

การติดตามคุณภาพน้ำจากโรงล้างขยะพลาสติก :
กรณีศึกษาอำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ

สุพลชัย ทรงกลด

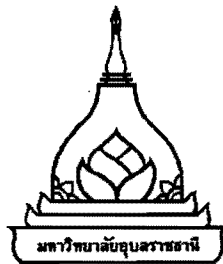
การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2555

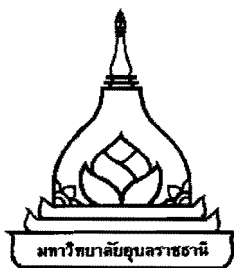
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**MONITORING OF WATER QUALITY FROM PLASTIC WASTE
WASHING PLANT: A CASE STUDY OF WANGHIN DISTRICT,
SI SA KET**

SUPOLCHAI SONGLOD

**AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
MAJOR IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
YEAR 2012
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

เรื่อง การติดตามคุณภาพน้ำจากโรงล้างขยะพลาสติก : กรณีศึกษาอำเภอวังหิน
จังหวัดศรีสะเกษ

ผู้วิจัย นายสุพลชัย ทรงกลด

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....	อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิกา รัตนพงศ์เสนา)	
.....	กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัฒน์พงษ์ มัตราข)	
.....	กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมนา สิริพัฒนานุกุล)	
.....	คณบดี
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นท แสงเทียน)	

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2555

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ดีเพราะได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิกา รัตนพงศ์เลขา อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาช่วยให้คำแนะนำช่วยเหลือ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ข้อคิดเห็นในการศึกษาเป็นอย่างดีมาตลอดระยะเวลา ที่ทำการศึกษา

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัฒน์พงษ์ มัตราช ประธานกรรมการสอบ ค้นคว้าอิสระและ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมนา สิริพัฒนากุล กรรมการสอบค้นคว้าอิสระ ซึ่งทั้งสองท่านได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และช่วยตรวจแก้ไขรูปเล่มให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเทศบาลตำบลบุสูง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาและให้โอกาสผู้วิจัยได้มาศึกษาต่อจนสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดและครอบครัวที่เป็นกำลังใจในการศึกษา จนสำเร็จมาถึงทุกวันนี้สำหรับกำลังใจที่มีให้เสมอมา

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ทุกท่าน และขอขอบคุณ น้องๆ สาขาวิชาวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม รุ่น 6 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทุกคนที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือ ในการศึกษา ค้นคว้าอิสระครั้งนี้ด้วย



(นายสุพลชัย ทรงกลด)

ผู้วิจัย

ฝ่ายหอสมุด สำนักวิทยบริการ ม.อุบลฯ ได้รับอภินิหารเอกสารจาก กอวบร. พ. ๐๖๑๙ ๓๑ ม.ค. ๒๕๖๓

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การติดตามคุณภาพน้ำจากโรงล้างขยะพลาสติก: กรณีศึกษาอำเภอวังหิน
จังหวัดศรีสะเกษ

โดย : สุพลชัย ทรงกลด

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิกา รัตนพงศ์เลขา

ศัพท์สำคัญ : น้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสีย โรงล้างขยะพลาสติก

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของน้ำทิ้งที่ปล่อยจากกระบวนการล้างขยะ
ถุงพลาสติกและประเมินระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของบ้านหนองศาลา อำเภอวังหิน
จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งมีอัตราการล้างขยะพลาสติก 300 กิโลกรัมต่อวัน และมีน้ำเสียจากกระบวนการ
นี้ประมาณ 2,000 ลิตรต่อวัน โดยทำการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในระหว่างเดือน
ธันวาคม 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 ในจุดเก็บตัวอย่าง 2 จุด คือ น้ำจากบ่อล้างขยะและน้ำจาก
บ่อบำบัดธรรมชาติ พบว่าลักษณะสมบัติน้ำจากบ่อล้างขยะมีค่าเฉลี่ย ดังนี้ พีเอช 6.77 ค่าความขุ่น
89.4 เอ็นทียู ค่าตะกั่ว 0.16 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าของแข็งแขวนลอย 167.3 มิลลิกรัมต่อลิตร
และค่าบีโอดี 187.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และลักษณะสมบัติน้ำจากบ่อบำบัดธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยดังนี้
พีเอช 6.3 ค่าความขุ่น 17.3 เอ็นทียู ค่าของแข็งแขวนลอย 25.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าบีโอดี
15.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยค่าตะกั่วตรวจพบเฉพาะในเดือนธันวาคม มีค่า 0.05 มิลลิกรัม
ต่อลิตร จากการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดดังกล่าวซึ่งเป็นการบำบัดด้วยบ่อธรรมชาติ
พบว่าระบบบำบัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพในการบำบัดได้ดี แต่ทั้งนี้หากมีการเพิ่ม
ประมาณการล้างขยะที่มากขึ้นในอนาคตอาจต้องมีการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อเพิ่ม
ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียและควบคุมให้คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดไว้

ABSTRACT

TITLE : MONITORING OF WATER QUALITY FROM PLASTIC WASTE
 WASHING PLANT: A CASE STUDY OF WANGHIN DISTRICT, SISAKET
 BY : SUPOLCHAI SONGKLOD
 DEGREE : MASTER OF ENGINEERING
 MAJOR : ENVIRONMENTAL ENGINEERING
 CHAIR : ASST. PROF. KARNIKA RATANAPONGLEKA, Ph.D.

KEYWORDS : WASTEWATER / WASTEWATER TREATMENT / PLASTIC WASTE
 WASHING PLANT

The objective of this research is to characterize the effluent from plastic waste washing plant and to evaluate the efficiency of wastewater treatment system of Bannongsala, Wanghin District, Sisaket. The rate of washing plastic waste was 300 kilogram per day and generated wastewater about 2,000 liter per day. The samples were collected to determine water quality from December 2012 to February 2013. Two selected points of sampling were from waste washing pond and natural treatment pond. The characteristic of wastewater from washing pond was pH 6.77, turbidity 89.43 NTU, lead concentration 0.16 milligram per liter, settleable solid 167.03 milligram per liter and BOD 187.50 milligram per liter. The characteristic of wastewater from natural treatment pond was pH 6.27, turbidity 17.38 NTU, settleable solid 25.00 milligram per liter and BOD 15.50 milligram per liter while lead was found at 0.05 milligram per liter only in December. The results of evaluation system indicate that the presented natural treatment pond has a good efficiency. However, increasing the quantity of waste in the future probably affects the treatment system and improving of the system needs to be considered in order to control the standard quality.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ขยะถุงพลาสติก	3
2.2 ครรชนีสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	5
2.3 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	6
2.4 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	7
2.5 ระบบบำบัดน้ำเสีย	8
3 วิธีดำเนินการศึกษา	
3.1 กรอบแนวคิดการศึกษา	18
3.2 การเก็บน้ำตัวอย่างและการเก็บรักษาตัวอย่าง	20
3.3 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ	20
3.4 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ	21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4 ผลการศึกษา

- 4.1 ข้อมูลเบื้องต้นกรณีศึกษาโรงงานขยะถุงพลาสติก
ในอำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ 26
- 4.2 ผลการศึกษาลักษณะน้ำทิ้งจากกระบวนการล้างขยะ
ถุงพลาสติก 29
- 4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ 32

5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

- 5.1 สรุปผลการศึกษา 33
- 5.2 ข้อเสนอแนะ 33

เอกสารอ้างอิง 34

ภาคผนวก

วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 36

ประวัติผู้วิจัย 57

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม	6
2.2	ข้อดี-ข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร	13
3.1	วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ	21
4.1	คุณภาพน้ำเสียจากกระบวนการล้างขยะพลาสติก	27
4.2	ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ	32

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	การทำงานของแบคทีเรียและสาหร่ายในบ่อปรับเสถียร	9
2.2	ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland (FWS)	14
2.3	ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB) คุณภาพ	15
3.1	กรอบแนวคิดการศึกษา	19
3.2	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	20
4.1	เครื่องล้างแบบหมุนเวียนที่ใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าปั่นน้ำ	24
4.2	โครงบ่ินแห้ง	24
4.3	แยกประเภทถุงพลาสติก	24
4.4	อัดเป็นก้อน	25
4.5	น้ำเสียจากบ่อกอนกรีตระบายไหลลาดไปกับผิวดินก่อนเข้าสู่บ่อบำบัด (บ่อดิน)	25
4.6	น้ำล้นจากนาปรังไหลเข้าสู่บ่อบำบัดแบบธรรมชาติ (บ่อดิน)	26
4.7	บ่อบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ (บ่อดิน)	26
4.8	ค่าพีเอชของน้ำจากการล้างขยะพลาสติก	28
4.9	ค่าความขุ่นของน้ำจากการล้างขยะพลาสติก	28
4.10	ค่าบีโอดีของน้ำจากการล้างขยะพลาสติก	29
4.11	ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำจากการล้างขยะพลาสติก	30
4.12	ค่าตะกั่วของน้ำจากการล้างขยะพลาสติก	31

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถุงพลาสติกมีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์สารพัดประโยชน์ น้ำหนักเบา มีความยืดหยุ่นสูง สะดวกในการขนย้ายมากกว่าวัสดุจากธรรมชาติ เช่น แก้ว ไม้ ทำให้ความต้องการใช้พลาสติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพบว่าคนไทยใช้ถุงพลาสติกเฉลี่ยวันละ 1,800 ตัน จากการสำรวจปริมาณขยะทั่วประเทศมีมากกว่า 40,000 ตันต่อวัน ส่งผลให้ปริมาณขยะถุงพลาสติกมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งขยะถุงพลาสติกไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งถุงพลาสติก 1 ถุงต้องใช้เวลาย่อยสลายถึง 450 ปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) เนื่องจากปัจจุบันขยะมีองค์ประกอบของพลาสติกอยู่ถึงร้อยละ 60 ประกอบกับ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นหลายแห่งประสบปัญหาไม่มีสถานที่กำจัดขยะมูลฝอยที่ถูกหลักสุขาภิบาล ต้องอาศัยการว่าจ้างบริษัทเอกชนรับกำจัดขยะซึ่งบางบริษัทไม่มีสถานที่กำจัด ที่ถูกสุขลักษณะทำให้เกิดปัญหาการลักลอบนำขยะไปทิ้งตามสถานที่ต่างๆ หรือการกำจัดที่ไม่ถูกวิธี เช่น การเผาหรือเทกอง เป็นต้น จนส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในบริเวณใกล้เคียง สร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากขยะพลาสติกมีศักยภาพในการกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้อีกครั้ง ดังนั้นปัจจุบันจึงมีหลายหน่วยงานให้ความสนใจในการนำขยะพลาสติกมาใช้ประโยชน์ เช่น บริษัท เทอร์ม เอ็นจิเนียริง ได้คิดค้นเทคโนโลยีเพื่อผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกที่มาจากบ่อฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งของพลังงานทดแทนอีกทั้งเป็นการแก้ไขปัญหาขยะล้นเมือง (บริษัท เทอร์ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2555)

ปัจจุบันจากความต้องการวัตถุดิบขยะพลาสติกมีสูงขึ้น ดังนั้นจึงเกิดตลาดธุรกิจในการรับซื้อขยะพลาสติกเพื่อล้าง คัดแยก และส่งต่อไปให้กับบริษัทที่แปรรูปพลาสติก แต่ปัญหาที่พบคือการจัดการน้ำเสียจากกระบวนการล้างถุงขยะพลาสติกยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมในเขตเทศบาลตำบลสูง มีกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองศาลารวมกลุ่มกันรวบรวมและคัดแยกขยะถุงพลาสติก เพื่อนำมาเข้ากระบวนการล้างและคัดแยกเพื่อส่งโรงงานแปรรูปพลาสติก โดยจากกระบวนการล้างขยะพลาสติก 300 กิโลกรัมต่อวัน ทำให้เกิดน้ำเสียประมาณ 2,000 ลิตรต่อวัน ใช้ผงฟอกขาวประมาณ 1,000 กรัมต่อวัน ซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีผงซักฟอกและสารฟอกขาว

เป็นองค์ประกอบซึ่งหากปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยไม่ผ่านกระบวนการบำบัดที่ถูกวิธีอาจเกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะของน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการล้างขยะถุงพลาสติกโดยมีวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองศาลา ในเขตเทศบาลตำบลสูง จ.ศรีสะเกษ เป็นกรณีศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการน้ำเสียและเพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาลักษณะของน้ำทิ้งที่ปล่อยจากกระบวนการล้างขยะถุงพลาสติก
- 1.2.2 เพื่อประเมินระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1.3.1 กลุ่มวิสาหกิจชุมชน บ้านหนองศาลา หมู่ที่ 14 ตำบลสูง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ
- 1.3.2 ความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำเดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 3 เดือน โดยเริ่มดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำเดือน ธันวาคม 2555 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ 2556
- 1.3.3 ดัชนีสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ พีเอช ความขุ่น บีโอดี ของแข็งแขวนลอย และตะกั่ว

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทำให้ทราบลักษณะของน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการล้างขยะถุงพลาสติก
- 1.4.2 ทำให้ทราบถึงระบบและวิธีบำบัดน้ำเสียของวิสาหกิจชุมชนแห่งนี้ในปัจจุบัน
- 1.4.3 ได้ข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสีย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขยะถุงพลาสติก

ปัจจุบันคนไทยใช้ถุงพลาสติกเฉลี่ยวันละ 1,800 ตัน จากการสำรวจปริมาณขยะทั่วประเทศมีมากกว่า 40,000 ตันต่อวัน ปริมาณการใช้ถุงของคนไทยในแต่ละวัน พบว่าในการซื้อของแต่ละครั้ง โดยเฉลี่ยได้รับครั้งละ 8 ใบ เฉพาะในจังหวัดศรีสะเกษ มีขยะที่เก็บได้ 36 ตันต่อวันเป็นขยะรวมที่ยังไม่ได้คัดแยก และขยะจากถุงพลาสติก 8 ตันต่อวัน (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2555)

2.1.1 ประเภทของถุงพลาสติก

ถุงพลาสติกมีหลายประเภทแบ่งตามลักษณะการใช้และคุณสมบัติของวัตถุดิบ ดังนี้ (ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2555)

2.1.1.1 ถุงพลาสติกธรรมดาหรือถุงเย็น เป็นถุงใสบรรจุของร้อนไม่ได้ ทำด้วยเม็ดพลาสติก LDPE มีลักษณะค่อนข้างใส นิ่ม บิดหยุ่นได้พอควร ป้องกันความชื้นผ่านเข้าออกได้ แต่ไม่สามารถป้องกันอากาศผ่านเข้าออกได้ ใช้บรรจุอาหารทั่วไปที่อุณหภูมิปกติ เช่น ผักสด ผลไม้ และอาหารสด โดยแช่แข็งได้ถึง -70 องศาฟาเรนไฮต์

2.1.1.2 ถุงร้อน ถ้าทำจากเม็ดพลาสติก HDPE จะมีลักษณะขุ่นมัว แต่ถ้าทำจากเม็ดพลาสติก PP จะค่อนข้างใส ถุงร้อนมีจุดหลอมเหลวในการผลิตสูงถึงประมาณ 230 องศาฟาเรนไฮต์ จึงสามารถบรรจุของร้อนได้ถึงจุดน้ำเดือดในขณะเดียวกันก็สามารถบรรจุของเย็นได้

2.1.1.3 ถุงพลาสติกชนิดมีหูหิ้ว เป็นถุงพลาสติกสำหรับบรรจุสิ่งของต่างๆ โดยทั่วไปทั้งสิ่งอุปโภคบริโภค ถุงชนิดนี้ไม่เหมาะสำหรับบรรจุอาหารร้อน ผลิตจากแผ่นโพลีเอทิลีนหรือแผ่นพลาสติกเก่าที่ใช้แล้วนำมาหลอมละลายใหม่ ลักษณะแผ่นบางกว่าถุงธรรมดา มีสีสันทนสวยงาม เช่น ถุงห้างสรรพสินค้า และร้านค้าปลีกทั่วไป

2.1.1.4 ลามิเนต เป็นถุงพลาสติกที่เกิดจากการนำแผ่นพลาสติกต่างชนิดมาประกบกัน ใช้บรรจุอาหารเพื่อเก็บถนอมไว้เป็นเวลานานโดยไม่ให้คุณภาพเปลี่ยนแปลงไป แบ่งได้อีกหลายชนิด ได้แก่

1) ถุงพลาสติกที่คัมได้ ทำจากแผ่นประกบของแผ่นโพลีเอสเตอร์และแผ่นโพลีเอทิลีน

- 2) ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุอาหารแบบสุญญากาศทำจากแผ่นประกบของแผ่นไนลอน (nylon-6) และแผ่นโพลีเอธิลีน
- 3) ถุงพลาสติกที่ใช้สำหรับบรรจุอาหารแห้ง ทำจากแผ่นประกบของแผ่นอลูมิเนียมและแผ่นไวนิลอะซิเตท (vinyl acetate)
- 4) ถุงพลาสติกที่ใช้สำหรับบรรจุอาหารที่ทำให้แห้งโดยวิธีเยือกแข็งแบบสุญญากาศ (freeze drying) ทำจากแผ่นไมลาร์ (milar) แผ่นอลูมิเนียมบาง และแผ่นโพลีเอธิลีน
- 5) ถุงพลาสติกชนิดคัมในน้ำเดือดและทำให้เป็นสุญญากาศได้ ทำจากแผ่นโพลีเอธิลีนเคลือบด้วยสารานประกบแผ่นโพลีเอสเตอร์ ใช้กับอาหารที่ไม่ต้องการสัมผัสอากาศ และใช้ถุงอุ่นอาหารได้โดยไม่ต้องถ่ายใส่ภาชนะอื่นก่อน
- 6) ถุงพลาสติกชนิดกันแสงสว่าง ความชื้นและก๊าซ ทำจากแผ่นโพลีเอธิลีนประกบกับแผ่นอลูมิเนียมบางและแผ่นโพลีเอธิลีน รวมเป็น 3 ชั้น ใช้บรรจุอาหารสำเร็จรูปพวกซูปแห้งหรืออาหารผงอื่นๆ

2.1.2 การจัดการขยะถุงพลาสติก

รูปแบบการจัดการขยะถุงพลาสติกของผู้ประกอบการเกี่ยวกับขยะถุงพลาสติก รวมทั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในจังหวัดศรีสะเกษ มีกระบวนการทำงานโดยแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกส่วนหนึ่งทำหน้าที่เก็บขยะโดยออกมารับซื้อถุงพลาสติกตามแหล่งชุมชน ร้านค้าและบ่อทิ้งขยะของเทศบาลเมืองศรีสะเกษ เพื่อนำมารวมกันไว้ที่โรงล้างขยะพลาสติก และสมาชิกส่วนที่เหลือทำการล้างทำความสะอาด วิธีการล้างทำความสะอาดขยะพลาสติก มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบการล้างในอ่างน้ำวนและรูปแบบการล้างแบบใช้เครื่องฉีดน้ำพ่นเป็นฝอย

