื่น ๆ ในรูปสารอนินทรีย์ฟอสฟอรัสจะมีรูปของ Orthophosphate และรูปของ Polyphosphate โดยที่ Orthophosphate จะอยู่ในรูปของสารละลายในบ่อ ส่วน Polyphosphate จะอยู่ในรูปของส่วนไม่ละลายน้ำในบ่อแล้วยังถูกทับถมไปกับตะกอนตมในบ่อด้วย สำหรับกลไกกำจัดฟอสฟอรัสในบ่อปรับสภาพน้ำอาจเกิดได้หลายกลไกได้แก่ กลไกดูดซับ กลไกสร้างอะตอม กลไกตกตะกอนผลึกและกลไกการจับใช้ พบว่าในบ่อสามารถกำจัดฟอสฟอรัสได้ตั้งแต่ 30-95 เปอร์เซ็นต์

(3.4) สารซัลเฟอร์ มีทั้งรูปของซัลเฟอร์ ซัลไฟด์ และกรดซัลฟูริก ซึ่งจำเป็นสำหรับจุลชีพ สารบางชนิดมีพิษต่อจุลชีพ และบางชนิดมีความจำเป็นเพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำหรับแบคทีเรีย

2.3.2 การบำบัดน้ำเสียด้วยพืชลอยน้ำ

พืชลอยน้ำ เป็นพืชที่ต้องการสารอาหารพวกคาร์บอน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ทำให้มีความสามารถดึงสารต่าง ๆ ดังกล่าวออกจากน้ำเสียได้ดี แต่ต้องมีการควบคุมให้พืชลอยน้ำมีอยู่ในจำนวนเหมาะสม และไม่ปล่อยให้พืชอายุมากหรือไม่แก่ เนื่องจากเมื่อพืชน้ำเหล่านี้ตายจะคายสารอาหารต่าง ๆ ออกมา ซึ่งจะเกิดการเน่าเหม็นในบ่อน้ำ ทำให้ค่า BOD_5 ของน้ำสูงขึ้น ตัวอย่างพืชลอยน้ำได้แก่ ผักตบชวา (Water Hyacinth) และแหน (Duckweed) ในส่วนนี้จะกล่าวถึงผักตบชวาเท่านั้น เพราะเป็นพืชชนิดเดียวที่โรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงกรณีศึกษาใช้ในการบำบัด

ผักตบชวา (Water Hyacinth)

ผักตบชวามีลักษณะเป็นพืชลอยน้ำ มีใบสีเขียวเป็นแผ่น มีฐานเป็นกระจุกอยู่ ทำหน้าที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ มีรากหลายเส้น และมีดอก ความยาวจากยอดสุดถึงปลายรากสุดประมาณ 0.5 เมตรถึง 1.2 เมตร (องค์ประกอบของผักตบชวาแสดงในตารางที่ 2.3) เป็นพืชที่เจริญเติบโตด้วยการสังเคราะห์แสงอย่างรวดเร็วมากที่สุดชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในบ่อบำบัดน้ำเสียพบว่าจะมีผักตบชวาเกิดขึ้น 14 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อปี สำหรับประเทศไทยจะมีผักตบชวาเกิดขึ้นง่ายมาก จึงไม่เป็นปัญหาในการนำมาใช้ แต่จะมีปัญหาที่มีปริมาณมากเกินไป จนกระทั่งปกคลุมบ่อบำบัดจึงจำเป็นต้องควบคุมปริมาณอย่างสม่ำเสมอ

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบของผักตบชวาในบ่อบำบัดน้ำเสีย (วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสียเล่ม 5, 2547)

องค์ประกอบ	% โดยน้ำหนักแห้ง	
	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย
โปรตีน	9.7-23.4	18.1
ไขมัน	1.6-2.2	1.9
ไฟเบอร์	17.1-19.5	18.6
เถ้า	11.1-20.4	16.6
คาร์โบไฮเดรต	36.9-51.6	44.8
TKNมิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร	1.6-3.7	2.9
TPมิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร	0.3-0.9	0.6

การบำบัดน้ำเสียด้วยผักตบชวา

ระบบผักตบชวาสามารถบำบัดน้ำเสียจากน้ำทิ้งจากระบบบำบัดขั้นแรกหรือน้ำทิ้งจากระบบบำบัดขั้นสอง ช่วยป้องกันการเกิดสาหร่ายในบ่อ ช่วยกำจัด BOD TSS โลหะหนักและสารอันตรายได้ สามารถใช้ผักตบชวากับบ่อปรับเสถียรหรือบ่อปรับสภาพน้ำที่ยังไม่สามารถกำจัดสารปนเปื้อนได้มาก จะช่วยให้คุณภาพน้ำทิ้งดีขึ้น

ประสิทธิภาพการกำจัด

ผักตบชวามีประสิทธิภาพในการกำจัดสารปนเปื้อนในน้ำเสียค่อนข้างสูง

(1) กำจัด BOD จาก 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เหลือ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรได้ ซึ่งขึ้นกับปริมาณผักตบชวาด้วย

(2) กำจัด TSS จาก 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดลงเหลือ 10 มิลลิกรัมต่อลิตรโดยดักไว้ในรากและตกตะกอนในบ่อ เนื่องจากน้ำในบ่อจะมีสภาพนิ่ง ผักตบชวายังช่วยบังแสงแดด ทำให้การเกิดสาหร่ายมีน้อยด้วย

(3) กำจัด TN จาก 10 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ลดเหลือ 3 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร โดยการดึงไนโตรเจน การเกิดการระเหยของแอมโมเนีย (ammonia volatilization) และการเกิดไนตริฟิเคชั่นและดิไนตริฟิเคชั่น (Nitrification and Denitrification)

(4) TP จาก 5 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร เหลือ 3 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อต่อลิตร การกำจัดฟอสฟอรัสนี้ต้องการไนโตรเจนด้วย ในอัตราส่วน N:P ประมาณ 6:1 ดังนั้นถ้าน้ำในบ่อ

ขาดไนโตรเจนก็จะไม่สามารถกำจัดฟอสฟอรัสได้ ถ้าต้องการให้ประสิทธิภาพการกำจัดฟอสฟอรัสมากขึ้นอาจเติม สารส้มได้

(5) ผักตบชวาสามารถกำจัดโลหะหนักซึ่งจะถูกดูดซับเอาไว้ที่รากและถูกสะสมไว้ในตะกอนตม

การดูแลผักตบชวา

(1) จัดเก็บผักตบชวาส่วนเกินออกจากบ่อบำบัดควรดำเนินการทุกสองถึงสามสัปดาห์ของเดือน

(2) การกำจัดผักตบชวาและนำมาใช้ประโยชน์อื่น ๆ ผักตบชวาส่วนเกินที่เก็บขึ้นมาให้นำไปตากแดดให้แห้งแล้วสามารถนำไปฝังกลบ หรือหมักปุ๋ยได้ ใช้เป็นอาหารสัตว์ก็ได้ นอกจากนี้บางพื้นที่ในประเทศไทยยังได้นำผักตบชวามาทำผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย เช่น เครื่องจักรสานจำพวกตะกร้า กระเป๋า เป็นต้น

(3) กำจัดและป้องกันการเกิดยุง การป้องกันที่ดีที่สุดคือ นำปลามาเลี้ยงเพื่อกินลูกน้ำยุงในบ่อบำบัด

(4) การกำจัดและป้องกันกลิ่นเหม็น การเกิดกลิ่นจะรุนแรงมากหากอยู่ในสภาพไร้อากาศฉะนั้นควรมีการเติมอากาศ เพื่อช่วยเพิ่มออกซิเจน จะสามารถลดกลิ่นได้

2.3.3 การบำบัดน้ำเสียด้วยพืชใต้น้ำ (Submerged Plant)

การใช้พืชใต้น้ำในการบำบัดน้ำเสียยังสามารถบำบัดน้ำเสียได้บ้าง โดยนิยมบำบัดน้ำเสียขั้นสุดท้าย หลังจากน้ำเสียได้ผ่านระบบบำบัดขั้นที่สองแล้ว พืชต่าง ๆ ที่อยู่ใต้น้ำจำเป็นต้องอาศัยแสงแดดส่องผ่านบ่อบำบัด เพื่อให้พืชน้ำได้เจริญเติบโตได้ และช่วยให้เกิดการสังเคราะห์แสงในบ่อด้วย ดังนั้นระบบนี้ต้องการระดับน้ำลึกที่แสงแดดส่องผ่านได้เสมอ น้ำในบ่อบำบัดควรมีความขุ่นน้อยเพื่อให้แสงแดดส่องผ่านได้ลึก ๆ จุดเด่นของวิธีนี้คือ 1) สามารถกำจัดไนโตรเจน ฟอสฟอรัสได้มาก เช่น สามารถกำจัดไนเตรทจาก 15 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร เหลือ 0.01 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร และกำจัดฟอสฟอรัสจาก 4 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร เหลือ 0.03 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร และ 2) ระบบบำบัดแบบนี้ใช้ธรรมชาติในบ่อทั้งหมดมาช่วยทำความสะอาดน้ำโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องจักรใด ๆ

เนื่องจากเป็นพืชที่เกิดขึ้นใต้น้ำ จึงยังไม่มีนักวิจัยได้ทำการศึกษาผลการบำบัดอย่างเป็นระบบ แต่ในประเทศไทยได้มีการนำมาใช้บ้างแล้วโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ตาม สำหรับการบำบัดน้ำทิ้งก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก

2.3.4 การบำบัดน้ำเสียด้วยสัตว์น้ำ (Aquatic Animals)

การบำบัดน้ำเสียด้วยการใช้สัตว์น้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือจัดทำขึ้นมาก็ได้ ในหลักการบำบัดน้ำเสียก็เช่นเดียวกันกับการบำบัดน้ำเสียด้วยพืชน้ำ คือ เมื่อสัตว์น้ำกินของเสียหรือสารอาหารออกจากน้ำแล้ว ควรนำสัตว์น้ำเหล่านั้นออกจากบ่อเพื่อให้เกิดการกำจัดสารปนเปื้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สัตว์น้ำในที่นี้ได้แก่ ปลา กุ้ง หอย ปู ฯลฯ ที่ดำรงชีพอยู่ใต้น้ำ โดยเฉพาะพวกสัตว์น้ำที่ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมแปรเปลี่ยนบ่อย ๆ เช่น อุณหภูมิ พีเอช สารปนเปื้อนต่าง ๆ เป็นต้น

เพื่อให้เข้าใจถึงความสามารถบำบัดน้ำเสียด้วยบ่อสัตว์น้ำจะขอแสดงข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาทดลองมาดังนี้

(1) ได้พบว่าพวกสัตว์น้ำเล็ก ๆ ในน้ำ ได้อยู่ในบ่อที่มีระยะเวลากักน้ำเสีย 10 วัน สามารถกำจัด BOD ได้ 70 - 80% แต่ต้องคอยควบคุมพีเอช ไม่ให้ต่ำหรือสูงเกินไป เพราะจะไปทำอันตรายต่อสัตว์น้ำเล็ก ๆ ได้ ในที่นี้หมายถึงมีภาระ BOD ของบ่อที่เหมาะสม

(2) ได้พบว่ากุ้งก็สามารถกำจัดพวกตะกอนสาหร่ายออกจากน้ำได้ดี โดยสามารถกำจัด TSS และ BOD ได้มากถึง 90% เช่นเดียวกันต้องมีภาระของบ่อที่เหมาะสม

(3) ระดับ DO ในบ่อสัตว์น้ำควรมีไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าจะให้ดีควรมี DO ในบ่อสัตว์น้ำตั้งแต่ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป มิฉะนั้นจะทำให้สัตว์น้ำขยายพันธุ์ช้า

(4) ควรพยายามไม่ให้ความเข้มข้นของสารแอมโมเนียมากในบ่อสัตว์น้ำเพราะจะไปส่งผลเป็นพิษต่อสัตว์น้ำได้มาก

(5) โดยทั่วไปปลาที่อยู่ในบ่อน้ำสามารถอยู่ได้ในพีเอช 6.5 - 9

อย่างไรก็ตามสัตว์น้ำโดยเฉพาะพวกสัตว์น้ำขนาดใหญ่ เช่น ปลา กุ้ง หอย เป็นต้น จะไม่ใช่เป็นตัวหลักในการบำบัดน้ำเสียโดยตรง แต่อาจเป็นเพียงช่วยทำความสะอาดให้แก่น้ำในบ่อบ้าง เช่น ช่วยลดสาหร่ายลงบ้าง ทำให้ได้ TSS ของน้ำล้นบ่อปลามีความเข้มข้นน้อยลงและลด BOD จาก TSS ได้อีกด้วย ดังนั้นบ่อปลาควรมี BOD ของน้ำเสียเข้าไม่มากด้วย มิฉะนั้นปลาในบ่อขาดออกซิเจนก็จะตายได้

สำหรับในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยศึกษาอย่างจริงจังเกี่ยวกับการนำสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ มาทำการบำบัดน้ำเสีย แต่ได้มีหลายแห่งได้นำวิธีสัตว์น้ำช่วยบำบัดน้ำเสียให้สะอาดขึ้นไปใช้บ้างแล้ว ข้อดีของวิธีนี้อย่างน้อยคือสามารถเป็นตัวชี้วัดได้ว่าน้ำทิ้งที่ไหลออกจากบ่อสัตว์น้ำมีความสะอาดพอเพียงแก่แหล่งน้ำภายนอกได้

อนึ่งพวกหอยและปูที่อาศัยอยู่ก้นบ่อสามารถจะช่วยรับสารปนเปื้อนได้ แทนที่จะอยู่ในตะกอนตมเท่านั้น เช่น สารโลหะหนักต่าง ๆ จะถูกหอยและปูเก็บสะสมไว้ ดังนั้นจึงควรนำ

หอยและปูที่เก็บสะสมสารโลหะหนักต่าง ๆ ไว้มากแล้ว นำออกจากบ่อ ก่อนที่หอยและปูดังกล่าวจะตายลง และคายสารพิษออกมาในบ่อน้ำอีก เมื่อนำหอยและปูออกมาแล้ว ก็ไม่ควรนำไปรับประทานเป็นอันขาด เพราะจะเป็นอันตรายถึงชีวิตได้

2.4 พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

พารามิเตอร์สำหรับใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งนี้กำหนดขึ้นโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาลว่าด้วยกฎหมายสถานพยาบาล ที่มีเตียงสำหรับรับผู้ป่วยกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไป (แสดงค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก ในภาคผนวก ค) ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.4.1 ค่าพีเอช (pH)

พีเอช หรือ ค่าความเป็นกรดด่างเป็นลักษณะสมบัติที่สำคัญมากของน้ำที่สามารถวัดได้ง่ายและมีบทบาทสำคัญไม่มากก็น้อยต่อกระบวนการต่าง ๆ ทั้งทางด้านน้ำดีและน้ำเสีย ในทางปฏิบัติ ถือว่าพีเอชของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 14 น้ำที่เป็นกลางมีพีเอชเท่ากับ 7 น้ำที่เป็นกรดและด่างมีพีเอชน้อยกว่าหรือมากกว่า 7 ตามลำดับ น้ำธรรมชาติมักมีพีเอชอยู่ใกล้ 7 น้ำในผิวดินมักมีพีเอชในช่วง 6.5 - 7.5 เช่นเดียวกับน้ำใต้ดิน แต่น้ำใต้ดินมีพีเอชเป็นกรด เช่น ต่ำกว่า 6 เป็นต้น เนื่องจากมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำในปริมาณสูง น้ำที่อยู่ในบ่อหรืออ่างเก็บน้ำอาจมีพีเอชสูงถึง 9 หรือจะมากกว่าได้ ถ้ามีสาหร่ายสีเขียว เจริญเติบโตอยู่ และทำการสังเคราะห์แสงภายในแหล่งน้ำนั้น

ค่าความเป็นกรดด่างแสดงถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของน้ำโดยจุลินทรีย์ได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.4.1.1 สารประกอบสารอินทรีย์ไนโตรเจนถูกเปลี่ยนไปเป็น NH_4^+ พีเอชเพิ่มขึ้น

2.4.1.2 สารประกอบสาร NH_4^+ ถูกเปลี่ยนไปเป็น NO_3^- พีเอชลดลง

2.4.1.3 สารประกอบสารอินทรีย์ถูกเปลี่ยนเป็น CO_2 พีเอชลดลง

2.4.1.4 สารประกอบสารอินทรีย์ถูกหมักไปเป็นกรดอินทรีย์พีเอชลดลง

2.4.2 ค่าบีโอดี (BOD)

บีโอดี (BOD, Biochemical Oxygen Demand) คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน จากกระบวนการนี้ แบคทีเรียจะได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและแบ่งตัวออกไป ผลิตภัณฑ์สุดท้ายของการออกซิไดซ์สารอาหารเหล่านี้อาจเป็น คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำหรือแอมโมเนีย ขึ้นอยู่กับชนิดของสารอาหาร

ค่า BOD จะบอกถึงกำลังความสกปรกของน้ำเสียต่าง ๆ ในเทอมของออกซิเจนซึ่งต้องการเมื่อปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำลำคลองซึ่งมีสภาวะที่มีออกซิเจนอยู่ การหาค่า BOD ยังมีความสำคัญในการควบคุมความสกปรกของลำธาร แม่น้ำต่าง ๆ เพราะค่า BOD จะบอกถึงความสกปรกของแหล่งน้ำนั้นได้ทันที นอกจากนี้ยังใช้ในการออกแบบในการกำจัดน้ำเสียอีกด้วย

2.4.3 ไขมันและน้ำมัน (Fat oil and Grease, FOG)

น้ำมันและไขมันทางอินทรีย์เคมี หมายถึง สารประกอบเอสเทอร์(Ester) ซึ่งเป็นสารอาหารหลักหมู่หนึ่งเท่านั้น ในทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมน้ำมันและไขมันมีความหมายมากกว่า เพราะหมายถึง สารประกอบอินทรีย์ต่าง ๆ สามารถสกัดได้ด้วยเฮกเซนหรือ CFC-113 หรือ ตัวทำละลายอื่น ๆ โดยทั่วไปน้ำมันและไขมันอาจจำแนกได้ดังนี้

2.4.3.1 ไฮโดรคาร์บอนชนิดเบา (Light Hydrocarbon) น้ำมันในการอุตสาหกรรมปิโตรเลียมส่วนใหญ่เป็นไฮโดรคาร์บอน น้ำมันประเภทนี้ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเบา เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด และน้ำมันเครื่องบิน รวมทั้งตัวทำละลาย ที่ใช้ในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรม เช่น คลอโรฟอร์ม (Chloroform) เฮกเซน (Hexane) เป็นต้น ไฮโดรคาร์บอนชนิดเบาในน้ำเสียอาจทำให้การกำจัดไฮโดรคาร์บอนชนิดหนักทำได้ยากขึ้น

2.4.3.2 ไฮโดรคาร์บอนชนิดหนัก(Heavy Hydrocarbon)ประกอบด้วยน้ำมันดิบ, น้ำมันดีเซล, Slop Oil รวมทั้งน้ำมันแอสฟาลท์ที่ใช้ราดถนน น้ำมันหล่อลื่นและ Cutting Fluid ชนิดนี้แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1) น้ำมันอิสระ เช่น น้ำมันหล่อลื่นและไขมันหล่อลื่นชนิดต่าง ๆ

2) น้ำมันที่กลายเป็นอิมัลชันได้ (Emulsifiable Oil) เช่น Cutting Oil, Rolling Oil รวมทั้งสบู่และไขมันต่าง ๆ

2.4.3.3 น้ำมันและไขมันจากพืชและสัตว์ น้ำมันและไขมันในน้ำเสียชนิดนี้มักได้จากกระบวนการผลิตอาหารและวัสดุธรรมชาติ สารกลุ่มนี้ล้วนเป็นสารประกอบเอสเทอร์ (Ester) ต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างแอลกอฮอล์และกรดคาร์บอกซิลิก (Carboxylic Acid) ตัวอย่างของน้ำมันและไขมันในกลุ่มนี้ เช่น เนยแท้ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม ไขมันพืช ไขมันสัตว์ เป็นต้น

สถานะของน้ำมันและไขมันในน้ำเสียอาจลอยหรือจมน้ำก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น วิธีใช้, วิธีผลิต และอุณหภูมิของน้ำเสีย แม้จะมีในปริมาณเล็กน้อย น้ำมันและไขมันมักมีกลิ่นที่น่ารังเกียจและชอบจับตัวอยู่ตามผนังของถังหรือภาชนะต่าง ๆ น้ำมันที่รั่วในทะเลมีผลร้ายต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและนกที่หากินอยู่ในทะเลเป็นอย่างมาก การเกาะจับของน้ำมันตามเหงือกของปลาและขนนก ทำให้ปลาและนกตายเป็นจำนวนมาก น้ำมันและไขมันที่ตกตะกอนลงก้นบ่อหรือสระน้ำอาจจะไปยับยั้งการย่อยสลายตามปกติของจุลินทรีย์ก้นบ่อได้ น้ำมันและไขมันมักเป็น

สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากและเป็นปัจจัยที่รบกวนการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียทุกชนิด สารอินทรีย์เคมีที่เป็นพิษจำนวนมากที่ละลายในน้ำมันได้ดีกว่าน้ำ เนื่องจากมีการใช้น้ำมันและไขมันอย่างแพร่หลายในกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมนานาชนิด จึงมักพบน้ำมันและไขมันในน้ำเสียต่าง ๆ สถานะของน้ำมันและไขมันในน้ำเสียสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทคือ

2.4.3.4 น้ำมันละลายน้ำ ได้แก่ ไฮโดรคาร์บอนมีคุณสมบัติระเหยง่าย เพราะมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีโพลาริตีสูง และโมเลกุลที่ไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะไฮโดรคาร์บอนที่มีวงแหวนเบนซินจะละลายน้ำได้ดี มักมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า แต่อาจรู้ได้ด้วยการดมหรือชิม น้ำมันละลายน้ำมักพบว่าเป็นพิษและเป็นสารก่อมะเร็ง

2.4.3.5 น้ำมันลอยบนผิวน้ำ (เป็นฟิล์ม) น้ำมันหรือไฮโดรคาร์บอนส่วนใหญ่มักมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำ จึงเป็นเรื่องปกติที่พบว่ามีน้ำมันลอยอยู่เหนือน้ำเป็นฝ้าหรือฟิล์ม ซึ่งขวางกั้นการถ่ายเทออกซิเจนหรือบังแสง น้ำมันเพียงปริมาณเล็กน้อยก็สามารถสร้างฟิล์มปิดพื้นที่ผิวน้ำได้มากมาย เนื่องจากฟิล์มเหล่านี้เป็นโมเลกุลเดี่ยวและมีความหนืดต่ำ

2.4.3.6 น้ำมันในรูป อิมัลชัน เป็นน้ำมันในรูปอนุภาคขนาดเล็กคล้ายคอลลอยด์ ดังนั้นจึงมองเห็นเป็นความขุ่นของน้ำ น้ำมันละลายน้ำหรือลอยน้ำอาจเป็นอิมัลชันได้เมื่อถูกกระทำด้วยแรงภายนอก เช่น ถูกบดอัด (เกิดขึ้นเมื่อสูบน้ำด้วยเครื่องสูบหอยโข่ง) เป็นต้น ขนาดของเม็ดน้ำมันมีตั้งแต่เล็กกว่า 20 ไมครอนจนถึงขนาดใหญ่กว่า 100 ไมครอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของไฮโดรคาร์บอน ไฮโดรคาร์บอนที่มีแรงตึงผิวต่ำจะมีขนาดเล็ก และแรงตึงผิวสูงจะมีขนาดใหญ่ ในอุตสาหกรรมบางประเภทมีการใช้สารซักฟอกหรือ surfactant ในงานชำระล้างน้ำมันหรืองานอื่น ๆ จะทำให้เม็ดน้ำมันที่เกิดขึ้นมีความคงตัวมาก แยกออกจากน้ำเสียได้ยาก เพราะสารซักฟอกทำให้เม็ดน้ำมันมีประจุเดียวกันและลดแรงตึงผิวของเม็ดน้ำมันทำให้ขนาดอนุภาคเล็กมาก

2.4.4 ค่าของแข็งทั้งหมด (TSS)

ของแข็ง หรือ สารของแข็งในน้ำอาจอยู่ในรูปของสารละลายหรือสารแขวนลอย ซึ่งถูกแบ่งโดยการกรองให้ตัวอย่างน้ำผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (glass-fiber filter) สารที่เหลืออยู่บนกระดาษกรองคือสารแขวนลอย (suspended solid) ส่วนที่ผ่านกระดาษกรองคือ dissolved solids หากนำตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองไประเหยก็จะได้ total dissolved solids (TDS)

ในกรณีการดื่ม Dissolved solids อาจทำให้น้ำมีรสผิดปกติ และหาก TDS มีค่าสูงเกินไปอาจมีปัญหาในเรื่องของความกระด้างของน้ำ การกัดกร่อน และความน่าดื่ม สำหรับในกรณีน้ำทิ้ง หรือน้ำที่ต้องการควบคุมภาวะมลพิษ ส่วนที่เป็นสารแขวนลอยจะมีความสำคัญในแง่คุณภาพน้ำมากกว่า

Suspended Solids (SS) หมายถึง ของแข็งแขวนลอยในน้ำ ความขุ่นในน้ำก็เป็น SS หรือของแข็งแขวนลอยด้วย แต่ทั้งสองพารามิเตอร์มีวิธีวัดหรือวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ตัวอย่างน้ำเดียวกันจึงมีค่า SS และความขุ่นไม่เท่ากัน น้ำดีหรือน้ำประปามักวิเคราะห์ความขุ่นซึ่งวัดได้ง่าย ส่วนน้ำเสียมักต้องการวิเคราะห์

2.4.5 ค่าซัลไฟด์ (Sulfides)

ซัลเฟตพบอยู่ทั่วไปในน้ำธรรมชาติ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและน้ำทิ้งจากเหมืองแร่โลหะต่าง ๆ ผู้บริโภคที่ดื่มน้ำที่มีซัลเฟตปริมาณมากจะก่อให้เกิดการระบายท้องได้ ในทางอุตสาหกรรมซัลเฟตก็มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นตัวที่ทำให้เกิดตะกรันในหม้อน้ำ ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นและการกัดกร่อนในท่อน้ำเสีย ปัญหาดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยารีดักชันของซัลเฟต เป็นซัลไฟด์ในภาวะที่ไม่ใช้อากาศ

การเกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซที่พบทั่วไปในธรรมชาติ กลิ่นเหม็นเหมือนไข่เน่า เกิดจากการเน่าเปื่อยและย่อยสลายของสารอินทรีย์โดยเฉพาะอัลบูมิน (Albumin) หรือไข่ขาวย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ โดยจุลินทรีย์กลุ่ม Anaerobic Bacteria โดยใช้ซัลเฟตเป็นสารรับอิเล็กตรอนและเปลี่ยนเป็นซัลไฟด์ ปฏิกิริยาระหว่างซัลไฟด์กับน้ำทำให้เกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในปริมาณสูงและมีกลิ่นเหม็น พบมากในบ่อพักน้ำเสียสัดส่วนของ H_2S, S^{2-} และ HS^- ในน้ำขึ้นอยู่กับพีเอช และปริมาณสารละลายในน้ำ

การเกิดไฮโดรเจนซัลไฟด์ในระบบบำบัดน้ำเสียไร้อากาศที่บำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟตสูงก่อให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น กลิ่นเหม็น ปัญหาการสึกกร่อนของอุปกรณ์โลหะ เป็นพิษต่อแบคทีเรียผลิตมีเทน ก๊าซส่งผลต่อระบบเติมอากาศเพราะซัลไฟด์จะเป็นสารรีดิวซ์ที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ หากปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมจะทำให้เกิดฝนกรดได้

ไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซพิษ ไม่มีสี ไม่ติดไฟ มีกลิ่นเหม็นแม้ที่มีความเข้มข้นต่ำ ซัลไฟด์ในน้ำและน้ำเสียจำแนกได้ 3 ประเภท คือ

(1) ซัลไฟด์ทั้งหมด ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ละลาย (Dissolved H_2S) อิออน (S^{2-}) และอิออนไบซัลไฟด์ รวมทั้งสารประกอบโลหะซัลไฟด์ที่ปนอยู่กับตะกอนแขวนลอยปริมาณซัลไฟด์ขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำ กล่าวคือ ที่พีเอช 11 และ 12 จะมีซัลไฟด์ละลายน้อยกว่า 0.05 % และ 0.5 % ตามลำดับ

(2) ซัลไฟด์ละลายคือ อิออนซัลไฟด์ และ อิออนไบซัลไฟด์ที่เหลืออยู่จากการกำจัดตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำด้วยวิธีฟล๊อคคูเลชันและตกตะกอน

(3) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ได้แก่ สารประกอบซัลไฟด์ที่อยู่ในรูปก๊าซซึ่งไม่แตกตัวเป็นอิออน

2.4.6 ไนโตรเจน (Nitrogen)

มักพบไนโตรเจนในรูปของก๊าซละลายและสารประกอบไนโตรเจนในน้ำจำแนกได้เป็น 4 ชนิด คือ สารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic Nitrogen), แอมโมเนีย (Ammonia), ไนเตรต (Nitrate) และไนไตรต์ (Nitrite)

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ สารอินทรีย์ไนโตรเจน+แอมโมเนีย+ไนเตรต+ไนไตรต์
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ สารอินทรีย์ไนโตรเจน+สารอนินทรีย์ไนโตรเจน

ผลรวมของสารอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนียไนโตรเจนเรียกว่า ทีเคเอ็นไนโตรเจน (Total Kjeldahl Nitrogen หรือ TKN)

TKN เท่ากับ สารอินทรีย์ไนโตรเจน+แอมโมเนียไนโตรเจน
ดังนั้นปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ ทีเคเอ็นไนโตรเจน+ไนเตรต+ไนไตรต์

2.4.6.1 ก๊าซไนโตรเจนละลายน้ำ

ก๊าซไนโตรเจนเป็นก๊าซเฉื่อย พบได้มากที่สุดทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม ในอากาศมีไนโตรเจนมากถึง 78% (ในขณะที่มีออกซิเจนในอากาศ 21%) ก๊าซไนโตรเจนจึงสามารถละลายน้ำได้มากกว่าออกซิเจน แม้ว่าไนโตรเจนจะละลายน้ำได้ดีกว่าออกซิเจน จุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตเกือบทุกชนิดก็ไม่มีความสามารถในการใช้ประโยชน์จากก๊าซละลายน้ำตัวนี้ เพราะฉะนั้นบทบาทของไนโตรเจนละลายน้ำในกระบวนการบำบัดน้ำเสียจึงไม่มีเลย แต่ไนโตรเจนละลายอาจมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ เช่น ถ้าก๊าซไนโตรเจนละลายในน้ำเกิดจุดอิ่มตัวอาจมีผลทำให้เกิดโรคฟองก๊าซในเลือดขึ้นกับปลาหรือสัตว์น้ำอื่น ๆ และทำให้สัตว์ต่าง ๆ เสียชีวิตได้ (เช่นเดียวกับก๊าซออกซิเจน) เมื่อปลาอาศัยอยู่ในน้ำที่มีไนโตรเจนละลายน้ำสูงเกินจุดอิ่มตัวปกติ กระแสเลือดในตัวปลาจะดูดซับไนโตรเจนจากน้ำเพื่อให้เกิดสมดุลระหว่างไนโตรเจนในน้ำและไนโตรเจนในเลือด ปลาจะมีไนโตรเจนละลายอยู่ในเลือดมากเกินระดับปกติ หากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากจนมีผลทำให้ไนโตรเจนบางส่วนในเลือดกลายเป็นก๊าซ ฟองก๊าซจะอุดตันกับเลือด ทำให้การหมุนเวียนของเลือดเกิดติดขัดปลาจะตายได้ กรณีข้างต้นนี้ อาจเกิดขึ้นกับปลาที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าสันเขื่อนเก็บน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีน้ำปั่นป่วนสูงมาก การถ่ายเทก๊าซต่าง ๆ จากอากาศให้กับน้ำจึงเกิดขึ้นได้ดีความปั่นป่วนทำให้น้ำที่อยู่ลึกกว่าผิวน้ำมีไนโตรเจนละลายน้ำมากเกินจุดอิ่มตัว ปลาที่อาศัยบริเวณหลังเขื่อน จึงมีโอกาสเกิดโรคฟองก๊าซในเลือด หรืออาจเกิดขึ้นกับนักประดาน้ำที่ดำน้ำลึกและขึ้นสู่ผิวน้ำ

เร็วเกินไปจนทำให้ไนโตรเจนในเลือดกลายเป็นก๊าซอุดตันหลอดเลือดมีผลทำให้นักประดาน้ำต้องเสียชีวิต

2.4.6.2 สารอินทรีย์ไนโตรเจน

สารอินทรีย์ไนโตรเจนได้แก่ ไนโตรเจนที่พบในสารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น ยูเรีย โปรตีนและกรดอะมิโน ถั่วเหลือง มูลสัตว์ เป็นต้น ในบรรดาสารไนโตรเจนทั้ง 4 ชนิด สารอินทรีย์ไนโตรเจนจัดเป็นชนิดที่เรียกว่า "ดิบ" (เป็นรูปรีดิวซ์มากที่สุด) ในทางตรงข้ามไนเตรตเป็นชนิดที่ "สุก"

เนื่องจากการวิเคราะห์หาสารอินทรีย์ไนโตรเจนใช้วิธีที่เรียกว่า Kjedahl (เจลดาห์ล) ซึ่งเป็นวิธีย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้กลายเป็นแอมโมเนียและวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนได้จากแอมโมเนียที่เกิดขึ้น จึงเรียกผลรวมของสารอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนียว่า Total Kjedahl Nitrogen (TKN)

TKN = สารอินทรีย์ไนโตรเจน+ แอมโมเนียไนโตรเจน

2.4.7 โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform and Fecal Coliform Bacteria)

เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น น้ำทิ้งที่มีสิ่งขับถ่ายใหม่ ๆ ปนเปื้อนจะมีแบคทีเรียกลุ่มนี้อยู่เสมอ เป็นสาเหตุของการเกิดโรคที่แพร่กระจายโดยน้ำดื่มได้แก่ ไข้รากสาด บิด และอหิวาตกโรค ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ชนิดของแบคทีเรียในกลุ่มนี้ที่พบง่ายได้แก่ *Escherichia coli.* หรือ *E. coli* ถูกเลือกให้เป็นตัวบ่งชี้ทางคุณภาพน้ำ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด คือ โคลิฟอร์มทั้งหมดไม่ว่าจะขับถ่ายมาจากแหล่งใดและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นกลุ่มที่มาจากลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น

คุณสมบัติทั่วไปของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

(1) รูปร่างเป็นท่อนเล็กๆ (Rod shape) ไม่มีสปอร์ (Non spore forming)

(2) เป็นพวกแกรมลบ (gram negative)

(3) สามารถย่อยแล็คโตสให้เกิดกรดที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 - 48 ชั่วโมง

(4) สามารถเจริญได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ (Facultative)

(5) สามารถทำให้เกิดก๊าซจากอาหารเหลวบรินเลียนกรีนแล็คโตสไบล์บรอท (Brilliant Green Lactose Bile Broth, BGLB) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 - 48 ชั่วโมง

(6) สามารถเจริญบนอาหารแข็งอีเอ็มบี (Eosine Methylene Blue agar, EMB) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 - 48 ชั่วโมง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเพื่อศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง

ข้อมูลที่จะรวบรวมเพื่อทำการศึกษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง มีดังนี้

3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาล ประวัติการก่อตั้ง จำนวนบุคลากร จำนวนผู้ป่วย ปริมาณการใช้น้ำ

3.1.2 ระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน

3.1.3 ระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ โครงสร้าง ระยะเวลาและการทำงานของระบบ

3.1.4 ปริมาณและลักษณะสมบัติน้ำเสีย

3.1.5 ปัญหาของระบบบำบัดที่เกิดขึ้น

3.1.6 การแก้ไขปรับปรุงระบบที่ผ่านมา

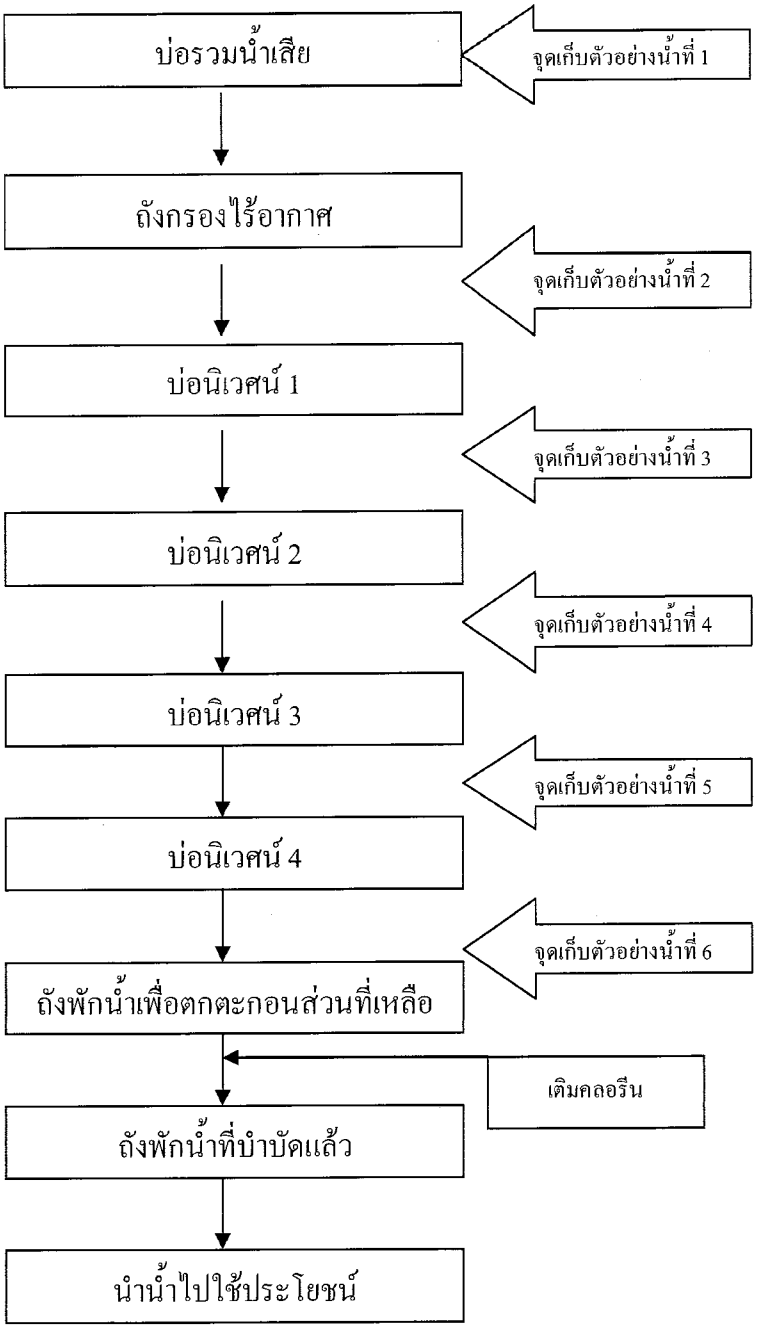
3.2 ศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียโดยการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.2.1 การวัดปริมาณน้ำเสีย โดยใช้อัตราการสูบน้ำเสียต่อวันจากเครื่องสูบน้ำเข้าระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศ

3.2.2 ค่าพารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประกอบด้วย

ค่าพีเอช (pH), ค่าบีโอดี (BOD), ปริมาณของแข็ง(Solids) ประกอบด้วย ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids), ปริมาณตะกอนหนัก (Sattleable Solids) และปริมาณสารละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids), ซัลไฟด์ (Sulfides), ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN), น้ำมันและไขมัน (Fat Oil and Grease), โคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform and Fecal Coliform bacteria) กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาลที่มีเตียงสำหรับรับผู้ป่วยกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่30เตียงขึ้นไป

3.3 จุดเก็บและความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์



ภาพที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์

จุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 6 จุดเป็นจุดที่เป็นส่วนทั้งน้ำเข้าและน้ำออก ของแต่ละหน่วยบำบัดในจุดเดียว กล่าวคือ จุดที่ 1 เป็นจุดของบ่อพักน้ำเสียและน้ำเสียเข้าระบบบำบัดคือถังกรองไร้อากาศเป็นจุดแรก จึงเป็นจุดวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสียของโรงพยาบาล(จุดเก็บตัวอย่างน้ำและวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3.1) จุดที่ 2 เป็นจุดที่น้ำเสียผ่านการบำบัดจากถังกรองไร้อากาศและเข้าสู่ระบบบ่อนิเวศน์ และจุดที่ 3 - 6 เป็นจุดที่มีน้ำเข้าออกระบบบ่อนิเวศน์ตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 3.1 ดังนั้นจึงครอบคลุมระบบบำบัดน้ำเสียทั้งระบบ ส่วนน้ำที่ผ่านจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 6 มาแล้วมีการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อก่อนที่จะนำน้ำไปใช้ประโยชน์ จึงไม่ได้กำหนดเพื่อเก็บตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์

ความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำในฤดูร้อน 4 เดือนตั้งแต่เดือนมีนาคม 2551 ถึง เดือนมิถุนายน 2551 เดือนละ 2 ครั้ง เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียที่ปรับปรุงขึ้นส่วนหนึ่งเป็นระบบบ่อนิเวศน์อยู่ในพื้นที่โล่ง การถูกเจือจางโดยน้ำฝนจึงเป็นไปได้ง่าย ดังนั้นค่าที่วิเคราะห์อาจมีความแปรผันสูงฉะนั้นการศึกษาในช่วงฤดูร้อนจึงเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด

3.4 การประเมินประสิทธิภาพการบำบัด

ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำของระบบบำบัดน้ำเสียจะประเมินจากความสามารถในการลดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ และความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์จากค่าพารามิเตอร์ ดังต่อไปนี้ ความเป็นกรดด่าง (pH), ค่าบีโอดี(BOD), ปริมาณของแข็ง(Solids) ประกอบด้วย ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids), ปริมาณตะกอนหนัก (Sattleable Solids) และปริมาณสารละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids), ซัลไฟด์ (Sulfides), ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN), น้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease), โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) และ ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform bacteria)

3.5 การเปรียบเทียบความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชกับโรงพยาบาลที่มีลักษณะน้ำเสียใกล้เคียงกัน

การเปรียบเทียบความสามารถการบำบัดน้ำเสียกับโรงพยาบาลอื่น ๆ ที่มีลักษณะน้ำเสียและระบบบำบัดน้ำเสียคล้ายกันนี้ เปรียบเทียบจากค่าความเข้มข้นแต่ละพารามิเตอร์ของน้ำทิ้งโรงพยาบาลต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถและความเหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชที่ปรับปรุงใหม่ กับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลอื่น

ตารางที่ 3.1 วัตถุประสงค์และค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการตรวจวัดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการตรวจวัด	วัตถุประสงค์	ความถี่/เดือน
1) น้ำเข้าถังกรองไร้อากาศ	pH, BOD, FOG, SS, Settleable Solids TDS, Sulfides, TKN, TCB and FCB	เพื่อวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำเสีย และหาปริมาณอัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบ	2
2) น้ำออกจากถังกรองไร้อากาศ	pH, BOD, FOG, SS, Settleable Solids TDS, Sulfides, TKN, TCB and FCB	เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแต่ละพารามิเตอร์ และความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ของแต่ละหน่วยบำบัด	2
3) น้ำออกจากบ่อนิเวศน์ 1	pH, BOD, FOG, SS, Settleable Solids TDS, Sulfides, TKN, TCB and FCB	เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแต่ละพารามิเตอร์ และความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ของแต่ละหน่วยบำบัด	2
4) น้ำออกจากบ่อนิเวศน์ 2	pH, BOD, FOG, SS, Settleable Solids TDS, Sulfides, TKN, TCB and FCB	เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแต่ละพารามิเตอร์ และความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ของแต่ละหน่วยบำบัด	2
5) น้ำออกจากบ่อนิเวศน์ 3	pH, BOD, FOG, SS, Settleable Solids TDS, Sulfides, TKN, TCB and FCB	เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแต่ละพารามิเตอร์ และความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ของแต่ละหน่วยบำบัด	2
6) น้ำออกจากบ่อนิเวศน์ 4	pH, BOD, FOG, SS, Settleable Solids TDS, Sulfides, TKN, TCB and FCB	เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแต่ละพารามิเตอร์ และความสามารถในการกำจัดสารอินทรีย์ของแต่ละหน่วยบำบัด	2

บทที่ 4
ข้อมูลทุติยภูมิ

4.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาล

โรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง สังกัดศูนย์สุขภาพจิต 3 กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข มีพื้นที่ 426 ไร่ 1 งาน 60 ตารางวา ก่อตั้งขึ้นเมื่อปีพุทธศักราช 2489 โดยผู้อำนวยการกองโรงพยาบาลโรคจิต และอธิบดีกรมการแพทย์สมัยนั้น ได้พิจารณาเห็นว่าภาคอีสานมีอาณาเขตกว้างขวาง มีจำนวนประชากรมากถึง 1 ใน 3 ของประเทศ แต่ยังขาดการบริการด้านสุขภาพจิต จึงได้ดำเนินการก่อสร้างโรงพยาบาลโรคจิตขึ้น และเปิดบริการครั้งแรกเมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2490 สังกัดกองโรงพยาบาลโรคจิต (ต่อมาเปลี่ยนเป็นกองสุขภาพจิต) กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ระยะแรกใช้เรือนไม้ชั้นเดียวเป็นศาลาคนไข้นอก ต่อมาสถานที่เริ่มคับแคบจึงได้ดำเนินการก่อสร้างอาคารผู้ป่วยนอกขึ้นใหม่ในปีพุทธศักราช 2493 และมีพิธีวางศิลาฤกษ์เมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2535 และถือเอาวันนี้เป็นวันกำเนิดโรงพยาบาล ต่อมาปีพุทธศักราช 2535 มีพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม (ฉบับที่ 7) ให้โรงพยาบาลจิตเวชเข้าสังกัดศูนย์สุขภาพจิต 3 สถาบันสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข และปีพุทธศักราช 2537 ได้มีพระราชบัญญัติปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม (ฉบับที่ 10) ให้สถาบันสุขภาพจิตเปลี่ยนเป็นกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข

ปัจจุบันโรงพยาบาลจิตเวชแห่งนี้ประกอบด้วยอาคารต่าง ๆ ทั้งหมด 74 หลัง (แผนผังโรงพยาบาลแสดงในภาคผนวก ก) ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 อาคารภายในโรงพยาบาลจิตเวช (รายงานปรับปรุงและขยายระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง, 2543)

อาคาร	จำนวน (หลัง)
อาคารอำนวยการ(เก่าและใหม่)	2
อาคารสรีระและอาชีวะบำบัด	4
อาคารผู้ป่วยชาย	11
อาคารผู้ป่วยหญิง	7
อาคารหอผู้ป่วยพิเศษ	1
โรงอาหาร	5
โรงครัว	1
โรงซักฟอก	1
บ้านพักแพทย์ ข้าราชการ คนงาน	20
เรือนพักฟื้นผู้ป่วย	14
โรงเลี้ยงสัตว์	1
ศูนย์กีฬา	1
อาคารและโรงงานพัสดุ	4
โรงไฟฟ้า	1
โรงเก็บรถ	1
รวม	74

อัตรากำลังบุคลากรของโรงพยาบาลจิตเวชแห่งนี้ปัจจุบัน แบ่งเป็นพนักงานราชการ 286 คน และลูกจ้าง 156 คน รวมบุคลากรทั้งสิ้น 442 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 อัตรากำลังบุคลากรของโรงพยาบาลจิตเวชประจำปี พ.ศ.2550 (ข้อมูลสถิติของโรงพยาบาลจิตเวช, 2550)

ตำแหน่ง	จำนวน (คน)
พนักงานราชการ	286
ลูกจ้าง	156
รวม	442

จากการสำรวจข้อมูลพบว่า จำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาในโรงพยาบาลสรุปประจำปี 2546 – 2550 มีสถิติผู้ป่วยทางจิตเวชทั้งผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยในลดลงทุกปีดังแสดงในตารางที่ 4.3 เนื่องจาก มีการส่งเสริมและให้ความรู้ความเข้าใจ พร้อมทั้งแนวทางในการป้องกันภาวะความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่าง ๆ แก่ประชาชน เช่น โรคซึมเศร้า โรคภาวะสมองเสื่อม (อัลไซเมอร์) เป็นต้น

ตารางที่ 4.3 งานบริการรักษาพยาบาลของโรงพยาบาลจิตเวช (โรงพยาบาลจิตเวช, 2550)

สถิติ / ปี	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2547	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549	พ.ศ. 2550
ผู้ป่วยนอก (ราย)	74,824	73,998	73,255	68,955	67,937
ผู้ป่วยใน (ราย)	13,981	12,277	11,979	9,921	8,155
รวม	88,805	86,275	85,234	78,876	76,092

4.1.1 ปริมาณการใช้น้ำ

โรงพยาบาลจิตเวชใช้น้ำจากหน่วยผลิตน้ำประปาของโรงพยาบาลร่วมกับน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ส่วนใหญ่ใช้ในกิจกรรมอุปโภคบริโภคต่าง ๆ ในโรงพยาบาล จากรายงานปรับปรุงและขยายระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงปี พ.ศ.2543 พบว่ามีปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยประมาณ 270 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน (รายงานการปรับปรุงและขยายระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง, 2543) คิดเป็นอัตราการใช้น้ำ 750 เตียง เท่ากับ 360 ลิตรต่อเตียงต่อวัน

4.1.2 ปริมาณน้ำเสีย

ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำเสียเดือนกุมภาพันธ์ - เมษายน 2551 พบว่า มีปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยที่เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 120 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นปริมาณน้ำเสียต่อจำนวนเตียงคนไข้ปัจจุบัน 160 ลิตรต่อเตียงต่อวัน ซึ่งเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้น้ำของโรงพยาบาลเท่ากับ 360 ลิตรต่อเตียงต่อวัน พบว่าปริมาณน้ำเสียมีสัดส่วนเป็นร้อยละ 44.44 ของปริมาณการใช้น้ำ

4.1.3 ลักษณะสมบัติของน้ำเสีย

ลักษณะสมบัติของน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง จากข้อมูลรายงานการปรับปรุงและขยายระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงปี พ.ศ. 2543 พบว่าลักษณะสมบัติน้ำเสียของโรงพยาบาลมีพีเอชค่อนข้างเป็นกลาง มีปริมาณ

สารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบ 90-112 มิลลิกรัมต่อลิตรถือว่าความเข้มข้นน้อย ปริมาณของแข็งเฉลี่ย 700 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีปริมาณซัลเฟตสูง ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ลักษณะน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง (รายงานการปรับปรุงและขยายระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง, 2543)

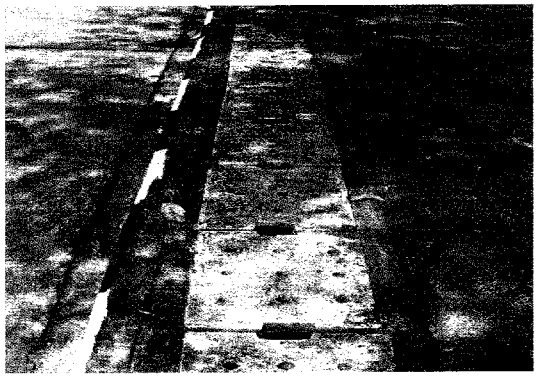
ลักษณะสมบัติ	หน่วย	ความเข้มข้น	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
Sampling Method	-	Grab	Composite
pH	-	7.06	7.28
SS	mg/l	168	39
Total Solids	mg/l	-	700
BOD	mg/l	112	90
COD	mg/l	-	152
Organic-N	mg/l as N	-	5.77
Ammonia-N	mg/l as N	-	24.19
TKN	mg/l as N	-	29.96
Sulfate	mg/l	-	1000
TP	mg/l as P	-	6
Grease & Oil	mg/l	-	2.5
Alkalinity	mg/l as $CaCo_3$	-	127
Chloride	mg/l as Cl	-	136