รูปแบบที่ 1 เป็นการล้างแบบหมุนเวียนที่ใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าปั่นน้ำให้หมุนเวียนในบ่อน้ำซีเมนต์ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างประมาณ 2,000 ลิตร โดยใช้ผงฟอกขาวในปริมาณ 1,000 กรัม ต่อการล้างขยะ 1 ครั้ง ถุงพลาสติกที่ใช้ในกระบวนการนี้เป็นถุงขยะพลาสติกทั่วไปที่มีของเสียอยู่ภายในถุง เช่น ถุงอาหาร ถุงสารเคมี ถุงยาฆ่าแมลง ถุงดำ ถุงพลาสติกที่ผ่านการล้างจะนำไปทำให้แห้งโดยใช้ไคโรบั่นแห้ง น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการล้างขยะถุงพลาสติกทิ้งลงในบ่อบำบัดทางธรรมชาติมีลักษณะดัง

รูปแบบที่ 2 เป็นการล้างแบบฉีดน้ำพ่นฝอยซึ่งการล้างแบบนี้ใช้น้ำในการล้างน้อยมากใช้ต่อครั้งประมาณ 20 ลิตร ถุงพลาสติกที่ผ่านการล้างสะอาด 1 ครั้ง ได้ถุงพลาสติกประมาณ 3 กิโลกรัม ล้าง 3 ครั้งขยะถุงพลาสติกที่ใช้ในกระบวนการนี้จะเป็นถุงที่สกปรกไม่มาก ก่อนที่จะนำมาล้างจะต้องทำให้ถุงฉีกขาดเพื่อนำเอาเศษของเสียที่อยู่ภายในถุงออกก่อนถึงจะนำไปเข้า

กระบวนการล้าง ถึงจะนำถุงพลาสติกไปปั่นแห้งโดยใช้เครื่องปั่นแห้ง น้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการล้างขยะถุงพลาสติกทิ้งลงในบ่อบำบัดทางธรรมชาติ

2.2 ดัชนีสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

2.2.1 ค่าพีเอช (pH)

พีเอช หรือ ค่าความเป็นกรด ด่าง เป็นลักษณะสมบัติที่สำคัญมากของน้ำที่สามารถวัดได้ง่ายและมีบทบาทสำคัญไม่มากนักต่อการกระบวนการต่างๆ ทั้งทางด้านน้ำดีและน้ำเสีย ในทางปฏิบัติถือว่าพีเอชของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0 – 14 น้ำที่เป็นกลางมีค่าพีเอชเท่ากับ 7 น้ำที่เป็นกรดและด่างมีพีเอชน้อยกว่าหรือมากกว่า 7 ตามลำดับ น้ำธรรมชาติมักมีพีเอชอยู่ใกล้ 7 น้ำในผิวดินมักมีพีเอช อยู่ในช่วง 6.5 - 7.5 เช่นเดียวกับน้ำใต้ดิน แต่น้ำใต้ดินมีพีเอชเป็นกรด เช่น ต่ำกว่า 6 เป็นต้น เนื่องจากมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำในปริมาณสูง น้ำที่อยู่ในบ่อหรืออ่างเก็บน้ำอาจมีพีเอชสูงถึง 9 หรือมากกว่านั้นก็ได้ ถ้ามีสาหร่ายสีเขียวเจริญเติบโตอยู่และทำการสังเคราะห์แสงภายในแหล่งน้ำนั้น ค่าความเป็น กรด ด่าง แสดงถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของน้ำโดยจุลินทรีย์โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตในน้ำดำรงชีพได้ดีในสภาวะเป็นกลาง คือ พีเอชประมาณ 6 – 8

2.2.2 ค่าบีโอดี (BOD)

ค่าบีโอดี จะบอกถึงกำลังความสกปรกของน้ำเสียต่างๆ ในเทอมของออกซิเจน ซึ่งต้องการเมื่อปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำลำคลองซึ่งมีสภาวะที่มีออกซิเจนอยู่ การหาค่าบีโอดียังมีความสำคัญในการควบคุมความสกปรกของลำธาร แม่น้ำต่างๆ เพราะค่าบีโอดีจะบอกถึงความสกปรกของแหล่งน้ำนั้นได้ทันที ถ้าค่าบีโอดีสูงแสดงว่ามีความสกปรกสูงหรือสารอินทรีย์ในน้ำมีมากซึ่งมีความต้องการออกซิเจนในการย่อยสลายมาก นอกจากนี้ยังใช้ในการออกแบบการกำจัดน้ำเสียอีกด้วย (สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสงขลา, 2555)

2.2.3 ของแข็งแขวนลอย (SS)

ของแข็งแขวนลอย (SS) คือ สารแขวนลอยในของเหลวซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการวิเคราะห์น้ำเสีย และเป็นค่าหนึ่งที่บอกถึงความสกปรกของน้ำเสียนั้น ตลอดจนบอกถึงประสิทธิภาพของขั้นตอนบำบัดน้ำเสียต่างๆ การหาค่าของแข็งแขวนลอยจึงมีความสำคัญเท่าบีโอดี

2.2.4 ตะกั่ว (Pb)

ตะกั่วมีพิษร้ายแรงต่อคนและสัตว์ สามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง เช่น ทางอาหาร ทางน้ำ ทางลมหายใจ และทางผิวหนัง พิษจากตะกั่วทำให้ร่างกายมีความผิดปกติต่างๆ

เช่น คลื่นไส้ อาเจียน มีอาการทางประสาทและกล้ามเนื้อ นอนไม่หลับ คลุ้มคลั่ง เกิดความคิดสับสน ปวดศีรษะ ถ้าได้รับปริมาณมากอาจชักและตายได้ ร่างกายสามารถขับถ่ายตะกั่วออกมาได้เพียงบางส่วน ส่วนที่เหลือจะสะสมอยู่ในร่างกายที่ ตับ ไต เลือด และเซลล์ต่างๆ ที่เป็นอันตรายได้ในภายหลัง ตะกั่วพบได้ในน้ำเสียพวกโรงงานหล่อหลอมและชุบโลหะ โรงงานแบตเตอรี่ เป็นต้น นอกจากนี้ในแหล่งน้ำธรรมชาติและในน้ำประปาก็พบว่ามีตะกั่วแต่ในปริมาณน้อย สาเหตุการปนเปื้อนของตะกั่วในแหล่งน้ำธรรมชาติ และการปล่อยน้ำเสียจากโรงงาน จากเหมืองแร่ และจากน้ำฝนที่ชะล้างสารตะกั่วจากอากาศลงสู่พื้นดินและแหล่งน้ำ

2.2.5 ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่น เป็นคุณลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งของน้ำซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้กันมากพอสมควร ความขุ่นเกิดจากการที่ในน้ำมีสารที่ไม่ละลายน้ำขนาดเล็กแขวนลอยซึ่งเป็นไปได้ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่น ดิน ทรายละเอียดมาก แพลงค์ตอน สารอินทรีย์ขนาดเล็ก หรือจุลินทรีย์ เป็นต้น ถ้าในน้ำมีปริมาณสารแขวนลอยดังกล่าวอยู่ในปริมาณมากเมื่อแสงส่องมากระทบสารแขวนลอยนี้จะทำให้เกิดการหักเหของแสงกระจัดกระจายไปทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่น สารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำนี้อาจจะมีหรือไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัย หรือระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำก็ได้ สารแขวนลอยบางชนิดที่ทำให้น้ำมีความขุ่นอาจจะไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคมากนัก แต่ทำให้น้ำนั้นไม่น่าใช้ในการอุปโภคบริโภค ทำให้น้ำรังเกียจและมีผลต่อระบบการนำน้ำมาใช้ประโยชน์

2.3 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 3 พ.ศ. 2539 ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน
1.พีเอช (pH)	-	5.5 - 9
2.บีโอดี (BOD)	มก./ล.	ไม่เกิน 20*
3.สารแขวนลอย (SS)	มก./ล.	ไม่เกิน50**
4.ตะกั่ว (Pb)	มก./ล.	ไม่เกิน 0.2
5.ความขุ่น (Turbidity)	NTU	-

หมายเหตุ : * หมายถึง ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่ง
รองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควร
แต่ไม่เกิน 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

** หมายถึง ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันแล้วแต่ประเภทของแหล่ง
รองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่
คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.4 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

2.4.1 การบำบัดทางกายภาพ

เป็นขั้นตอนในการดักสิ่งเจือปนในน้ำเสียที่มีขนาดใหญ่ เช่น กรวด ดิน หิน ทราบ
ขยะ ตลอดจนไขมันและน้ำมันต่างๆ ออกจากน้ำเสียในขั้นเริ่มต้นของขบวนการ และจะมีการบำบัด
โดยทางกายภาพอีกขั้นตอนหนึ่ง เพื่อทำการแยกตะกอนออกจากน้ำที่ผ่านขั้นตอนการบำบัดทาง
ชีวภาพแล้ว (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

2.4.2 การบำบัดทางเคมี

เป็นขบวนการบำบัดที่ต้องการแยกหรือกำจัดสารเคมี หรือ สิ่งปนเปื้อนในน้ำเสีย
ที่บำบัดโดยทางกายภาพ หรือชีวภาพได้ยากหรือไม่ได้เลย เช่น โลหะหนัก สารพิษ สภาพความเป็น
กรด – ด่าง สูงๆ การฆ่าเชื้อโรค เป็นต้น ในขบวนการบำบัดน้ำเสีย อาจมีขั้นตอนการบำบัดทางเคมี
ในขั้นตอนสุดท้าย เพื่อให้ให้น้ำใสสะอาดและปราศจากเชื้อโรค สามารถนำน้ำที่ผ่านการบำบัด
โดยวิธีนี้ไปใช้สำหรับอุปโภคได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

2.4.3 การบำบัดทางชีวภาพ

เป็นขบวนการที่อาศัยจุลินทรีย์ หรือจุลชีพทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ
ในน้ำเสียไปเป็นก๊าซลอยขึ้นสู่อากาศและจะได้จุลชีพเพิ่มจำนวนขึ้นโดยจุลชีพที่ใช้อาจเป็นชนิด
ที่ใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้ออกซิเจนก็ได้ ขึ้นอยู่กับขบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพที่เลือกใช้
(กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

2.4.4 การบำบัดทางเคมีกายภาพ

เป็นกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยวิธีการทางกายภาพและเคมีผสมผสานกัน
และต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูง เครื่องมืออุปกรณ์ค่อนข้างมากกว่ากระบวนการอื่นๆ
แต่ประสิทธิภาพของกระบวนการนี้สามารถบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีจนถึงระดับที่ดื่มได้นิยมใช้
กระบวนการนี้ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการอื่นๆ มาแล้วการบำบัด
ด้วยกระบวนการนี้มีหลายขั้นตอน (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) ดังนี้

2.4.4.1 การดูดซับด้วยถ่าน

วิธีการนี้ใช้ผงถ่านหรือคาร์บอนเป็นตัวดูดซับสารเจือปนที่ละลายอยู่ในน้ำทิ้ง พบว่า น้ำทิ้งที่ผ่านระบบดูดซับแล้วจะมีค่าซีโอซีเหลือ 0.50-15 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ่านที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ แบบคาร์บอนเป็นเม็ดและแบบคาร์บอนเป็นผง ซึ่งนิยมเรียกว่า activated carbon

2.4.4.2 การแลกเปลี่ยนประจุ

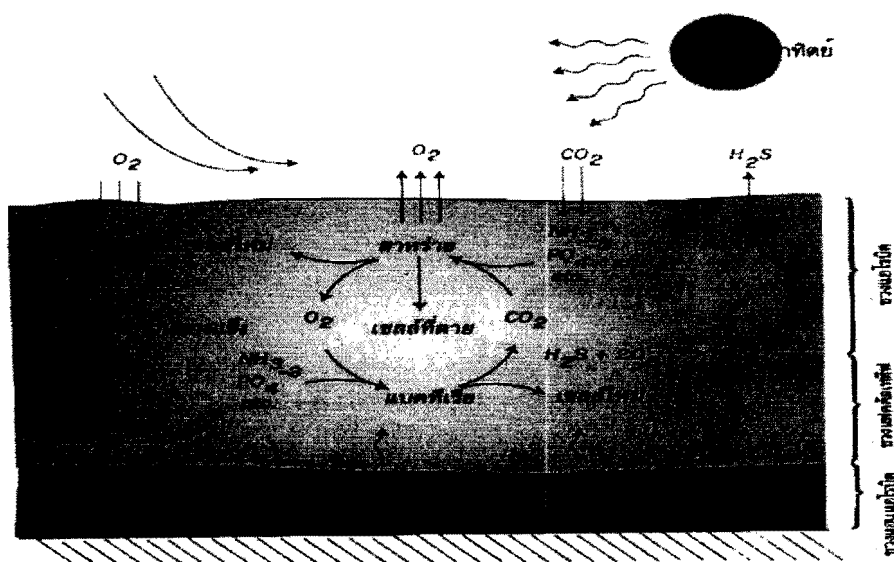
วิธีการนี้ใช้หลักการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างสารปนเปื้อนที่มีน้ำเสีย กับตัวกลางที่บรรจุอยู่ในถังแลกเปลี่ยนประจุ ซึ่งมีทั้งประจุบวกและประจุลบ ภายในถังแลกเปลี่ยนประจุ เมื่อมีการผ่านน้ำเสียเข้าไปบำบัดภายในถังแล้วจะมีตะกอนขังอยู่ในถัง และประสิทธิภาพของตัวกลางในการแลกเปลี่ยนประจุจะลดลง ดังนั้นควรทำการล้างถังอย่างสม่ำเสมอและทำการปฏิรูปตัวกลางบ่อยครั้ง โดยถังตัวกลางเป็นชนิดประจุบวก จะใช้กรดแก่ทำการปฏิรูปตัวกลางและถังตัวกลางชนิดประจุลบจะใช้ด่างทำการปฏิรูปตัวกลางของระบบ เพื่อให้ประสิทธิภาพของตัวกลางกลับมาเหมือนเดิม

2.5 ระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจำพวกแป้ง อาหารสัตว์ ที่นิยมจะเป็นกระบวนการบำบัดทางชีวภาพ ซึ่งมีประสิทธิภาพดีในการบำบัดน้ำเสียที่มีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ระบบบึงประดิษฐ์ ระบบเอส แผ่นหมุนชีวภาพหรืออาร์บีซี ระบบกรองไร้อากาศ โดยมีรายละเอียดของแต่ละระบบ ดังต่อไปนี้

2.5.1 บ่อปรับเสถียร

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิก บ่อแฟคัลเททีฟ บ่อแอโรบิก และบ่อบ่ม เป็นบ่อสุดท้ายทำหน้าที่ในการตกตะกอนของแข็งและปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม บ่อปรับเสถียรสามารถบำบัดน้ำเสียชุมชน หรือโรงงานบางประเภท เช่น โรงงานผลิตอาหาร โรงฆ่าสัตว์ เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) ส่วนใหญ่มักใช้บ่อบำบัดร่วมกันมากกว่า 1 ประเภท หรือบางกรณีอาจใช้บ่อบำบัดร่วมกันทั้ง 3 ประเภท ขึ้นอยู่กับน้ำเสียและคุณภาพน้ำทิ้งที่ต้องการ



ภาพที่ 2.1 การทำงานของแบคทีเรียและสาหร่ายในบ่อปรับเสถียร (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

2.5.1.1 บ่อปรับเสถียรชนิดแอนแอโรบิก (Anaerobic pond) นิยมใช้ในวงจำกัด ไม่แพร่หลายมากเหมือนบ่อแอโรบิก (Aerobic pond) บ่อชนิดนี้นิยมออกแบบใช้เฉพาะในการบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงๆ ไม่อยู่ในสภาพที่จะมีออกซิเจนละลายน้ำได้พอเพียงกับปฏิกิริยาของ Aerobic หรือ Facultative bacteria ได้ คือ ออกซิเจนละลายน้ำไม่มีหรือมีอยู่ปริมาณน้อยมาก มักไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร พวก Aerobic bacteria จึงเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ทำปฏิกิริยา จึงมักทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับกลิ่นเหม็นระเหยขึ้นจากบ่อและน้ำเสียในบ่อจะมีสีคล้ำและมีฟองแก๊สผุดขึ้น ไม่มีสภาพเป็นเหมือนบ่อน้ำหรือสระน้ำ จะอยู่ในสภาพของบ่อน้ำโสโครกเป็นที่น่ารังเกียจของผู้พบเห็น จึงควรตั้งอยู่ห่างชุมชนหรือตั้งอยู่ใต้ลม ปัจจุบันนิยมออกแบบบ่อปรับเสถียรชนิดแอนแอโรบิก (Anaerobic pond) สำหรับบำบัดน้ำเสียพิเศษจากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด ซึ่งมีความเข้มข้นสูงๆ เช่น โรงงานอาหารกระป๋อง ผลไม้กระป๋อง โรงงานน้ำตาล โรงฆ่าสัตว์ ฯลฯ โดยนำเข้าบำบัดในบ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic pond) ก่อน จากนั้นน้ำที่ล้นออกจะเข้าบำบัดในบ่อแฟคัลเททีฟ (Facultative pond) และบ่อแอโรบิก (Aerobic pond) ตามลำดับต่อไป วิธีดังกล่าวสามารถประหยัดค่าดำเนินการได้มาก ระบบนี้เป็นการทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์หลายประเภท เช่น สาหร่าย รา และโปรโตซัว โดยจะย่อยสลายอินทรีย์ที่มีโครงสร้างเชิงซ้อนและมีน้ำหนักโมเลกุลสูงให้เป็นสารโมเลกุลเดี่ยว ปฏิกิริยาโดยรวมและผลของการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบ ผลผลิตที่ได้ คือ CH_4 , CO_2 , H_2S และ NH_3 เนื่องจากปฏิกิริยาการย่อยสลายไม่ต้องการแสงแดด ดังนั้นบ่อบำบัดน้ำทิ้งประเภทนี้จึงสามารถก่อสร้างให้ลึกได้มากประมาณ 2 - 5 เมตร

2.5.1.2 บ่อปรับเสถียรชนิดแฟคัลเททีฟ (Facultative pond) เป็นบ่อปรับเสถียรที่ใช้กันมากที่สุด โดยเฉพาะในกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชนเหมาะกับพื้นที่ที่อยู่ในเขตร้อนและมีแสงแดดจัดตลอดปี บ่อแฟคัลเททีฟเป็นกระบวนการที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ทั้งสภาวะแอโรบิกและแอนแอโรบิก ส่วนบนของบ่อแสดงแดดสามารถส่องถึงประมาณ 30 - 50 เซนติเมตร จากผิวน้ำมีการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน ซึ่งได้รับออกซิเจนส่วนใหญ่จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย และออกซิเจนจากอากาศละลายที่ผิวน้ำบางส่วน

การที่จะรักษาสวนบนของบ่อให้มีสภาวะแอโรบิกนั้นต้องมีอัตราการถ่ายเทออกซิเจนจากสาหร่ายและผิวน้ำมากกว่าอัตราการใช้ออกซิเจนจากจุลินทรีย์ทำให้บ่อแฟคัลเททีฟ รับอัตราการบีโอดีได้อย่างจำกัด นอกจากนี้ปริมาณสาหร่ายและออกซิเจนละลายน้ำจะลดลงตามระดับความลึกของบ่อเนื่องจากแสงแดดส่องผ่านได้น้อยลง และที่ความลึกระดับหนึ่งจะมีภาวะไร้ออกซิเจนทำให้บางส่วนของบ่อมีการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยแบคทีเรียไม่ใช้ออกซิเจน

กระบวนการบำบัดที่เกิดขึ้น เรียกว่า การทำความสะอาดตัวเอง (Self purification) ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นในบ่อบำบัดแบบแฟคัลเททีฟ (Facultative pond) มีรายละเอียดคือ เมื่อน้ำเสียถูกปล่อยลงบ่อบำบัด ปฏิกริยาแรกที่เกิดขึ้นคือ การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนอิสระ (Aerobic bacteria) ปฏิกริยานี้เกิดขึ้นที่ความลึกไม่เกิน 1 เมตร ซึ่งน้ำมีค่าสารละลายออกซิเจนค่อนข้างสูง ผลที่เกิดขึ้นคือ ได้เซลล์แบคทีเรียใหม่และสารประกอบอื่นๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ แอมโมเนียและฟอสเฟต ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นการใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในช่วงกลางวันที่มีแดดสาหร่ายสีเขียวที่เกิดขึ้นในบ่อจะทำการสังเคราะห์แสงโดยใช้สารไนโตรเจน ซึ่งร่วมกับพลังงานที่ได้จากแสงแดดทำให้เกิดเซลล์ใหม่น้ำ และออกซิเจน ซึ่งออกซิเจนที่เกิดขึ้นนี้จะละลายอยู่ในน้ำทดแทนออกซิเจนส่วนที่ถูกแบคทีเรียใช้ไป ดังนั้นกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนอิสระจึงเกิดขึ้นรวดเร็วขึ้น

ในบริเวณก้นบ่อซึ่งไม่มีออกซิเจนละลายเหลืออยู่ เนื่องจากแสงแดดส่องไปถึงน้อยและออกซิเจนจากบรรยากาศละลายลงไปในน้ำในส่วนก้นบ่อได้น้อย ตะกอนต่างๆ รวมทั้งสาหร่ายสีเขียวและแบคทีเรียที่ตายจะจมสะสมที่ก้นบ่อ ทำให้เกิดปฏิกริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ ซึ่งจะเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นเซลล์ใหม่และสารประกอบอื่นๆ ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย มีเทน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ สำหรับเกลือแอมโมเนียส่วนที่เหลือจากการใช้ในการสังเคราะห์แสงนั้นจะถูกเติมออกซิเจนโดยแบคทีเรียพวกไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (Nitrifying bacteria) ซึ่งเป็นแบคทีเรีย

ที่ใช้ออกซิเจนชนิดหนึ่ง เพื่อเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นเกลือไนเตรต ซึ่งเรียกปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นว่า ไนตริฟิเคชัน (Nitrification)

ในขณะเดียวกันในบริเวณที่มีออกซิเจนน้อยจะเกิดปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) โดยดีไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (Denitrifying bacteria) เกลือไนเตรตจะถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซไนโตรเจนที่ลอยขึ้นสู่บรรยากาศ ปฏิกิริยาดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) จึงเป็นปฏิกิริยาสุดท้ายที่จะทำให้ไนโตรเจนในน้ำทิ้ง ซึ่งจะมีความสำคัญในแง่การควบคุมเพื่อไม่ให้แหล่งน้ำที่รับน้ำทิ้งนี้เกิดสาหร่ายมาก (Algae bloom) หรือมีวัชพืชเกิดมาก ส่วนก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์บางส่วน จะถูกออกซิไดซ์กลับมาเป็นซัลเฟตละลายอยู่ในน้ำ หากมีปริมาณสารอินทรีย์ที่เข้าระบบสูงเกินไปจนออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ เมื่อสาหร่ายใช้ก๊าซออกซิเจนและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา จะส่งผลให้ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ลดต่ำลง และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงจนอาจเกิดสภาวะขาดออกซิเจนและเกิดปัญหากลิ่นเหม็นได้

2.5.1.3 บ่อปรับเสถียรชนิดแอโรบิก (Aerobic pond) เป็นบ่อที่นิยมใช้แพร่หลาย โดยจะไม่มีการกั้นเป็นเหวราเกิดขึ้น สภาพโดยทั่วไปไม่เป็นที่น่ารังเกียจแก่ผู้พบเห็น เพราะมีลักษณะเหมือนสระน้ำธรรมชาติ ปฏิกิริยาการย่อยสลายที่เกิดขึ้นในบ่อปรับเสถียรชนิดแอโรบิก (Aerobic pond) เกิดจากแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) และแบคทีเรียที่สามารถใช้และไม่ใช้ออกซิเจน (Facultative bacteria) ย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีในน้ำเสียโดยใช้อินทรีย์สารเป็นอาหารและได้ออกซิเจนอิสระมาใช้ในปฏิกิริยาจากออกซิเจนที่มีละลายอยู่ในน้ำ ออกซิเจนละลายน้ำของบ่อชนิดนี้ได้มาจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่ง คือ จากอากาศและจากปฏิกิริยาของสาหร่ายสีเขียวในบ่อ โดยออกซิเจนในอากาศละลายลงในน้ำได้เองตามธรรมชาติ ทำให้เกิดเป็นออกซิเจนละลายน้ำได้ส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งได้มาจากปฏิกิริยาการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของสาหร่ายสีเขียวที่มีอยู่ในน้ำ

ปฏิกิริยาระหว่างแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนและสาหร่ายในบ่อปรับเสถียรเป็นปฏิกิริยาชีวสัมพันธ์ (Biological symbiosis) คือแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนจะย่อยสลายสารอินทรีย์ให้กลายเป็นสารประกอบรูปต่างๆ ขึ้นใหม่ ที่สำคัญ ได้แก่ CO_2 , NH_3 , PO_4^{2-} , H_2O โดยเฉพาะ CO_2 นั้น สาหร่ายจะนำไปใช้เป็นสารอาหารสำคัญในปฏิกิริยาสังเคราะห์แสงและมี O_2 เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา O_2 ที่เกิดขึ้นจากสาหร่ายส่วนหนึ่งก็จะละลายน้ำทำให้แบคทีเรียนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการย่อยสลายอินทรีย์สารได้ ดังนั้นปริมาณของอินทรีย์สารที่มีปะปนอยู่ในน้ำเสียก็จะถูกทำลายให้ลดปริมาณลงได้ด้วยปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้ ถ้ามีการควบคุมให้บ่อปรับเสถียรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ น้ำที่ไหลล้นออกจากบ่อจะมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง สามารถปล่อยเป็นน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตราย

2.5.1.4 บ่อบ่ม (Maturation pond) บ่อบ่มมีจุดประสงค์เพื่อกำจัดเชื้อโรคมากกว่าการกำจัดบีโอดี จึงมักใช้สำหรับปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งต่อบำบัดต่างๆ นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งแขวนลอยหรือปริมาณสาหร่ายได้ สภาพของบ่อบ่มจะมีสภาพเป็นแอโรบิกตลอดทั้งบ่อ ความลึกไม่มากนักและแสงแดดสามารถส่องถึงก้นบ่อ ใช้รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วเพื่อฟอกน้ำทิ้งให้มีคุณภาพดีขึ้น ลักษณะสำคัญของบ่อปรับเสถียรลักษณะสำคัญของระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond) ได้แก่

- 1) แบคทีเรียมีชีวิตอยู่ในลักษณะแขวนลอย
- 2) ออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์นั้นได้มาจาก 2 แหล่ง คือ จากการถ่ายเทออกซิเจนตามธรรมชาติระหว่างน้ำและอากาศ ซึ่งเกิดขึ้นที่ผิวน้ำของบ่อบำบัด (Atmospheric reaction) และการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย เป็นความสัมพันธ์แบบซิมไบโอซิส (Symbiosis) สาหร่ายส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นสาหร่ายชนิดยูคาริโอตเป็นองค์ประกอบสำคัญ

- 3) การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนอิสระจะเกิดขึ้นที่ความลึกไม่เกิน 1 เมตร ปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำจะมีค่าค่อนข้างสูง ผลที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการย่อยสลาย คือ เซลล์แบคทีเรียใหม่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ แอมโมเนีย และฟอสเฟต ในช่วงเวลากลางวันที่มีแสงแดดจะเกิดความสัมพันธ์แบบซิมไบโอซิส (Symbiosis) ระหว่างแบคทีเรียและสาหร่าย คือ สาหร่ายสีเขียวที่เกิดขึ้นในบ่อจะทำการสังเคราะห์แสงโดยใช้สารประกอบไนโตรเจนทำให้เกิดเซลล์สาหร่ายใหม่ น้ำ และออกซิเจน ซึ่งออกซิเจนที่เกิดขึ้นนี้จะถูกแบคทีเรียนำไปใช้ในปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในบริเวณก้นบ่อ ตะกอนต่างๆ สาหร่ายสีเขียว และแบคทีเรียที่ตายแล้วจะจมตัวสะสมที่ก้นบ่อ ในสถานะไม่มีออกซิเจนทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน ผลที่เกิดจากปฏิกิริยา คือ ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย มีเทน และไฮโดรเจนซัลไฟด์

- 4) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ดังแสดงในตารางที่ 2.2

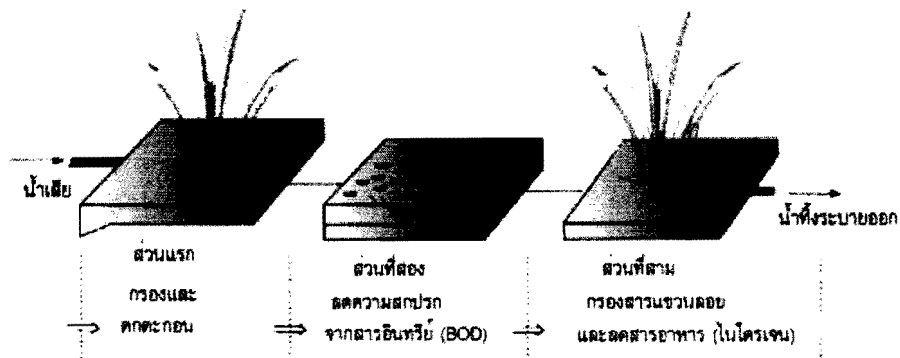
ตารางที่ 2.2 ข้อดี-ข้อเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร	
ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณมาก ๆ ได้ 2. ค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียถูกกว่าระบบอื่น 3. ระบบไม่มีปฏิกิริยาซับซ้อนมากนัก 4. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่า 5. ไม่ต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญสูงในการดูแลระบบ	1. ระบบไม่สามารถบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพตามมาตรฐานน้ำทิ้งในช่วงเวลาที่มีน้ำน้อย และในฤดูแล้งเกิดปัญหาสาหร่ายมากเกินไป 2. เกิดกลิ่นเหม็นรบกวนบริเวณใกล้เคียงเนื่องจากปฏิกิริยาในระบบ 3. เมื่อน้ำที่ออกจากระบบมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชนอาจทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติเสื่อมโทรม

2.5.2 ระบบบึงประดิษฐ์

บึงประดิษฐ์ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติกำลังเป็นที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบายออกสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ยังสามารถใช้เป็นระบบบำบัดน้ำเสียในขั้นที่ 2 (Secondary Treatment) สำหรับบำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้อีกด้วย ซึ่งข้อดีของระบบนี้ คือ ไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้เทคโนโลยีในการบำบัดสูง บึงประดิษฐ์ มี 2 ประเภทได้แก่ แบบ Free Water Surface Wetland (FWS) ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับบึงธรรมชาติ และแบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB) ซึ่งจะมีชั้นดินปนทรายสำหรับปลูกพืชน้ำและชั้นหินรองก้นบ่อเพื่อเป็นตัวกรองน้ำเสีย

หลักการทำงานของระบบบึงประดิษฐ์ เมื่อน้ำเสียเข้ามาในบึงประดิษฐ์ส่วนต้นสารอินทรีย์ส่วนหนึ่งจะตกตะกอนจมตัวลงสู่ก้นบึง และถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำหรือชั้นหินและจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ระบบนี้จะได้รับออกซิเจนจากการแทรกซึมของอากาศผ่านผิวน้ำหรือชั้นหินลงมาออกซิเจนบางส่วนจะได้จากการสังเคราะห์แสงแต่มีปริมาณไม่มากนัก สำหรับสารแขวนลอยจะถูกกรองและจมตัวอยู่ในช่วงต้นๆ ของระบบ การลดปริมาณไนโตรเจนจะเป็นไปตามกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) และดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) ส่วนการลดปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดที่ชั้นดินส่วนพื้นบ่อ และพืชน้ำจะช่วยดูดซับฟอสฟอรัสผ่านทางรากและนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ยังสามารถกำจัดโลหะหนัก (Heavy Metal) ได้บางส่วนอีกด้วย



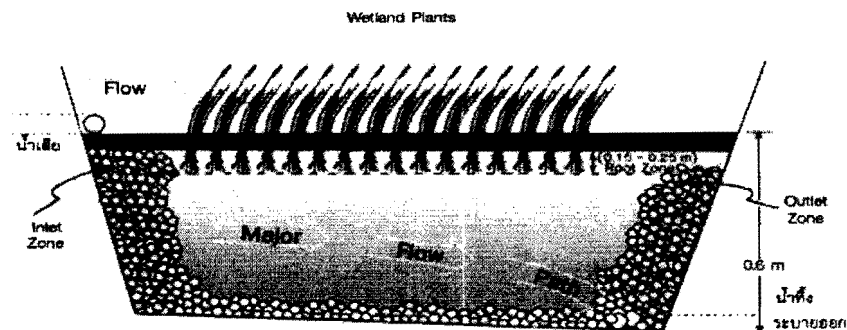
ภาพที่ 2.2 ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Free Water Surface Wetland (FWS) (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

เป็นแบบที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งหลังจากผ่านการบำบัดจากบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) แล้ว ลักษณะของระบบแบบนี้จะเป็นบ่อดินที่มีการบดอัดดินให้แน่นหรือปูพื้นด้วยแผ่น HDPE ให้ได้ระดับเพื่อให้ น้ำเสียไหลตามแนวนอนขนานกับพื้นดิน บ่อดินจะมีความลึกแตกต่างกันเพื่อให้เกิดกระบวนการบำบัดตามธรรมชาติอย่างสมบูรณ์ โครงสร้างของระบบแบ่งเป็น 3 ส่วน (อาจเป็นบ่อเดียวกันหรือหลายบ่อขึ้นกับการออกแบบ) คือ

(1) ส่วนแรก เป็นส่วนที่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำและรากเกาะดินปลูกไว้ เช่น กก แผลก ธูปฤาษี เพื่อช่วยในการกรองและตกตะกอนของสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ที่ตกตะกอนได้ ทำให้กำจัดสารแขวนลอยและสารอินทรีย์ได้บางส่วน เป็นการลดสารแขวนลอยและค่าบีโอดีได้ส่วนหนึ่ง

(2) ส่วนที่สอง เป็นส่วนที่มีพืชชนิดลอยอยู่บนผิวน้ำ เช่น จอก แหน บัว รวมทั้งพืชขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ เช่น สาหร่าย จอก แหน เป็นต้น พื้นที่ส่วนที่สองนี้จะไม่มีการปลูกพืชที่มีลักษณะสูงโผล่พ้นน้ำเหมือนในส่วนแรกและส่วนที่สาม น้ำในส่วนนี้จึงมีการสัมผัสอากาศและแสงแดดทำให้มีการเจริญเติบโตของสาหร่ายซึ่งเป็นการเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้เป็นการลดค่าบีโอดีในน้ำเสียและยังเกิดสภาพไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ด้วย

(3) ส่วนที่สาม มีการปลูกพืชในลักษณะเดียวกับส่วนแรก เพื่อช่วยกรองสารแขวนลอยที่ยังเหลืออยู่ และทำให้เกิดสภาพดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) เนื่องจากออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ลดลง ซึ่งสามารถลดสารอาหารจำพวกสารประกอบไนโตรเจนได้



ภาพที่ 2.3 ระบบบึงประดิษฐ์แบบ Vegetated Submerged Bed System (VSB)
(กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

ระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้จะมีข้อดีกว่าแบบ Free Water Surface Wetland คือ เป็นระบบที่แยกน้ำเสียไม่ให้ถูกรบกวนจากแมลงหรือสัตว์ และป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์ต่างๆ ที่ทำให้เกิดโรคมานปนเปื้อนกับคนได้ ในบางประเทศใช้ระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเกรอะ (Septic Tank) และปรับปรุงคุณภาพน้ำทั้งจากระบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) หรือใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั้งจากระบบแอกติเวตเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) และระบบอาร์บีซี (RBC) หรือใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ระบายออกจากอาคารคักน้ำเสีย (CSO) เป็นต้น ส่วนประกอบที่สำคัญในการบำบัดน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์แบบนี้ คือ

(1) พืชที่ปลูกในระบบ จะมีหน้าที่สนับสนุนให้เกิดการถ่ายเทก๊าซออกซิเจนจากอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แก่ น้ำเสีย และยังทำหน้าที่สนับสนุนให้ก๊าซที่เกิดขึ้นในระบบ เช่น ก๊าซมีเทน (Methane) จากการย่อยสลายแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic) สามารถระบายออกจากระบบได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้โดยการนำไปใช้ในการเจริญเติบโตของพืช

(2) ตัวกลาง (Media) จะมีหน้าที่สำคัญคือ

(2.1) เป็นที่สำหรับให้รากของพืชที่ปลูกในระบบยึดเกาะ

(2.2) ช่วยให้เกิดการกระจายของน้ำเสียที่เข้าระบบและช่วยรวบรวมน้ำทิ้ง

ก่อนระบายออก

(2.3) เป็นที่สำหรับให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ

(2.4) สำหรับใช้กรองสารแขวนลอยต่าง ๆ

2.5.3 ระบบเอเอส (Activated Sludge System: AS)

เป็นระบบที่มีการเลี้ยงจุลินทรีย์ในปริมาณคงที่ไว้ในถังบำบัด ซึ่งมีการเติมอากาศอยู่ตลอดเวลา จุลินทรีย์ในระบบเอเอสเป็นจุลินทรีย์แบบใช้อากาศซึ่งสามารถย่อยสลาย

สารอินทรีย์ได้รวดเร็วกว่าจุลินทรีย์แบบไม่ใช้อากาศ เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในถัง จุลินทรีย์จะทำการย่อย BOD โดยใช้ออกซิเจนซึ่งเป่าพ่นเข้ามาด้วยเครื่องเติมอากาศ เกิดมีเซลล์ใหม่ของจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นน้ำทิ้งจากระบบมักใสและไม่มูกลิ้นเพราะก๊าซที่เกิดขึ้นมีแต่คาร์บอนไดออกไซด์ คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดสามารถปล่อยน้ำทิ้งลงทางน้ำสาธารณะได้

การใช้งานและการบำรุงรักษา

- (1) ต้องมีการป้อนอากาศหรือออกซิเจนให้ตลอด 24 ชั่วโมง ในกรณีสูติวิสัย ห้ามหยุดการเติมอากาศนานเกินกว่า 6 ชั่วโมง
- (2) ต้องใช้เวลาประมาณ 2 - 4 สัปดาห์จำนวนจุลินทรีย์ในถังจึงจะมีปริมาณมากเพียงพอ อนึ่งต้องมีการระบายจุลินทรีย์ออกจากถังเติมอากาศเป็นครั้งคราว ปกติควรประมาณ 1 หรือ 2 ครั้งต่อปี
- (3) ถ้าน้ำในส่วนเติมอากาศไม่ทั่วถึงหรือเกิดมีสีดำคล้ำ แสดงว่าปริมาณอากาศไม่เพียงพอ อาจเกิดการอุดตันที่หัวพ่นอากาศ หรือท่อจ่ายอากาศรั่ว ให้ตรวจสอบระบบเติมอากาศและแก้ไขให้อยู่ในสภาพดี