4.1.4 ระบบระบายและรวบรวมน้ำเสีย

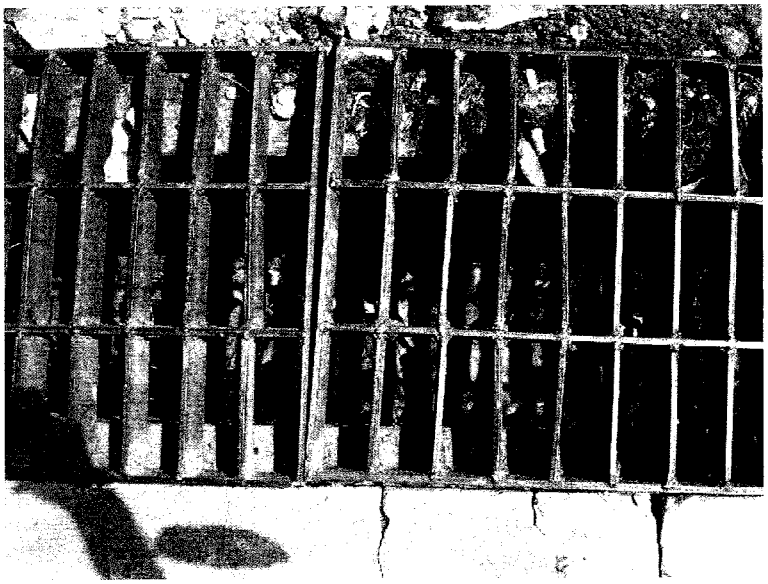
ระบบระบายและรวบรวมน้ำเสียเป็นแบบท่อแยก (Separated Sewer System) ทำการรวบรวมน้ำเสียโดยใช้ท่อชนิดซีเมนต์ใยหิน (AC) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้วและ 8 นิ้ว โดยต่อท่อรวบรวมน้ำเสียผ่านบ่อดักกลิ่นและขยะแสดงในภาพที่ 4.1 ครอบคลุมพื้นที่ของอาคารส่วนใหญ่ แต่ไม่ทั้งหมดในปี 2543 ต่อมาจึงมีการวางแผนพัฒนาและวางระบบท่อระบายน้ำใหม่ในปัจจุบันจึงครอบคลุมพื้นที่ของอาคารทั้งหมด (ภาพแบบระบบระบายและรวบรวมน้ำเสียแสดงในภาคผนวก ก)

ส่วนระบบระบายน้ำฝนจะมีเฉพาะในส่วนอาคารบริการ บ้านพักเจ้าหน้าที่ และบ้านพักแพทย์บางส่วนเท่านั้น ระบบระบายน้ำฝนจะเป็นแบบรางเปิดแสดงในภาพที่ 4.2 - 4.3 และท่อระบายน้ำซึ่งยังมีเศษวัสดุ เช่น ทราย กรวด ซีเมนต์ ใบไม้ หลุดเข้าไปในระบบระบายน้ำฝนขวางทางไหลของน้ำ ทำให้มีน้ำท่วมขังในบางพื้นที่เมื่อมีฝนตกหนัก น้ำฝนบางส่วนจะไหลรวมสู่ท่อระบายน้ำฝนรวมของโรงพยาบาลแสดงในภาพที่ 4.4 และบางส่วนจะไหลลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะของเทศบาล

ภาพที่ 4.1 ระบบระบายน้ำเสียตามอาคารในโรงพยาบาล



ภาพที่ 4.2 ระบบระบายน้ำฝนตาม อาคารในโรงพยาบาล



ภาพที่ 4.3 ระบบระบายน้ำฝน บริเวณด้านหน้าโรงพยาบาลเป็นแบบรางเปิด

ภาพที่ 4.4 ระบบระบายน้ำฝนภายในของโรงพยาบาล

4.1.5 การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดไปใช้ประโยชน์

น้ำทิ้งหรือน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วทางโรงพยาบาลจิตเวชแห่งนี้นำมาใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร ได้แก่ รดน้ำต้นไม้ในบริเวณโรงพยาบาล แปลงปลูกหญ้าเพื่อเลี้ยงสัตว์แสดงในภาพที่ 4.5 ส่งเสริมอาชีพให้แก่ผู้ป่วยที่มีอาการดีเป็นปกติและพร้อมที่จะกลับไปใช้ชีวิตกับครอบครัวและสังคมแล้ว

ภาพที่ 4.5 แปลงปลูกหญ้า

4.2 ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง

กรมอนามัยโดยสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อมซึ่งมีหน้าที่โดยตรงต่อการจัดการระบบสุขาภิบาลในโรงพยาบาลจึงได้มีการจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียให้แก่โรงพยาบาลของรัฐ ตลอดจนโรงพยาบาลทั่วไปจนครบทุกโรงพยาบาลแล้ว

4.2.1 การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชก่อนการปรับปรุง

เมื่อน้ำเสียจากอาคารต่าง ๆ ไหลมารวมกันที่บ่อรวมน้ำเสีย น้ำเสียจะถูกสูบเข้าสู่ถังกรองไร้อากาศเพื่อทำการบำบัด จากนั้นจะถูกส่งออกสู่บ่อพักน้ำเพื่อทำการตกตะกอนส่วนที่เหลือและเติมคลอรีน ก่อนที่จะสูบขึ้นไปเก็บไว้ที่ถังจ่ายน้ำและนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6 แผนผังการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชก่อนปรับปรุง

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงเป็นระบบบำบัดแบบบ่อกรองไร้อากาศ (ผังบริเวณบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลแสดงในภาคผนวก ก) ซึ่งประกอบด้วย

4.2.1.1 บ่อสูบน้ำเสีย

เป็นถังคอนกรีตเสริมเหล็กขนาด กว้าง 2.00 เมตร ยาว 2.00 เมตร ความลึก 5.70 เมตร จำนวน 1 ถัง ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเสียแบบ จุ่มแช่ (Submersible Pump) ยี่ห้อ ABS รุ่น AF60-acb61 จำนวน 2 ชุด มีอัตราการสูบน้ำเสีย 28.32 และ 11.49 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

4.2.1.2 ถังกรองไร้อากาศ

ถังกรองไร้อากาศ เป็นถังคอนกรีตเสริมเหล็ก แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ถังเกรอะ ขนาด กว้าง 7.25 เมตร ยาว 7.50 เมตร ลึก 3.00 เมตร จำนวน 1 ชุด ปริมาตร 163.13 ลูกบาศก์เมตร และส่วนถังกรองไร้อากาศ ขนาด กว้าง 7.50 เมตร ยาว 10.00 เมตร ลึก 3.00 เมตร จำนวน 1 ชุด ภายในติดตั้งตัวกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter Media) ปริมาตร 72.50 ลูกบาศก์เมตรในแต่ละชุด

4.2.1.3 ถังพักน้ำ

ถังพักน้ำทำหน้าที่พักน้ำจากถังกรองไร้อากาศ มีขนาด กว้าง 3.90 เมตร ยาว 7.00 เมตร ลึก 2.00 เมตร มีปริมาตรเก็บกัก 54.60 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีประโยชน์ในการตกตะกอนสารแขวนลอยที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากถังกรองไร้อากาศจะสามารถตกตะกอนน้ำเสียได้ 524 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

4.2.1.4 ถังพักน้ำที่บำบัดแล้ว

ถังพักน้ำที่บำบัดแล้วเป็นถังคอนกรีตเสริมเหล็กขนาด กว้าง 3.90 เมตร ยาว 4.90 เมตร ลึก 2.00 เมตร จำนวน 1 ถัง มีปริมาตรเก็บกักรวม 38.22 ลูกบาศก์เมตร ทำหน้าที่เป็นถังพักน้ำทิ้งก่อนสูบขึ้นถังจ่ายน้ำ มีการเติมคลอรีนที่ส่วนนี้

4.3 การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวช

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงแห่งนี้ก่อสร้างและใช้งานมานาน ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ปัญหาที่พบ ได้แก่ อุปกรณ์ชำรุดจากสภาพการใช้งานมานาน บ่อพักน้ำเสียอุดตันจากวัสดุพลาสติก เศษขยะขนาดเล็ก มีการอุดตันเนื่องจากการสะสมของตะกอนในถังกรองไร้อากาศ ทำให้น้ำทิ้งไม่ได้มาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 4.5 หากก่อสร้างระบบใหม่จะต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก จึงได้มีการปรับปรุงระบบขึ้นโดยเลือกวิธีทางธรรมชาติ เพราะใช้ต้นทุนในการก่อสร้างน้อยกว่า อีกทั้งโรงพยาบาลมีพื้นที่เพียงพอต่อการเพิ่มระบบอีกด้วย

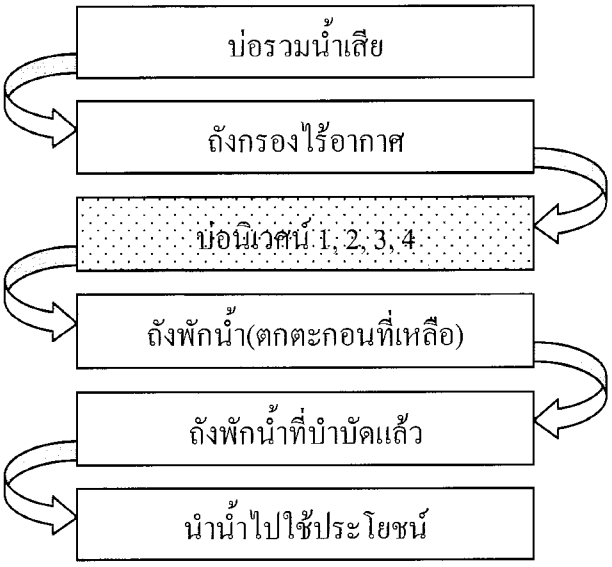
ตารางที่ 4.5 คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชปี 2549 (มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2549)

พารามิเตอร์	น้ำทิ้ง : ถังพักน้ำ	น้ำทิ้ง : หอจ่ายน้ำ	ค่ามาตรฐาน
pH	7.04	7.08	5-9
BOD (mg/l)	72	60	ไม่เกิน 20
FOG (mg/l)	47	18	ไม่เกิน 20
SS(mg/l)	40	24	ไม่เกิน 30
Settleable solids(ml/l)	1.2	0.5	ไม่เกิน 0.5
TDS(mg/l)	768	558	ไม่เกิน 500
S(mg/l)	2.8	0.78	ไม่เกิน 1.0
TKN(mg/l)	7	2	ไม่เกิน 35
TCB (MPN/100ml)	5,200,000	4,200,000	5,000
FCB(MPN/100ml)	3,500,000	2,800,000	1,000

4.3.1 การทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชหลังการปรับปรุง

เมื่อมีการปรับปรุงและทำความสะอาดระบบบำบัดน้ำเสียแล้วเริ่มทำการเดินระบบโดยมีขั้นตอนการทำงานเหมือนก่อนปรับปรุง แต่เมื่อน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากถังกรองไร้อากาศที่เปลี่ยนตัวกลางใหม่แล้ว จะถูกปล่อยสู่บ่อนิเวศน์ทีละบ่อ โดยบ่อแรกรับน้ำจากถังกรองไร้อากาศ บ่อที่ 2 รับน้ำจากบ่อนิเวศน์บ่อแรก บ่อที่ 3 รับน้ำจากบ่อนิเวศน์ 2 และบ่อที่ 4 รับน้ำจากบ่อนิเวศน์ 3 ตามลำดับ แต่ละบ่อมีผักตบชวาช่วยกรองดักตะกอน และดูดซับสารปนเปื้อนให้ลดลงได้ เช่น

สารอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโลหะหนักบางชนิดได้ จากนั้นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกสูบขึ้นไปยังถังพักน้ำเพื่อทำการตกตะกอนที่เหลือและเติมคลอรีน แล้วสูบขึ้นไปเก็บไว้ที่หอจ่ายน้ำเก็บน้ำก่อนนำไปใช้ประโยชน์ ดังแสดงในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4. 7 แผนผังการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชหลังปรับปรุง

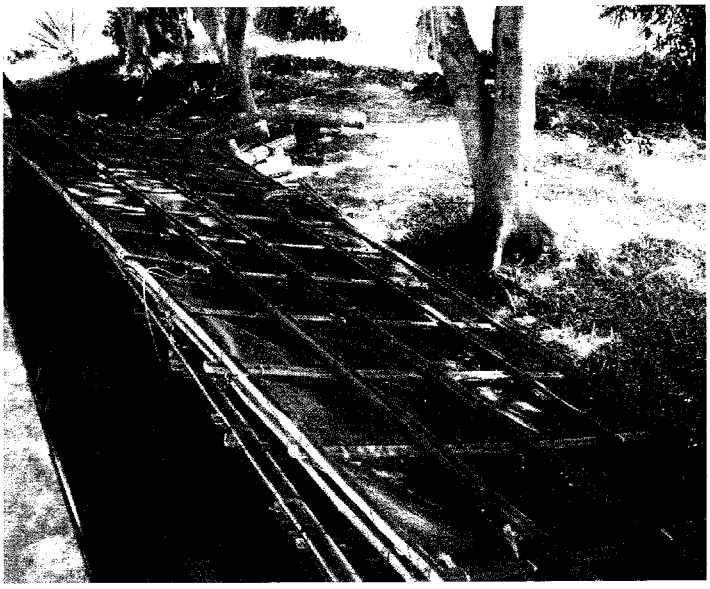
การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล ประกอบด้วย

4.3.1.1 การปรับปรุงถังกรองไร้อากาศ

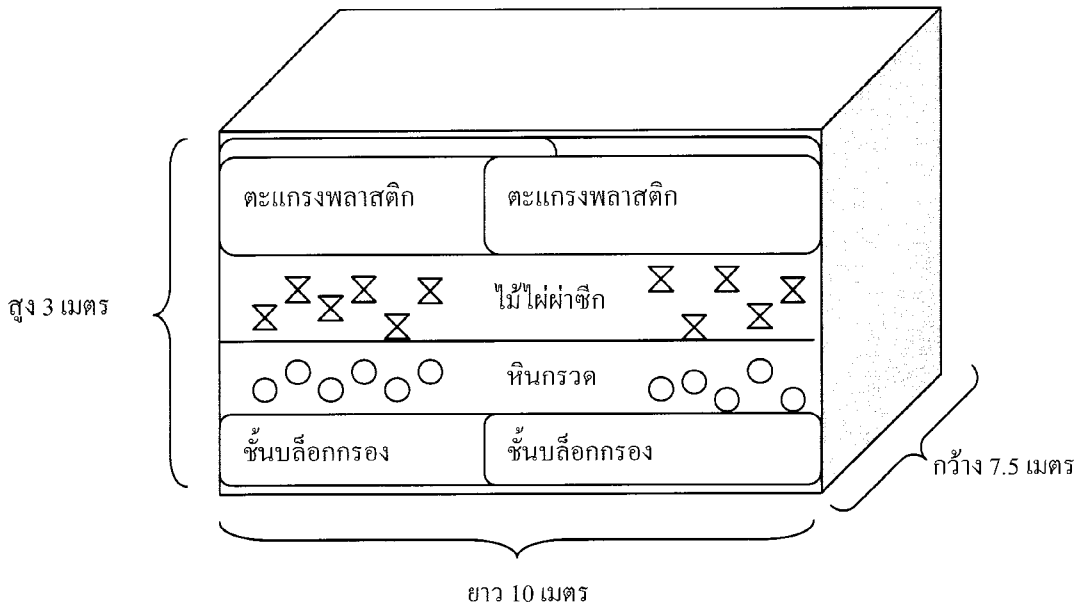
ตัดไม้ไผ่ผ่าซีกขนาดยาว 15 - 30 เซนติเมตรปริมาตร 9 ลูกบาศก์เมตรเพื่อช่วยในกรองและเป็นตัวกลางบำบัดน้ำเสียดังแสดงในภาพที่ 4.8 เนื่องจากตัวกลางที่เหมาะสมควรเป็นวัสดุโปร่งที่มีพื้นที่ผิวมากเพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้ ไม้ไผ่เป็นวัสดุที่มีลักษณะดังกล่าวและหาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาถูก การบำรุงรักษาง่าย และทำตะแกรงพลาสติกโครงไม้ไผ่ขนาด 9 ตารางเมตร 2 ชั้น ชั้นละ 6 แผ่นรวม 12 แผ่นเพื่อทำเป็นตัวกลางแบบประหยัดต้นทุนต่ำและช่วยทับไม่ให้ไม้ไผ่ลอยเมื่ออยู่ในน้ำดังแสดงในภาพที่ 4.9

การบรรจุตัวกลางลงในถังกรองไร้อากาศมี 4 ชั้น ชั้นล่างสุดเป็นชั้นบล็อกกรองปูรองก้นถัง ชั้นถัดมาจะเป็นชั้นหินกรวด ทับด้วยไม้ไผ่ ชั้นบนสุดจะทับด้วยตะแกรงพลาสติกโครงไม้ไผ่เพื่อป้องกันไม่ให้ไม้ไผ่ลอย ภาพตัดขวางของถังกรองไร้อากาศแสดงในภาพที่ 4.10

ภาพที่ 4.8 ไม้ไผ่ผ่าซีก



ภาพที่ 4.9 ตะแกรงพลาสติกโครงไม้ไผ่



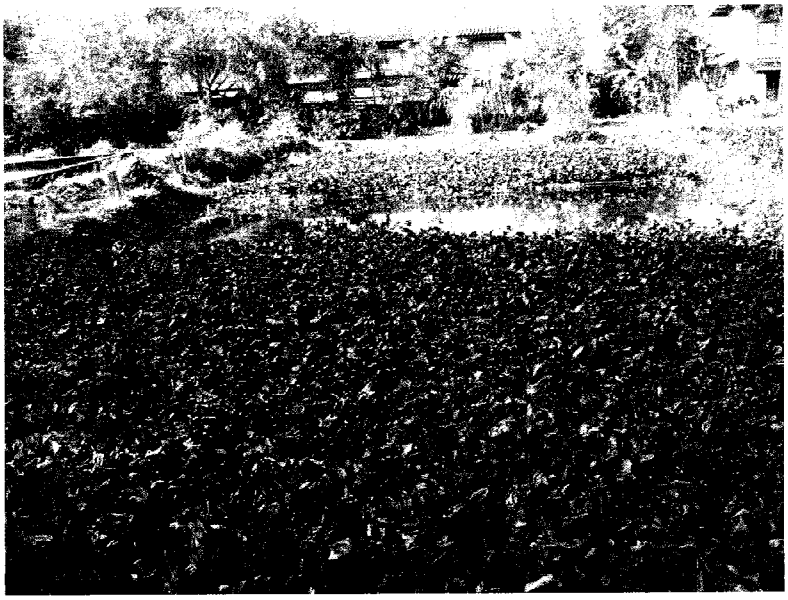
ภาพที่ 4.10 ภาพตัดขวางของถังกรองไร้อากาศที่ได้รับการปรับปรุงโดยใส่ตะแกรงพลาสติกและไม้ไผ่ผ่าซีกเป็นตัวกลาง

4.3.1.2 การสร้างบ่อนิเวศน์

สร้างบ่อนิเวศน์ 4 บ่อ มีขนาดแตกต่างกันตามความเหมาะสมของพื้นที่ดังตารางที่ 4.6 และรูปของบ่อนิเวศน์ 1 - 4 ของโรงพยาบาลจิตเวชแสดงในภาพที่ 4.11 - 4.14 ตามลำดับ ใช้พืชลอยน้ำช่วยกรองของแข็งแขวนลอย และดูดซับสารปนเปื้อนในน้ำเสียใช้น้ำหมักจุลินทรีย์ชีวภาพเติมลงในระบบบำบัดเพื่อให้ช่วยเพิ่มอัตราการย่อยสลาย

ตารางที่ 4.6 ปริมาตรและพื้นที่ผิวของบ่อนิเวศน์ (ข้อมูลทางเทคนิคโรงพยาบาลจิตเวช, 2550)

บ่อนิเวศน์	ปริมาตร	พื้นที่ผิว	พื้นที่ผักตบชวา	ปริมาณร้อยละของผักตบชวาต่อพื้นที่
	(ลูกบาศก์เมตร)	(ตารางเมตร)		
บ่อนิเวศน์ 1	702	351	234	66.67
บ่อนิเวศน์ 2	702	351	175.5	50
บ่อนิเวศน์ 3	1152	576	288	50
บ่อนิเวศน์ 4	1520	760	128	16.84



ภาพที่ 4.11 บ่อนิเวศน์ 1

ภาพที่ 4.12 บ่อนิเวศน์ 2

ภาพที่ 4.13 บ่อนิเวศน์ 3

ภาพที่ 4.14 บ่อนิเวศน์ 4

บทที่ 5
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียจากการตรวจวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียและคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง ในแต่ละหน่วยบำบัด ตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2551 เป็นเวลา 4 เดือน (ค่าพารามิเตอร์ในแต่ละหน่วยบำบัด แสดงในตารางที่ 5.1) มีดังนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้งทั้งระบบ

5.1.1 ปริมาณน้ำเสียที่ตรวจวัดและใช้ในการคำนวณภาระบรรทุกสารอินทรีย์

ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบวัดจากอัตราการสูบน้ำเสียเข้าระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศมีค่าเฉลี่ย 127.3± 5.23 ลูกบาศก์เมตรต่อวันใช้ในการคำนวณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เข้าระบบ

5.1.2 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำเสียเข้าระบบอยู่ระหว่าง 6.4 - 7.7 ค่าเฉลี่ย 7.2±0.23 เมื่อน้ำเสียผ่านระบบจะมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 6.6 - 7.6 ค่าเฉลี่ย 7.28±0.34 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างไม่มีความแตกต่างกันมากนัก เพราะน้ำเสียส่วนใหญ่มาจากการชะล้าง เช่น ล้างจาน อาบน้ำ ซักผ้า จากโรงอาหาร โรงซักฟอก บ้านพักข้าราชการ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของสารลดแรงตึงผิวที่มีคุณสมบัติเป็นด่างได้แก่ น้ำยาล้างจาน สบู่ แชมพู ผงซักฟอก และถูกชะล้างด้วยน้ำจนเจือจาง และผลกระทบจากน้ำฝน ทำให้น้ำเสียถูกเจือจางด้วยจึงทำให้น้ำเสียและน้ำทิ้งมีความเป็นกลางถึงด่างอ่อน และต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน 5 - 9 โดยกรมควบคุมมลพิษ ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ดังปรากฏในภาคผนวก ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า “มาตรฐานน้ำทิ้ง”

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้ง

เดือนที่เก็บตัวอย่างน้ำ	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	ค่ามาตรฐาน
น้ำเข้าถังกรองไร้อากาศ	Q = 127.3± 5.23 m^3/d				
pH	7.08±0.76	7.05±0.92	7.55±0.3	7.1±0.14	5-9
BOD (mg/l)	111±12.7	91±4.24	102±8.48	55.5±2.12	ไม่เกิน 20
OR.Loading(kgBOD/d)	14.13±1.62	11.58±0.54	12.98±1.08	7.065±0.27	-
FOG (mg/l)	30±8.48	24±4.24	23±9.89	26.375±2.12	ไม่เกิน 20
SS(mg/l)	81.3±1.55	80.9±2.75	82.05±2.33	80.5±1.121	ไม่เกิน 30
Settleable solids(ml/l)	4.4±1.69	3.55±0.77	5.2±0.141	5.8±0.56	ไม่เกิน 0.5
TDS(mg/l)	836±35.3	930.5±23.33	1046.5±116.6	837.5±51.61	ไม่เกิน 500
S(mg/l)	26.4±3.25	25.85±2.33	21.7±0.56	27.15±0.42	ไม่เกิน 1.0
TKN(mg/l)	29.5±3.53	27.65±0.49	15.55±1.21	12.8±0.3	ไม่เกิน 35
TCB (MPN/100ml)	2,000	2,000	2,000	2,000	5,000
FCB(MPN/100ml)	19.5±2.12	45.5±16.26	19±1.41	29.5±3.53	1,000
น้ำออกจากถังกรองไร้อากาศ					
pH	7.38±0.27	7.09±0.77	7.21±0.09	7.265±0.02	5-9
BOD (mg/l)	50±5.65	52±12.72	75.5±4.94	45	ไม่เกิน 20
V.Loading ($kgBOD_5/m^3 \cdot day$)	0.026	0.031	0.037	0.029	
FOG (mg/l)	20±2.82	21.5±3.53	21.05±8.41	23±4.24	ไม่เกิน 20
SS(mg/l)	70.85±5.16	63.9±6.78	62.65±3.46	77.5±2.121	ไม่เกิน 30
Settleable solids(ml/l)	1.96±1.18	1.54±0.615	3.11±0.83	5.35±0.63	ไม่เกิน 0.5
TDS(mg/l)	615.5±58.6	818±4.24	874.5±74.2	709.6±74.81	ไม่เกิน 500
S(mg/l)	17.5±2.96	17.45±2.47	18.75±0.9	19.4±4.9	ไม่เกิน 1.0
TKN(mg/l)	18.7±0.848	14.7±0.56	13.15±1.48	9.9±1.41	ไม่เกิน 35
TCB (MPN/100ml)	2,000	2,000	2,000	2,000	5,000
FCB(MPN/100ml)	12.5±3.53	38±15.55	11.5±6.36	20±8.48	1,000

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้ง (ต่อ)

เดือนที่เก็บตัวอย่างน้ำ	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	ค่ามาตรฐาน
น้ำออกจากบ่อนิเวศน์ 1					
pH	7.31±0.056	6.9±0.176	7.31	7.2±0.13	5-9
BOD (mg/l)	41±8.48	23.5±4.94	57.5±4.94	25.5±2.12	ไม่เกิน 20
V.Loading ($kgBOD_5/m^3 \cdot day$)	0.021	0.014	0.028	0.012	
FOG (mg/l)	17.7±4.38	18±1.41	17.85±4.45	17±4.24	ไม่เกิน 20
SS(mg/l)	48.3±5.09	42.7±6.92	44.05±1.76	71±1.41	ไม่เกิน 30
Settleable solids(ml/l)	1.09±0.43	0.56±0.08	1.11±0.48	4.75±0.45	ไม่เกิน 0.5
TDS(mg/l)	484±56.5	770±19.79	764.5±75.66	581.75±97.9	ไม่เกิน 500
S(mg/l)	12±1.69	11.95±2.47	10.1±0.9	11.7±4.9	ไม่เกิน 1.0
TKN(mg/l)	10±0.28	6.6±2.12	10.95±2.19	7.075±2.51	ไม่เกิน 35
TCB (MPN/100ml)	2,000	2,000	2,000	2,000	5,000
FCB(MPN/100ml)	14.5±3.53	28.5±12.02	5±1.41	17.5±6.36	1,000
น้ำออกจากบ่อนิเวศน์ 2					
pH	7.23±0.035	6.86±0.09	7.2±0.02	7.24±0.15	5-9
BOD (mg/l)	27.5±9.19	13.5±3.53	42±7.07	19.5±2.12	ไม่เกิน 20
V.Loading ($kgBOD_5/m^3 \cdot day$)	0.014	0.008	0.021	0.009	
FOG (mg/l)	13.65±0.92	15	15.95±2.89	13.5±4.94	ไม่เกิน 20
SS(mg/l)	32.15±2.19	31.75±3.46	28.15±1.34	66.5±2.121	ไม่เกิน 30
Settleable solids(ml/l)	0.5	0.5	0.5	0.5	ไม่เกิน 0.5
TDS(mg/l)	444.5±48.79	628.5±12.02	673±67.88	489.75±70.35	ไม่เกิน 500
S(mg/l)	4.65±0.77	4.6±1.69	4.55±1.2	4.05±1.62	ไม่เกิน 1.0
TKN(mg/l)	7.25±0.212	6.05±1.9	8.45±1.62	5.27±3.35	ไม่เกิน 35
TCB (MPN/100ml)	489±666.09	889.5±14.84	39±2.82	40±2.82	5,000
FCB(MPN/100ml)	9±1.41	23.5±3.53	4.5±3.53	12±5.65	1,000