2.5.4 ระบบแผ่นหมุนชีวภาพหรืออาร์บีซี (Rotating Biological Contactor: RBC)

เป็นระบบบำบัดแบบใช้อากาศ จุลินทรีย์จะอาศัยอยู่บนตัวกลางซึ่งมีพื้นที่ให้เกาะยึดสูง เช่นนี้เป็นแผ่นจานแบบกลมเรียงซ้อนกัน หรือเป็นแผ่นโปร่งพรุนแบบรังผึ้ง ตัวกลางนี้เป็นรูปทรงกระบอกแกนวางตามแนวนอน โดยส่วนล่างจมอยู่ในรางน้ำ ซึ่งเมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาตัวกลางทรงกระบอกนี้จะหมุนอย่างช้าๆ ตามแนวแกนนอน น้ำเสียและจุลินทรีย์ที่เกาะอยู่กับตัวกลางส่วนจมน้ำจะหมุนลอยขึ้นสัมผัสอากาศ ทำให้จุลินทรีย์มีโอกาใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมาด้วย แล้วก็หมุนกลับลงไปจุ่มเอาน้ำเสียขึ้นมาย่อยอีกสลับอยู่ตลอดเวลา น้ำทิ้งที่ไหลออกไปทางปลายถังจะผ่านการบำบัดจนมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

การใช้งานและการบำรุงรักษา

- (1) ในระยะแรกการบำบัดจะยังไม่มีประสิทธิภาพจนกว่าจะมีเมือกจุลินทรีย์มาเกาะติดกับตัวกลาง ดังนั้นจึงต้องคอยดูแลมิให้เมือกจุลินทรีย์ต้องเสียหาย เช่น ถ้าหากหยุดเครื่องนานเกินไปจุลินทรีย์ส่วนพื้นน้ำจะแห้งตาย และจุลินทรีย์ส่วนจุ่มน้ำก็จะขาดออกซิเจนและตายเช่นกัน น้ำจะเกิดกลิ่นเหม็น
- (2) คอยตรวจตราตะแกรงกรองและบ่อดักไขมันหรือถังตกตะกอนก่อนบำบัด เพราะถ้าหากน้ำเสียที่เข้าถังอาร์บีซีมีตะกอนหรือไขมันจะเกิดการอุดตันตัวกลาง หรือไขมันเคลือบเมือกจุลินทรีย์ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลง

(3) หมั่นตรวจดักลูกปืน โดยคอยเติมจารบี ตรวจแท่นตั้งมอเตอร์ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยถ้าการหมุนเกิดเสียงดังมากแสดงว่าดักลูกปืนแตกต้องเปลี่ยนใส่ชุดใหม่และตั้งให้ได้แนว

สำหรับข้อเปรียบเทียบการเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบต่างๆ นั้นมีข้อเปรียบเทียบสำหรับการตัดสินใจของผู้ติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ การก่อสร้าง ราคาค่าก่อสร้าง การเดินระบบ การดูแลรักษา การตรวจโดยผู้ชำนาญการ การบำบัดน้ำเสียก่อนเข้าระบบคุณภาพน้ำที่ออกจากระบบ การปล่อยน้ำทิ้ง และความเหมาะสมสำหรับอาคารประเภทต่าง ๆ

2.5.5 ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้อากาศเช่นเดียวกับระบบบ่อเกรอะ แต่ภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลางบรรจุอยู่ เช่น หิน ลูกบอลพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่นๆ ตัวกลางเหล่านี้มีพื้นที่ผิวมากเพื่อให้จุลินทรีย์เกาะอาศัยอยู่ น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังและไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลางจากนั้นจึงไหลออกทางด้านบน ขณะที่ไหลผ่านชั้นตัวกลางจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศ จะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียเปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่า BOD ต่ำจนอาจอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ประสิทธิภาพในการกำจัด BOD ของระบบนี้จึงสูงกว่าระบบบ่อเกรอะ

การใช้งานและการบำรุงรักษา

(1) ในระยะแรกที่ปล่อยน้ำเสียเข้าถังกรอง จะยังไม่มี การบำบัดเกิดขึ้นเนื่องจากยังไม่มีจุลินทรีย์ การเกิดขึ้นของจุลินทรีย์อาจเร่งได้ โดยการตกเอาสลัดจ์หรือขี้เลนจากบ่อเกรอะหรือท้องร่อง หรือก้นท่อระบายของเทศบาล ซึ่งมีจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศมาใส่ในถังกรองประมาณ 2 - 3 ปี

(2) น้ำที่เข้าถังกรองจะต้องเป็นน้ำที่ไม่มีขยะหรือก้อนไขมันปะปน เพราะจะทำให้ตัวกลางอุดตันเร็ว ส่วนวิธีแก้ไขการอุดตันคือ ฉีดน้ำสะอาดชะล้างทางด้านบน และระบายน้ำส่วนล่างออกไปพร้อม ๆ กัน

(3) ถ้าพบว่าน้ำที่ไหลออกมีอัตราเร็วกว่าปกติและมีตะกอนติดออกมาด้วยอาจเกิดจากก๊าซภายในถังสะสมและดันทะลุตัวกลางขึ้นหาเป็นช่อง ต้องแก้ไขด้วยการฉีดน้ำล้างตัวกลางเช่นเดียวกับข้อที่ผ่านมา

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 กรอบแนวคิดการศึกษา

งานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการล้างขยะมูลฝอยพลาสติกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองศาลา หมู่ที่ 14 ตำบลนากสูง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งมีอัตราการล้างขยะมูลฝอยพลาสติกโดยเฉลี่ย 300 กิโลกรัมต่อวัน มีน้ำเสียจากกระบวนการผลิตประมาณ 2,000 ลิตรต่อวัน

ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดเพื่อเสนอแนะแนวทางแก้ไขต่อไป ซึ่งแผนการดำเนินการประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

3.1.1 รวบรวมทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ค้นคว้าข้อมูลจาก หนังสือ เอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย รายงานการวิจัย วิทยานิพนธ์ วารสารต่างๆ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น อินเทอร์เน็ต เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลที่นำมาช่วยออกแบบการวิจัยและสร้างกรอบแนวคิดการวิจัย

3.1.2 สำรวจสภาพโรงเรือนที่จะทำการศึกษาวิจัยและกระบวนการล้างขยะมูลฝอยพลาสติก

ศึกษาแผนผังการทำงานและการวางเครื่องจักรของโรงเรือนล้างขยะมูลฝอยพลาสติก รวมถึงขั้นตอนกระบวนการล้างขยะมูลฝอยพลาสติก ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองศาลา และทำการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียเบื้องต้น โดยพารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ พีเอช (pH) บีโอดี (BOD) ของแข็งทั้งหมด (TS) ของแข็งละลายน้ำ (SS) ทีเคเอ็น (TKN) ตะกั่ว (Pb) สังกะสี (Zn) แคดเมียม (Cd) ทองแดง (Cu) โครเมียม (Cr) และแมงกานีส (Mn)

3.1.3 วางแผนและดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการล้างขยะมูลฝอยพลาสติก

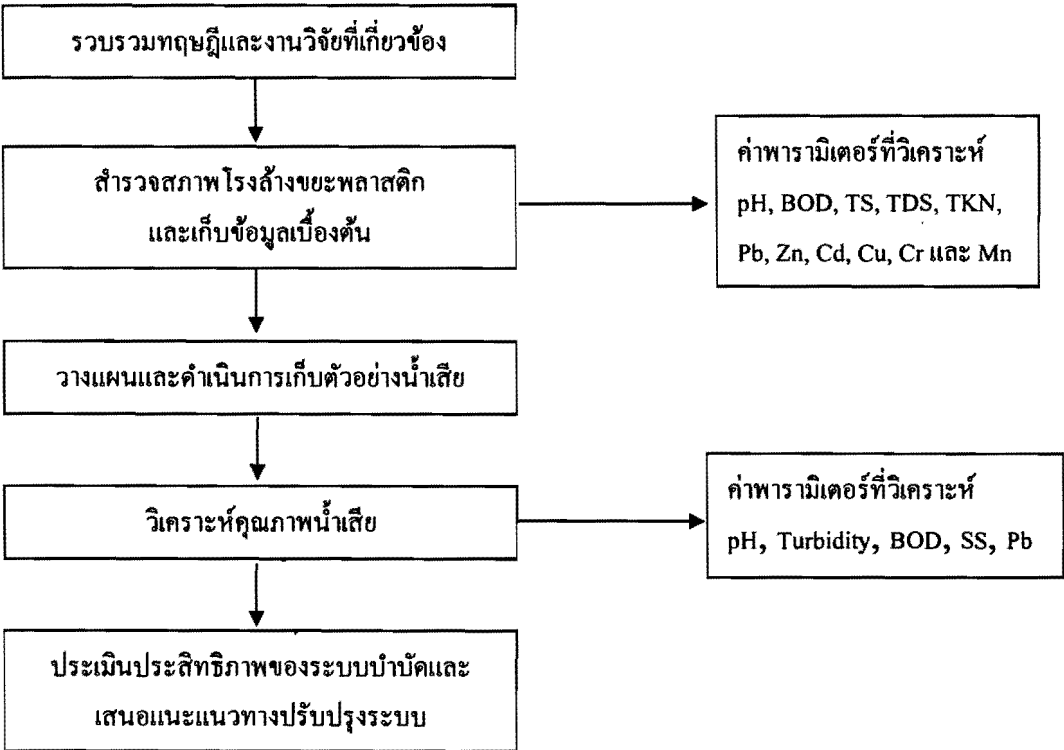
ดำเนินการเก็บตัวอย่างเพื่อมาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติน้ำในช่วงฤดูหนาว ความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำ เดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 3 เดือน โดยเริ่มดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำเดือนธันวาคม 2555 ถึง กุมภาพันธ์ 2556 จากจุดเก็บ 2 จุด คือ จุดที่ 1 น้ำจากบ่อล้างขยะ จุดที่ 2 น้ำเสียในระบบบำบัดธรรมชาติ (บ่อดิน) โดยเก็บน้ำที่ความลึก 2 ใน 3 ของบ่อ โดยวิธีการสุ่มจากด้านข้างของบ่อดินเป็น 1 ตัวอย่าง

3.1.4 วิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียที่เกิดจากระบวนการล้างขยะมูลฝอยพลาสติกและจากระบบบำบัดธรรมชาติ

โดยนำตัวอย่างน้ำมาตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมเคมี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์ คือ พีเอช (pH) ความขุ่น (Turbidity) บีโอดี (BOD) ของแข็งแขวนลอย (SS) และตะกั่ว (Pb)

3.1.5 ประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดและเสนอแนะแนวทางปรับปรุงระบบ

จากค่าที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง นำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานว่ามีค่าเกินมาตรฐานหรือไม่ และค่าที่วิเคราะห์ได้จากจุดเก็บ ที่ 2 เปรียบเทียบกับจุดเก็บที่ 1 ทำให้ทราบว่าคุณภาพน้ำดีขึ้นจากเดิมหรือไม่ ดีขึ้นจากเดิมกี่เปอร์เซ็นต์ ทำให้ทราบว่าน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมีค่าพารามิเตอร์ใดบ้างที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และเสนอแนะแนวทางปรับปรุงระบบบำบัดให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดการศึกษา

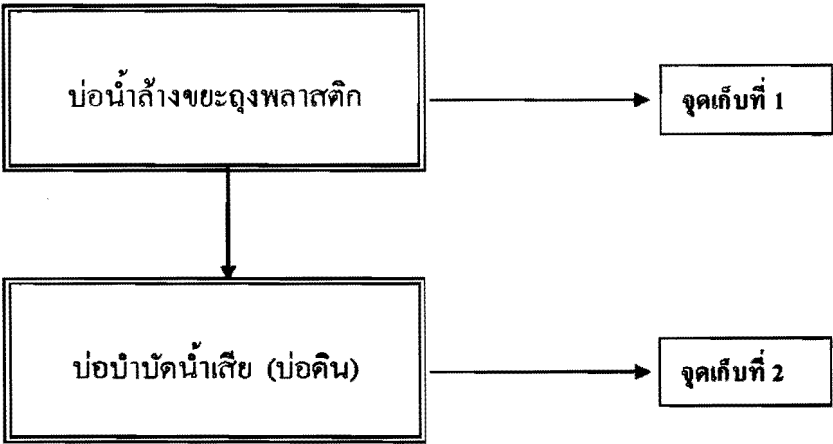
3.2 การเก็บน้ำตัวอย่างและการเก็บรักษาตัวอย่าง

3.2.1 การเก็บน้ำตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 คือ บ่อคอนกรีตที่ใช้ในกระบวนการล้างขยะถุงพลาสติก

จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 คือ บ่อบำบัดน้ำเสียธรรมชาติ (บ่อดิน) น้ำตัวอย่างถูกเก็บโดยการสูมจากทั้งสี่ด้านของบ่อดินที่ระดับความลึก 2 ใน 3 ของความลึกบ่อ

เก็บตัวอย่างน้ำเสียในขวดพลาสติกใสความจุ 1.25 ลิตร ที่ล้างสะอาด การเก็บน้ำจะปล่อยให้น้ำเต็มจนล้นขวดจึงปิดฝาให้แน่นไม่ให้อากาศเข้า โดยมีการบินที่รายละเอียดของตัวอย่างน้ำ วันที่ เวลา และสถานที่เก็บตัวอย่าง จุดเก็บตัวอย่างน้ำ แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

3.2.2 การเก็บรักษาตัวอย่าง

นำกระดาษฟอยด์ห่อขวดตัวอย่างน้ำเพื่อไม่ให้โดนแสงแดดและใส่ในกล่องโฟมเพื่อเก็บรักษาคุณภาพของน้ำให้ใกล้เคียงกับแหล่งที่เก็บมากที่สุด เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ระหว่างที่รอการตรวจวิเคราะห์แช่ตัวอย่างน้ำในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.3 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง พิจารณาตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเรื่อง การกำหนดคุณภาพมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษ ซึ่งได้กำหนดการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแต่ละช่วงเดือนและทำการวิเคราะห์

ที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี โดยมีวิธีการทดสอบคุณภาพน้ำ สรุปดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.1 วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำ (ดังในภาคผนวก ก) (มันสิน ต้นทุลเวศม์, 2543)

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	วิธีการตรวจสอบ
1. ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
2. บีโอดี (BOD)	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธีไฮโดรโมดิฟิเคชัน เป็นเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
3.ของแข็งแขวนลอย (Total Solids)	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศาเซลเซียส
4.ของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids)	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศาเซลเซียส
5. ของแข็งแขวนลอย (SS)	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศาเซลเซียส
6. ทีเคเอ็น (TKN)	มิลลิกรัมต่อลิตร	Kjeldahl
7. ตะกั่ว (Pb)	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธี Flame Atomic Absorption Spectrometry
8. สังกะสี (Zn)	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธี Flame Atomic Absorption Spectrometry
9. แคดเมียม (Cd)	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธี Flame Atomic Absorption Spectrometry
10. ทองแดง (Cu)	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธี Flame Atomic Absorption Spectrometry
11. โครเมียม (Cr)	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธี Flame Atomic Absorption Spectrometry
12. แมงกานีส (Mn)	มิลลิกรัมต่อลิตร	วิธี Flame Atomic Absorption Spectrometry
13. ความขุ่น (Turbidity)	เอ็นทียู	วิธีเนฟฟีโลเมตริก

3.4 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากบ่อล้างขยะตัวอย่าง รวมทั้งเป็นการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งที่ถูกปล่อยออกสู่สาธารณะ เทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิด ซึ่งได้กำหนดให้ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยมีดัชนีชี้วัด คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าบีโอดี (BOD) ค่าของแข็งแขวนลอย (SS) ค่าตะกั่ว (Pb) ค่าความขุ่น (Turbidity) โดยทำการสำรวจระบบบำบัดน้ำเสียของบ่อล้างขยะอุตสาหกรรมพลาสติกในเบื้องต้น และวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างแล้วทำการประเมินประสิทธิภาพ โดยนำผลทดลองที่ได้

มาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเสียเฉพาะค่าบีโอดี ค่าของแข็งแขวนลอย ค่าตะกั่วที่เข้าสู่ระบบบำบัดและ
น้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัด แสดงดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของระบบ} = \left(\frac{\text{ค่าคุณภาพน้ำ จุดที่ 1} - \text{ค่าคุณภาพน้ำ จุดที่ 2}}{\text{คุณภาพน้ำ จุดที่ 1}} \right) \times 100$$

บทที่ 4

ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นกรณีศึกษา โรงเรือนล้างขยะพลาสติกในจังหวัดศรีสะเกษ

4.1.1 ข้อมูลทั่วไป

จากการรวบรวมข้อมูลโรงเรือนล้างขยะพลาสติกแห่งนี้อยู่ในความดูแลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองศาลา หมู่ที่ 14 ตำบลสูง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ โดยมีวิธีการล้างทำความสะอาดขยะพลาสติก 2 รูปแบบ คือ รูปแบบการล้างในอ่างน้ำวนและรูปแบบการล้างแบบใช้เครื่องฉีดน้ำพ่นเป็นฝอย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาถึงกระบวนการล้างขยะพลาสติกในรูปแบบการล้างในอ่างน้ำวนในบ่อคอนกรีตที่ใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าปั่นน้ำให้หมุนเวียนในบ่อน้ำซีเมนต์ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการล้างประมาณ 2,000 ลิตร โดยใช้ผงฟอกขาวในปริมาณ 1,000 กรัมต่อวัน ซึ่งมีอัตราการล้างขยะพลาสติกโดยเฉลี่ย 300 กิโลกรัมต่อวัน มีน้ำเสียจากกระบวนการผลิตประมาณ 2,000 ลิตรต่อวัน ซึ่งมากกว่าน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการล้างแบบใช้เครื่องฉีดน้ำพ่นเป็นฝอย

4.1.2 วิธีการล้างขยะพลาสติกในอ่างน้ำวนในบ่อคอนกรีต

โรงเรือนล้างขยะพลาสติกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านหนองศาลา หมู่ที่ 14 ตำบลสูง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ ใช้วิธีการล้างขยะพลาสติกในอ่างน้ำวนในบ่อคอนกรีต มีการล้างแบบหมุนเวียนที่ใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าปั่นน้ำให้หมุนเวียนในบ่อ ดังภาพที่ 4.1 ขยะพลาสติกที่ใช้ในกระบวนการนี้เป็นขยะพลาสติกทั่วไปที่มีของเสียอยู่ในถุง เช่น ถุงอาหาร ถุงสารเคมี ถุงขี้เถ้าแมลง ถุงดำ ขยะพลาสติก โดยขยะพลาสติกที่ผ่านการล้างจากบ่อคอนกรีตจะถูกนำไปทำให้แห้งโดยใช้เครื่องปั่นแห้งที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวดูดให้เครื่องปั่นแห้งหมุนซึ่งใช้เวลาในการปั่นแห้งประมาณ 10 นาที หรือแล้วแต่สภาพของอากาศ ดังภาพที่ 4.2 ขยะพลาสติกที่ผ่านกระบวนการปั่นแห้งแล้วจะนำมาแยกประเภทขยะพลาสติก ดังภาพที่ 4.3 เมื่อได้ขยะพลาสติกแต่ละประเภทในจำนวนมากพอก็จะนำมาอัดเป็นก้อนๆ ละ 50 กิโลกรัม เพื่อรอส่งจำหน่ายต่อไป รายละเอียดดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.1 เครื่องล้างแบบหมุนเวียนที่ใช้ระบบมอเตอร์ไฟฟ้าปั้มน้ำ