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียและน้ำทิ้ง (ต่อ)

เดือนที่เก็บตัวอย่างน้ำ	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	ค่ามาตรฐาน
น้ำออกจากบ่อนิเวศน์ 3					
pH	7.48±0.02	6.88±0.19	7.15±0.14	7.42±0.04	5-9
BOD (mg/l)	13.5±4.94	10.5±2.12	21	13±1.41	ไม่เกิน 20
V.Loading ($kgBOD_5/m^3 \cdot day$)	0.007	0.006	0.01	0.006	
FOG (mg/l)	13.17±1.16	12.5±0.7	13.85±1.62	8.5±2.12	ไม่เกิน 20
SS(mg/l)	23.2±7.21	23.15±4.73	18.9±1.31	56.5±12.02	ไม่เกิน 30
Settleable solids(ml/l)	0.5	0.5	0.5	0.5	ไม่เกิน 0.5
TDS(mg/l)	346.5±48.79	542.5±40.3	586.5±17.67	426±81.6	ไม่เกิน 500
S(mg/l)	1.6±0.141	1.65±0.212	1.5±0.42	2.27±0.74	ไม่เกิน 1.0
TKN(mg/l)	5.9±0.848	5.2±2.4	6.45±1.09	5.18±1.39	ไม่เกิน 35
TCB (MPN/100ml)	464.5±634.27	548±470.9	34±4.24	24.5±7.77	5,000
FCB(MPN/100ml)	6±2.82	14±7.07	3.5±0.7	8.5±3.53	1,000
น้ำออกจากบ่อนิเวศน์ 4					
pH	7.61±0.014	6.85±0.35	7.17±0.09	7.5±0.09	5-9
BOD (mg/l)	6±2.82	8.5±0.7	5±1.41	9±1.41	ไม่เกิน 20
FOG (mg/l)	11.8±1.69	12.72±0.39	12.1±0.98	6±1.41	ไม่เกิน 20
SS(mg/l)	18.5±3.53	18±2.82	16.7±0.2	57±19.79	ไม่เกิน 30
Settleable solids(ml/l)	0.5	0.5	0.5	0.5	ไม่เกิน 0.5
TDS(mg/l)	297±1.41	363±66.46	504.5±16.51	326±144.24	ไม่เกิน 500
S(mg/l)	0.59±0.03	0.74±0.042	0.39±0.1	0.5±0.141	ไม่เกิน 1.0
TKN(mg/l)	4.5±0.7	4.15±1.34	3.75±0.63	4.05±0.9	ไม่เกิน 35
TCB (MPN/100ml)	316.5±424.97	162.5±74.24	15±5.65	14±9.89	5,000
FCB(MPN/100ml)	3±1.41	3±1.41	3±1.41	4	1,000

หมายเหตุ : ตัวอย่างการคำนวณภาระบรรทุกสารอินทรีย์และประสิทธิภาพการกำจัดแสดงในภาคผนวก ง

5.1.3 ค่าบีโอดี (BOD)

บีโอดี คือ ปริมาณออกซิเจนที่ถูกแบคทีเรียใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปะปนอยู่ในน้ำ ดังนั้น บีโอดี จึงเป็นค่าที่บอกถึงความสกปรกของน้ำในแหล่งน้ำ ในแง่ของสารอินทรีย์ซึ่งมีสาเหตุมาจากการระบายน้ำทิ้งจากกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ที่มีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ลงสู่แหล่งน้ำ ได้แก่ น้ำทิ้งจากชุมชน น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นต้น ดังนั้น ปริมาณสารอินทรีย์ยิ่งปะปนอยู่ในน้ำมากเท่าไร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำก็ยิ่งถูกนำไปใช้มากยิ่งขึ้น จึงมีผลทำให้แหล่งน้ำมีคุณภาพเสื่อมลง

ค่าบีโอดีของน้ำเสียเข้าระบบอยู่ระหว่าง 54 - 120 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 89.88±24.33 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณากับอัตราการไหลของน้ำเสียสามารถประมาณปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์เข้าระบบได้ 6.87 - 15.27 กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน (ตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก ง.) ค่าเฉลี่ย 11.43±3.09 กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน บีโอดีในน้ำทิ้งมีค่าลดลงอยู่ระหว่าง 4 - 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 7.12±1.93 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของน้ำทิ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.072 - 0.182 กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน เฉลี่ย 0.13±0.03 กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน

5.1.4 ปริมาณน้ำมันและไขมัน (Fat oil and Grease)

ค่าน้ำมันและไขมันของน้ำเข้าระบบอยู่ระหว่าง 16 - 36 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 28.5±3.11 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำทิ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 5 - 12.8 มิลลิกรัมต่อลิตรค่าเฉลี่ย 10.65±3.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน20 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากน้ำเสียจากอาคารก่อนที่จะเข้าระบบบำบัดได้ผ่านถังดักไขมันก่อน เพราะหากมีไขมันในปริมาณมากจะไปขัดขวางการยึดเกาะตัวกลางของจุลินทรีย์ในถังกรองไร้อากาศได้ ทำให้ปริมาณน้ำมันและไขมันมีค่าน้อย

5.1.5 ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids)

ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำเข้าระบบมีค่าระหว่าง 77.8 - 83.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 79.75±0.99 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำทิ้งมีค่าระหว่าง 16 - 71 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 27.55±19.64 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน30 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.6 ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids)

ปริมาณตะกอนหนักของน้ำเข้าระบบมีค่าระหว่าง 3 - 5.6 มิลลิลิตรต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 1.87±1.93 มิลลิลิตรต่อลิตรและน้ำทิ้งมีค่าน้อยกว่า 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.5 มิลลิลิตรต่อลิตร มีปริมาณตะกอน

หนักเข้าระบบน้อยเพราะน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ ถูกพักอยู่ในบ่อดักไขมันและบ่อเกรอะก่อน จึงทำให้บางส่วนตกตะกอนแล้ว

5.1.7 ปริมาณสารละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids)

ปริมาณสารละลายได้ทั้งหมด (TDS) คือ ส่วนที่เหลืออยู่หลังจากการระเหยของน้ำที่ได้ผ่านการกรองส่วนที่เหลือประกอบด้วยสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์หลายชนิด

ปริมาณสารละลายได้ทั้งหมดของน้ำเข้าระบบอยู่ระหว่าง 801 - 1129 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 912.63±99.59 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำทิ้ง 224 - 516 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 372.62±91.97 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน500 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.8 ปริมาณซัลไฟด์ (Sulfides)

ซัลไฟด์ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นและการกัดกร่อนในท่อน้ำเสีย ปัญหาดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยารีดักชันของซัลเฟตเป็นซัลไฟด์ในภาวะที่ไม่ใช้อากาศ มีความเป็นพิษต่อแบคทีเรียผลิตมีเทน ส่งผลต่อระบบเติมอากาศ เพราะซัลไฟด์จะเป็นสารรีดิวซ์ที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ หากมีการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมจะทำให้เกิดฝนกรดได้

ปริมาณซัลไฟด์ของน้ำเข้าระบบอยู่ระหว่าง 21.3 - 30.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 25.27±2.44 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำทิ้งมีค่า 0.4 - 0.77 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 0.55±0.14 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.9 ปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN)

ปริมาณไนโตรเจนในน้ำที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย (NH3) กับ อินทรีย์ไนโตรเจน (Organics Nitrogen) จะสามารถบอกถึงสภาวะของแหล่งน้ำนั้นได้ เช่น ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ระยะเวลาของการปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูล สิ่งขับถ่าย จากบ้านเรือน ชุมชนหรือจากสัตว์เลี้ยงในชุมชนนั้น ๆ ได้ ซึ่งในที่สุดไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ จะเปลี่ยนไปเป็นแก๊สไนโตรเจน (N2)

ปริมาณไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็นของน้ำเข้าระบบอยู่ระหว่าง 12.5 - 27.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 21.37±8.42 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำทิ้ง 3.2 - 5.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ย 4.11±0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน 35 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.1.10 ปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total Coliform and Fecal Coliform bacteria)

โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้เกี่ยวกับการปนเปื้อนของสิ่งขับถ่ายทั้งหมด แต่สำหรับฟีคัลโคลิฟอร์มเกิดจากการปนเปื้อนของสิ่งขับถ่ายที่เกิดจากสัตว์เลือดอุ่นเป็นเวลาไม่เกิน

24 ชั่วโมง เนื่องจากมีการเติมจุลินทรีย์ชีวภาพในถังกรองไร้อากาศเพื่อช่วยในการบำบัด ประกอบกับบ่อนิเวศน์อยู่ในที่โล่ง และเป็นบ่อดิน มีการชะล้างหน้าดินจากน้ำฝน จึงทำให้ปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรียอาจมีปริมาณแปรผันได้ไม่แน่นอน

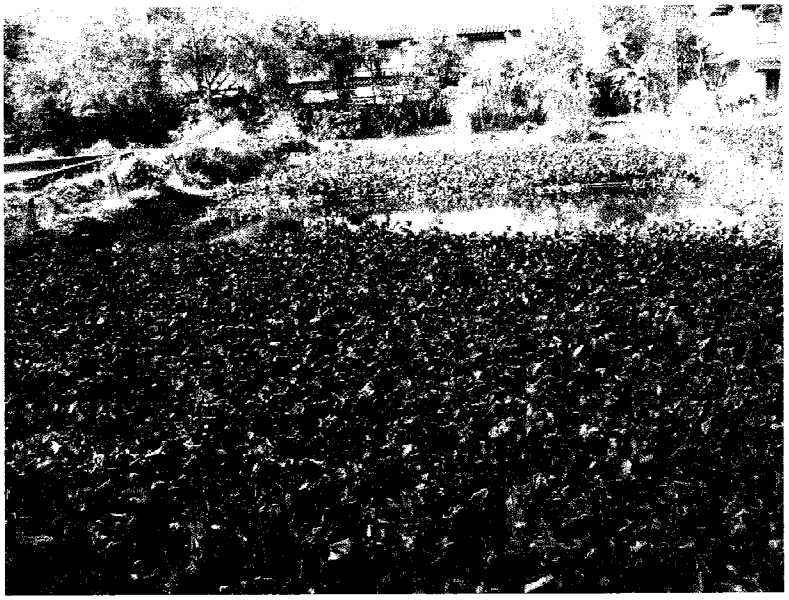
ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดของน้ำเข้าระบบมีค่ามากกว่า 2000 MPN ต่อ 100 ลิตร และน้ำทิ้ง 7 - 617 MPN ต่อ 100 ลิตร ค่าเฉลี่ย 127±144.31 MPN ต่อ 100 ลิตร ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน 5000 MPN ต่อ 100 ลิตร ส่วนปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำเข้าระบบมีค่าระหว่าง 18 - 57 MPN ต่อ 100 ลิตร ค่าเฉลี่ย 28.375±12.39 MPN ต่อ 100 ลิตร และในน้ำทิ้ง 2 - 4 MPN ต่อ 100 ลิตรค่าเฉลี่ย 3.25±0.5 MPN ต่อ 100 ลิตร ต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ไม่เกิน 2000 MPN ต่อ 100 ลิตร

5.2 ลักษณะน้ำในบ่อบำบัด

น้ำที่ผ่านการบำบัดจากถังกรองไร้อากาศเข้าสู่กระบวนการบำบัดในระบบบ่อนิเวศน์ทั้ง 4 บ่อ มีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 บ่อนิเวศน์ 1 (แสดงในภาพที่ 5.1) ลักษณะน้ำค่อนข้างใสมีสีดำของตะกอนที่ก้นบ่อ กลิ่นเหม็นเล็กน้อย มีลูกน้ำบริเวณขอบบ่อ ค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 7.23±0.12 อุณหภูมิน้ำในบ่อเฉลี่ย 31.5±0.2 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการกักเก็บ 0.79 วัน ค่าคงที่อัตราการย่อยสลาย (K1ใช้ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง) ที่อุณหภูมิ 31.5 องศาเซลเซียส 0.52 วัน$^{-1}$ ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่อปริมาตร 0.028 กิโลกรัมบีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรวัน($kgBOD_5/m^3 \cdot day$)(รายละเอียดการคำนวณระยะเวลาในการกักเก็บ, ค่าคงที่อัตราการย่อยสลายและภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่อปริมาตรแสดงในภาคผนวก ง.) มีออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย 0.224±1.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสามารถในการบำบัดบีโอดีร้อยละ 35±15.99 พื้นที่ของผักตบชวาเป็น 2 ใน 3 ของบ่อ สามารถกำจัดสารแขวนลอยและตกตะกอนปริมาณตะกอนหนักได้ดีร้อยละ 36.55±11.67 และ 43.58±24.91 ตามลำดับ

5.2.2 บ่อนิเวศน์ 2 (แสดงในภาพที่ 5.2) ลักษณะน้ำใส สีน้ำตาลจากสีของดินและตะกอนในบ่อนิเวศน์ มีกลิ่นเหม็นเล็กน้อย มีลูกน้ำบริเวณขอบบ่อ ค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 7.1±0.19 อุณหภูมิน้ำในบ่อเฉลี่ย 34.5±0.15 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการกักเก็บ 0.59 วัน ค่าคงที่อัตราการย่อยสลาย (K2) ที่อุณหภูมิ 34.5 องศาเซลเซียส 0.608 วัน$^{-1}$ ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่อปริมาตร 0.022 กิโลกรัมบีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรวัน รับน้ำจากบ่อนิเวศน์ 1 ผ่านทางท่อไม่มีประตูกั้นน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 6 นิ้ว มีออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย 1.4±0.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสามารถการบำบัดบีโอดีร้อยละ 12.06±1.74 กำจัดสารแขวนลอยและตะกอนหนักได้ดี



ภาพที่ 5.1 ลักษณะน้ำของบ่อนิเวศน์ 1

ภาพที่ 5.2 ลักษณะน้ำของบ่อนิเวศน์ 2

5.2.3 บ่อนิเวศน์ 3 (แสดงในภาพที่ 5.3) ลักษณะน้ำใส สีน้ำตาลจากสีของดินและตะกอนในบ่อนิเวศน์ มีกลิ่นเล็กน้อย มีลูกน้ำบริเวณขอบบ่อ ค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 7.14±0.17 อุณหภูมิน้ำในบ่อเฉลี่ย 30.5±0.06 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการกักเก็บ 1.13 วัน ค่าคงที่อัตราการย่อยสลาย (K3) ที่อุณหภูมิ 30.5 องศาเซลเซียส 0.5 วัน$^{-1}$ ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่อปริมาตร 0.013 กิโลกรัมบีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรวัน รับน้ำจากบ่อนิเวศน์ 2 ผ่านทางท่อไม่มีประตูกั้นน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 6 นิ้ว มีออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย 1.7±1.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสามารถการบำบัดบีโอดีร้อยละ 16.95±2.53 กำจัดสารแขวนลอยและตะกอนหนักได้ดี

5.2.4 บ่อนิเวศน์ 4 (แสดงในภาพที่ 5.4) ลักษณะน้ำใส สีน้ำตาลจากสีของดินและตะกอนในบ่อนิเวศน์ มีกลิ่นเล็กน้อย มีลูกน้ำบริเวณขอบบ่อ ค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ย 7.23±0.27 อุณหภูมิน้ำในบ่อเฉลี่ย 30.21±0.11 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการกักเก็บ 1.45 วัน ค่าคงที่อัตราการย่อยสลาย (K4) ที่อุณหภูมิ 30.21 องศาเซลเซียส 0.49 วัน$^{-1}$ ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่อปริมาตร 0.007 กิโลกรัมบีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรวัน รับน้ำจากบ่อนิเวศน์ 3 ผ่านทางท่อไม่มีประตูกั้นน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 6 นิ้ว มีออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย 1.7±0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสามารถการบำบัดบีโอดีร้อยละ 99.64±1.5 กำจัดสารแขวนลอยและตะกอนหนักได้ดี

ภาพที่ 5.3 ลักษณะน้ำของบ่อนิเวศน์ 3

ภาพที่ 5.4 ลักษณะน้ำของบ่อนิเวศน์ 4

ค่าคงที่อัตราการย่อยสลายปฏิกิริยาอันดับที่ 1 ในระบบบ่อนิเวศน์ยังไม่มีผลการศึกษาที่แน่ชัด แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่าออกแบบในระบบบ่อผึ่งที่สภาวะคล้ายกัน พบว่า มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานในการออกแบบคือ 0.361 วัน$^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538) ซึ่งค่าที่พบในระบบบ่อนิเวศน์อยู่ในช่วง 0.49 - 0.608 วัน$^{-1}$ เป็นค่าที่มีความเหมาะสม เพราะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าค่าออกแบบ และปริมาณสาหร่ายในบ่อน้อย

5.3 ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย

ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงที่บำบัดได้ในแต่ละหน่วยบำบัดและประสิทธิภาพทั้งระบบในรูปพารามิเตอร์ต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 5.3

ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีทั้งระบบเฉลี่ยมีค่าร้อยละ 91±5.03 การกำจัดน้ำมันและไขมันประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 56.58±16.36 เพราะมีปริมาณน้ำมันและไขมันเข้าระบบน้อยค่าการกำจัดจึงน้อย การกำจัดสารแขวนลอยประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบมีค่าร้อยละ 65.94±24.32 การกำจัดตะกอนหนักประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบร้อยละ 88.75±2.61 การกำจัดสารละลายได้ทั้งหมดประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบมีค่าร้อยละ 59.56±5.65 การกำจัดซัลไฟด์ประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบมี่คาร้อยละ 97.78±0.47 ระบบบ่อนิเวศน์ช่วยลดความเข้มข้นของซัลไฟด์ได้ดี แสดงให้เห็นว่าอัตราการเกิดกลไกการย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจนในบ่อนิเวศน์ช่วงเวลากลางคืนมีน้อย การกำจัดไนโตรเจนประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบร้อยละ 78.56±7.94

การกำจัดโคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 93.65±7.21 และ 87.31±4.23 ตามลำดับ

การจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชนอกจากจะมีการเพิ่มระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว ยังมีการป้องกันการปนเปื้อนของสารฆ่าเชื้อในน้ำเสีย การติดตั้งบ่อดักไขมันไว้สำหรับน้ำเสียจากอาคาร รวมถึงการอบรมให้ความรู้กับเจ้าหน้าที่ที่บำรุงรักษาและดูแลระบบ เช่น การดูแลปริมาณผักตบชวา การดูแลเครื่องมือ อุปกรณ์ เป็นต้น ก็เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ระบบบำบัดน้ำเสียทำงานได้ดี ทำให้ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียโดยรวมทั้งระบบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้

อย่างไรก็ตามน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียแม้จะมีคุณภาพน้ำทิ้งที่ดีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จัดอยู่ในกลุ่มแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และ (2) การเกษตร เมื่อมีการนำน้ำไปใช้ประโยชน์จึงจำเป็นต้องทำเครื่องหมาย หรือ ป้ายเตือนให้ทราบและระมัดระวังในการใช้น้ำด้วย

ตารางที่ 5.2 สรุปประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง ในแต่ละหน่วยบำบัดและรวมทั้งระบบ

พารามิเตอร์	ประสิทธิภาพการบำบัด (%)					
	ถังกรองไร้อากาศ	บ่อนิเวศน์ 1	บ่อนิเวศน์ 2	บ่อนิเวศน์ 3	บ่อนิเวศน์ 4	รวมทั้งระบบ
BOD	35.67±16.31	34.99±17.08	31.49±8.33	39.11±13.86	45.39±25.5	91±5.03
FOG	18.40±11.32	15.15±6.22	16.17±5.35	11.32±1.4	7.99±1.2	56.58±16.36
SS	31.27±8.75	36.55±11.67	33.70±13.44	29.55±7.5	20.41±10.52	65.94±24.32
Settleable S.	38.77±22.72	43.58±24.9	30.07±32.25	0.125	0.125	88.75±2.61
TDS	17.54±6.16	14.45±6.77	13.58±4.47	15.40±4.44	21.20±9.06	59.56±5.65
Sulfide	24.51±9.26	30.12±7.1	45.54±4.31	49.62±10.94	48.04±10.37	97.78±0.47
TKN	30.38±14.05	36.72±17.32	21.02±8.67	14.51±9.39	26.91±10.06	78.56±7.94
TCB	0	0	81.78±20.46	23.74±17.4	50.23±16.61	93.65±7.21
FCB	31.01±10.13	19.50±3.05	24.22±12.73	31.28±7.62	48.94±26.32	87.31±4.23

5.4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชกับโรงพยาบาลที่มีลักษณะน้ำเสียใกล้เคียงกัน

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของโรงพยาบาลจิตเวชแห่งนี้ พบว่า น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากระบบบำบัดน้ำเสียที่ปรับปรุงใหม่ มีคุณภาพน้ำผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ เมื่อนำผลการวิเคราะห์น้ำมาเปรียบเทียบกับโรงพยาบาลอื่น ๆ ได้แก่ โรงพยาบาลดำเนินสะดวก และ โรงพยาบาลมวกเหล็ก ซึ่งมีระบบบำบัดน้ำเสีย (ระบบบ่อผึ่ง) และ ลักษณะน้ำเสียที่คล้ายกัน พบว่า ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในน้ำทิ้งมีค่าใกล้เคียงกัน (ลักษณะน้ำเสียและคุณภาพน้ำทิ้งในรูปค่าพารามิเตอร์ของโรงพยาบาลอื่น ๆ แสดงในตารางที่ 5.3) แต่มีค่าพารามิเตอร์บางชนิดมีค่าต่ำกว่ามาก เช่น ของแข็งแขวนลอย, ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น, โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งในน้ำทิ้งของโรงพยาบาลจิตเวชจะมีปริมาณน้อยกว่า สามารถช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมีฆ่าเชื้อโรคของโรงพยาบาลได้ ค่าคงที่อัตราการย่อยสลายปฏิกิริยาอันดับหนึ่งที่สภาวะจริงของโรงพยาบาลทั้งสองแห่งอยู่ในช่วงประมาณ 0.04 - 0.103 วัน$^{-1}$ ไม่ตรงกับค่าที่ถูกออกแบบไว้คือ 0.361 วัน$^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ซึ่งมีสาเหตุจากในบ่อมีปริมาณสาหร่ายมาก ทั้งที่อุณหภูมิของสภาวะจริงมีค่าสูงกว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับโรงพยาบาลจิตเวชพบว่าค่าคงที่อัตราการย่อยสลายปฏิกิริยาอันดับหนึ่งมีค่าในช่วง 0.49 - 0.608 วัน$^{-1}$ ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมกับสภาวะใช้งานจริง แสดงให้เห็นว่าระบบบ่อนิเวศน์นี้ช่วยลดการเกิดสาหร่ายได้มากจึงทำให้น้ำในบ่อใส และระบบบำบัดบ่อนิเวศน์นี้ยังควบคุมง่ายไม่ซับซ้อน เพราะไม่มีเครื่องจักรกล ใช้ระบบธรรมชาติ ทำให้ประหยัดพลังงาน อีกทั้งโรงพยาบาลอื่นไม่มีการหมุนเวียนน้ำมาใช้ใหม่ จึงนับเป็นจุดเด่นของระบบบำบัดของโรงพยาบาลจิตเวชแห่งนี้ที่สามารถบำบัดน้ำและนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้

อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของการเปรียบเทียบระบบในรายละเอียดอื่น ๆ ต่อไป

ตารางที่ 5.3 ลักษณะน้ำเสียและคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลอื่น ๆ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538)

โรงพยาบาล	รูปแบบระบบบำบัด	พารามิเตอร์	น้ำเสีย	น้ำทิ้ง	มาตรฐาน
ดำเนินสะดวก	บ่อผึ่ง จำนวน 2 บ่อ ขนาด 1,000 และ 720 ลูกบาศก์เมตร	pH	7.9	8.3	5-9
		BOD (mg/l)	109	28	ไม่เกิน 20
		FOG (mg/l)	14.8	4.2	ไม่เกิน 20
		SS(mg/l)	85	40.6	ไม่เกิน 30
		S(mg/l)	0.87	0.76	ไม่เกิน 1.0
		TKN(mg/l)	39.2	25	ไม่เกิน 35
		TCB (MPN/100ml)	>2,000	>2,000	5,000
		FCB(MPN/100ml)	>2,000	>2,000	1,000
มวกเหล็ก	บ่อผึ่ง จำนวน 2 บ่อ ขนาด 616 และ 500 ลูกบาศก์เมตร	pH	7.5	8.4	5-9
		BOD (mg/l)	145	25	ไม่เกิน 20
		FOG (mg/l)	14.8	2.6	ไม่เกิน 20
		SS(mg/l)	130	48	ไม่เกิน 30
		S(mg/l)	1.9	0.48	ไม่เกิน 1.0
		TKN(mg/l)	33.5	5.5	ไม่เกิน 35
		TCB (MPN/100ml)	>2,000	>2,000	5,000
		FCB(MPN/100ml)	>2,000	>2,000	1,000

บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง

6.1.1 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียส่วนปรับปรุง

6.1.1.1 ถังกรองไร้อากาศ หลังการปรับปรุงระบบโดยใช้วัสดุไม้ไผ่เป็นตัวกลาง มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แสดงให้เห็นว่าไม้ไผ่มีคุณสมบัติเป็นตัวกลางที่เหมาะสม มีพื้นที่ผิวให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้ดี ช่วยกรองของแข็งได้ดีไม่น้อยไปกว่าตัวกลางที่เป็นหินกรวดแม่น้ำ

6.1.1.2 บ่อนิเวศน์มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์และตกตะกอนของแข็งได้ดี ข้อดีของการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย คือประหยัดงบประมาณ ประหยัดพลังงานที่ใช้ในกระบวนการบำบัดเพราะใช้ระบบธรรมชาติ มีการเติมจุลินทรีย์ชีวภาพ (EM) เพื่อช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ และช่วยลดกลิ่นทำให้ไม่มีกลิ่นเหม็น ทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียดีขึ้น น้ำใสขึ้น คุณภาพน้ำทิ้งตรงตามมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดไว้ ข้อด้อย คือ คันดินที่ได้จากดินที่ขุดจากก้นบ่อมาถมไว้ขณะก่อสร้างบ่อนิเวศน์ ดินไม่แน่นทำให้เกิดการยุบตัว นอกจากนี้การทับถมของตะกอนที่ถูกผักตบชวากรองไว้ทำให้ตื้นเขินง่าย อาจเป็นผลให้อายุการใช้งานของบ่อลดลง ต้องมีการขุดลอกบ่อบ่อย ๆ ซึ่งจะทำให้สิ้นเปลือง

6.1.2 ประสิทธิภาพรวมของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวช

ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง หลังมีการปรับปรุงระบบพบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ดี คุณภาพน้ำทิ้งตรงตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด สามารถบำบัดน้ำเสียและนำน้ำทิ้งมาใช้ประโยชน์ได้

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ระบบบำบัดแบบถังกรองไร้อากาศ

ตัวกลางไม้ไผ่เป็นวัสดุธรรมชาติ สามารถย่อยสลายได้ เมื่อต้องอยู่ในน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูง ๆ จะทำให้ระยะเวลาในการย่อยสลายเร็วขึ้น ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการอุดตันในระบบ

จากชิ้นส่วนที่เน่าเปื่อยของไม้ไผ่ได้ ดังนั้นจึงควรทำการตรวจสอบตัวกลางอย่างสม่ำเสมอว่ายังคงประสิทธิภาพพร้อมใช้งานดีอยู่หรือไม่ โดยสามารถดูจากน้ำทิ้งออกจากระบบถังกรองเอง หรือดูโดยตรงที่ตัววัสดุ หากพบว่าเกิดการย่อยสลายมากควรทำการเปลี่ยนตัวกลางชุดใหม่แทน และหาวิธีกำจัดซากวัสดุที่เหมาะสม เช่น นำไปตากแดดให้แห้งสนิทแล้วใช้เป็นเชื้อเพลิง นำไปบดละเอียดเพื่อใช้เป็นปุ๋ยได้ และสุดท้ายหากไม่ต้องการใช้ประโยชน์แล้วควรนำไปฝังกลบ เป็นต้น อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในรายละเอียดของระยะเวลาในการใช้งานตัวกลางวัสดุนี้ด้วย เพื่อสามารถวางแผนการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียที่ดีต่อไปในอนาคต

6.2.2 ระบบบำบัดแบบบ่อนิเวศน์

บริเวณระบบบำบัดน้ำเสียควรมีรั้วรอบขอบชิดเป็นสัดส่วนเพื่อป้องกันมิให้มีสัตว์เข้ามารบกวน ขอบบ่อที่เป็นคันดินควรมีการบดอัดดินให้แน่น และเทคอนกรีตทับเพื่อป้องกันการยุบตัวของดิน และป้องกันการเกิดวัชพืช ในระบบบ่อนิเวศน์ควรมีการสูบตะกอนอย่างน้อยทุก 2 - 3 สัปดาห์ หรือ ทุกเดือน เพื่อป้องกันไม่ให้บ่อตื้นเขินเร็ว ระบบบ่อไม่มีการกระจายน้ำเข้าบ่อ น้ำเข้าทางเดียวและออกทางเดียว ทำให้สภาพน้ำในบ่อนิ่งจึงเอื้อให้ยุงมาวางไข่ การกำจัดด้วยสารเคมีเป็นสิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติ เพราะจะมีสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ควรดูแลโดยการนำปลามาปล่อยเพื่อกินลูกน้ำในบ่อหรือใช้กังหันหรือระบบน้ำพุช่วยให้น้ำมีการเคลื่อนไหวจะช่วยลดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงอันเป็นสาเหตุของโรคติดต่อหลายชนิดได้และยังเป็นการเติมออกซิเจนให้กับบ่ออีกทางหนึ่งด้วย

ผักตบชวาเป็นพืชที่แพร่กระจายและเจริญเติบโตได้เร็ว ต้องหมั่นดูแลไม่ให้มีมากเกินไปโดยการเด็ดต้นแก่ทิ้งเสมอเพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นเหม็น หากมีปริมาณหนาแน่นมากจะกีดขวางไม่ให้น้ำในบ่อสัมผัสกับแสงแดดและอากาศ ทำให้บ่อนิเวศน์อยู่ในสภาวะไร้อากาศจะทำให้เกิดกลิ่นของก๊าซไข่เน่า (H_2S) ดังนั้นการจัดเก็บผักตบชวาควรดำเนินการทุก 2 - 3 สัปดาห์ หรือทุกเดือน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับน้ำโสโครกและสิ่งขับถ่ายของสัตว์เลือดอุ่นนั้น พบว่าในน้ำทิ้งมีปริมาณน้อยมากจึงอาจไม่จำเป็นต้องมีการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้ออีก เนื่องจากนำน้ำไปใช้ประโยชน์เพียงรดน้ำต้นไม้อย่างเดียวเท่านั้น จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายของโรงพยาบาลได้อีกทางหนึ่ง

ตามปกติแล้วธรรมชาติจะทำการบำบัดตัวเองให้มีสภาพดีขึ้นดังเดิมเสมอ แต่เมื่อกาลเวลาเปลี่ยนไป ประชากรเพิ่มขึ้นสิ่งที่เพิ่มขึ้นด้วยก็คือ มลพิษ ระบบนิเวศน์ถูกทำลาย ป่าไม้ธรรมชาติลดลง ประสิทธิภาพการบำบัดด้วยตัวเองของธรรมชาติที่เป็นวิธีที่ดีที่สุดจึงลดลงไปด้วย แต่เมื่อมีการประยุกต์เอาความรู้และเทคโนโลยีมารวมกับธรรมชาติทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดี ดังเช่น การจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงแห่งนี้ ที่ใช้เทคโนโลยีช่วยธรรมชาติก่อน

จากนั้นจึงปล่อยให้ธรรมชาติทำหน้าที่ของตัวเองในการปรับสภาพให้ดีขึ้น ช่วยให้คุณภาพน้ำทิ้งได้มาตรฐานที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ

อย่างไรก็ตามการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีนี้ เหมาะกับโรงพยาบาล หรือ หน่วยงาน ที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่เพียงพอ และเอื้ออำนวยที่จะก่อตั้งระบบได้ รวมถึงการมีบุคลากรที่เข้าใจ มีความพร้อมในการปฏิบัติงานดูแลระบบ เช่น การป้องกันไม่ให้มีสารฆ่าเชื้อปนเปื้อนในน้ำเสียเพราะจะไปทำลายจุลินทรีย์ในระบบและการบำรุงรักษาระบบให้คงประสิทธิภาพที่ดีเสมอด้วย

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. "มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร", มาตรฐานคุณภาพน้ำในประเทศไทย. http://www.pcd.go.th. พฤษภาคม, 2550.

_____. "ระบบบำบัดน้ำเสีย", http://www.pcd.go.th. กันยายน, 2550.

กระทรวงสาธารณสุข. การจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียสถานพยาบาล สังกัดกระทรวงสาธารณสุข. กรมอนามัย : กระทรวงสาธารณสุข, 2538.

กองวิจัยและพัฒนา. การบำบัดน้ำเสียชุมชน. ศูนย์วิชาการที่อยู่อาศัย : การเคหะแห่งชาติ, 2538.

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม. โครงการประเมินปรับปรุง และขยายระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล 25 แห่ง. กรมอนามัย : กระทรวงสาธารณสุข, 2538.

_____. คู่มือการดูแลระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาล. กรมอนามัย : กระทรวงสาธารณสุข, 2538.

เกษม จันทร์แก้ว. "การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม", เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา การบริหารจัดการงานอนามัยสิ่งแวดล้อม. สถานบริการสาธารณสุข ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต : กระทรวงสาธารณสุข, 2539.

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. ของเสียอันตราย. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2546.

_____. วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสียเล่มที่ 5. นนทบุรี : เอส.อาร์.พริ้นติ้ง แมสโปรดักส์จำกัด, 2547.

นิรุติ คูณผล. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย. ฝ่ายวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม กองอนามัย กรมอนามัย : กระทรวงสาธารณสุข, 2539.

ประเสริฐ กระจ่างวงษ์. นโยบายการอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. กรมอนามัย : กระทรวงสาธารณสุข, 2536.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับการบริหารสาธารณสุขและโรงพยาบาล. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2535.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์. เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

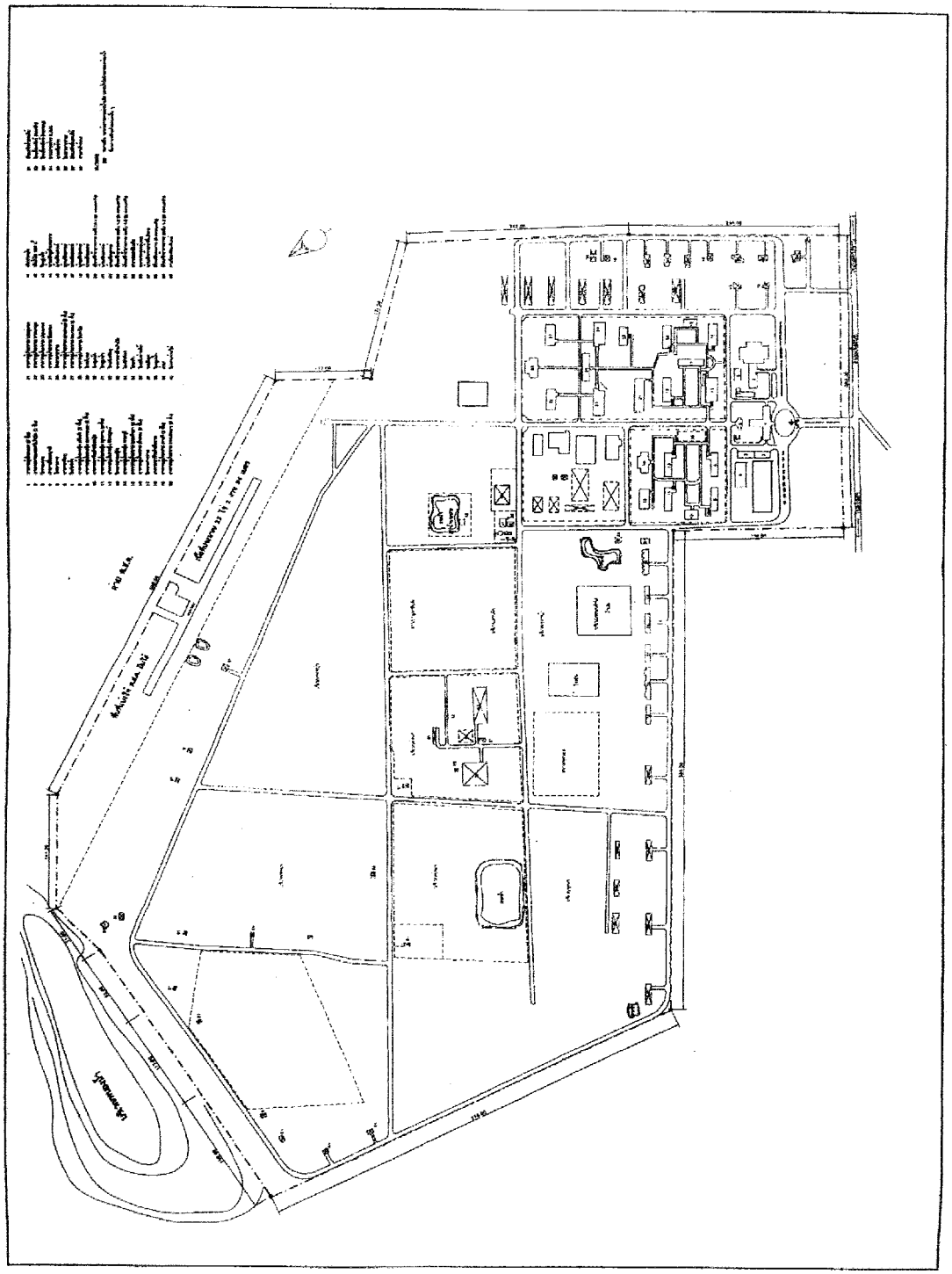
ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

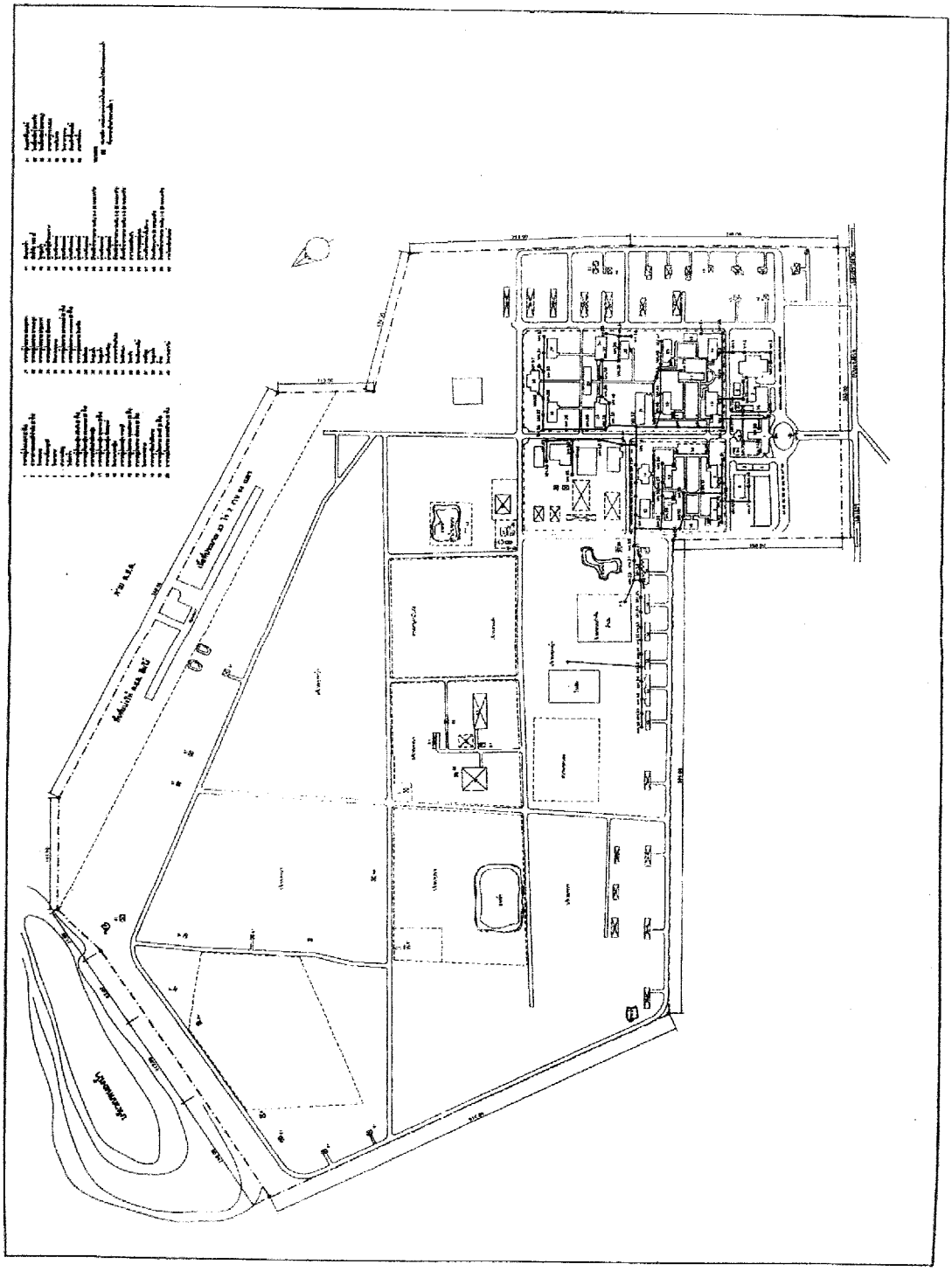
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. โครงการศึกษาความเหมาะสมและแนวทางการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2538.

สมพร อิศวิลานนท์ และเรืองไร โตกฤษณะ. เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม. คณะเศรษฐศาสตร์ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2537.

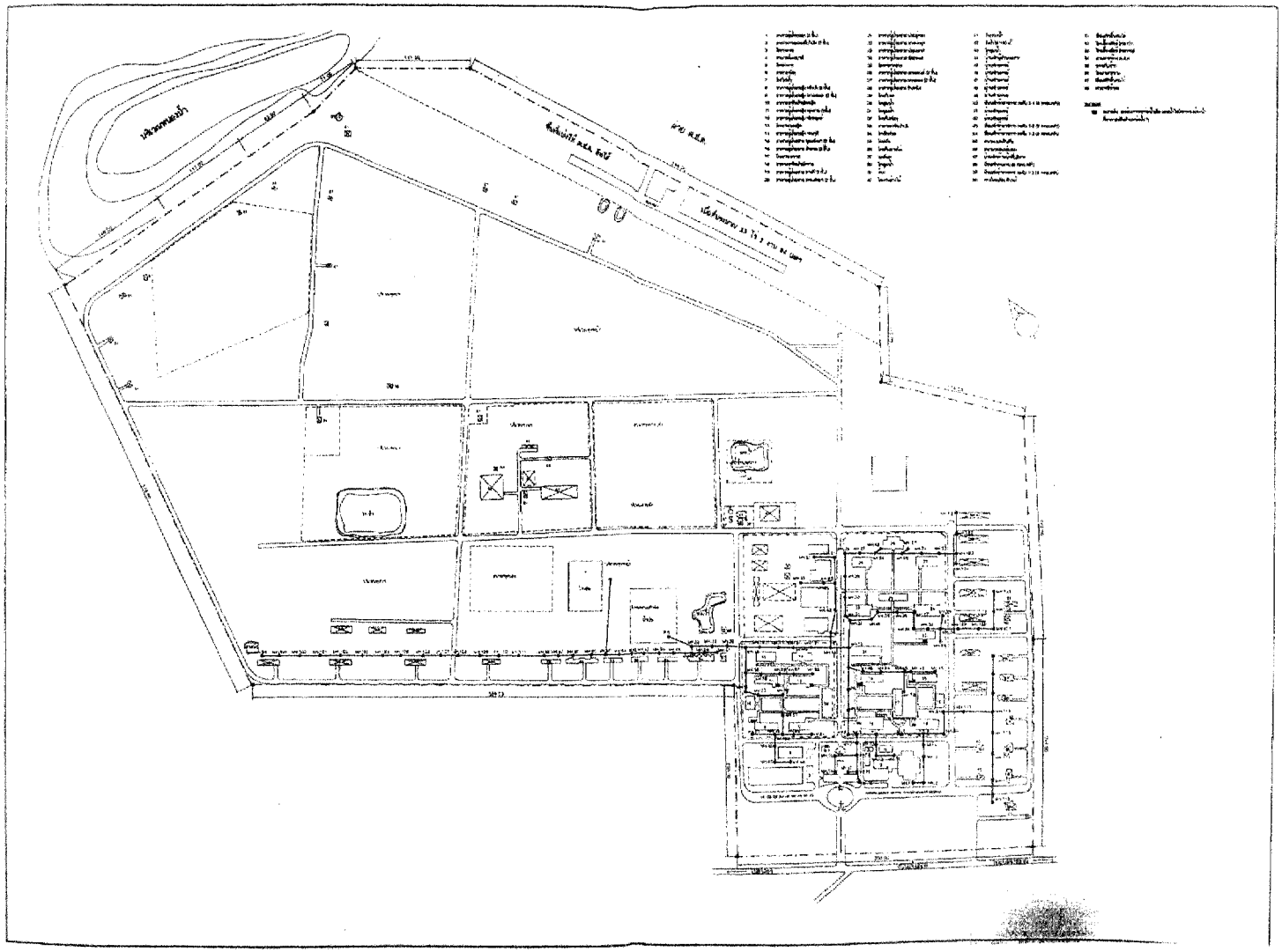
ภาคผนวก ก
แผนผังระบบบำบัดและรวบรวมน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง



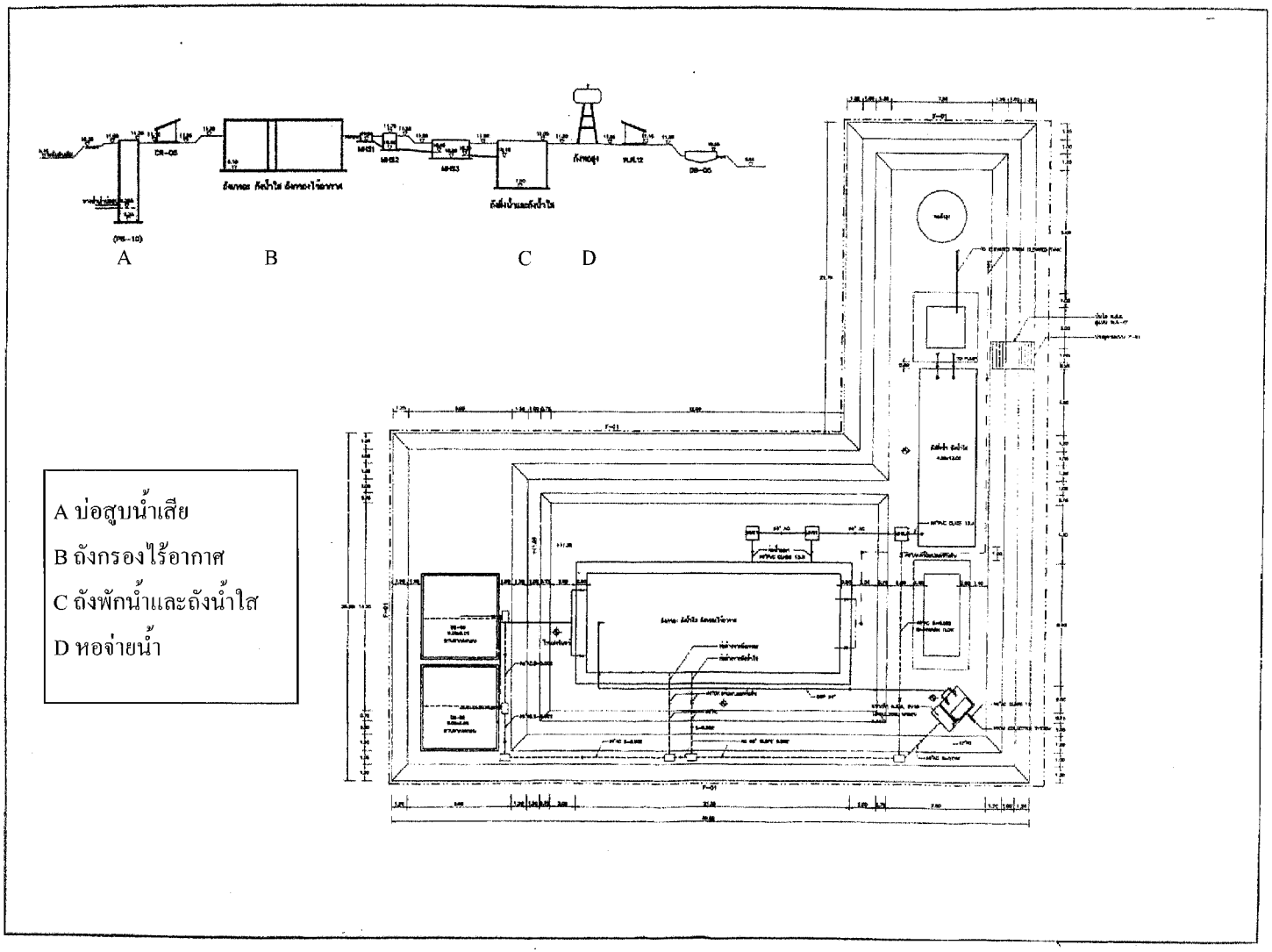
ภาพที่ ก.1 แผนผังโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง (พฤษภาคม, 2543)



ภาพที่ ก.2 แผนผังระบบรวบรวมน้ำเสีย (พฤษภาคม, 2543)



ภาพที่ ก.3 แผนผังการปรับปรุงระบบรวบรวมน้ำเสีย (พฤษภาคม, 2543)



ภาพที่ ก.4 แผนผังบริเวณบำบัดน้ำเสีย (พฤษภาคม, 2543)

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงประจำเดือนมีนาคม 2551

วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง 2 มีนาคม 2551								
			จุดเก็บตัวอย่าง					
ดัชนี	**หน่วย**	**มาตรฐาน**	**บ่อรวมน้ำทิ้ง**	**ถังกรองไร้อากาศ**	**นิเวศน์ 1**	**นิเวศน์ 2**	**นิเวศน์ 3**	**นิเวศน์ 4**
pH	-	5-9	7.62	7.58	7.27	7.21	7.5	7.6
BOD	mg/l	ไม่เกิน 20	120	54	47	34	10	4
Grease and Oil	mg/l	ไม่เกิน 20	24	18	14.6	14.3	14	13
Suspended Solids	mg/l	ไม่เกิน 30	82.4	67.2	44.7	30.6	18.1	16
Settleable Solids	ml/l	ไม่เกิน 0.5	5.6	1.12	0.78	<0.5	<0.5	<0.5
Total Dissolved Solids	mg/l	ไม่เกิน 500	861	574	444	410	312	298
Sulfide	mg/l	ไม่เกิน 1.0	28.7	19.6	13.2	5.2	1.7	0.62
TKN	mg/l	ไม่เกิน 35	27	18.1	10.2	7.1	5.3	4
Total Coliform Bacteria	MPN/100 ml	5,000	>2000	>2000	>2000	960	913	617±1
Fecal Coliform Bacteria	MPN/100 ml	1,000	18	15	17	10	4	2
วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง 15 มีนาคม 2551								
			จุดเก็บตัวอย่าง					
ดัชนี	**หน่วย**	**มาตรฐาน**	**บ่อรวมน้ำทิ้ง**	**ถังกรองไร้อากาศ**	**นิเวศน์ 1**	**นิเวศน์ 2**	**นิเวศน์ 3**	**นิเวศน์ 4**
pH	-	9-5	6.54	7.19	7.35	7.26	7.46	7.62
BOD	mg/l	ไม่เกิน 20	102	46	35	21	17	8
Grease and Oil	mg/l	ไม่เกิน 20	36	22	20.8	13	12.36	10.6
Suspended Solids	mg/l	ไม่เกิน 30	80.2	74.5	51.9	33.7	28.3	21
Settleable Solids	ml/l	ไม่เกิน 0.5	3.2	2.8	1.4	<0.5	<0.5	<0.5
Total Dissolved Solids	mg/l	ไม่เกิน 500	811	657	524	479	381	296
Sulfide	mg/l	ไม่เกิน 1.0	24.1	15.4	10.8	4.1	1.5	0.57
TKN	mg/l	ไม่เกิน 35	32	19.3	9.8	7.4	6.5	5
Total Coliform Bacteria	MPN/100 ml	5,000	>2000	>2000	>2000	18	16	16
Fecal Coliform Bacteria	MPN/100 ml	1,000	21	10	12	8	8	4

ตารางที่ ข.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงประจำเดือนเมษายน 2551

วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง 3 เมษายน 2551								
			จุดเก็บตัวอย่าง					
ดัชนี	**หน่วย**	**มาตรฐาน**	**บ่อรวมน้ำทิ้ง**	**ถังกรองไร้อากาศ**	**นิเวศน์ 1**	**นิเวศน์ 2**	**นิเวศน์ 3**	**นิเวศน์ 4**
pH	-	5-9	7.71	7.64	7.02	6.94	6.75	6.6
BOD	mg/l	ไม่เกิน 20	88	43	20	11	9	9
Grease and Oil	mg/l	ไม่เกิน 20	21	19	17	15	12	13
Suspended Solids	mg/l	ไม่เกิน 30	81.7	68.7	47.6	34.2	26.5	20
Settleable Solids	ml/l	ไม่เกิน 0.5	4.1	1.11	0.62	<0.5	<0.5	<0.5
Total Dissolved Solids	mg/l	ไม่เกิน 500	914	821	784	620	571	410
Sulfide	mg/l	ไม่เกิน 1.0	27.5	19.2	13.7	3.4	1.5	0.77
TKN	mg/l	ไม่เกิน 35	17.3	15.1	5.1	4.7	0.77	3.2
Total Coliform Bacteria	MPN/100 ml	5,000	>2000	>2000	>2000	900	881	215
Fecal Coliform Bacteria	MPN/100 ml	1,000	34	27	20	21	9	2±1
วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง 15 เมษายน 2551								
			จุดเก็บตัวอย่าง					
ดัชนี	**หน่วย**	**มาตรฐาน**	**บ่อรวมน้ำทิ้ง**	**ถังกรองไร้อากาศ**	**นิเวศน์ 1**	**นิเวศน์ 2**	**นิเวศน์ 3**	**นิเวศน์ 4**
pH	-	9-5	6.4	6.54	6.77	6.81	7.02	7.1
BOD	mg/l	ไม่เกิน 20	94	61	27	16	12	8
Grease and Oil	mg/l	ไม่เกิน 20	27	24	19	15	13	12.44
Suspended Solids	mg/l	ไม่เกิน 30	77.8	59.1	37.8	29.3	19.8	16
Settleable Solids	ml/l	ไม่เกิน 0.5	3	1.98	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Total Dissolved Solids	mg/l	ไม่เกิน 500	947	815	756	637	514	316
Sulfide	mg/l	ไม่เกิน 1.0	24.2	15.7	10.2	5.8	1.8	0.71
TKN	mg/l	ไม่เกิน 35	28	14.3	8.1	7.4	6.9	5.1
Total Coliform Bacteria	MPN/100 ml	5,000	>2000	>2000	>2000	879	215	110
Fecal Coliform Bacteria	MPN/100 ml	1,000	57	49	37	26	19	4±2

ตารางที่ ข.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงประจำเดือนพฤษภาคม 2551

วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง 1 พฤษภาคม 2551								
			จุดเก็บตัวอย่าง					
ดัชนี	หน่วย	มาตรฐาน	บ่อรวมน้ำทิ้ง	ถังกรองไร้อากาศ	นิเวศน์ 1	นิเวศน์ 2	นิเวศน์ 3	นิเวศน์ 4
pH	-	5-9	7.77	7.14	7.31	7.22	7.05	7.24
BOD	mg/l	ไม่เกิน 20	96	72	54	37	21	4±1
Grease and Oil	mg/l	ไม่เกิน 20	30	27	21	18	15	12.8
Suspended Solids	mg/l	ไม่เกิน 30	83.7	65.1	42.8	29.1	19.7	16.62
Settleable Solids	ml/l	ไม่เกิน 0.5	5.1	2.52	1.45	<0.5	<0.5	<0.5
Total Dissolved Solids	mg/l	ไม่เกิน 500	1129	927	818	721	574	492.8
Sulfide	mg/l	ไม่เกิน 1.0	22.1	19.2	10.8	5.4	1.8	0.32
TKN	mg/l	ไม่เกิน 35	14.7	12.1	9.4	7.3	5.1	3.3
Total Coliform Bacteria	MPN/100 ml	5,000	>2000	>2000	>2000	37	31	11
Fecal Coliform Bacteria	MPN/100 ml	1,000	18	7	6	2	3	2
วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง 15 พฤษภาคม 2551								
			จุดเก็บตัวอย่าง					
ดัชนี	หน่วย	มาตรฐาน	บ่อรวมน้ำทิ้ง	ถังกรองไร้อากาศ	นิเวศน์ 1	นิเวศน์ 2	นิเวศน์ 3	นิเวศน์ 4
pH	-	9-5	7.34	7.28	7.31	7.18	7.25	7.11
BOD	mg/l	ไม่เกิน 20	108	79	61	47	21	6±2
Grease and Oil	mg/l	ไม่เกิน 20	16	15.1	14.7	13.9	12.7	11.4
Suspended Solids	mg/l	ไม่เกิน 30	80.4	60.2	45.3	27.2	18.1	16.79
Settleable Solids	ml/l	ไม่เกิน 0.5	5.3	3.7	0.77	<0.5	<0.5	<0.5
Total Dissolved Solids	mg/l	ไม่เกิน 500	964	822	711	625	599	516.2
Sulfide	mg/l	ไม่เกิน 1.0	21.3	18.3	9.4	3.7	1.2	0.47
TKN	mg/l	ไม่เกิน 35	16.4	14.2	12.5	9.6	7.8	4.2
Total Coliform Bacteria	MPN/100 ml	5,000	>2000	>2000	>2000	41	37	19
Fecal Coliform Bacteria	MPN/100 ml	1,000	20	16	4	7	4	4

ตารางที่ ข.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงประจำเดือนมิถุนายน 2551

วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง 3 มิถุนายน 2551								
			จุดเก็บตัวอย่าง					
ดัชนี	**หน่วย**	**มาตรฐาน**	**บ่อรวมน้ำทิ้ง**	**ถังกรองไร้อากาศ**	**นิเวศน์ 1**	**นิเวศน์ 2**	**นิเวศน์ 3**	**นิเวศน์ 4**
pH	-	5-9	7	7.28	7.11	7.14	7.45	7.57
BOD	mg/l	ไม่เกิน 20	54	45	24	21	12	8
Grease and Oil	mg/l	ไม่เกิน 20	27	20	14	10	7	5
Suspended Solids	mg/l	ไม่เกิน 30	79	76	70	65	48	43
Settleable Solids	ml/l	ไม่เกิน 0.5	6.2	5.8	5.2	<0.5	<0.5	<0.5
Total Dissolved Solids	mg/l	ไม่เกิน 500	874	762.5	651	539.5	483.7	428
Sulfide	mg/l	ไม่เกิน 1.0	30.1	22.6	15.2	5.2	2.8	0.4
TKN	mg/l	ไม่เกิน 35	12.5	8.9	5.3	2.9	4.2	3.4
Total Coliform Bacteria	MPN/100 ml	5,000	>2000	>2000	>2000	42	30	21
Fecal Coliform Bacteria	MPN/100 ml	1,000	27	14	13	8	6	4
วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง 17 มิถุนายน 2551								
			จุดเก็บตัวอย่าง					
ดัชนี	**หน่วย**	**มาตรฐาน**	**บ่อรวมน้ำทิ้ง**	**ถังกรองไร้อากาศ**	**นิเวศน์ 1**	**นิเวศน์ 2**	**นิเวศน์ 3**	**นิเวศน์ 4**
pH	-	9-5	7.2	7.25	7.3	7.35	7.39	7.43
BOD	mg/l	ไม่เกิน 20	57	45	27	18	14	10
Grease and Oil	mg/l	ไม่เกิน 20	30	26	20	17	10	7
Suspended Solids	mg/l	ไม่เกิน 30	82	79	72	68	65	71
Settleable Solids	ml/l	ไม่เกิน 0.5	5.4	4.9	4.3	<0.5	<0.5	<0.5
Total Dissolved Solids	mg/l	ไม่เกิน 500	801	656.7	512.5	440	368.3	224
Sulfide	mg/l	ไม่เกิน 1.0	24.2	16.2	8.2	2.9	1.75	0.6
TKN	mg/l	ไม่เกิน 35	13.1	10.9	8.85	7.65	6.17	4.7
Total Coliform Bacteria	MPN/100 ml	5,000	>2000	>2000	>2000	38	19	7
Fecal Coliform Bacteria	MPN/100 ml	1,000	32	26	22	16	11	4

ภาคผนวก ค
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารและวิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

ตารางค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร
กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ ค.1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารกำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมมลพิษ, 2550)

ลักษณะน้ำทิ้ง	หน่วย	รพ.ขนาด 30 เตียงขึ้นไป	รพ.ขนาด 10-30 เตียง	หมายเหตุ
1. ความเป็นกรดด่าง(pH)	มก./ล.	5-9	5-9	
2. ค่าบีโอดี (BOD)5 days, at 20°C	มก./ล.	≤20	≤30	
3. น้ำมันและไขมัน (Fat oil Grease)	มก./ล.	≤20	≤20	
4. ปริมาณของแข็ง(Solids) 4.1 ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solids)	มก./ล.	≤30	≤40	
4.2 ปริมาณตะกอนหนัก (Sattleable Solids)	มก./ล.	≤0.5	≤0.5	
4.3 ปริมาณสารละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids)	มก./ล.	≤500	≤500	
5. ซัลไฟด์ (Sulfides)	มก./ล.	≤1.0	≤1.0	
6. ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN)	มก./ล.	≤35	≤35	
7. โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria)	MPN/ 100ml	≤5000	≤5000	
8. ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform bacteria)	MPN/ 100ml	≤2000	≤2000	

วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งในห้องปฏิบัติการตามที่กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาลว่าด้วยกฎหมายสถานพยาบาล ที่มีเตียงสำหรับรับผู้ป่วยกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 30 เตียงขึ้นไปมีดังนี้

พีเอช (pH)

การวัดพีเอชของตัวอย่างน้ำโดยเทียบสีเป็นการวัดพีเอชโดยการเปรียบเทียบสีของตัวอย่างน้ำกับสารละลายมาตราบานซึ่งทราบค่าพีเอช เมื่อใส่อินดิเคเตอร์จำนวนเท่ากันลงในสารละลายทั้งสอง ในทางปฏิบัติที่นิยมกันอีกแบบคือ ใช้กระดาษวัดพีเอช สีที่เกิดขึ้นจะนำมาเปรียบเทียบกับแถบสีต่าง ๆ ที่รู้ค่าพีเอช ค่าที่วัดโดยใช้กระดาษวัดพีเอชมักไม่ถูกต้องและละเอียดเหมือนวิธีใช้ไฟฟ้า แต่สะดวกในการใช้จึงเป็นวิธีที่ใช้ในสนาม

ค่าบีโอดี (BOD)

วิธีวิเคราะห์แบบเจือจางที่ไม่ต้องเติมเชื้อ Seed

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดบีโอดีขนาด 250-300 มิลลิลิตรพร้อมจุกปิดสนิท
2. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส และมืด
3. เครื่องแก้วเช่น กระบอกตวง บิวเรต และขวดรูปกรวย
4. เครื่องจ่ายลม

สารเคมี

1. น้ำกลั่น
2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

ละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต(K2H2PO4) 8.5 กรัม, ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเฮปตะไฮเดรต (Na2HPO4·7H2O) 33.4 กรัม, ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K2HPO4) 21.75 กรัมและแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH4Cl) 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร เจือจางให้ปริมาตรครบ 1 ลิตร

3. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

ละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 22.5 กรัมเจือจางจนครบ 1 ลิตร

4. สารละลายเฟริคคลอไรด์

ละลายเฟริคคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) 0.25 กรัม เจือจางจนครบ 1 ลิตร

5. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

ละลายแคลเซียมคลอไรด์ปราศจากน้ำ(Anhydrous $CaCl_2$) 27.5 กรัมเจือจางจนครบ 1 ลิตร

6. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต

ละลายแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($MnSO_4 \cdot H_2O$) 364 กรัม หรือ แมงกานีสซัลเฟตเตตระไฮเดรต ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$) 480 กรัม หรือ แมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($MnSO_4 \cdot 2H_2O$) 400 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางจนครบ 1 ลิตร

7. สารละลายอัลคาไลด์-ไอโอไดด์-เอไซด์ (Alkali-Iodide-Azide reagent)

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์($NaOH$) 500 กรัม หรือ KOH 700 กรัมและโซเดียมไอโอไดด์ (NaI) 135 กรัม หรือ KI 150 กรัมในน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตรและละลายโซเดียมเอไซด์ (NaN_3) 10 กรัมในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตรแล้วเติมลงในสารละลายนี้

8. กรดซัลฟุริกเข้มข้น 36 N

9. น้ำแป้ง

ละลายแป้ง 5 กรัมในน้ำต้ม 800 มิลลิลิตร เติมน้ำให้ได้ 1 ลิตรต้มให้เดือด 2-3 นาที ตั้งทิ้งไว้ค้างคืนใช้แต่น้ำใส เติมกรดแซลลิไซลิค (Salicylic Acid) 1.25 กรัมต่อน้ำแป้ง 1 ลิตร

10. สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 N

ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) 24.82 กรัมในน้ำต้มที่เย็นแล้วเติมจนได้ 1 ลิตร เก็บโดยเติมคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัมต่อสารละลาย 1 ลิตร

11. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 N

เจือจางสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 N 250 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร เก็บโดยเติมคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตร หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัมต่อสารละลาย 1 ลิตร

12. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต 0.025 N

ละลายโพแทสเซียมไดโครเมตที่อบแห้งที่ 103 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมงจำนวน 1.226 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

13. สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ 0.025 N

ละลายโซเดียมซัลไฟต์ปราศจากน้ำ(Na2SO3) 1.575 กรัม ในน้ำ 1 ลิตร เตรียมวันที่จะใช้

การเตรียมตัวอย่างน้ำก่อนการวิเคราะห์ (Pretreatment)

1. น้ำที่เป็นด่างหรือกรดปรับให้เป็นกลางก่อนที่พีเอช 6.5-7.5 ด้วย NaOH 1 N หรือกรดซัลฟุริก 1 N

2. น้ำที่มีคลอรีนตกค้างต้องตั้งทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมงก่อนให้คลอรีนหายไปเอง

3. ถ้ามีออกซิเจนมากเกินไปคือ 9 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ 20 องศาเซลเซียสให้เอาตัวอย่างใส่ขวดแล้วเขย่าแรง ๆ หรือเป่าอากาศเข้าไปเพื่อป้องกันออกซิเจนละลายสูญเสียในการวิเคราะห์

4. น้ำที่มีการเกิด Nitrification ทำการยับยั้งโดยการเติม 2-คลอโร 6-ไตรคลอโรเมททิล (CTCMP) 3 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 300 มิลลิลิตรหรือเติมในน้ำเจือจางจนมีความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตรก่อนได้

ก. วิธีเตรียมน้ำเจือจาง (Dilution Water)

น้ำเจือจางหมายถึงน้ำสะอาดซึ่งมีออกซิเจนละลายอยู่มากหรือเกือบอิ่มตัว วิธีเตรียมทำได้โดยการพ่นอากาศไปในน้ำซึ่งน้ำเจือจางจะต้องมีพีเอชที่เหมาะสมและมีสารที่จำเป็นแก่การเจริญของแบคทีเรีย วิธีเตรียมมีดังนี้

1. ตวงน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาตรที่จะใช้ 1 ลิตร ใส่ขวดแอสไพเรเตอร์ ที่สะอาด

2. เป่าอากาศที่สะอาดเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

3. เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ และเฟริกคลอไรด์อย่างละ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำเจือจาง 1 ลิตร

ข. วิธีวิเคราะห์

1. การเลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่จะใช้ ถ้าไม่ทราบค่าบีโอดีโดยปริมาณของตัวอย่างน้ำต้องหาซีโอดีก่อนหรืออาจจะดูจากค่า Rapid COD (ซีโอดีอย่างง่าย) พร้อมกับพิจารณาลักษณะของน้ำตัวอย่างน้ำ แหล่งเก็บตัวอย่างน้ำร่วมด้วย เพื่อกะประมาณค่าบีโอดี เช่น น้ำตัวอย่างที่มีของแข็งละลายมาก ควรจะมีค่าบีโอดี ร้อยละ 60-70 ของซีโอดี หรือทราบว่าเป็นน้ำเสียชุมชนก็ควรจะมีค่าบีโอดี ระหว่าง 100-300 มิลลิกรัม/ลิตร การเลือกปริมาณตัวอย่างนิยมเลือกให้มีปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่อย่างน้อย 1 มิลลิกรัม/ลิตร และควรจะมีการใช้ออกซิเจนอย่างน้อย 2 มิลลิกรัม/ลิตร เมื่อทราบค่าบีโอดีโดยประมาณ ควรเลือกปริมาณตัวอย่างที่คาดว่าจะให้ค่าบีโอดีอยู่ในช่วงที่กำหนดแล้วจึงเลือกปริมาณตัวอย่างที่ใช้ให้สูงและต่ำกว่าที่อยู่ติดกันตามตารางที่ ค.2 เช่น ประมาณค่าบีโอดีไว้

ประมาณ100 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเลือกใช้ปริมาณตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร เลือกสูงขึ้นเป็น 5 มิลลิลิตร และต่ำลงเป็น20 มิลลิลิตร

ตารางที่ ค.2 การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วงบีโอดีต่าง ๆ

ปริมาณตัวอย่าง (มิลลิลิตร)	ช่วงบีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	อัตราเจือจาง
0.02	30,000-105,000	15,000
0.05	12,000-42,000	6,000
0.10	6,000-21,000	3,000
0.20	3,000-10,500	1,500
0.50	1,200-4,200	600
1.0	600-2,100	300
2.0	300-1,050	150
5.0	120-420	60
10.0	60-210	30
20.0	30-105	15
50.0	12-42	6
100	6-21	3
300	0-7	1

หมายเหตุ ถ้าปริมาณตัวอย่างน้ำที่ใช้น้อยกว่า 1.0 มิลลิลิตร ควรเจือจางตัวอย่างก่อนนำใส่ขวดบีโอดี

2. เมื่อเลือกปริมาณตัวอย่างได้แล้ว ปิเปตตัวอย่างตามจำนวนที่เลือกไว้ลงในขวดบีโอดี ขนาด 300 มิลลิลิตร อย่างละ 2 ขวด เติมน้ำเจือจางจนเต็มขวดบีโอดี ต้องระมัดระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ ปิดฝาให้แน่น นำขวดบีโอดีขวดหนึ่งของแต่ละปริมาตรที่เลือก มาหาค่าออกซิเจนละลายที่มีเริ่มต้น สมมุติเป็น DO_0 ส่วนอีกขวดให้ไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

3. เมื่อครบ 5 วัน นำขวดบีโอดีที่บ่มไว้มาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ สมมุติเป็น DO_5

การคำนวณค่าบีโอดี ทำได้ดังนี้

ค่าบีโอดี(มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร)= $(DO_0 - DO_5)$ ×อัตราส่วนเจือจาง

เมื่อ DO_0 = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรดได้ในวันแรก

DO_5 = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรดได้ในวันที่ 5

อัตราเจือจาง = ปริมาตรน้ำเต็มขวดบีโอดี (300 มิลลิลิตร)/ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้

ตัวอย่าง เมื่อนำน้ำเสียมาหาค่าบีโอดีด้วยวิธีการเจือจางโดยใช้ตัวอย่างปริมาตร 5, 10, 20 มิลลิลิตร ปรากฏว่ามีค่าออกซิเจนละลายเริ่มต้นเท่ากับ 7.0 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่ากันและเมื่อนำมาหาค่าออกซิเจนละลายในวันที่ 5 มีออกซิเจนละลายเหลืออยู่ 5.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วน 20 มิลลิลิตร ไม่เหลือออกซิเจนละลาย

เมื่อใช้ปริมาตรตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร

อัตราส่วนเจือจาง = 300/5 = 60

บีโอดีของน้ำเสีย = (7.0-5.0) ×60= 120 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อใช้ปริมาตรตัวอย่าง10 มิลลิลิตร

อัตราส่วนเจือจาง = 300/10 = 30

บีโอดีของน้ำเสีย = (7.0-3.0) ×30= 120 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อใช้ปริมาตรตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร ออกซิเจนละลายถูกใช้หมด จึงไม่สามารถรายงานค่าบีโอดีได้

ค. การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำเจือจาง

รินน้ำกลั่นที่เจือจางแต่ไม่ได้ใส่หัวเชื้อลงในขวดบีโอดี 2 ขวด ปิดจุกแล้วเอาขวดหนึ่งบ่มที่ 20 องศาเซลเซียส ส่วนอีกขวดนำไปหาค่าอกซิเจนละลายทันที ปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ไปจะแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของน้ำกลั่นที่ใช้เป็นน้ำเจือจาง น้ำเจือจางไม่ควรมีค่าออกซิเจนละลายลดเกินกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้าจะให้ดียิ่งขึ้นไม่ควรลดเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำเจือจางที่มีความต้องการออกซิเจนมากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจแสดงว่าน้ำสกปรก จะต้องมีการเตรียมน้ำเจือจางใหม่ที่สะอาดกว่านี้ อนึ่งความต้องการออกซิเจนของน้ำเจือจางไม่ควรนำไปใช้คำนวณค่าบีโอดีของตัวอย่างน้ำ

ของแข็ง (SOLIDS)

การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS) โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศาเซลเซียส

ก. หลักการ

กรองน้ำตัวอย่างผ่านกระดาษกรอง GF/C ที่ทราบน้ำหนัก ตะกอนที่ติดอยู่บนกระดาษกรองจะนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส และทำให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่มคือน้ำหนักของของแข็งแขวนลอยทั้งหมดต่อปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้

ข. สิ่งรบกวนการวิเคราะห์

เศษชิ้นส่วนลอยน้ำและกิ่งลอยน้ำที่มีขนาดใหญ่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันที่มีในตัวอย่างน้ำอาจทำให้ได้ค่าไม่ถูกต้องนัก เนื่องจากไม่เป็นตัวแทนที่ดีของน้ำตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างน้ำที่มีพวกของแข็งละลายสูง ๆ เมื่อกรองตัวอย่างน้ำ พวกเกลือแร่ต่าง ๆ จะจับติดที่กระดาษกรอง ทำให้ได้ค่าเกินจริง (สังเกตได้จากเมื่อนำไปอบแห้งแล้วจะเห็นคราบเกลือขาว ๆ ติดบนกระดาษกรอง) ดังนั้นหลังจากกรองตัวอย่างแล้ว ต้องล้างด้วยน้ำกลั่นจำนวนมากหลาย ๆ ครั้งจนแน่ใจว่าเกลือแร่ละลายออกมากับน้ำกลั่นจนหมด

ค. การเก็บและรักษาตัวอย่าง

ควรเก็บตัวอย่างน้ำในขวดแก้วหรือขวดพลาสติกที่จะไม่ทำให้สารแขวนลอยติดที่ข้างภาชนะ รีบนำส่งห้องวิเคราะห์ และควรจะรีบวิเคราะห์ทันที แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ให้รักษาตัวอย่างไว้โดยนำไปแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส ทางที่ดีไม่ควรเก็บไว้เกิน 1 วัน แต่ถ้าเก็บไว้เกิน 7 วัน ไม่ควรนำตัวอย่างนั้นมาใช้วิเคราะห์อีก เมื่อจะนำตัวอย่างน้ำที่แช่เย็นไว้มาวิเคราะห์ ต้องทิ้งให้หายเย็นอยู่ที่อุณหภูมิห้องเสียก่อน

ง. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. โถทำแห้ง พร้อมสารดูดชื้น
2. ตู้อบที่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
3. ตาชั่งละเอียด สามารถชั่งได้ถึง 0.0001 กรัม
4. กระดาษกรอง GF/C ขนาด 4.7 เซนติเมตร
5. ชุดกรอง
    5.1 Membrane filter funnel หรือ
    5.2 ถ้วยกรองกูซ หรือ กรวยบุคเนอร์
6. เครื่องดูดสุญญากาศ (Suction Pump) พร้อมขวดดูดสุญญากาศขนาด 500-1000 มิลลิลิตร
7. ถ้วยอลูมิเนียม ฟอยล์

8. ปากคีบ

จ. เครื่องมือวิเคราะห์

1. นำกระดาษกรอง GF/C ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง

2. ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง GF/C สมมุติมีน้ำหนัก A กรัม วางบนถ้วยอลูมิเนียม ฟอยล์

3. ต่อชุดเครื่องมือสำหรับกรอง ใช้ปากคีบหยิบกระดาษกรอง GF/C วางบนกรวยบุคเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งติดต่อกันโดยใช้ครั้งละ 20 มิลลิลิตร เปิดเครื่องดูดสุญญากาศต่อให้ดูดน้ำออกให้แห้ง ทิ้งน้ำล้างไป

4. เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่จะใช้ โดยพิจารณาจากลักษณะน้ำ ถ้าน้ำขุ่นมีของแข็งแขวนลอยมาก ควรใช้ปริมาณน้อย แต่ถ้าน้ำใสควรใช้ปริมาณมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ควรเลือกของแข็งแขวนลอยที่ติดบนกระดาษกรองไม่เกิน 200 มิลลิกรัม และไม่ควรต่ำกว่า 1 มิลลิกรัม เนื่องจากถ้ามีของแข็งปริมาณมากเกินไปอาจจะจับน้ำเอาไว้) เขย่าตัวอย่างให้เข้ากันอย่างดี แล้วเทตัวอย่างที่ทราบปริมาตรลงกรองโดยค่อย ๆ เททีละน้อยอย่างต่อเนื่องจนหมดใช้น้ำกลั่นฉีดล้างภาชนะที่ใช้ตวงตัวอย่าง เทลงกรอง และฉีดน้ำกลั่นที่ด้านข้างของกรวยบุคเนอร์รวมทั้งบนกระดาษกรอง GF/C ปล่อยให้เครื่องดูดสุญญากาศดูดน้ำออกจนแห้ง ปิดเครื่อง

5. ใช้ปากคีบหนีบขอบกระดาษกรองขึ้นวางบนถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์ นำไปอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 1 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง สมมุติ B กรัม

6. ควรทำข้อ 5 ซ้ำ จนได้น้ำหนักคงที่หรือจนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่า 4 % ของน้ำหนักครั้งก่อน หรือประมาณ 0.5 มิลลิกรัม

ฉ. การคำนวณ

$$\text{ของแข็งแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = (B-A)/C \times 10^6$$

A = น้ำหนักกระดาษกรองอย่างเดียว, กรัม

B = น้ำหนักกระดาษกรองและของแข็ง, กรัม

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

ช. ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

1. การหาของแข็งแขวนลอย เวลาชักตัวอย่างควรเขย่าให้ตัวอย่างเข้ากันอย่างดี ควรใช้ปิเปตปากกว้างในการดูดตัวอย่าง

2. ตัวอย่างน้ำที่มีของแข็งแขวนลอยมาก ๆ ควรเจือจางตัวอย่างก่อนนำมากรองเพื่อกระดาษกรอง GF/C จะไม่ตัน และดูดน้ำให้แห้งได้ง่าย

3. กรณีน้ำตัวอย่างเป็นน้ำทะเล หลังจากกรองแล้วต้องใช้น้ำกลั่นล้างตามในปริมาณมาก ๆ เช่น ถ้ากรองน้ำทะเล 500 มิลลิลิตร ต้องใช้น้ำกลั่นล้างอย่างน้อย 500 มิลลิลิตร เช่นกัน