ภาพที่ 4.2 โครงปั่นแห้ง



ภาพที่ 4.3 แยกประเภทถุงพลาสติก



ภาพที่ 4.4 อัปเดตเป็นก้อน

4.1.3 ระบบบำบัดน้ำเสียภายในโรงเรียนล้างขยะถุงพลาสติก

โรงเรือนล้างขยะมูลฝอยพลาสติกแห่งนี้มีระบบบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ (บ่อดิน) โดยน้ำเสียจากกระบวนการล้างขยะมูลฝอยพลาสติกที่ปล่อยออกมาจากบ่อดินกรีตจะไหลลาดไปกับผิวดินก่อนเข้าสู่บ่อบำบัดบ่อดิน ดังภาพที่ 4.5 ทำให้น้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากบ่อล้างขยะบางส่วนซึมลงดินและบางส่วนจะไหลเข้าสู่บ่อบำบัด บ่อบำบัดดังกล่าวมีขนาดกว้าง 8.00 เมตร ยาวประมาณ 8.00 เมตร ลึกประมาณ 3.00 เมตร เป็นลักษณะบ่อเปิดไม่ได้ระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะแต่ถ้าฤดูฝนน้ำเต็มบ่อจะล้นระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณโดยรอบ และในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ หมู่บ้านดังกล่าวมีการทำนาปรังบริเวณที่นาติดกับบ่อบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ (บ่อดิน) ทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวมีน้ำล้นจากนาปรังไหลเข้าสู่บ่อบำบัดแบบธรรมชาติ (บ่อดิน) ดังภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.5 น้ำเสียจากบ่อกอนกรีตระบายไหลลาดไปกับผิวดินก่อนเข้าสู่บ่อบำบัด (บ่อดิน)



ภาพที่ 4.6 น้ำล้นจากนาปรังไหลเข้าสู่บ่อน้ำบาดาลแบบธรรมชาติ (บ่อดิน)



ภาพที่ 4.7 บ่อน้ำบาดาลน้ำเสียแบบธรรมชาติ (บ่อดิน)

4.2 ผลการศึกษาลักษณะน้ำทิ้งจากกระบวนการล้างขยะถุงพลาสติก

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากกระบวนการล้างขยะถุงพลาสติกในเบื้องต้น พบว่า น้ำทิ้งมีค่า pH Total Dissolved Solids TKN Zn Cd Cu Cr และ Mn อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่พบว่า ค่า BOD และ Pb เกินค่ามาตรฐาน แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพน้ำเสียจากระบวนการล้างขยะถุงพลาสติก

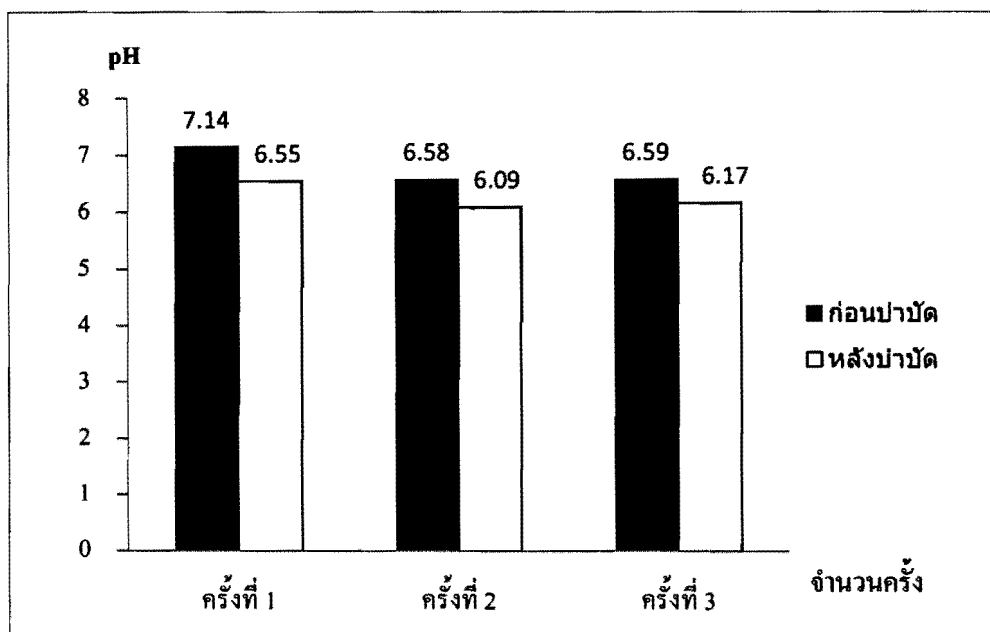
ดัชนี	หน่วย	ผลการวิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน*
pH	-	8.10±0.01	5.5-9
BOD	mg/l	75±2	ไม่เกิน 20
Total Solids	mg/l	837±1	-
Total Dissolved Solids	mg/l	164±2	ไม่เกิน 3,000
TKN	mg/l	32.70±1.62	ไม่เกิน 100
Pb	mg/l	0.24±0.01	ไม่เกิน 0.2
Zn	mg/l	0.20±0.02	ไม่เกิน 5
Cd	mg/l	ตรวจไม่พบ	ไม่เกิน 0.03
Cu	mg/l	ตรวจไม่พบ	ไม่เกิน 2.0
Cr	mg/l	ตรวจไม่พบ	ไม่เกิน 0.25
Mn	mg/l	0.01±0.00	ไม่เกิน 5

หมายเหตุ : * หมายถึง ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) ลงวันที่ 3 มกราคม 2539 ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13ง ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539

จากการศึกษาคุณภาพน้ำเสียจากระบวนการล้างขยะถุงพลาสติกในช่วงเดือน ธันวาคม - มกราคม 2556 มีผลการศึกษาดังนี้

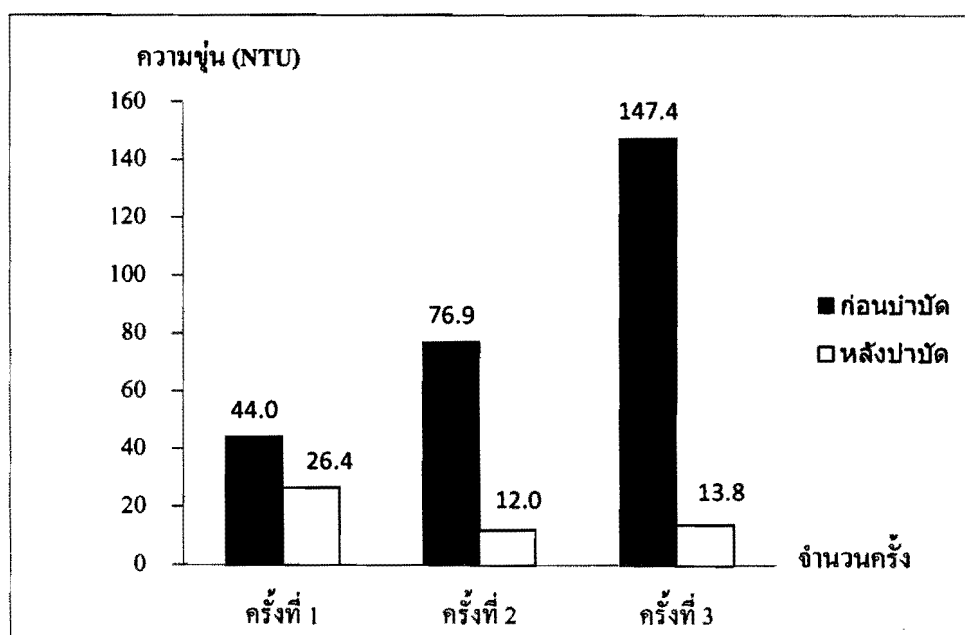
4.2.1 ค่าพีเอช

สรุปผลวิเคราะห์ค่าพีเอชในช่วงเดือนธันวาคม 2555 – กุมภาพันธ์ 2556 พบว่า น้ำเสียก่อนบำบัดมีค่าพีเอชเฉลี่ย 6.77 และน้ำเสียหลังบำบัดมีค่าพีเอชเฉลี่ย 6.27 แสดงว่าทั้งน้ำเสียก่อนบำบัดและหลังบำบัดมีพีเอชอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศฯ โดยรอบ แสดงผลดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ค่าพีเอชของน้ำจากการล้างขยะพลาสติก

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่น

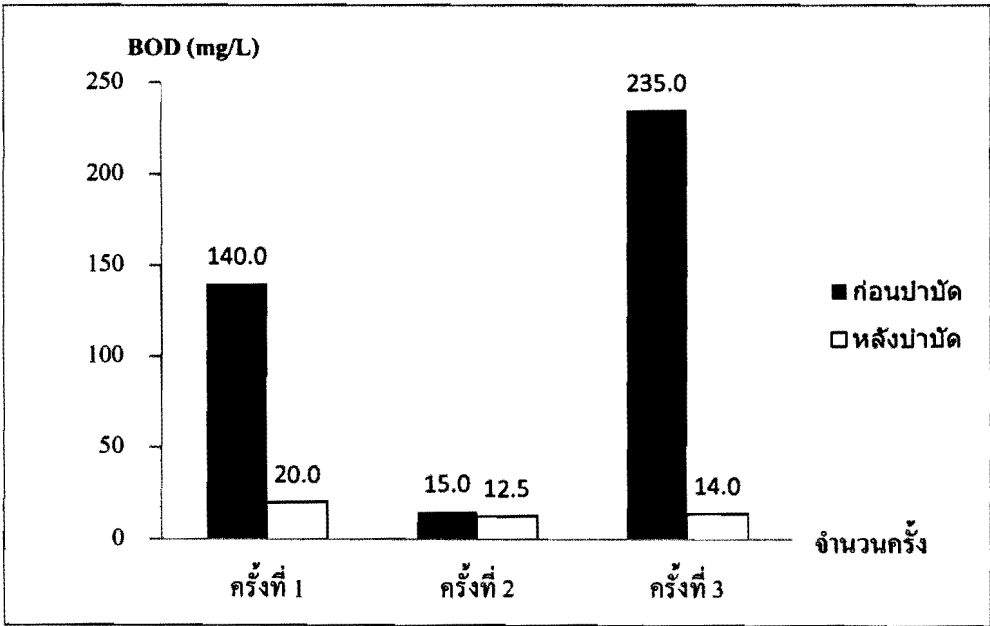


ภาพที่ 4.9 ค่าความขุ่นของน้ำจากการล้างขยะพลาสติก

สรุปผลวิเคราะห์ค่าความขุ่น ในช่วงเดือน ธันวาคม 2555 – กุมภาพันธ์ 2556 น้ำเสียก่อนบำบัดมีค่าความขุ่นเฉลี่ย 89.4 NTU และน้ำเสียหลังบำบัดมีค่าความขุ่นเฉลี่ย 17.4 NTU ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความขุ่นที่เก็บทั้ง 3 ครั้ง พบว่ามีค่าแตกต่างกันอาจขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติของขยะที่นำมาล้างมีความสกปรกไม่เท่ากันและรูปแบบในการล้างมีการใช้น้ำล้างซ้ำหลายครั้ง และค่าความขุ่นของน้ำเสียภายหลังบำบัดที่ลดลงอาจเกิดจากตะกอนบางส่วนถูกกักบริเวณผิวดินขณะที่ปล่อยน้ำเสียจากบ่อล้างไปยังบ่อบำบัดบ่อดินเนื่องจากการไหลลาดไปกับผิวดิน อีกทั้งพบว่าการเก็บตัวอย่างน้ำวิเคราะห์ ครั้งที่ 2 (เดือนมกราคม) และครั้งที่ 3 (เดือนกุมภาพันธ์) มีน้ำจากการทำนาปรังล้นเข้ามาในบ่อบำบัดบ่อดินจึงอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ค่าความขุ่นลดลง แสดงผลดังภาพที่ 4.9

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าบีโอดี

จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 2 จุด ช่วงเดือนธันวาคม 2555 – กุมภาพันธ์ 2556 แสดงผลดังภาพที่ 4.10 ดังนี้



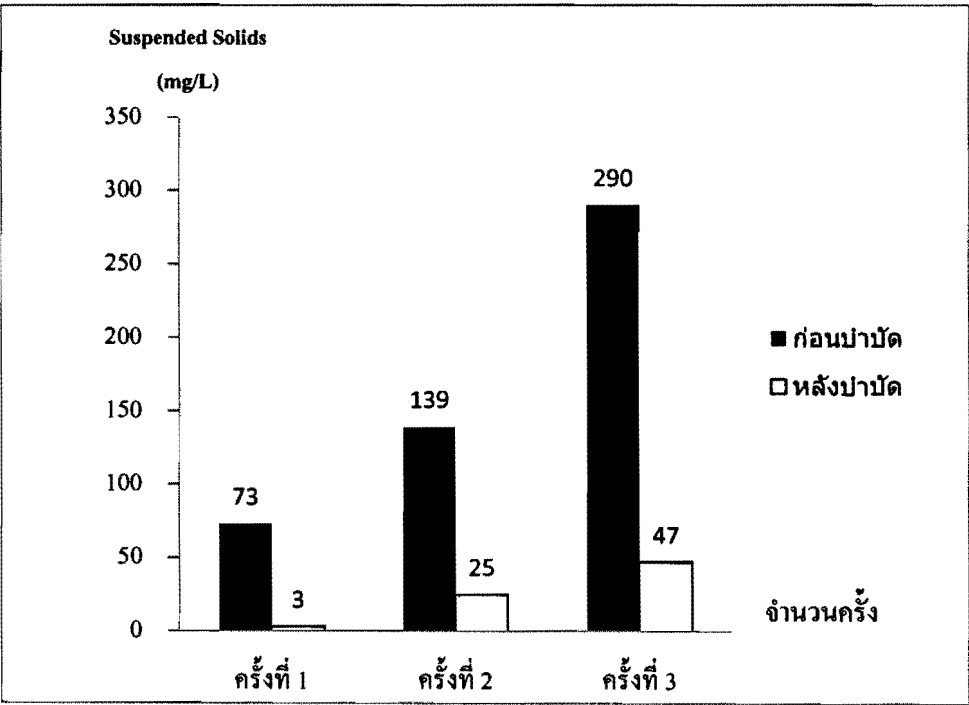
ภาพที่ 4.10 ค่าบีโอดีของน้ำจากการล้างขยะพลาสติก

สรุปผลวิเคราะห์ค่าบีโอดี ในช่วงเดือนธันวาคม 2555 – กุมภาพันธ์ 2556 พบว่าน้ำเสียก่อนการบำบัดมีค่า บีโอดีเฉลี่ย 187.5 mg/L ซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (ธันวาคม)

และครั้งที่ 3 (กุมภาพันธ์) ซึ่งมีค่ามากกว่าที่มาตรฐานกำหนด แต่ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 พบว่ามีค่าบีโอดีเพียง 15.0 mg/l ให้ผลที่แตกต่างจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีการล้างขยะพลาสติกน้อยกว่าปกติประกอบกับการท่อน้ำมาจากลำห้วยเพื่อทำนาปรังทำให้น้ำล้นจากนาปรังไหลเข้าสู่บ่อบำบัดน้ำเสีย (บ่อดิน) น้ำเสียในบ่อจึงถูกเจือจางส่งผลให้ค่าบีโอดีแตกต่างจากการเก็บครั้งอื่น ๆ และเมื่อพิจารณาค่าบีโอดีหลังการบำบัดที่ลดลงอาจเกิดจากการบำบัดโดยดินและจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในบ่อบำบัดบำบัดจึงทำให้มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดแสดงให้เห็นว่าระบบบำบัดน้ำเสีย (บ่อดิน) มีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดีได้

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)

จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 2 จุด ในช่วงเดือน ธันวาคม 2555 – กุมภาพันธ์ 2556 แสดงผลดังภาพที่ 4.11 ดังนี้

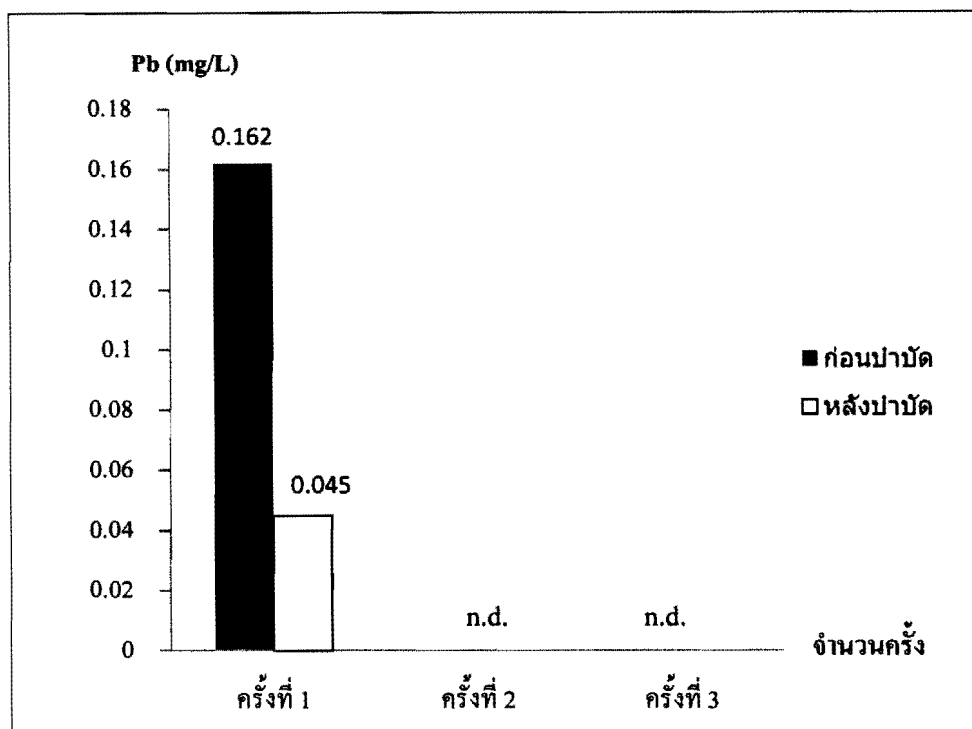


ภาพที่ 4.11 ค่าของแข็งแขวนลอยของน้ำจากการล้างขยะพลาสติก

สรุปผลวิเคราะห์ค่าของแข็งแขวนลอยในช่วงเดือนธันวาคม 2555 – กุมภาพันธ์ 2556 พบว่าน้ำเสียก่อนการบำบัดมีค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 167.0 mg/l และน้ำเสียหลังบำบัดมีค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 25.0 mg/l ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ค่าตะกั่ว (Pb)

จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 2 จุด ในช่วงเดือน ธันวาคม 2555 – กุมภาพันธ์ 2556 แสดงผลดังภาพที่ 4.12 ดังนี้



ภาพที่ 4.12 ค่าตะกั่วของน้ำจากการล้างขยะพลาสติก

หมายเหตุ : n.d. หมายถึง ตรวจไม่พบ

สรุปผลวิเคราะห์ค่าตะกั่วในช่วงเดือนธันวาคม 2555 – กุมภาพันธ์ 2556 พบว่าตรวจพบตะกั่วเฉพาะในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 (ธันวาคม) ซึ่งมีค่าตะกั่วอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดทั้งในน้ำเสียก่อนบำบัดและน้ำเสียหลังบำบัดและอาจเป็นผลจากการดูดซับของดินในระหว่างการปล่อยน้ำออกจากบ่อล้างขยะไปยังบ่อบำบัดธรรมชาติ (บ่อดิน) แต่ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 (มกราคม) และครั้งที่ 3 (กุมภาพันธ์) ตรวจไม่พบปริมาณตะกั่วทั้งในน้ำเสียก่อนบำบัดและน้ำเสียหลังบำบัดทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขยะที่นำมาล้างมีการปนเปื้อนโลหะอยู่น้อย

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงเรียนล้างขยะ
ถุงพลาสติกซึ่งเป็นบ่อบำบัดธรรมชาติ (บ่อดิน) พบว่า บ่อบำบัดบ่อดินมีประสิทธิภาพในการบำบัด
น้ำเสียได้ดีซึ่งจะเห็นได้จากค่าประสิทธิภาพในการบำบัดมากกว่าร้อยละ 70 ของทุกพารามิเตอร์
ที่ตรวจวิเคราะห์ได้แก่ ค่าความขุ่น ค่าบีโอดี ค่าของแข็งแขวนลอย และค่าตะกั่ว อีกทั้งค่าจาก
การบำบัดยังอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

พารามิเตอร์	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสีย		ประสิทธิภาพ การบำบัด (%)	ค่ามาตรฐาน*
	กระบวนการผลิต (จุดที่ 1)	บ่อดิน (จุดที่ 2)		
พีเอช	6.77	6.27	-	5.5-9.0
ความขุ่น	89.4	17.4	80.6	ไม่เกิน 5 NTU
บีโอดี	187.5	15.5	91.7	ไม่เกิน 60 mg/L
ของแข็งแขวนลอย	167.3	25.0	85.1	ไม่เกิน 150 mg/L
ตะกั่ว	0.162	0.045	72.22	ไม่เกิน 0.20 mg/L

หมายเหตุ : * หมายถึง ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ประกาศ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) ลงวันที่ 3 มกราคม 2539
ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 113 ตอนที่ 13ง ลงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2539

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ค่าพีเอช (pH) ของน้ำทิ้งจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 6.769 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าพีเอชเฉลี่ย 6.267 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด

5.1.2 ค่าความขุ่น (Turbidity) ของน้ำทิ้งจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 89.4 NTU และจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 17.4 NTU ซึ่งพบว่าระบบบำบัดมีประสิทธิภาพในการลดความขุ่นได้ร้อยละ 80.57

5.1.3 ค่าบีโอดี (BOD) ของน้ำทิ้งจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ในการเก็บครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 มีค่าบีโอดีเฉลี่ย 187.5 mg/L ซึ่งมากกว่าที่มาตรฐานกำหนด แต่ในการเก็บครั้งที่ 2 พบว่า มีค่าบีโอดีเพียง 15.0 mg/L มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด แสดงให้เห็นว่าระบบบำบัดน้ำเสียบ่อดินมีประสิทธิภาพในการบำบัดค่าบีโอดีได้ดี

5.1.4 ค่าของแข็งแขวนลอย (SS) ของน้ำทิ้งจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 167.3 mg/L ซึ่งมากกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ที่ 50.0 mg/L และน้ำเสียจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าของแข็งแขวนลอยเฉลี่ย 25.0 mg/L มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ผลจากการวิเคราะห์ พบว่าระบบบ่อดินมีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 85.06

5.1.5 ค่าตะกั่ว (Pb) ของน้ำทิ้งจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 2 จุด มีค่าตะกั่วอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อดินที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพในการบำบัดได้ดี แต่ทั้งนี้ควรมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งเพื่อติดตามประสิทธิภาพของระบบอย่างต่อเนื่อง เพราะหากมีการเพิ่มปริมาณการล้างขยะที่มากขึ้นในอนาคต อาจต้องมีการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย และควบคุมให้คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดไว้

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. “ปัญหาขยะพลาสติก”, อย่าปล่อยให้ถุงพลาสติกครองเมือง.

<http://ptech.pcd.go.th/p2/pollution-article-view.php?aid=20636>. พฤศจิกายน, 2555.

กรมควบคุมมลพิษ และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2546. สรุปเกณฑ์แนะนำ
ออกแบบระบบรวบรวมน้ำเสียและโรงปรับปรุงคุณภาพน้ำของชุมชน. กรุงเทพฯ :
สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

บริษัท เทอร์ม เอ็นจิเนียริง จำกัด. “เครื่องจักรแปรรูปพลังงาน”, เครื่องผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติก.

<http://atmemall.com/shop/product-detail.php?id=43031&uid=38225>. มกราคม, 2555.

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. “ถุงพลาสติก”, ถุงพลาสติกแบ่งตามลักษณะ
การใช้และคุณสมบัติ. http://www2.mtec.or.th/th/special/biodegradable_plastic/type_and_usage_plas.html. มกราคม, 2555.

สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สงขลา. “บทความวิชาการ”, ตัวบ่งชี้ความสกปรกของ
แหล่งน้ำ. http://www.nicaonline.com/articlees9/site/view_ricle.asp?idarticle=137.
สิงหาคม, 2555.

ภาคผนวก

วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. การวัดค่าพีเอช (pH)

พีเอชเป็นลักษณะทางเคมีของน้ำอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญมากและมีความสัมพันธ์กับระบบต่างๆ มากมาย งานวิเคราะห์น้ำมักจะวัดพีเอชด้วยทุกครั้งเนื่องจากสามารถวัดได้ง่าย พีเอชสามารถใช้หาค่าสภาพต่าง ค่าคาร์บอนไดออกไซด์และสมดุลกรด-ด่างอื่นๆ ได้ ตลอดจนแสดงค่าความเข้มข้นของการเป็นกรด-ด่างของสารละลายได้

การวัดค่าพีเอชสามารถทำได้หลายวิธี

1) วิธีเทียบสี (Colirimetric Method) การวัดพีเอชของตัวอย่างน้ำโดยวิธีเทียบสีเป็นการวัดพีเอชโดยการเปรียบเทียบสีของตัวอย่างน้ำกับสารละลายมาตรฐานซึ่งทราบค่าพีเอช แต่ค่าที่วัดโดยใช้กระดาษวัดพีเอชมักไม่ละเอียดเหมือนวิธีที่ใช้เครื่องวัด pH แต่สะดวกในการใช้ จึงเป็นวิธีที่ใช้ในสนาม

2) วิธีไฟฟ้า (Electrometric Method) การวัดสภาพความเป็นกรดหรือด่างของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย โดยวัดความต่างศักย์ (Potential) ที่เกิดขึ้นระหว่างอิเล็กโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) กับอิเล็กโทรดตรวจวัด (Sensing Electrode) ความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นจากจำนวนของไฮโดรเจนไอออน (H^+) อิเล็กโทรดจะเปลี่ยนความต่างศักย์ที่เกิดจากไอออน (Ionic Potential) ให้เป็นความต่างศักย์ไฟฟ้า (Electronic Potential) แล้วขยายให้มีความต่างศักย์สูงขึ้นด้วย

1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1.1 เครื่องวัดพีเอช (pH Meter)

1.1.2 บีกเกอร์ ขนาด 100 มล.

1.1.3 เครื่องกวนแม่เหล็ก (Magnetic Stirrer)

1.1.4 สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน พีเอช 7 และ 10

1.2 วิธีการวิเคราะห์ : pH meter

1.2.1 หลังการเปิดเครื่องวัดพีเอช ควรปล่อยให้เครื่องร้อนอย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน

1.2.2 ปรับเทียบมาตรฐาน (Standardization) เครื่องให้พร้อมก่อนที่จะวัดพีเอชตัวอย่าง โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ทราบค่าพีเอชแน่นอน วิธีปรับเทียบโดยทั่วไป มี 2 วิธี คือ

1.2.2.1 การเทียบมาตรฐานแบบจุดเดียว (Single Point Standardization) คือ การใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานตัวเดียวเป็นตัวเทียบโดยการจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลาย

บัพเฟอร์มาตรฐาน ดูค่าพีเอชที่ได้ ถ้าค่าพีเอชที่ได้ไม่เท่ากับค่าพีเอชจริงของสารละลายบัพเฟอร์ ให้ใช้ปุ้ม Calibrate ปรับค่าให้เท่ากัน จากนั้นเครื่องก็พร้อมวัดตัวอย่างต่อไป วิธีนี้มีข้อเสียคือ ถ้าตัวอย่างน้ำมีค่าพีเอชไม่ใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐานบัพเฟอร์ ค่าที่ได้จะมีโอกาสผิดพลาด

1.2.2.2 การเทียบมาตรฐานพีเอชแบบ 2 จุด (Two Point Standardization) คือ การใช้สารละลายบัพเฟอร์มาตรฐาน 2 ตัว เป็นตัวเทียบมาตรฐาน โดยการจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายบัพเฟอร์มาตรฐานตัวแรก (พีเอช 7) ใช้ปุ้ม calibrate ปรับค่าให้ได้เท่ากับค่าของสารละลายบัพเฟอร์ ถ้างออิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษนุ่มๆ เบาๆ แล้วจุ่มลงในสารละลายบัพเฟอร์มาตรฐานตัวที่สอง (ค่าพีเอช 4 หรือ 10)

1.2.3 ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาวัดพีเอชต้องปล่อยให้ม้ออุณหภูมิห้องเสียก่อน ในกรณีที่ตัวอย่างแช่น้ำเย็นไว้ต้องนำออกจากตู้เย็น ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจึงจะนำไปวัดพีเอช เพราะค่าพีเอชจะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ

1.2.4 ก่อนวัดเขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากัน เทใส่บีกเกอร์และวางบนเครื่องกวนแม่เหล็ก จุ่มอิเล็กโทรดแล้วเปิดเครื่องกวนให้หมุนเบาๆ (ถ้าไม่มีเครื่องกวนแม่เหล็กให้ขยับอิเล็กโทรดเบาๆ) จนตัวเลขแสดงค่าพีเอชหยุดนิ่ง อ่านค่าพีเอชของตัวอย่างน้ำ

1.2.5 เมื่อจะวัดตัวอย่างต่อไปให้ฉีดล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นแล้วซับด้วยกระดาษหรือผ้านุ่มๆ แล้วจึงวัดตัวอย่างต่อไป แต่ถ้าจะเลิกวัดหลังจากที่ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นจนสะอาดและซับให้แห้งแล้วให้แช่อิเล็กโทรดไว้ในสารละลายที่มีไอออนมากพอควรและมีฤทธิ์เป็นกรด เช่น สารละลายบัพเฟอร์ 4 หรือที่ดีที่สุดในน้ำยาสำหรับเก็บรักษานิเล็กโทรด

2. การวิเคราะห์ BOD (Biological Oxygen Demand)

Biological Oxygen Demand หรือ BOD คือ ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของน้ำที่ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ค่าบีโอดีใช้ประโยชน์ทั้งในการวัดปริมาณการรับภาระน้ำเสียของระบบบำบัดและในการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัด การวิเคราะห์จะเป็นการหาปริมาณออกซิเจนที่ถูกจุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางเคมีชีวภาพ ในเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส วิธีวิเคราะห์ BOD มี 2 วิธี คือ

2.1 วิธีแบบโดยตรง (Direct method) เหมาะสำหรับตัวอย่างที่มีความสกปรกน้อย เช่น น้ำผิวดินธรรมชาติหรือออกจากระบบบำบัดที่มีค่าบีโอดีน้อยกว่า 7 มก./ล. ทำได้โดยการใช้ตัวอย่างที่ผ่านการเติมอากาศจนอิ่มตัวด้วยออกซิเจนเดิมลงในขวด BOD จนเต็มขวดแล้วจึงนำไปบ่ม

2.2 วิธีแบบเจือจาง (Dilution method) เหมาะสำหรับตัวอย่างที่มีค่าบีโอดีมากกว่า 7 มก./ล. การเจือจางสามารถทำได้โดยการเจือจางแบบเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วจึงทดลองขวด BOD หรือโดย

การเปิดตัวอย่างลงในขวดโดยตรงแล้วจึงเติมน้ำเจือจางจนเต็มขวด ซึ่งการวิเคราะห์แบบเจือจางแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ

- ไม่ต้องการเติมหัวเชื้อ (No Seeding) เหมาะสำหรับตัวอย่างน้ำเสียทั่วไปที่จุลินทรีย์เพียงพอและมีพีเอชเหมาะสมสำหรับกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ
- ต้องการเติมหัวเชื้อ (Seeding) วิธีนี้เหมาะสำหรับตัวอย่างที่ไม่มีแบคทีเรียอยู่เลยหรือน้ำทิ้งที่มีความเป็นกรดเป็นด่างสูงมีสถานะไม่เหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์ ดังนั้นต้องปรับสภาพตัวอย่างให้มีพีเอชปานกลางก่อนจึงใส่หัวเชื้อ แหล่งหัวเชื้อหาได้จากน้ำโสโครกจากบ้านเรือนน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพหรืออาจเตรียมขึ้นเองในห้องปฏิบัติการ

2.1 การเก็บและรักษาตัวอย่าง

หลังจากเก็บตัวอย่างควรทำการวิเคราะห์ทันที หากไม่สามารถทำได้ควรเก็บตัวอย่างน้ำไว้ที่ 4°C และเมื่อนำน้ำตัวอย่างไปวิเคราะห์ต้องทิ้งให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิใกล้เคียงอุณหภูมิห้องจึงทำการวิเคราะห์

2.2 สารเคมี

2.2.2 สารเคมีใช้เตรียมน้ำเจือจาง

2.2.2.1 สารละลาย Phosphate Buffer

ละลาย KH_2PO_4 8.5 g KH_2PO_4 21.75 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 33.4 g และ NH_4Cl 1.7 g ในน้ำกลั่น 500 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะมี $\text{pH} = 7.2$

2.2.2.2 สารละลาย Magnesium Sulfate Solution

ละลาย $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 22.5 g ด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตร 1 ลิตร

2.2.2.3 สารละลาย Calcium Chloride Solution

ละลาย CaCl_2 27.5 g ด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.2.2.4 สารละลาย Ferric Chloride Solution

ละลาย FeCl_3 0.25 g ด้วยน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.2.3 สารเคมีใช้วิเคราะห์ตัวอย่าง

2.2.3.1 สารละลายกรดและด่างเข้มข้น 1 N เพื่อใช้ปรับ pH ของตัวอย่างน้ำ

1) 1 N H_2SO_4 เตรียมโดย เปิด 28 ml Conc. H_2SO_4 ลงในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2) 1 N NaOH เตรียมโดยละลาย 40 g NaOH แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

2.2.3.2 สารละลาย Sodium Sulfate (สารละลายนี้เพื่อป้องกันการตกค้างของคลอรีน)

ละลาย Na_2SO_3 1.575 g ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ไม่อยู่ตัวต้องเตรียมในวันที่ใช้เท่านั้น

2.2.3.3 สารป้องกันการเกิด Nitrification : 2 Chloro - 6 - (Trichoro methyl) Pyridine

2.2.3.4 Manganese Sulfate Solution

ละลาย 480 g $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ หรือ 400 g $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ในน้ำกลั่นกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้จะต้องไม่เกิดสีกับน้ำแป้งเมื่อนำไปเติมลงในสารละลาย Potassium Iodine

2.2.3.5 สารละลาย Alkali-Iodide-Azide Reagent

ละลาย 500 g NaOH (หรือ 700 g KOH) และ 135 g NaI (หรือ 150 g KI) ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ละลาย NaN_3 10 g ในน้ำกลั่น 40 ml แล้วเทใส่ในสารละลายข้างต้น

2.2.3.6 กรด H_2SO_4 เข้มข้น

2.2.3.7 น้ำแป้ง

ละลาย Soluble Starch 2 g และ 0.2 g Salicylic Acid ในน้ำกลั่นปริมาตร 100 ml ที่ร้อน

2.2.3.8 สารละลายมาตรฐาน Sodium Thiosulfate (0.1 N)

ละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 24.82 g ในน้ำดื่มที่เย็นแล้วและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มล. หรือใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 กรัมต่อสารละลาย 1 ลิตร

2.2.3.9 สารละลายมาตรฐาน Sodium Thiosulfate (0.0250 N)

เตรียมโดยเจือจางสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1N จำนวน 250 มล. ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร ลิตร เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มล. หรือใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม สารละลายนี้ต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยสารละลายมาตรฐานไดโครเมต

2.2.3.10 สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต 0.025 N

ละลายโปแตสเซียมไดโครเมตที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 1.226 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร

2.2.3.11 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์

ละลาย KI 2 กรัม ในน้ำกลั่น 150 มล. ใส่ขูดรูปกรวย เดิมกรดซัลฟูริก (1+9) 10 มล. แล้วเติมสารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไดโครเมต 0.025 N จำนวน 20 มล. ทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที เติมน้ำกลั่นจะได้ปริมาตร 200 มล. แล้วไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้น้ำแ่งเป็นอินดิเคเตอร์ (เปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี)

$$\text{ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ (N)} = (0.0250 \times A) / 20$$

โดย A = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรต ถ้าสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีความเข้มข้น 0.025 N พอดี ปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรตจะเท่ากับ 20 มล.พอดี

2.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ (วิธีวิเคราะห์ : Azide Modification)

2.3.1 การเตรียมเพื่อวิเคราะห์ BOD ของน้ำที่มีความสกปรกค่อนข้างสูงด้วยวิธีแบบเจือจาง

2.3.1.1 การเตรียมน้ำสำหรับเจือจาง

ใส่น้ำกลั่นในภาชนะที่เหมาะสม เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ และเฟริกคลอไรด์ อย่างละ 1 มล. ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร เติมอากาศให้มือออกซิเจนละลายอิ่มจนใช้เวลาประมาณ 30 นาที

2.3.1.2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับเจือจาง

เติมน้ำผสมเจือจางลงในขวด BOD 3 ขวด ขวดหนึ่งนำไปหาค่า DO ก่อน อีก 2 ขวดปิดจุกโดยใช้ลูมิเนียมฟอล์ย นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมามีค่า DO ผลต่างของ DO ก่อนและหลังบ่มไม่ควรเกิน 0.2 มก./ล.