4. ควรใช้ตัวอย่างน้ำในการกรองให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เพราะอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่ายถ้าใช้ตัวอย่างน้อย

5. ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดอาจพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าความขุ่นคร่าว ๆ ได้

การวิเคราะห์หาของแข็งจมตัว

ของแข็งจมตัวสามารถหาได้ 2 วิธี

1. วิธีปริมาตร มีหน่วยเป็นมิลลิลิตรต่อลิตร
2. วิธีน้ำหนัก มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

ก. การวิเคราะห์หาของแข็งจมตัวโดยปริมาตร

เขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากัน เทลงใน Imhoff cone จนถึงขีด 1 ลิตรตั้งทิ้งไว้ 45 นาทีให้ตกตะกอน หลังจากนั้นค่อย ๆ ใช้แท่งแก้วคนข้าง ๆ รอบกรวยนี้เพื่อทำให้ของแข็งที่เกาะอยู่ข้างกรวยตกลงมาที่ก้นแล้วตั้งทิ้งต่อไปอีก 15 นาที จดปริมาตรของแข็งเป็นมิลลิลิตรต่อลิตร ในกรณีที่มีการแยกชั้นของแข็งจมตัวและแขวนลอย ไม่ต้องคิดปริมาณแขวนลอย

ข. การวิเคราะห์ของแข็งจมตัวโดยน้ำหนัก

ของแข็งจมตัวได้จากการนำค่าของแข็งแขวนลอยมาลบออกจากค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด

วิธีวิเคราะห์มีดังนี้

1. ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมด หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร
2. นำตัวอย่างเดียวกันนี้เขย่าให้เข้ากันดีแล้วปริมาตร 1000 มิลลิลิตร เทลงในกระบอกตวงแก้วขนาด 1 ลิตรตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ไม่ให้มีการรบกวน
3. ค่อย ๆ ดูดน้ำตัวอย่างจากบริเวณศูนย์กลางของชั้นน้ำใสตอนบน จำนวน 250 มิลลิลิตร นำไปหาค่าของแข็งแขวนลอยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร นำตัวอย่างที่ดูดขึ้นมาอาจใช้ทั้งหมดหรือบางส่วนก็ได้ ค่าที่ได้คือค่าของแข็งแขวนลอย (ที่ไม่ตกตะกอน)

ค.การคำนวณ

ของแข็งจมตัว(มิลลิกรัมต่อลิตร) = ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด – ของแข็งแขวนลอยไม่ตกตะกอน

การวิเคราะห์ของแข็งละลายน้ำ (TDS) โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศาเซลเซียส

ก. หลักการ

ตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านกระดาษกรอง GF/C ในถ้วยระเหยทราบน้ำหนัก จะถูกนำไประเหยด้วยไอน้ำจนแห้งแล้วนำไปอบที่ 103-105 องศาเซลเซียส ทำให้เย็นแล้วชั่ง น้ำหนักที่เพิ่มคือน้ำหนักของของแข็งละลายน้ำทั้งหมด หรืออาจหาได้จากนำค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดมาหักออกจากค่าของแข็งทั้งหมด

ข. สิ่งรบกวนการวิเคราะห์

สิ่งรบกวนได้แก่ แคลเซียม แมงกานีส คลอไรด์ และซัลเฟตที่มีปริมาณสูง ๆ จะดูดความชื้นได้ง่าย ทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นได้ค่าเกินจริง ดังนั้น ควรใช้เวลาในการทำให้แห้งให้มากขึ้น เก็บในโถแห้งนาน ๆ และเวลาชั่งต้องทำอย่างรวดเร็ว อีกอย่างหนึ่งคือ ควรเจือจางตัวอย่างก่อนเสมอ

ค. การเก็บและรักษาตัวอย่าง

ควรเก็บตัวอย่างน้ำในขวดแก้วหรือขวดพลาสติกที่จะไม่ทำให้สารแขวนลอยติดที่ข้างภาชนะ รีบนำส่งห้องวิเคราะห์ และควรจะรีบวิเคราะห์ทันที แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ให้รักษาตัวอย่างไว้โดยนำไปแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส ทางที่ดีไม่ควรเก็บไว้เกิน 1 วัน แต่ถ้าเก็บไว้เกิน 7 วัน ไม่ควรนำตัวอย่างนั้นมาใช้วิเคราะห์อีก เมื่อจะนำตัวอย่างน้ำที่แช่เย็นไว้มาวิเคราะห์ ต้องทิ้งให้หายเย็นอยู่ที่อุณหภูมิห้องเสียก่อน

ง. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยระเหย (Evaporating dishes) ซึ่งมีความจุ 100 มล.

เลือกใช้ข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

1.1. ถ้วยกระเบื้อง (Porcelain) เส้นผ่าศูนย์กลาง 90 มล.

1.2. ถ้วยแพลทตินัม

2. หม้ออังน้ำ (Water Bath)

3. โถทำแห้ง (Desiccators) พร้อมสารดูดความชื้นที่จะมีการเปลี่ยนสีให้เห็นเมื่อสารดูดความชื้นไว้มาก ๆ เพื่อจะได้นำไปอบไล่ความชื้นออกไปแล้วนำมาใช้ใหม่หรือจะเปลี่ยนใหม่เลย

4. ตู้อบ (Oven) ที่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ

5. ตาชั่งละเอียด สามารถชั่งได้ถึง 0.0001 กรัม

6. กระดาษกรองGF/C (Glass Fiber Filler) ชนิดไม่มีสารติดอยู่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร

7. ชุดกรอง อย่างใดอย่างหนึ่งตามความเหมาะสม

7.1 ขวดกรอง (Membrane Filter Funnel)

7.2 ถ้วยกรองกูช (Gooch Crucible) หรือกรวยบุคเนอร์

8. เครื่องดูดสุญญากาศ (Vacuum Pump) พร้อมขวดดูดสุญญากาศขนาด 500 - 1000 มิลลิลิตร เครื่องดูดนี้อาจใช้อุปกรณ์อย่างง่ายที่มีราคาถูก เช่น Aspirator (บางทีเรียกว่า Suction Pump) ที่ใช้ติดหัวก๊อกน้ำประปาและใช้แรงดันน้ำทำให้เกิดแรงสุญญากาศ

จ. วิธีวิเคราะห์

1. การกรองตัวอย่าง ต่อสายยางระหว่างปลายท่อดูดเครื่องดูดและของขวดกรอง วางกระดาษกรอง GF/C บนกรวยบุคเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง ครั้งละ 20 มิลลิลิตรและปล่อยให้ดูดน้ำออกจากกระดาษกรองจนหมด ทิ้งน้ำล้างไป นำตัวอย่างน้ำมาเขย่าให้เข้ากันอย่างดี (เนื่องจากน้ำตัวอย่างที่เหลือในขวดเก็บตัวอย่างจะได้นำไปวิเคราะห์อย่างอื่นได้) มากรองผ่านกระดาษกรองให้มากกว่าปริมาตรที่เลือกใช้ที่จะนำไประเหย (จะใช้น้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองจากการหาค่าของแข็งแขวนลอยก็ได้)

2. ทำต่อเช่นเดียวกับการหาค่าของแข็งทั้งหมด

3. สามารถหาค่าของแข็งละลายทั้งหมดได้อีกทางหนึ่งคือหาค่าของแข็งทั้งหมดและของแข็งแขวนลอยทั้งหมด นำมาลบกับผลต่างที่ได้คือค่าของแข็งละลายทั้งหมด

ฉ. การคำนวณ

$$\text{ของแข็งละลายทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = (B-A)/C \times 10^6$$

A = น้ำหนักถ้วยระเหยอย่างเดียว, กรัม

B = น้ำหนักถ้วยระเหยและของแข็ง, กรัม

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ, มิลลิลิตร

หรือ

$$\text{ของแข็งละลายทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \text{ของแข็งทั้งหมด} - \text{ของแข็ง}$$

ช. ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

ข้อเสนอแนะและข้อควรระวังเป็นเช่นเดียวกันกับค่าของแข็งทั้งหมด สิ่งที่ต้องระวังเพิ่มได้แก่ ถ้าตัวอย่างที่มีสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำอยู่สูงจะทำให้ได้ค่าไม่สอดคล้องกับค่าสภาพนำไฟฟ้าเนื่องจากสารอินทรีย์ไม่นำไฟฟ้า

ซัลไฟด์

วิธีไอโอโดเมตริก

ก. หลักการของวิธีไอโอโดเมตริก

ภายใต้สภาวะที่เป็นกรด ไอโอดีนออกซิไดซ์ซัลไฟด์ให้เป็นซัลเฟอร์ซึ่งปริมาณไอโอดีนจะสมดุลกับซัลไฟด์ แล้ววัดปริมาณไอโอดีนที่เหลือโดยการไตเตรดด้วยโซเดียมไธโอซัลเฟตวิธีนี้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ซัลไฟด์ที่มีความเข้มข้นมากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเหมาะสำหรับตัวอย่างน้ำที่เพิ่งเก็บมาจากบ่อบาดาล น้ำพุหรือน้ำเสีย

ข. วิธีตรวจสอบว่ามีซัลไฟด์หรือไม่

การตรวจสอบว่าตัวอย่างน้ำมีซัลไฟด์หรือไม่ อาจทำได้ด้วยวิธีง่าย ๆ และมีประโยชน์ในการเลือกปริมาณตัวอย่างที่เหมาะสม วิธีทดสอบทำโดยเติมสารละลายอิ่มตัวของโพแทสเซียมแอนติโมนีตาร์เตรด (Potassium Antimony Tartrate) 0.5 มิลลิลิตร และกรดไฮโดรคลอริก 0.5 มิลลิลิตร ให้กับตัวอย่างน้ำ 200 มิลลิลิตร ที่มีสภาพด่าง Phenolphthaleinอย่างเหลือเฟือ ถ้ามีตะกอนสีเหลืองอ่อนของแอนติโมนีซัลไฟด์ (Antimony Sulfide, Sb_2S_3) เกิดขึ้นแสดงว่าตัวอย่างน้ำมีซัลไฟด์มากกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดบีโอดี
2. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
3. ขวดรูปกรวย
4. กระดาษกรอง GF/C ขนาด 7 เซนติเมตร
5. กรวยบุคเนอร์เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร
6. เครื่องดูดสุญญากาศ

ง. สารเคมี

1. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 นอร์มัล
2. สารละลายมาตรฐานไอโอดีนเข้มข้น 0.025 นอร์มัล

ละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์จำนวน 20-25 กรัมในน้ำเล็กน้อย และเติมไอโอดีน 3.2 กรัม เขย่าให้ละลาย แล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร เทียบมาตรฐานกับสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล ใช้แป้งเป็นอินดิเคเตอร์

3. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล
4. น้ำแป้ง
5. สารละลายสังกะสีอะซิเตต 2 นอร์มัล

ละลายสังกะสีอะซิเตต ($Zn(C_2H_3O_2)_2.2H_2O$) 220 กรัมในน้ำกลั่น 870 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล

จ. วิธีวิเคราะห์

1. หยดสารละลายสังกะสีอะซิเตต 0.45 มิลลิลิตร ลงในขวดบีโอดีขนาด 300 มิลลิลิตร เติมตัวอย่างน้ำจำนวน 300 มิลลิลิตร หรือน้อยกว่า แล้วเติมน้ำกลั่นจนเป็น 300 มิลลิลิตร (ทำตามขั้นตอนที่กำหนดให้) แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 6 นอร์มัล 0.3 มิลลิลิตร ขณะนี้ขวดบีโอดีจะเต็มพอดี และปิดจุก โดยไม่ให้มีช่องว่างของอากาศอยู่ภายในขวดเขย่าขวดไปมาอย่างแรง (อย่าลืมกดจุกแก้วไว้ด้วย) จนกระทั่งเกิดตกผลึกของสังกะสีซัลไฟด์ภายในขวด ตั้งทิ้งไว้นาน 30 นาที เพื่อให้ผลึกเกิดการตกตะกอน

2. รินน้ำใสทิ้ง และกรองผลึกผ่านกระดาษกรอง GF/C เก็บกระดาษกรองที่มีผลึกตะกอนไว้วิเคราะห์ต่อไป

3. ใส่กระดาษกรองที่มีผลึกของสังกะสีซัลไฟด์ในขวดรูปกรวยและเติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

4. เติมกรดคลอริก 6 นอร์มัลจำนวน 2 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ในขณะนี้ตัวอย่างน้ำควรมีสีเหลืองของไอโอดีน แต่ถ้าไม่มีสีเหลืองเกิดขึ้นให้เติมสารละลายไอโอดีนอีก 5 มิลลิลิตร ถ้ายังไม่มีสีให้เติมสารละลายไอโอดีนจนกระทั่งมีสีเกิดขึ้นและจดปริมาณของสารละลายไอโอดีนที่เติมทั้งหมด (สารละลายไอโอดีน 1 มิลลิลิตร เท่ากับซัลไฟด์ 0.004 มิลลิกรัม)

5. นำสารละลายในขวดรูปกรวยมาไตเตรดด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมโธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์จนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป (จดปริมาตรที่ใช้ไตเตรด)

ฉ. การคำนวณ

ปริมาณซัลไฟด์ทั้งหมด, มิลลิกรัม $S^{=}$/ ลิตร = [(A×B)-(C×D)] ×100/ปริมาตรตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

โดยที่

A = ปริมาณ (มิลลิลิตร) ของสารละลายไอโอดีนที่ใช้

B = ความเข้มข้น (N) ของสารละลายไอโอดีน

C = ปริมาณ (มิลลิลิตร) ของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้

D = ความเข้มข้น (N) ของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้

ช. ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

ในการเลือกปริมาณตัวอย่างน้ำ พยายามอย่าเลือกใช้ปริมาณตัวอย่างมากเกินไป เพราะเมื่อเวลาทำให้ตกผลึกของสังกะสีซัลไฟด์จะเกิดผลึกมากทำให้กรองยาก

ซ. วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่าง

การชักตัวอย่างน้ำเมื่อวิเคราะห์ซัลไฟด์ ต้องกระทำในลักษณะที่ทำให้มีการสัมผัสกับอากาศเกิดขึ้นน้อยที่สุด ส่วนวิธีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ซัลไฟด์ทั้งหมดสามารถกระทำได้โดยเติมสังกะสีอะซิเตต (Zinc Acetate) ในขวดก่อนเก็บตัวอย่างน้ำใช้ $(CH_3COO)_2Zn$ จำนวน 2 นอร์มัล 4 หยดต่อตัวอย่างน้ำทุก 100 มิลลิลิตร เติมตัวอย่างน้ำให้เต็มขวดจริง ๆ และปิดฝาให้แน่น (ขอแนะนำให้ใช้ขวดบีโอดีขนาด 300 มิลลิลิตร)

ทีเคเอ็นไนโตรเจน (TKN)

Total Kjeldahl Nitrogen หรือ ทีเคเอ็น (TKN) หมายถึง ผลรวมของแอมโมเนียและสารอินทรีย์ไนโตรเจน การหาทีเคเอ็นมักทำโดยเปลี่ยนสารอินทรีย์ไนโตรเจนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนียก่อน แล้วจึงวัดปริมาณแอมโมเนียทั้งหมด

ก. หลักการ

สารอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนไปเป็นแอมโมเนียโดยการออกซิไดซ์ของกรดกำมะถัน ทำให้ไนโตรเจนหลุดออกมาในรูปแอมโมเนียดังกล่าว ส่วนคาร์บอนและไฮโดรเจนจะถูกออกซิไดซ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ แล้วนำไปกลั่นเพื่อเก็บอิออนแอมโมเนียในกรดบอริค จากนั้นจึงนำกรดบอริคไปหาปริมาณแอมโมเนียด้วยวิธี Nesslerization หรือ ไตเตรตด้วยสารละลายกรดแก่มาตรฐานทำให้ทราบปริมาณทีเคเอ็นที่มีอยู่ในน้ำ

ข. การเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำ

เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำแล้วควรนำมาวิเคราะห์ทันที ถ้ายังไม่ทำการวิเคราะห์ให้เก็บรักษาตัวอย่างโดยเติมกรดกำมะถันเข้มข้น 0.8 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร แล้วนำไปแช่เย็น

ค. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ขวดเจลดาลห์ (Kjeldahl Flask) ขนาด 800 มิลลิลิตร
2. ชุดเครื่องมือสำหรับการย่อยสลาย
3. ชุดเครื่องมือสำหรับการกลั่นแอมโมเนีย

ง. สารเคมี

1. สารละลายปรอทซัลเฟต

สารละลายปรอทออกไซด์ (HgO, Red) 8 กรัม ในกรดกำมะถัน 6 นอร์มัล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2. น้ำยาย่อยสลาย (Digestion Reagent)

สารละลายโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 134 กรัม ในน้ำกลั่น 650 มิลลิลิตรเติมกรดกำมะถันเข้มข้น 100 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน และเติมสารละลายปรอทซัลเฟต 25 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้สารละลายมีปริมาตร 1 ลิตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเพื่อป้องกันการตกผลึก

3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์-โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium Hydroxide- Sodium Thiosulfate Reagent) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม และโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) 25 กรัมในน้ำและเจือจางเป็น 1 ลิตร

4. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์

จ. วิธีวิเคราะห์

1. การเลือกขนาดตัวอย่าง

เลือกปริมาตรตัวอย่างที่จะใช้ตามตาราง ค.3 ขนาดของตัวอย่างจะต้องสอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนที่คาดว่าจะมี (สังเกตได้จากลักษณะน้ำและแหล่งที่มาของตัวอย่าง) ถ้าใส่ขาดตัวอย่างมากเกินไปอาจจะเสียเวลาในการย่อยนานหลายชั่วโมง เมื่อเลือกปริมาณของตัวอย่างได้แล้วตวงตัวอย่างใส่ขวดเจลดาลห์ขนาด 800 มิลลิลิตร เติมลูกแก้ว 3 - 4 เม็ด เพื่อกันการเดือดอย่างรุนแรงภายในขวด

ตารางที่ ค.3 การเลือกขนาดตัวอย่างของไนโตรเจน

Org-N ในตัวอย่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ขนาดตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
0-1	500
1-10	250
10-20	100
20-50	50
50-100	25

2. การย่อยสลาย

เติมน้ำยาสำหรับการย่อยสลาย 50 มิลลิกรัม ลงในขวดเจลดาลห์ นำเข้าเครื่องย่อยสลายต้มจนกระทั่งเกิดควันสีขาวของ SO_3 ให้ต้มต่อไปเรื่อย ๆ จนได้สารละลายใส จากนั้นย่อยสลายต่ออีก 20-30 นาที (ถ้ายังไม่ได้สารละลายใสให้เติมน้ำยาย่อยสลายอีก 50 มิลลิลิตรแล้วย่อยต่อไปจนได้สารละลายใส)

เปิดไฟและปล่อยทิ้งให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นปริมาตร 300 มิลลิลิตร และฟีนอฟทาลีน 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันและทำให้เป็นด่างโดยค่อย ๆ เติมน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์โธโคซัลเฟต 50 มิลลิลิตร (ใช้น้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์โธโคซัลเฟต 50 มิลลิลิตรต่อน้ำยาย่อยสลาย50 มิลลิลิตร) เขย่าให้เข้ากันถ้าสีชมพูของฟีนอล์ฟทาลีนยังไม่เกิดให้เติมน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์โธโคซัลเฟตลงไปอีก จากนั้นนำไปกลั่น

3. การกลั่น

ต่อขวดเจลดาลห์เข้ากับเครื่องกลั่น ทำการกลั่นโดยให้ความร้อนที่พอเหมาะเก็บส่วนที่กลั่นออกมา 200 มิลลิลิตร ผ่านหลอดแก้วที่จุ่มในสารละลายกรดบอริค 50 มิลลิลิตร ถ้าจะหาแอมโมเนียไนโตรเจนโดยวิธี Nesslerization ให้ใช้กรดบอริกธรรมดาแต่ถ้าจะหาโดยวิธีไตเตรดให้ใช้กรดบอริกที่เติมอินดิเคเตอร์ เมื่อกลั่นครบ 200 มิลลิลิตร เลื่อนขวดเก็บสารละลายที่ได้จากการกลั่น (Distillate) ออกและนำไปหาแอมโมเนียต่อไป ให้ทำแบลงค์ด้วยโดยใช้น้ำกลั่นแล้วทำตามขั้นตอนเหมือนของตัวอย่างน้ำ

ฉ. การคำนวณ

ปริมาณแอมโมเนียที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองและการกลั่นมาแล้วจะเป็นค่า TKN ถ้าต้องการหาความเข้มข้นของสารอินทรีย์ไนโตรเจนเพียงอย่างเดียว จะต้องวิเคราะห์หาค่าแอมโมเนียของตัวอย่างน้ำก่อน จากนั้นจึงคำนวณหาค่าสารอินทรีย์ไนโตรเจนได้ดังนี้

สารอินทรีย์ไนโตรเจน = TKN- แอมโมเนียไนโตรเจน

ช. ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

ในระหว่างที่วิเคราะห์ ควรระมัดระวังอย่าให้มีการปนเปื้อนของแอมโมเนีย ไม่ควรใช้สารแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ในระหว่างวิเคราะห์เพราะแอมโมเนียจะระเหยไปปนเปื้อนกับตัวอย่างได้ ทำให้ได้ค่ามากกว่าจริง

ไขมันและน้ำมัน (FAT OIL AND GREASE)

การวัดปริมาณไขมันและน้ำมันไม่ได้เป็นการวัดปริมารสารไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำ แต่เป็นการวัดปริมาณของสารไขมันต่าง ๆ ที่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายบางชนิด เช่น เฮกเซน (Hexane) หรือ ฟรีออน (Freon) ดังนั้น ไขมันและนำมันในที่นี้จะหมายถึงสารประกอบไฮโดรคาร์บอน กรดไขมัน สบู่ ไขมัน ขี้ผึ้ง น้ำมัน รวมถึงสารอื่น ๆ ซึ่งสามรถสกัดได้โดยตัวทำละลายจากตัวอย่างที่ถูกทำให้เป็นกรดแล้วและสารนั้นจะต้องไม่กลายเป็นไอในระหว่างการระเหยตัวทำละลาย วิธีวิเคราะห์ในที่นี้เหมาะที่จะใช้ในการวิเคราะห์ไขมันและน้ำมันที่ย่อยสลายได้ทาง

ชีววิทยาจึงเหมาะสำหรับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดน้ำและน้ำธรรมชาติ แต่วิธีวิเคราะห์นี้จะไม่สามารถวัดสารที่มีจุดเดือดต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียสได้ วิธีที่นิยมใช้มี 2 วิธี ขึ้นอยู่กับชนิดหรือลักษณะของตัวอย่างน้ำ ดังนี้

1. วิธีสกัดด้วยกรวยแยก (Partition Gravimetric) เหมาะสำหรับน้ำธรรมชาติ น้ำใส และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว ซึ่งปริมาณไขมันต่ำ (น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร)

2. วิธีสกัดด้วยซอกฮ์เลต (Soxhlet) เหมาะสำหรับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนและตัวอย่างที่เป็นกากตะกอน ซึ่งมีปริมาณไขมันและน้ำมันสูง (มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร)

วิธีสกัดด้วยกรวยแยก (Partition Gravimentric Method)

เหมาะสำหรับวิเคราะห์ไขมันและน้ำมันในน้ำธรรมชาติ น้ำสะอาดหรือน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วเท่านั้น

ก. หลักการ

ปรับพีเอชของตัวอย่างให้เป็นกรดให้พีเอชน้อยกว่า 2 สกัดน้ำมันและไขมันด้วยตัวทำละลายในกรวยแยก จากนั้นระเหยตัวทำละลายออกจนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมาเนื่องจากน้ำหนักของไขมันและน้ำมัน ตัวทำละลายที่ใช้จะเป็น เฮกเซน (Hexane) หรือฟรีออน (Freon)

ข. การเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาวิเคราะห์ควรเก็บใส่ในขวดแก้วปากกว้างที่ล้างด้วยเฮกเซนแล้วเพื่อกำจัดคราบของสารซักฟอกออก ควรเก็บน้ำให้ได้ปริมาตรพอดีที่จะวิเคราะห์ไขมันและน้ำมัน ไม่ควรเก็บมามากแล้วแบ่งมาวิเคราะห์ ถ้าเก็บตัวอย่างมาแล้วยังไม่ได้วิเคราะห์ทันที ต้องเก็บรักษาไว้ด้วย กรดกำมะถันเข้มข้นในอัตรา 2 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส

ค. เครื่องมือ

1. กรวยแยก ขนาด 500 มิลลิลิตร ซึ่งล้างด้วยเฮกเซนประมาณ 15 มิลลิลิตรไว้ก่อน
2. ถ้วยระเหย
3. เครื่องอังน้ำ (Water Bath)
4. กระดาษกรอง ขนาด 11 เซนติเมตร เบอร์ 40
5. กรวยกรอง (Funnel)
6. บีกเกอร์ ขนาด 600 มิลลิลิตร ซึ่งล้างด้วยเฮกเซนประมาณ 15 มิลลิลิตรไว้ก่อน
7. เครื่องชั่งละเอียด

ง. สารเคมี

1. กรดกำมะถันเข้มข้น(Conc. H_2SO_4)
2. เฮกเซน(n-Hexane) หรือ ฟรีออน
3. โซเดียมซัลเฟต ปราศจากน้ำ(Sodium Sulfate Anhydrous)

จ. วิธีวิเคราะห์

1. เทตัวอย่างน้ำที่รู้ปริมาตรจำนวนหนึ่ง (300 มิลลิลิตรหรือน้อยกว่า) ใส่ในบิกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร เติมกรดกำมะถันเข้มข้น จนพีเอชน้อยกว่า 2 (หรือประมาณ 2 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร)

2. เทตัวอย่างน้ำจากบิกเกอร์ใส่กรวยแยก เติมเฮกเซนจำนวน 10-15 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรงประมาณ 2 นาที ตั้งทิ้งไว้ สารผสมจะแยกชั้น ชั้นเฮกเซนจะอยู่ส่วนบน ส่วนตัวอย่างน้ำจะอยู่ส่วนล่าง

3. ถ่ายชั้นตัวอย่างน้ำไว้ในบิกเกอร์เดิม เพื่อนำมาสกัดอีก

4. ถ่ายชั้นของเฮกเซนที่มีไขมันและน้ำมันละลายอยู่ ผ่านกรวยกรองที่มีโซเดียมซัลเฟตบนกระดาษกรองลงในถ้วยระเหยซึ่งได้ทำให้แห้งและมีน้ำหนักคงที่และได้ชั่งน้ำหนักไว้แล้ว สมมุติเป็น A กรัม