2.3.1.3 การเตรียมตัวอย่างน้ำก่อนการวิเคราะห์

1) ตัวอย่างน้ำที่เป็นค่างหรือกรด ต้องปรับพีเอชให้เป็นกลางก่อน (6.5-7.5) ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล หรือกรดซัลฟูริก 1 นอร์มัล โดยที่ปริมาตรของค่างหรือกรดที่เติมจะต้องไม่เจือจางตัวอย่างมากเกินไปเกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์

2) ตัวอย่างน้ำที่มีส่วนประกอบของคลอรีนตกค้างจะต้องกำจัดออกก่อนวิเคราะห์โดยให้ตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมงคลอรีนตกค้างปริมาณมากๆ ต้องกำจัดโดยการเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2SO_3) การหาปริมาณสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ที่จะต้องเติมลงใน

ตัวอย่างน้ำเท่าใดนั้น ทำโดยนำตัวอย่างน้ำมาในปริมาณที่เหมาะสม ตั้งแต่ 100-1,000 มล. เติมกรดอะเซติก (1+1) หรือกรดซัลฟูริก (1+50) ปริมาตร 10 มล. เติมสารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ 10 มล. (เตรียมโดยละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ 10 กรัมในน้ำกลั่น 100 มล. แล้วไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ 0.0125 โมล/ลิตร โดยใช้น้ำแ่งเป็นอินดิเคเตอร์ จนถึงจุดยุติ จากนั้นก็จะทราบปริมาณของโซเดียมซัลไฟด์ที่ใช้เติมลงไป ในตัวอย่างน้ำที่จะหาค่าบีโอดี หลังจากเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ตามปริมาณที่คำนวณได้ลงในตัวอย่างแล้ว กวนให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 10-20 นาที ทดสอบดูว่าของเหลวนั้นมีคลอรีนเหลือตกค้างอยู่หรือไม่

3) ตัวอย่างน้ำที่ไม่มีโลหะหนักหรือสารที่เป็นพิษชนิดอื่นเจือปนอยู่ จะต้องศึกษาและกำจัดเสียก่อนเป็นเฉพาะกรณี

4) ตัวอย่างที่แช่เย็นควรปรับอุณหภูมิของตัวอย่างให้ได้ อุณหภูมิห้องเสียก่อนทำการวิเคราะห์

5) ในกรณีที่ตัวอย่างน้ำเกิดไนตริฟิเคชัน ต้องทำการยับยั้งโดยเติม 2-คลอโร 6-ไตรคลอโรเมทิล (CTCMP) 3 มิลลิกรัมต่อตัวอย่างขนาด 300 มล. หรือเติมในน้ำเจือจางจนมีความเข้มข้น 10 มก./ลิตร ก่อนก็ได้

2.3.2 การวิเคราะห์ค่า BOD ของน้ำที่มีความสกปรกค่อนข้างสูงด้วยวิธีแบบเจือจาง

2.3.2.1 ปรับพีเอชของตัวอย่างให้มีพีเอชปานกลาง

2.3.2.2 เลือกปริมาตรตัวอย่างตามความเหมาะสม (ตามตารางที่ 14.1) อาจเจือจางโดยใช้กระบอกตวงหรือทำในขวด BOD โดยตรงก็ได้ สำหรับตัวอย่างน้ำหนึ่งๆ ควรเจือจางอย่างน้อย 3 ความเข้มข้น แต่ละความเข้มข้นจะต้องมี 2 ขวด สำหรับ DO_0 และ DO_5

2.3.2.3 เติมน้ำเจือจางที่เตรียมไว้ลงในขวด BOD จนเต็มขวด 300 มล. ในขณะที่เติมต้องระวังไม่ให้มีฟองอากาศเกิดขึ้น

2.3.2.4 แยกขวดที่ 1 ของแต่ละปริมาตรการเจือจางไปหาค่า DO_0 โดยวิธี Azide modification ส่วนขวดที่ 2 และ 3 นำไปบ่มในตู้บ่ม $20^\circ C$ เป็นเวลา 5 วัน

2.3.2.5 เมื่อถึงวันที่ 5 ของการบ่มจึงนำเอาขวดที่ 2 และ 3 มาหา DO_5 ด้วยวิธี Azide modification เช่นเดิมแล้วคำนวณหาค่า BOD

2.3.3 การหาค่า BOD ของน้ำธรรมชาติหรือน้ำทิ้งที่มีค่า BOD ต่ำกว่า 5 มก./ล. (Direct method)

2.3.3.1 เติมน้ำตัวอย่างดังรายละเอียดข้างต้น

2.3.3.2 นำตัวอย่างน้ำมาปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 20°C และปรับพีเอชในระดับปานกลาง

2.3.3.3 เติมออกซิเจนโดยการเติมอากาศผ่านหัวลูกฟู้ (หัวจ่ายลม) จนออกซิเจนละลายอิ่มตัว ใช้เวลาประมาณ 15-30 นาที

2.3.3.4 หลังจากเป่าอากาศเพียงพอแล้วให้ทิ้งตัวอย่างไว้สักพักเพื่อให้ฟองอากาศส่วนเกินหมดไป

2.3.3.5 เติมตัวอย่างน้ำใส่ลงในขวดบีโอดีจนเต็ม 3 ขวด ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศ ปิดจุกให้สนิทและมีน้ำหล่อที่ปากขวด

2.3.3.6 นำขวดหนึ่งมาหาค่าออกซิเจนละลาย (ดูวิธีวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลาย) ถือว่าเป็นค่าออกซิเจนละลายที่มีเริ่มต้น สมมติเป็น DO_0

2.3.3.7 นำอีก 2 ขวดใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบ 5 วัน แล้วนำตัวอย่างนั้นมาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ สมมติเป็น DO_5

2.3.4 การคำนวณ

2.3.4.1 ค่า BOD จากการวิเคราะห์แบบโดยตรง

$$\text{BOD (mg/L)} = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$$

2.3.4.1 ค่า BOD จากการวิเคราะห์แบบเจือจาง

$$\text{BOD (mg/L)} = (\text{DO}_0 - \text{DO}_5) \times \frac{\text{ปริมาตรของขวด BOD (300 ml)}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์}}$$

$$\text{เมื่อ P คือ อัตราส่วนเจือจางโดยปริมาตรของตัวอย่าง} = \frac{\text{ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์}}{\text{ปริมาตรเต็มขวด BOD 300 ml}}$$

2.3.5 การควบคุมคุณภาพ

2.3.5.1 ค่า BOD ที่จะรายงานต้องเป็นไปตามข้อกำหนด จึงจะถือว่าเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือ กล่าวคือ

$$\text{มีค่า } \text{DO}_0 - \text{DO}_5 \geq 2 \text{ มก./ล.}$$

$$\text{มีค่า } \text{DO}_5 \geq 1 \text{ มก./ล.}$$

2.3.5.2 หากค่า Blank (ผลต่าง $DO_0 - DO_5$ ของน้ำ Dilution) จะต้องมียค่าไม่เกิน 0.2 มก./ล. หรือสูงสุดไม่เกิน 0.5 มก./ล. ทุกชุดของการวิเคราะห์

2.3.6 คำเสนอแนะเพิ่มเติม

2.3.6.1 เนื่องจากการหาค่า BOD เป็นการคำนวณจากผลต่างของค่า DO ซึ่งไม่ได้วิเคราะห์ในวันเดียวกัน ดังนั้นจึงควรควบคุมสถานะของการไทเทรต DO_0 และ DO_5 ให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด

2.3.6.1 ความผิดพลาดจากการเลือกปริมาตรน้ำตัวอย่างเพื่อเจือจางที่ไม่เหมาะสม คือ

- 1) ถ้าเลือกปริมาณตัวอย่างน้อยเกินไปจะได้ค่า $DO_0 - DO_5$ ที่ต่ำซึ่งต่ำกว่า 2 มก./ล. จะถือว่าเป็นข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ
- 2) ถ้าเลือกปริมาณตัวอย่างมากเกินไปจะทำให้ DO ไม่เหลือถึงวันที่ 5 ($DO_5 = 0$) ซึ่งข้อมูลนี้ไม่สามารถนำมาคำนวณได้ หรือ $DO_5 < 1$ มก./ล. จะถือว่าเป็นข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ

2.3.6.1 การทำ DO_5 ซ้ำ (Duplication) เป็นการยืนยันผลเพื่อให้เกิดความมั่นใจในข้อมูล

ตารางที่ 1 การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วงบีโอดีต่างๆ

ปริมาณตัวอย่าง (มล.)	ช่วงบีโอดี (มก./ล.)	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	60-120	30

ตารางที่ 2 การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วงบีโอดีต่างๆ (ต่อ)

ปริมาณตัวอย่าง (มล.)	ช่วงบีโอดี (มก./ล.)	อัตราเจือจาง
20.0	30-105	15
50.0	12-42	6
100	6-21	3
300	0-7	1

3. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งรวม (Total Solids: TS)

ของแข็งรวม ถึง สารที่เหลือเป็นคราบหรือตะกอนหลังจากที่ผ่านการระเหยแห้งที่อุณหภูมิ $104 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ซึ่งตะกอนประกอบไปด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือของแข็งทั้งหมดประกอบด้วยของแข็งที่ละลายน้ำ (Dissolved Solids) และของแข็งที่ไม่ละลายน้ำ (Undissolved Solids) หรือของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids) หาได้โดยนำตัวอย่างน้ำไประเหยแห้งที่อุณหภูมิ $104 \pm 1^{\circ}\text{C}$

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1.1 ตู้อบความร้อน (Hot Air Oven) ควบคุมอุณหภูมิที่ $180 \pm 2^{\circ}\text{C}$
- 3.1.2 ถ้วยกระเบื้องเส้นผ่าศูนย์กลาง 90 mm
- 3.1.3 โถหรือตู้ดูดความชื้น (Desiccators)
- 3.1.4 กระบอกตวง (Cylinder) Class A ขนาด 100 mL
- 3.1.5 เครื่องชั่งไฟฟ้า
- 3.1.6 กระดาษกรองใยแก้ว (ยี่ห้อ Whatman GF/C) ขนาด 47 mm
- 3.1.7 คีมคีบ (Tong)
- 3.1.8 ชุดกรองเมมเบรน (Membrane filter funnel)
- 3.1.9 บั้มสุญญากาศ
- 3.1.10 ขวดดูด (Suction flask)

3.2 วิธีการวิเคราะห์

3.2.1 นำถ้วยกระเบื้องมาล้างให้สะอาด อบแห้งที่อุณหภูมิ $104 \pm 1^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำหนักคงที่ ปล่อยให้เย็นใน Desiccators แล้วนำไปชั่งโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง จดน้ำหนักไว้เป็น น้ำหนัก A_1

3.2.2 ให้ทำข้อ 1 ซ้ำจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ หรือจนกระทั่งสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 4% ของน้ำหนักครั้งก่อน จดน้ำหนักไว้เป็น น้ำหนัก A_1

3.2.3 เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่จะใช้ 100 mL โดยพิจารณาจากลักษณะตัวอย่างน้ำ ใช้กระบอกตวงตวงตัวอย่างน้ำตาม que เลือกไว้เทลงในถ้วยกระเบื้อง

3.2.4 นำไปอบและระเหยที่อุณหภูมิ $104 \pm 1^\circ\text{C}$ จนแห้ง

3.2.5 ปล่อยให้เย็นใน Desiccators แล้วนำไปชั่งโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง จดน้ำหนักไว้เป็น น้ำหนัก B_1

3.2.6 ให้ทำข้อ 4 และ 5 ซ้ำจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ หรือจนกระทั่งสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า 4% ของน้ำหนักครั้งก่อน หรือประมาณ 0.5 mg จดน้ำหนักไว้เป็น น้ำหนัก B_2

3.2.7 ทดสอบทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ (หาค่าเฉลี่ย)

3.2.8 นำมาคำนวณหาค่าปริมาณของแข็งรวม,

3.3 การคำนวณ

$$\text{mg/L} = \frac{(B_2 - A_2) \times 1000}{C}$$

เมื่อ B_2 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องรวมตะกอนแข็งที่อบแห้ง (g)

A_2 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องที่อบแห้ง (g)

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้ (mL)

3.4 การควบคุมคุณภาพ

ในกรณีที่ทดสอบตัวอย่างเดิมจำนวน 2 ซ้ำ ทุกตัวอย่าง (Duplicate Analysis pair) พิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (Relative Percent Difference : % RPD) โดยที่ % RPD $\leq 10\%$

$$\text{โดย } \% \text{RPD} = \frac{(\text{max. Value} - \text{min. Value})}{\text{Mean Value}} \times 100$$

4. ของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids: SS)

ของแข็งแขวนลอย หมายถึง ส่วนที่ไม่ละลายในน้ำแต่มีขนาดเล็กพอที่จะแขวนลอย (suspend) อยู่ในน้ำได้ หาได้โดยการกรองตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษกรองใยแก้ว แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ $104 \pm 1^\circ\text{C}$ ทำให้เย็นแล้วชั่งหาน้ำหนักที่แตกต่างกัน

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 4.1.1 ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ $104 \pm 1^{\circ}\text{C}$
- 4.1.2 กระชอนตาฬิกา
- 4.1.3 กระบอกตวง (Cylinder) Class A ขนาด 100 mL
- 4.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า
- 4.1.5 Forcep
- 4.1.6 กระดาษกรองใยแก้ว (Whatman GF/C) ขนาด 47 mm
- 4.1.7 ชุดกรองเมมเบรน (Membrane filter funnel)
- 4.1.8 ป้อนสุญญากาศ
- 4.1.9 ขวดดูด (Suction flask)
- 4.1.10 Volumetric pipette Class A ขนาด 100 mL

4.2 วิธีการวิเคราะห์

- 4.2.1 อบกระดาษกรองใยแก้ว ขนาด 47 mm ที่อุณหภูมิ $104 \pm 1^{\circ}\text{C}$ เวลา 1 ชั่วโมง
ปล่อยให้เย็นใน Desiccators แล้วนำไปชั่งโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักไว้
เป็น น้ำหนัก A_1
- 4.2.2 ให้ทำข้อ 1 ซ้ำจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ หรือจนกระทั่งสูญเสียน้ำหนักน้อย
กว่า 4% ของน้ำหนักครั้งก่อน จดน้ำหนักไว้เป็น น้ำหนัก A_2
- 4.2.3 เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่จะใช้กรอง โดยพิจารณาจากลักษณะของตัวอย่าง
น้ำ ตัวอย่างน้ำตาม que เลือกไว้ ด้วยกระบอกตวง
- 4.2.4 นำไปกรองโดยใช้ชุดกรองเมมเบรน (Membrane filter funnel) ที่ต่อกับ
เครื่องปั๊มสุญญากาศ กรองจนตะกอนหมด
- 4.2.5 นำกระดาษกรองที่กรองตะกอนแล้ว ไปอบที่อุณหภูมิ $104 \pm 1^{\circ}\text{C}$ เวลา
1 ชั่วโมง
- 4.2.6 ปล่อยให้เย็นใน Desiccators แล้วชั่งโดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
บันทึกน้ำหนักไว้เป็น น้ำหนัก B_1
- 4.2.7 ให้ทำข้อ 5 และ 6 ซ้ำจนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ หรือจนกระทั่งสูญเสีย
น้ำหนักน้อยกว่า 4% ของน้ำหนักครั้งก่อน หรือประมาณ 0.5 mg บันทึกน้ำหนักไว้เป็น น้ำหนัก B_2
- 4.2.8 ทดสอบทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ (หาค่าเฉลี่ย)
- 4.2.9 คำนวณหาค่าของแข็งแขวนลอย

4.3 การคำนวณ

$$\text{mg/L} = \frac{(B_2 - A_2) \times 1000}{C}$$

เมื่อ B_2 = น้ำหนักกระดาษกรองรวมตะกอนของแข็งที่อบแห้ง (g)

A_2 = น้ำหนักกระดาษกรองที่อบแห้ง (g)

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้ (mL)

4.4 การควบคุมคุณภาพ

4.4.1 ทำเช่นเดียวกับของแข็งรวม (Total Solids: TS)

4.4.2 การทดสอบ microcrystalline cellulose ทุกชุดตัวอย่าง ที่ความเข้มข้น 50 mg/L

4.4.2.1 การเตรียม microcrystalline cellulose

1) Stock Standard microcrystalline cellulose ที่ความเข้มข้น 500 mg/L ชั่ง microcrystalline cellulose จำนวน 0.500 g (เกรดสำหรับวิธี thin layer chromatography) ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 L

2) Working Standard microcrystalline cellulose ที่ความเข้มข้น 50 mg/L ปิเปต Stock Standard microcrystalline cellulose ที่ความเข้มข้น 500 mg/L ด้วย Volumetric pipette ขนาด 100 mL ถ่ายลงใน Volumetric flask ขนาด 1000 mL ปรับปริมาตรให้ได้ 1 L ด้วยน้ำกลั่น

4.4.2.2 การทดสอบ microcrystalline cellulose

นำ Working Standard microcrystalline cellulose ที่ความเข้มข้น 50 mg/L มาทำการทดสอบเหมือนตัวอย่างปกติ โดยทดสอบจำนวน 2 ซ้ำ ความถี่ทุกชุดตัวอย่าง เกณฑ์การยอมรับ % Recovery ที่ 90 - 110 %

5. ของแข็งจมตัวได้ (Settleable Solids)

ของแข็งจมตัวได้ หมายถึง ตะกอนที่มีขนาดใหญ่และมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำ จะตกตะกอนรวมกันที่ส่วนล่างเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก หาได้โดยนำตัวอย่างน้ำมาใส่ในภาชนะที่เรียกว่า กรวยอิมฮอฟ (Imhoff cone) ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วอ่านปริมาตรของตะกอนที่ตกลงมามีหน่วยเป็น ml/L

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

5.1.1 กรวยอิมฮอฟ (Imhoff Cone)

5.1.2 นาฬิกาจับเวลา

5.1.3 แท่งแก้วคนสาร

5.2 วิธีการวิเคราะห์

5.2.1 เขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากัน

5.2.2 เทลงในกรวยอิมฮอฟ (Imhoff cone) จนถึงขีดบอกปริมาตร 1 L ตั้งทิ้งให้ตกตะกอนเป็นเวลา 45 นาที แล้วใช้แท่งแก้วค่อยๆ คนรอบกรวย แล้วตั้งทิ้งไว้อีกจนครบ 15 นาที

5.2.3 จดบันทึกปริมาตรของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนเป็น mL และรายงานผลเป็น mg/L

5.3 การคำนวณ

mg/L = ของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอน

5.4 การควบคุมคุณภาพ

ไม่มีการทดสอบซ้ำ (มีการสอบเทียบนาฬิกาจับเวลาตาม ISO/IEC 17025)

6. การวิเคราะห์ TKN

6.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

6.1.1 หลอดเคลดาล์ (Kjeldahl Tube) ขนาด 800 มล.

6.1.1 ชุดเครื่องย่อยตัวอย่าง (Digestion Unit) พร้อมชุดดักกรด (Fume Scrubber)

6.1.1 บีเปด

6.1.1 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล.

6.1.1 บิวเรต ขนาด 50 มล.

6.1.1 เครื่องกลั่นแอมโมเนียไนโตรเจน (Distillation Unit)

6.2 สารเคมี

6.2.1 สารละลายปรอทซัลเฟต

ละลายปรอทออกไซด์ (HgO, red) 8 กรัม ในกรดซัลฟูริก 6 นอร์มัล ปริมาตร 100 มล.