5. ทำการสกัดซ้ำ ด้วยวิธีเดียวกันนี้อีกหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งไขมันและน้ำมันถูกสกัดออกจากตัวอย่างหมด

6. นำถ้วยระเหยซึ่งมีเฮกเซนและไขมันและน้ำมันละลายอยู่ ไประเหยเอาเฉกเซนออกบนเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนแห้งปราศจากความชื้น แล้วปล่อยให้เย็นในโถทำแห้งประมาณ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนัก สมมุติเป็น B กรัม

หมายเหตุ หากชั้นของตัวทำละลายมีน้ำปนอยู่ ให้ถ่ายเฮกเซนที่มีน้ำมันและไขมันลงในบิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร ใส่โซเดียมซัลเฟตลงไป จนได้สารละลายใส หรือโซเดียมซัลเฟตจับตัวกันดีกลิ้งไปกลิ้งมาได้ ไม่เหลว และควรใส่โซเดียมซัลเฟตไปบนกระดาษกรองด้วย แล้วจึงเทตัวทำละลายที่ใสผ่านกระดาษกรอง เพื่อให้อิมัลชันแตกออกและโซเดียมซัลเฟตจับกับน้ำ

ฉ. การคำนวณ

ไขมันและน้ำมัน(มิลลิกรัมต่อลิตร) $= (B\text{-}A) \times 10^6 /$ ปริมาตรตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

ช. ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

ควรใช้โซเดียมซัลเฟตให้มากเกินพอในการจับกับน้ำเพื่อไม่ให้มีน้ำปนอยู่ในถ้วย

วิธีซอกฮ์เลต (ใช้กับน้ำเสีย)

วิธีนี้เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ไขมันและน้ำมันที่มีปริมาณมากในน้ำเสีย

ก. หลักการ

ปรับสภาพตัวอย่างน้ำที่เป็นของเหลวให้เป็นกรด (พีเอชน้อยกว่า 2) เพื่อให้ไขมันและน้ำมันแตกตัวออกจากน้ำและทำให้แยกจากน้ำโดยการกรอง นำมาสกัดด้วยเครื่องมือสกัดซอกฮ์เลต โดยใช้เฮกเซนหรือฟรีออนเป็นตัวทำละลาย จากนั้นจึงนำเฮกเซนหรือฟรีออนที่มีไขมันและน้ำมันละลายอยู่ไประเหยจนแห้ง ชั่งน้ำหนักตะกอนที่เหลือซึ่งจะเป็นปริมาณไขมันและน้ำมันในตัวอย่าง

ข. การเก็บและรักษาตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาทำการวิเคราะห์ควรเก็บใส่ในขวดแก้วปากกว้างที่ล้างด้วยเฮกเซน เพื่อกำจัดคราบของสารซักฟอกออกและควรเก็บน้ำให้ได้ปริมาตรพอดีที่จะวิเคราะห์ไขมันและน้ำมัน ไม่ควรเก็บมานานแล้วแบ่งมาวิเคราะห์ ถ้าเก็บตัวอย่างมาแล้วแต่ยังไม่ได้ทำการวิเคราะห์ทันทีต้องเก็บรักษาไว้ด้วยกรดกำมะถันเข้มข้นในอัตรา 12 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -4 องศาเซลเซียส

ค. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดสกัดซอกฮ์เลต
2. เครื่องดูดสุญญากาศ (Vacuum Pump)
3. กรวยบุคเนอร์ (Buchner Funnel) เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร
4. เครื่องอังน้ำ
5. กรวยสกัด (Extraction Fask) 250 มิลลิลิตร
6. เครื่องชั่งละเอียด
7. ตู้อบ
8. กระดาษกรองเบอร์ 40 ขนาด 7 เซนติเมตร
9. เอกซ์เทรคชันทิมเบิล (Extraction Thimble Paper)
10. ลูกแก้ว
11. สำลี

ง. สารเคมี

กรดเกลือเข้มข้น

เฮกเซน(n-Hexane) หรือ ฟรีออน

Diatomaceous – Silica filter Aid Suspension ความเข้มข้น 10 กรัม ต่อ น้ำกลั่น 1 ลิตร

จ. วิธีวิเคราะห์

1. เก็บตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร (หรือปริมาณน้อยกว่า) แล้วปรับพีเอชให้น้อยกว่า 2 ด้วยกรดเกลือเข้มข้นในอัตราประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร

2. เตรียมแผ่นกรองดูดซับน้ำมันโดยวางกระดาษกรองในกรวยบุคเนอร์ แล้วเทสารแขวนลอย Diatomaceous – Silica filter Aid Suspension ความเข้มข้น 10 กรัมต่อลิตร จำนวน 100 มิลลิลิตรลงไป ใช้เครื่องดูดสุญญากาศดูดน้ำออกแล้วล้างด้วยน้ำกลั่นประมาณ 1 ลิตร ดูดน้ำออกจนแห้ง

3. กรองตัวอย่างน้ำที่กรองจากข้อ 1 ผ่านบนกระดาษกรองที่มีแผ่นกรองดูดซับน้ำมันอยู่ (ข้อ 2) ดูดน้ำออกจนแห้ง

4. ใช้คีมคีบกระดาษกรองนำไปใส่ในทิมเบิล ใช้สำลีชุบเฮกเซน เช็ดไขมันที่ติดถ้วยบุคเนอร์ให้หมด แล้วนำสำลีใส่ในทิมเบิลด้วย

5. นำทิมเบิลไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาทีใส่เม็ดแก้วให้เต็มทิมเบิล ชั่งน้ำหนักขวดที่ใช้สกัด ซึ่งได้ทำให้แห้งและมีน้ำหนักคงที่ (อบแห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส) สมมุติเท่ากับ A กรัม ใส่เฮกเซนลงในขวดสกัด 200 มิลลิลิตร

6. นำทิมเบิลใส่ในชุดซอกล์เลต ทำการสกัดโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายด้วยอัตรา 20 รอบต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยนับจากเริ่มสกัดรอบแรก

7. กลั่นเฮกเซนจากขวดสกัดในเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ออกจนแห้ง (สามารถนำเฮกเซนกลับไปใช้ได้อีก)

8. ปล่อยขวดสกัดให้เย็นในโถทำแห้ง 30 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนักสมมุติเท่ากับ B กรัม

ฉ. การคำนวณ

ไขมันและน้ำมัน(มิลลิกรัมต่อลิตร)	$= (B-A) \times 10^6$/ปริมาตรตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

ช. ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

สำหรับตัวอย่างที่มีน้ำมันมากหรือมีชั้นน้ำมันหนาซึ่งลำบากในการชักตัวอย่าง ควรจะตีตัวอย่างให้แตกด้วยครกไฟฟ้าก่อน แล้วค่อยดึงตัวอย่างมาใช้วิเคราะห์

วิธีซอกฮ์เลต (ใช้กับกากตะกอน)

ก. หลักการ

ตัวอย่างที่เป็นกากตะกอนจะถูกทำให้เป็นกรด (พีเอชน้อยกว่า 2) และทำให้แห้งโดยใช้โซเดียมซัลเฟต (ปราศจากน้ำ) ด้วยวิธีนี้ตัวอย่างน้ำจะถูกทำให้แห้งโดยไม่ต้องอบ หลังจากนั้นจะนำมาหาไขมันและน้ำมันโดยการสกัดด้วยชุดซอกฮ์เลต มีเฮกเซนหรือฟรีออนเป็นตัวทำละลาย

ข. การเก็บและรักษาตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำที่เป็นกากตะกอน ต้องเก็บรักษาด้วยการเติมกรดเกลือในอัตรา 1 มิลลิลิตรต่อกากตะกอน 80 กรัม ห้ามเก็บรักษาด้วยคลอโรฟอร์ม หรือโซเดียมเบนโซเอต

ค. เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชุดสกัดซอกฮ์เลต
2. เอกซ์แทรคชันทิมเบิล
3. เครื่องอังน้ำ
4. ขวดสกัด
5. เครื่องชั่งละเอียด
6. ตู้อบ
7. ลูกแก้ว

ง. สารเคมี

1. กรดเกลือเข้มข้น
2. โซเดียมซัลเฟต ปราศจากน้ำ
3. เฮกเซนหรือฟรีออน
4. สำลี

จ. วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักกากตะกอนที่เปียกจำนวน 20±0.5 กรัม (ซึ่งทราบค่าร้อยละของตะกอนแห้ง) ใส่ในบิกเกอร์ขนาด 150 มิลลิลิตร

2. ทำให้กรด (พีเอชน้อยกว่า 2) โดยเติมกรดเกลือเข้มข้น 0.3 มิลลิลิตร

3. ใส่โซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำปริมาณ 25 กรัมรวมกับตัวอย่างคนให้เข้ากัน แล้วแผ่ตัวอย่างไปตามข้าง ๆ บิกเกอร์ ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 15-30 นาที

4. ใช้แท่งแก้วบดตัวอย่างให้ละเอียด

5. ถ่ายตัวอย่างลงในทิมเบิล ใช้สำลีชุบเฮกเซนเช็ดไขมันที่ติดข้างบิกเกอร์และแท่งแก้วหมด ใส่สำลีรวมลงไปในทิมเบิลด้วย ใส่ลูกแก้วให้เต็มทิมเบิล

6. ชั่งน้ำหนักขวดสกัดซึ่งได้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส และมีน้ำหนักคงที่ สมมุติน้ำหนักเท่ากับ A กรัม ใส่เฮกเซนลงไปจำนวน 200 มิลลิลิตร

7. ใส่ทิมเบิล ในชุดสกัดซอกฮ์เลต โดยใช้เฮกเซนหรือฟรีออนเป็นตัวทำละลายด้วยอัตรา 20 รอบต่อชั่วโมงเป็นเวลา 4 ชั่วโมง

8. กลั่นเฮกเซนจากขวดสกัดในเครื่องอังน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสออกจนแห้ง สามารถนำเฮกเซนกลับมาใช้ได้อีก

9. ปล่อยให้ขวดสกัดเย็นในโถทำแห้งไม่น้อยกว่า 30 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก สมมุติเท่ากับ B กรัม

ฉ. คำนวณ

น้ำมันและไขมัน, ร้อยละน้ำหนักแห้ง = (B-A) ×100/ น้ำหนักเปียก (กรัม) ×เปอร์เซนต์ตะกอนแห้ง

ช. ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

วิธีสกัดโดยเครื่องซอกฮ์เลตนี้ อัตราการกลั่น เวลาที่ใช้ในการกลั่น และการทำให้แห้งคงที่ และควรทำแบลงค์คู่กับการทำตัวอย่างด้วย

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

การตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียด้วยวิธี MPN

ก.สารเคมีและอุปกรณ์

1. หลอดทดสอบ
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์
3. ตู้บ่ม
4. หลอดดักก๊าซ (Durham tube)
5. ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop)
6. BGLB, EC Medium, Lactose Broth หรือ Lauryl Trytose Broth
7. น้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

การตรวจขั้นแรก (Presumptive Test) เป็นการหาความหนาแน่นของแบคทีเรียเบื้องต้นโดยการให้อาหารที่แบคทีเรียบ่งชี้จะสามารถเจริญได้ดีนั่นคือ Lactose Broth หรือ Lauryl Trytose Broth ผลจากการตรวจสอบยังไม่สามารถบอกปริมาณแน่นอนของแบคทีเรียบ่งชี้ได้

1. เขย่าน้ำตัวอย่างที่ทำการเจือจางแล้วอย่างแรง

2. เติมน้ำตัวอย่างลงใน Lactose Broth หรือ Lauryl Trytose Broth เป็น 5 ชุดชุดละ 5 หลอด ดังนี้ 0.1, 0.01, 0.001, 0.0001 และ 0.00001 มิลลิลิตร

3. บ่มที่35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24±2 ชั่วโมง

4. หลอดที่ให้ผล Positive นำไปการตรวจขั้นยืนยัน ส่วนหลอดที่มีผลเป็น Negative ให้บ่มต่ออีก 43±3 ชั่วโมง ถ้ามีผล Negative อีกให้ทิ้งไป ส่วนหลอดที่ให้ผล Positive ให้บันทึกจำนวนหลอดแล้วนำไปการตรวจขั้นยืนยัน

การตรวจขั้นยืนยัน (Confirmed Test) เป็นการทดสอบต่อเนื่องจากการตรวจสอบขั้นแรกโดยการนำแบคทีเรียจากหลอดที่ให้ผล Positive มาเลี้ยงในอาหารเฉพาะ ที่เป็น Selective inhibitory medium สำหรับโคลิฟอร์มคือ BGLB และสำหรับฟีคัลโคลิฟอร์มคือ EC medium ซึ่งแบคทีเรียบ่งชี้เท่านั้นจึงจะสามารถเจริญในอาหารได้

1. นำหลอดที่ Positive จากขั้นแรกมา 1 loop ใส่ลงใน BGLB บ่มที่35 องศาเซลเซียส ดูผลภายในเวลา 24 ชั่วโมง

2. หลอดที่เป็น Negative ให้บ่มต่อและดูผลหลังจาก 48±3 ชั่วโมง

3. บันทึกผลการทดลองทั้ง Positive และ Negative

4. กรณีที่ทดสอบฟีคัลโคลิฟอร์มนำหลอดที่ Positive จากขั้นแรกมา 1 loop ใส่ลงใน EC medium บ่มที่ 45 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

การตรวจขั้นสมบูรณ์ (Completed Test) เป็นการทดสอบขั้นสุดท้ายเพื่อให้แน่ใจว่าผล Positive จากการทดสอบขั้นที่สองเป็นแบคทีเรียบ่งชี้ที่ต้องการทดสอบแน่นอน แต่การทดสอบขั้นนี้ต้องใช้เวลานานมาก จึงมักใช้ในกรณีงานวิจัยเป็นครั้งคราว

การรายงานผลการทดสอบ อ่านค่า MPN โดยนับจำนวนหลอดในแต่ละชุดเรียงกัน 3 ชุด แล้วตรวจสอบตามตารางค่า MPN Index แล้วนำมาคำนวณดังนี้

MPN (ที่อ่านจากตาราง) ×10/ปริมาณที่มากที่สุดของชุดทดสอบ = MPN/100มิลลิลิตร

ภาคผนวก ง

สมการและรายการคำนวณ

รายการคำนวณสำหรับการออกแบบปรับปรุงระบบ

รายการคำนวณที่แสดงในหัวข้อนี้เป็นรายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงเมื่อปี พ.ศ. 2543 ก่อนการปรับปรุงระบบมีรายละเอียดดังนี้

1. รายการคำนวณระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียง

ใช้ข้อมูลสำหรับการคำนวณระบบในตารางที่ ง.1 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบปรับปรุงระบบเมื่อปี พ.ศ. 2543

1.1 ระบบรวบรวมน้ำเสีย คำนวณโดยใช้สมการของ Manning คือ

$$Q = 1/n\ AR^{2/3}S^{1/2}$$

A = พื้นที่หน้าตัดการไหล (ตารางเมตร)

R = A/P

P = เส้นขอบเปียก (เมตร)

S = ความลาดชันของเส้นท่อ (เมตร/เมตร)

n = ค่าสัมประสิทธิ์ Manning

Q = อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

1.2 การประเมินขีดความสามารถของถังกรองไร้อากาศโดยการคำนวณ

สำหรับการคำนวณขีดความสามารถของถังกรองไร้อากาศในส่วนนี้ เป็นการคำนวณเพื่อการออกแบบปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจิตเวชขนาด 750 เตียงที่ทำการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2543

ตารางที่ ง.1 ข้อมูลสำหรับการออกแบบปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย (รายงานการปรับปรุงและขยายระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวช, พฤษภาคม 2543)

พารามิเตอร์	**ค่าที่ใช้**	**หน่วย**
ปริมาณน้ำเสีย(Qave.d)	400	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ปริมาณน้ำเสียสูงสุดประจำวัน(Qmax.d)	600	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ปริมาณน้ำเสียสูงสุดประจำชั่วโมง(Qmax.h)	41.7	ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
พีเอช(pH)	5-9	
บีโอดี(BOD)	150	มิลลิกรัมต่อลิตร
ของแข็งแขวนลอย(SS)	120	มิลลิกรัมต่อลิตร
ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น(TKN)	35	มิลลิกรัมต่อลิตร

1) ถังเกรอะ

ปริมาตร	= 163.13	ลูกบาศก์เมตรต่อถัง
จำนวนถังเกรอะ	=1	ถัง
ปริมาตรรวม	=163.3	ลูกบาศก์เมตร
เวลากักเก็บ	= 24	ชั่วโมง
ปริมาณน้ำเสียที่รับได้	= 163.13×24/24	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
	=163.13	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

2) ถังกรองไร้อากาศ

ปริมาตรประสิทธิผล	=217.5	ลูกบาศก์เมตรต่อถัง
จำนวนถังกรองไร้อากาศ	=1	ถัง
ปริมาตรรวม	=217.5	ลูกบาศก์เมตร

ภาระบรรทุกของถังกรองไร้อากาศ	=0.30	กิโลกรัมบีโอดีต่อลูกบาศก์เมตร
ความเข้มข้นของบีโอดีในน้ำเสีย	=150	มิลลิกรัมต่อลิตร
ปริมาณน้ำเสียที่รับได้	=217.5×0.30×1000/150	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
	=435	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ปริมาณน้ำเสียที่รับได้	=163.13	ลูกบาศก์เมตรต่อวัน
ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีถังเกรอะ	=40%	
ค่าบีโอดีน้ำออกจากถัง 1	=0.60×150	มิลลิกรัมต่อลิตร
	=90	มิลลิกรัมต่อลิตร
ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีถังกรองไร้อากาศ	=75%	
ค่าบีโอดีน้ำออกจากถัง 2	=0.25×90	มิลลิกรัมต่อลิตร
	=22.5>20	มิลลิกรัมต่อลิตร

ตัวอย่างการคำนวณประกอบรายละเอียดของการศึกษา

ตัวอย่างการคำนวณที่จะแสดงต่อไปนี้เป็นการคำนวณเพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียหลังการปรับปรุง

2.1 การคำนวณระบบบ่อนิเวศน์โดยใช้ปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง (First order) มีสมการดังนี้

$$\mathbf{Se/Si = 1/ (1+Ki\ (t))}$$

โดยที่ :

Se = ค่าบีโอดีในน้ำทิ้ง (มิลลิกรัมต่อลิตร)

Si = ค่าบีโอดีในน้ำเสีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

t = ระยะเวลาในการกักเก็บ, วัน

Ki = ค่าคงที่อัตราการย่อยสลาย (rate constant, day^{-1}) ซึ่งขึ้นกับอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ค่า Ki ประมาณ 0.3 $วัน^{-1}$ ที่อุณหภูมิใดๆ

$Ki = (0.3)\ (1.05)^{T-20}$, T = อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

ตัวอย่าง การคำนวณในระบบบ่อนิเวศน์

<u>บ่อนิเวศน์ที่ 1</u> มีค่าบีโอดีในน้ำเสียเฉลี่ย 55.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดีในน้ำทิ้งเฉลี่ย 36.87 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิของบ่อ 31.5 องศาเซลเซียส

วิธีทำ Se = ค่าบีโอดีในน้ำทิ้ง 36.87 มิลลิกรัมต่อลิตร

Si = ค่าบีโอดีในน้ำเสีย 55.62 มิลลิกรัมต่อลิตร

T = อุณหภูมิ 31.5 องศาเซลเซียส

หาค่า Ki จาก $Ki = (0.3)\ (1.05)^{T-20}$

แทนค่า $Ki = (0.3)\ (1.05)^{31.5-20}$

$Ki = 0.52\ วัน^{-1}$

หาค่า t จาก $Se/Si = 1/ (1+Ki\ (t))$

แทนค่า $36.87/55.62 = 1/ (1+ (0.52\ วัน^{-1})\ (t)$

$t = 0.79$ วัน

<u>บ่อนิเวศน์ที่ 2</u> มีค่าบีโอดีในน้ำเสียเฉลี่ย 36.87 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดีในน้ำทิ้งเฉลี่ย 25.62 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิของบ่อ 34.5 องศาเซลเซียส

วิธีทำ Se = ค่าบีโอดีในน้ำทิ้ง 25.62 มิลลิกรัมต่อลิตร

Si = ค่าบีโอดีในน้ำเสีย 36.87 มิลลิกรัมต่อลิตร

T = อุณหภูมิ 34.5 องศาเซลเซียส

หาค่า Ki จาก $Ki = (0.3)(1.05)^{T-20}$

แทนค่า $Ki = (0.3)(1.05)^{34.5-20}$

$Ki = 0.608 \text{ วัน}^{-1}$

หาค่า t จาก $Se/Si = 1/(1+Ki(t))$

แทนค่า $25.62/36.87 = 1/(1+(0.608 \text{ วัน}^{-1})(t))$

$t = 0.59$ วัน

<u>บ่อนิเวศน์ที่ 3</u> มีค่าบีโอดีในน้ำเสียเฉลี่ย 25.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดีในน้ำทิ้งเฉลี่ย 14.5 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิของบ่อ 30.5 องศาเซลเซียส

วิธีทำ Se = ค่าบีโอดีในน้ำทิ้ง 14.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

Si = ค่าบีโอดีในน้ำเสีย 25.62 มิลลิกรัมต่อลิตร

T = อุณหภูมิ 30.5 องศาเซลเซียส

หาค่า Ki จาก $Ki = (0.3)(1.05)^{T-20}$

แทนค่า $Ki = (0.3)(1.05)^{30.5-20}$

$Ki = 0.5 \text{ วัน}^{-1}$

หาค่า t จาก $Se/Si = 1/(1+Ki(t))$

แทนค่า $25.62/14.5 = 1/(1+(0.5 \text{ วัน}^{-1})(t))$

$t = 1.13$ วัน

<u>บ่อนิเวศน์ที่ 4</u> มีค่าบีโอดีในน้ำเสียเฉลี่ย 14.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าบีโอดีในน้ำทิ้งเฉลี่ย 7.21 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิของบ่อ 30.21 องศาเซลเซียส

วิธีทำ Se = ค่าบีโอดีในน้ำทิ้ง 7.21 มิลลิกรัมต่อลิตร

Si = ค่าบีโอดีในน้ำเสีย 14.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

T = อุณหภูมิ 30.21 องศาเซลเซียส

หาค่า Ki จาก $Ki = (0.3)(1.05)^{T-20}$

แทนค่า $Ki = (0.3)(1.05)^{30.21-20}$

$Ki = 0.49 \text{ วัน}^{-1}$

หาค่า t จาก $Se/Si = 1/(1+Ki(t))$

แทนค่า $7.21/14.5 = 1/(1+(0.49 \text{ วัน}^{-1})(t))$

$t = 1.45$ วัน

2.2 การคำนวณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Organics Loading, OrL)

สูตร

$$\mathbf{OrL = BOD_5\ (mg/l) \times Q\ (m^3/day) \times (1000(l/m^3)) \times (1g/1000mg) \times (1kg/1000g)}$$

โดยที่ ;

OrL = ปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์, กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน

BOD_5 = ปริมาณบีโอดีในน้ำเสีย 5 วัน, มิลลิกรัมต่อลิตร

Q = อัตราการไหลของน้ำเข้า, ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

ตัวอย่างการคำนวณภาระบรรทุกสารอินทรีย์

ระบบบำบัดน้ำเสียที่หน่วยถังกรองไร้อากาศ มีปริมาณ BOD_5 เฉลี่ย 89.88 มิลลิกรัมต่อลิตร มีอัตราการไหลของน้ำเข้าวัดจากเครื่องสูบน้ำ 127.3 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

วิธีทำ BOD_5 = 89.88 มิลลิกรัมต่อลิตร

Q = 127.3 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

จาก $OrL = BOD_5\ (mg/l) \times Q\ (m^3/day) \times (1000(l/m^3)) \times (1g/1000mg) \times (1kg/1000g)$

แทนค่า $OrL = 89.88\ (mg/l) \times 127.3\ (m^3/day) \times (1000(l/m^3)) \times (1g/1000mg) \times (1kg/1000g)$

$OrL = 11.44$ กิโลกรัมบีโอดีต่อวัน

2.3 การคำนวณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่อปริมาตรบ่อนิเวศน์ (Volumetric Loading, VL)

สูตร

$$\mathbf{VL} = \frac{\textbf{ปริมาณ BOD}_5\ \textbf{เข้าระบบ (kg/day)}}{\textbf{ปริมาตรบ่อนิเวศน์ (m}^3\textbf{)}}$$

โดยที่ ;

VL = ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่อปริมาตรบ่อนิเวศน์, กิโลกรัมบีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรคูณวัน

BOD_5 = ปริมาณบีโอดีในน้ำเสีย 5 วัน, มิลลิกรัมต่อลิตร

ตัวอย่างการคำนวณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ต่อปริมาตรบ่อนิเวศน์

น้ำออกจากถังกรองไร้อากาศเข้าระบบบ่อนิเวศน์ที่ 1 ซึ่งมีปริมาตร 702 ลูกบาศก์เมตร มีค่าบีโอดี 55.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าค่าที่อัตราการย่อยสลายที่อุณหภูมิ 31.5 องศาเซลเซียส 0.52 วัน$^{-1}$

วิธีทำ BOD_5 = 55.62 มิลลิกรัมต่อลิตร

V = 702 ลูกบาศก์เมตร

k1 = 0.52 วัน$^{-1}$

จาก $$\mathrm{VL} = \frac{\text{ปริมาณ BOD เข้าระบบ (kg/day)}}{\text{ปริมาตรบ่อนิเวศน์ (m}^3\text{)}}$$

แทนค่า ;

$$\mathrm{VL} = 55.62(\mathrm{mg/l}) \times 1000\ (\mathrm{l/m^3}) \times 1/1000(\mathrm{mg/g}) \times 1/1000(\mathrm{kg/g}) \times 1/1000(\mathrm{m^3/l}) \times 0.52\ \mathrm{day^{-1}} \times 702000/702(\mathrm{l/m^3})$$

$$\mathrm{VL} = 0.028\ \mathrm{kg/m^3 \cdot day}$$

2.4 ประสิทธิภาพ (Efficiency, €)

$$\textbf{€} = \{(Si-Se)/Si\} \times 100$$

โดยที่ ;

Si = ปริมาณความเข้มข้นของสารเข้าระบบ (น้ำเสีย)

Se = ปริมาณความเข้มข้นของสารออกจากระบบ (น้ำทิ้ง)

ตัวอย่างการคำนวณประสิทธิภาพ

ปริมาณบีโอดีน้ำเสียเข้าระบบบำบัด 125 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำทิ้ง 12 มิลลิกรัมต่อลิตร

วิธีทำ Si = 125 มิลลิกรัมต่อลิตร

Se = 12 มิลลิกรัมต่อลิตร

จาก $€ = \{(Si-Se)/Si\} \times 100$

แทนค่า $€ = \{(125 - 12)/125\} \times 100$

$€ = 90.4\ \%$