6.2.2 น้ำยาสำหรับย่อยสลาย (Digestion Reagent)

ละลายโปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 134 กรัม ในน้ำกลั่น 650 มล. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 200 มล. คนให้เข้ากัน และเติมสารละลายปรอทซัลเฟต 25 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร เก็บรักษาที่ $20^{\circ}C$ เพื่อป้องกันการตกผลึก

6.2.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์-โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium Hydroxide – Sodium thiosulfate Reagent)

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 500 กรัม และโซเดียมไธโอซัลเฟต 25 กรัมด้วยน้ำกลั่น และปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 1 ลิตร

6.2.4 กรดซัลฟูริกเข้มข้น

6.2.5 กรดซัลฟูริก 0.02 N

6.2.6 สารละลายบอริกแบบผสมอินดิเคเตอร์

6.2.7 สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์

6.2.8 ฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์

6.3 วิธีวิเคราะห์ตัวอย่าง

6.2.1 การย่อยสลายตัวอย่าง (Digestion)

6.2.1.1 ปิเปตน้ำตัวอย่าง 50 มล. หรือปริมาตรที่เหมาะสมลงในหลอดเจลาห์ล เดิมถูกแก้ว 3-4 เม็ด เพื่อป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง

6.2.1.2 เติมน้ำยาสำหรับย่อยสลาย 50 มล. ลงในหลอดเจลาห์ล นำเข้าเครื่องย่อย

6.2.1.3 รอจนกว่าการย่อยสลายจะสมบูรณ์ (ไม่มีควันสีขาวของ SO_3) จนกว่าจะได้สารละลายใส ถ้ายังไม่ได้สารละลายใสให้เติมน้ำยาย่อยอีก 50 มล. แล้วย่อยต่อไปจนสมบูรณ์ ปิดไฟและปล่อยให้เย็น

6.2.1.4 ปรับปริมาตรตัวอย่างที่ย่อยแล้วด้วยน้ำกลั่นในขวดปริมาตรให้ได้ 100 มล. ปิเปตตัวอย่างที่ปรับปริมาตรแล้วมา 20 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นน้ำให้ได้ 100 มล. ใส่ในขวดเจลาห์ลที่จะใช้กลั่น หยดฟีนอล์ฟทาลีน 0.5 มล. เขย่าให้เข้ากันแล้วทำให้เป็นค้างโดยค่อยๆ เติม Sodium hydroxide-Thiosulfate 10 มล. (ใช้น้ำยา Sodium hydroxide-Thiosulfate 10 มล. ค่อน้ำยาย่อยสลาย 10 มล.) เขย่าให้เข้ากัน ถ้าสีชมพูของฟีนอล์ฟทาลีนยังไม่เกิดให้เติมน้ำยา Sodium hydroxide-Thiosulfate เข้าไปอีกจากนั้นนำไปกลั่น แล้วต่อเข้ากับชุดเครื่องกลั่น

6.2.1 การกลั่น

6.2.1.1 ต่อหลอดเจลาห์ลเข้ากับเครื่องกลั่น ทำการกลั่นและเก็บส่วนที่กลั่นออกมา 200 มล. ผ่านหลอดแก้วที่จุ่มอยู่ในสารละลายกรดบอริก 50 มล.

6.2.1.2 นำสารที่กลั่นได้ไปไตเตรทกับ กรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 0.02 N จดปริมาตรที่ใช้ไตเตรทไว้เพื่อคำนวณ

6.4 การคำนวณ

TKN (มก./ล.) =
$$\frac{(V - B) \times N \times 14,000}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (มล.)}}$$

- โดย V = ปริมาตรของ 0.02 N H₂SO₄ ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง (มล.)
B = ปริมาตรของ 0.02 N H₂SO₄ ที่ใช้ในการไทเทรต Blank (มล.)
N = normality ของไทเทรนต์ (ปฏิบัติการนี้ใช้ 0.02 N H₂SO₄)

7. การวิเคราะห์ค่าความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นเป็นคุณลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งของน้ำซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้กันมากพอสมควร โดยทั่วไปความขุ่นจะมีหลายประเภท1 ตัวอย่างเช่น Turbidity2, Absolute turbidity3, Jackson candle turbidity4 และ Nephelometric turbidity5 เป็นต้น โดยสามารถให้นิยามได้ดังนี้ คือ ความขุ่นเป็นสมบัติทางออปติกของสารแขวนลอย (Suspension) ซึ่งทำให้แสงกระเจิงมากกว่าจะผ่านสารตัวอย่างนั้น สำหรับเม็ดของสารที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า1/20ของความยาวคลื่นของแสงที่ตกกระทบ แสงที่กระเจิงไปจะมีความเข้ม ดังสมการ

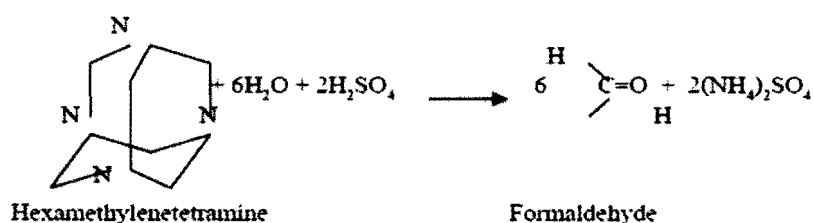
$$I_s = \frac{2}{L^4} N$$

เมื่อ L = wavelength ของแสงตกกระทบ
Is= ความเข้มของแสงกระเจิง
V = ปริมาตรของเม็ดสาร
N = จำนวนของเม็ดสาร

ความขุ่นเกิดจากการที่ในน้ำมีสารที่ไม่ละลายน้ำขนาดเล็กแขวนลอยซึ่งเป็นไปได้ทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่น ดิน ทรายละเอียดมาก แพลงค์ตอน สารอินทรีย์ขนาดเล็กหรือจุลินทรีย์ เป็นต้น ถ้าในน้ำมีปริมาณสารแขวนลอยดังกล่าวอยู่ในปริมาณมากเมื่อแสงส่องมากระทบสารแขวนลอยนี้จะทำให้เกิดการหักเหของแสงกระจัดกระจายไปทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่น สารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำนี้อาจจะมีหรือไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัยหรือระบบนิเวศน์วิทยาของแหล่งน้ำก็ได้ สารแขวนลอยบางชนิดที่ทำให้น้ำมีความขุ่นอาจจะไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคมากนัก แต่ทำให้น้ำนั้นไม่น่าใช้ในการอุปโภคบริโภค ทำให้น้ำรังเกียจและมีผลต่อระบบการนำน้ำมาใช้ประโยชน์ เช่น มีผลกระทบต่อระบบการกรองทำให้เครื่องกรองอุดตันและเสียเร็ว และมีผลต่อระบบการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน เนื่องจากสารแขวนลอยจะห่อหุ้มจุลินทรีย์ไว้ ทำให้คลอรีน

ไม่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้ความขุ่นในแหล่งน้ำยังทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำเป็นไปได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากความขุ่นจะบดบังแสงอาทิตย์ที่จะผ่านลงไปใต้น้ำทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีน้อยและมีผลต่อการมองเห็นของสัตว์น้ำด้วย แต่ก็มีสารแขวนลอยบางชนิดที่ไม่ละลายในน้ำทำให้น้ำขุ่นและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำและไม่สามารถจะนำน้ำนั้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ได้

การตรวจวัดความขุ่นสามารถทำได้หลายวิธีแต่ที่ใช้กันมากคือการใช้เครื่องวัดความขุ่น (Nephelometer) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบความเข้มของแสงที่กระเจิงออกมาของตัวอย่างน้ำเทียบกับของสารมาตรฐานภายใต้สภาวะที่กำหนดโดยถ้าความเข้มของแสงที่กระเจิงออกมามากขึ้นนั่นคือตัวอย่างน้ำนั้นจะมีความขุ่นมากขึ้น สารมาตรฐานที่ใช้มีหลายชนิด เช่น สารความขุ่นมาตรฐานทิตเนียมไดออกไซด์ในโพลีस्टอรีน (Titanium dioxide in partially polymerized polystyrene) และสารความขุ่นมาตรฐานฟอร์มามีน (Formazin Suspension) ซึ่งเป็นสารมาตรฐานที่ใช้กันมาก (เตรียมได้จากการนำ Hydrazine sulfate มาทำปฏิกิริยากับ Hexamethylene tetramine ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม) โดยหน่วยที่ใช้ คือ เอ็นทียู (Nephelometric Turbidity Unit, NTU)



การวัดความขุ่นของน้ำในแม่น้ำจะใช้เครื่องมือในการวัด ณ จุดตรวจวัดน้ำในสนามทันทีหรือจะเก็บตัวอย่างน้ำมาวัดความขุ่นในห้องปฏิบัติการก็ได้

7.1 การวัดความขุ่นโดยใช้เครื่องมือ ตัวอย่างเครื่องมือในการวัดความขุ่นมีดังนี้

7.1.1 Turbidity Meter, Hach Model 2100P Portable Turbidimeter และ Model Ratio/XR Turbidimeter, Hach Company, Loveland, Colorado, USA

7.1.2 Water Quality Monitor, Solomat Model WP803, Solomat Neotronics, USA

7.2 การเตรียมสารความขุ่นมาตรฐาน

สารละลายมาตรฐานฟอร์มาซิน (Formazin) สารละลายความขุ่นมาตรฐานฟอร์มาซิน (Standard Formazin Solution) ที่มีค่าความขุ่น 20 100 และ 800 เอ็นทียู ซึ่งสามารถเตรียมขึ้นเองในห้องปฏิบัติการหรือซื้อจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือก็ได้

7.2.1 วิธีการเตรียมในห้องปฏิบัติการ

7.2.1.1 สารละลาย A ละลาย 1.000 กรัม ไฮโดรเจนซัลเฟต $[(\text{NH})_2\text{H}_2\text{SO}_4]$

ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

7.2.1.2 สารละลาย B ละลาย 10.00 กรัม Hexamethylenetetramine $[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4]$ ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ผสมสารละลาย A และ B อย่างละเท่าๆ กัน (เช่น อย่างละ 5 มิลลิลิตร) ให้เข้ากันในขวดรูปชมพู่ แล้วตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ $25 \pm 3^\circ\text{C}$ สารมาตรฐานนี้จะมีค่าความขุ่นเท่ากับ 4000 NTU

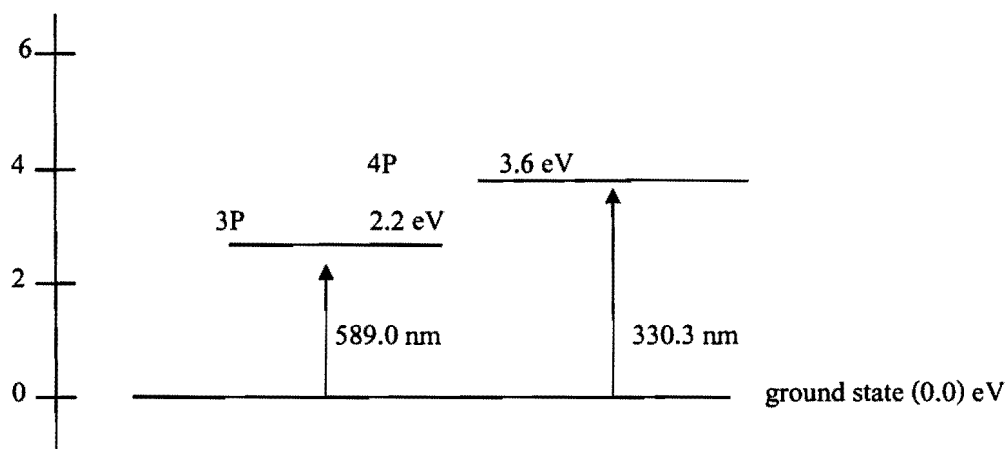
7.2.1.3 สารความขุ่นมาตรฐานอื่นๆ ที่กำหนดในคู่มือการใช้งานของเครื่องมือ

8. วิธีการตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก

โลหะหนักเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำกลุ่มสารพิษซึ่งมีการควบคุมในมาตรฐานคุณภาพน้ำหลายประเภท ทั้งน้ำดื่ม น้ำประปา และน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม การปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำมีหลายสาเหตุหลักมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ที่สำคัญคือการทำเหมืองแร่ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติมนุษย์ใช้ประโยชน์ก็ทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรง นอกเหนือจากการปนเปื้อนจากการทำเหมืองแล้วยังมีการปนเปื้อนจากอุตสาหกรรมหลายประเภทที่มีการใช้โลหะหนักในกระบวนการผลิตหรือมีโลหะหนักปนเปื้อนในวัตถุดิบ ดังนั้นบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่นจึงเกิดปัญหาการปนเปื้อนโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมได้มาก

8.1 การวิเคราะห์โลหะหนัก มีหลักการที่สำคัญ 2 หลักการ คือ

8.1.1 หลักการ Atomic Spectrophotometry เป็นหลักการที่ต้องทำให้โลหะหนักอยู่ในรูปอะตอมอิสระแล้วทำให้เกิดการดูดกลืนแสง เช่น การวิเคราะห์โลหะโซเดียมด้วยหลักการดังกล่าว ทำให้อะตอมเสรีของธาตุดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 589 นาโนเมตร (อะตอมของ Na) เพราะแสงที่มีความยาวคลื่นนี้เป็นแสงที่มีพลังงานพอดีที่จะทำให้อิเล็กตรอนของโซเดียมเกิดการเปลี่ยนสถานะจากสถานะพื้น (ground state) ไปสู่สถานะกระตุ้น (excite state) ดังภาพที่ 8.1



ภาพที่ 1 ระดับพลังงานของอะตอมซีเดียม

จากรูปที่ 1 เมื่อซีเดียมอะตอมที่อยู่ในสถานะพื้นเมื่อได้ดูดกลืนแสงที่มีพลังงานเหมาะสม ซีเดียมอะตอมจะถูกกระตุ้นให้ขึ้นไปอยู่ในสถานะกระตุ้น ซึ่งจะมีการดูดกลืนพลังงานที่ความยาวคลื่นนั้นๆ (ขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุโลหะ) ในหลักการนี้เครื่องมือที่ใช้คือ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAs) หรือการทำให้อะตอมอิสระของโลหะหนักอยู่ในสภาวะเร้า (Excited state) แล้วเกิดการคายแสง เครื่องมือที่ใช้คือ Inductively Couple Plasma Atomic Emission Spectrometer (ICP/AMS) และในปัจจุบันหลักการทำให้เกิดอะตอมด้วยพลาสมาและแยกชนิดของโลหะหนักด้วยหลักการแมสสเปคโตรเมตรี ด้วยเครื่อง ICP/AMS เป็นเครื่องมือวิเคราะห์โลหะที่มีความไวสูงที่สุด

8.1.1 หลักการทางเคมีไฟฟ้า (Electroanalytical chemistry) เป็นหลักการที่อาศัยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้าของโลหะที่อิเล็กโทรดเมื่อได้รับศักย์ไฟฟ้าที่เหมาะสม การวิเคราะห์โลหะหนักด้วยหลักการนี้ได้รับความนิยมน้อยกว่าหลักการแรกที่กำลังกล่าวมา เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ เครื่องโพลารोगرافหรือเครื่องโวลแทมมิเตอร์

8.2 การเก็บรักษาตัวอย่าง

ภาชนะที่ใช้เก็บตัวอย่างต้องเป็นพลาสติกเท่านั้นเพราะโลหะหนักถูกดูดซับได้ด้วยผนังของแก้ว หากไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ทันทีควรเก็บรักษาโดยการเติมกรดไนตริกเข้มข้นให้ตัวอย่างมีพีเอช ต่ำกว่า 2

8.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

8.3.1 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer แบบ Flame

8.3.2 ขวดปริมาตร ขนาด 50 มล.

8.3.1 ปิเปต ขนาด 1 มล.

8.3.1 ปิเปต ขนาด 2 มล.

8.3.1 ปิเปต ขนาด 5 มล.

8.3.1 บีกเกอร์ ขนาด 250 มล.

8.4 สารเคมี

8.4.1 สารละลายมาตรฐานตะกั่วเข้มข้น 1,000 mg/L ชีห้อ MERCK

8.4.2 สารละลายมาตรฐานแมงกานีส 1,000 mg/L ชีห้อ MERCK

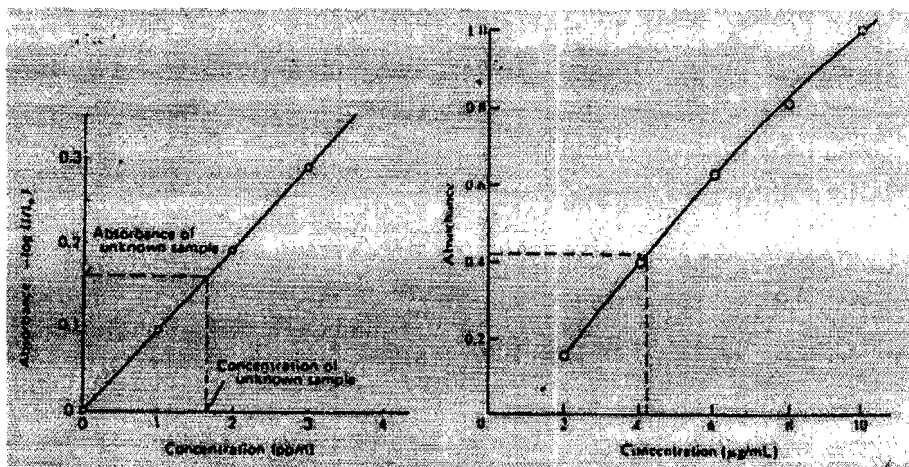
8.4.3 กรดไนตริกเข้มข้น (HNO_3)

8.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์

8.5.1 การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ

8.5.2 การสร้างกราฟมาตรฐานของโลหะหนัก

ในการตรวจวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่เราไม่ทราบค่า จะต้องทำการฟมาตรฐานความเข้มข้นของโลหะหนักชนิดนั้นๆ ก่อน โดยการเตรียมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน (ประมาณ 4-5 ความเข้มข้น) แล้วจึงวัดค่าแอมพอร์บแบนซ์ของสารละลายมาตรฐานที่เตรียมไว้แล้ว แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐานโดยพล็อตความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานกับค่าแอมพอร์บแบนซ์ จะได้กราฟมาตรฐานมีลักษณะดังภาพที่ 2 ในการเขียนกราฟอาจให้เครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณทำงานให้ พร้อมคำนวณความเข้มข้นให้ด้วย จากค่าที่วัดได้ของสารตัวอย่าง ซึ่งสะดวกมาก สิ่งสำคัญจะต้องไม่ลืมว่า calibration curve ที่ใช้ได้แค่เฉพาะการวิเคราะห์แต่ละครั้งเท่านั้น เมื่อจะวิเคราะห์ใหม่จะต้องทำใหม่ทั้งนี้เพราะพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้อาจเปลี่ยนแปลงไป



ภาพที่ 2 ลักษณะกราฟมาตรฐาน (calibration curve)

8.6 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

8.6.1 เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่วจากสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 1,000 mg/L ให้มีความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตะกั่วเป็น 0.1, 0.5, 1.0 และ 1.5 mg/L จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI ให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

8.6.2 เตรียมสารละลายมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 1,000 mg/L ให้มีความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตะกั่วเป็น 0.1, 0.5, 1.0 และ 1.5 mg/L จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI ให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

8.6.3 การเตรียมตัวอย่างน้ำก่อนวิเคราะห์

ดูรายละเอียดใน Standard Method for the Examination of Water and Wastewater

8.6.4 ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยใช้เครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายสุพลชัย ทรงกลด
วัน เดือน ปี เกิด	29 สิงหาคม 2500
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2516 – 2522 วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี พ.ศ. 2542 – 2544 แขนงวิชาเทคโนโลยีก่อสร้าง มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2539 - 2540 องค์การบริหารส่วนตำบลลิ อำเภอบุณฑน จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ.2540 - 2542 องค์การบริหารส่วนตำบลค่านาคี อำเภอพนมทอง จังหวัดร้อยเอ็ด พ.ศ. 2542 - 2547 องค์การบริหารส่วนตำบลธาตุ อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2547 - 2551 องค์การบริหารส่วนตำบลนุสูง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2551 - ปัจจุบัน เทศบาลตำบลนุสูง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ผู้อำนวยการกองช่าง (นักบริหารงานช่าง) ระดับ 7 เทศบาลตำบลนุสูง อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ โทรศัพท์ 045 - 821159