สำนักหอสมุด

อภินันทนาการ

การลดมลสารในน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์ บริเวณข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

พนิดา มิสา
ปพิชญา ศิริเมือง

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน - 5 ต.ค. 2560
เลขทะเบียน 1919832
เลขเรียกหนังสือ วร
W1991
ว558

โครงงานวิจัย เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
พฤษภาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ประกาศคุณูปการ

โครงงานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก อาจารย์ที่ปรึกษาและคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความกรุณา เอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนโครงงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ นางสาวนฤมล สิงห์กวาง นักวิทยาศาสตร์ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และนางสาวหนึ่งฤทัย เทียนทอง นักวิทยาศาสตร์ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่อนุเคราะห์คำแนะนำวิธีในการปฏิบัติการวิเคราะห์ที่ใช้ในโครงงานวิจัย และขอขอบพระคุณ นางสาว นุชนันท์ พลฤทธิ์ นิสิตปริญญาโท ที่ให้คำปรึกษาในการปฏิบัติการวิเคราะห์ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ที่ได้มาจากการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้ ผู้จัดทำของอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

ปพิชญา ศิริเมือง
พนิดา มิสา

อาจารย์ที่ปรึกษา และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาโครงงานวิจัย เรื่อง การลดมลสารในน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์ข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก)
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภิรมย์ อ่อนเส็ง)
หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
พฤษภาคม 2558

ชื่อเรื่อง	การลดมลสารในน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์ บริเวณข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ศึกษา	พนิดา มิสา, ปพิชญา ศิริเมือง
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก
ประเภทสารนิพนธ์	โครงงานวิจัย วท.บ. สาขาวิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2558
คำสำคัญ	ระบบบึงประดิษฐ์ มลสาร น้ำเสียชุมชน

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยการลดมลสารในน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์บริเวณข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ได้ทำการศึกษาระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2557 โดยมีวัตถุประสงค์ คือศึกษาถึงประสิทธิภาพในการบำบัดมลสารในน้ำทิ้งจากชุมชนของระบบบึงประดิษฐ์และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีคุณภาพน้ำภายในระบบบึงประดิษฐ์ตามระยะทางการบำบัด ระบบบึงประดิษฐ์ที่ศึกษาเป็นระบบบึงประดิษฐ์ ประเภทน้ำไหลเหนือผิวดิน (Free water surface system, FWS) ขนาด 5x100 เมตร พืชที่ใช้ในระบบคือ ธูปฤาษี ซึ่งปลูกที่ระยะ 25x25 เซนติเมตร ระบบมีระยะเวลาในการกักพักน้ำเท่ากับ 1 วัน ที่ระดับความสูงของน้ำ 50 เซนติเมตร ทำการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด ตรวจวัด คือ ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัด เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ ด้วยดัชนีวิเคราะห์คุณภาพน้ำดังนี้ Temperature, Total suspended solids, Total dissolved soilds, Settleable solids, pH, EC, DO, Salinity, BOD_5, TKN, NH_3-N, และ TCB จากผลการศึกษา พบว่าการบำบัดมลสารด้านกายภาพนั้นระบบมีประสิทธิภาพการบำบัด TSS ไม่เกิดประสิทธิภาพในการบำบัด และพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ระหว่างระยะทางของการบำบัด ระบบไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัด Settleable Solids โดยพบ Settleable solids เพิ่มสูงขึ้นตามระยะทาง เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของสาหร่าย การบำบัดมลสารด้านเคมี พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD_5 ต่ำสุดที่ระยะ 75 เมตร และสูงสุดที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัด โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ระบบมีประสิทธิภาพการบำบัด TKN เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการบำบัด NH_3-N โดยพบประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุดที่ระยะ 75 และ 25 เมตรของ การบำบัดและมีค่าไม่แตกต่างจากระยะอื่นของการบำบัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) การบำบัดมลสารด้านชีวภาพ พบประสิทธิภาพของระบบในการบำบัด TCB มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะทางของการบำบัด และพบว่าไม่มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำภายในระบบ พบ ค่า DO, TDS, EC, TSS และ BOD_5 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทางของการบำบัด ส่วนค่า BOD_5,TKN, NH_3-N และ TCB มีค่าลดลงตามระยะทางของการบำบัด ทั้งนี้จะพบว่าระบบบึงประดิษฐ์บริเวณข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรมีประสิทธิภาพในการลด TCB, NH_3-N และ TKN อย่างไรก็ตามระบบไม่สามารถลดของแข็ง คือ TSS และ Settleable solids ในน้ำเสีย

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา	2
	ขอบเขตงานวิจัย	2
	กรอบแนวคิด	3
	นิยามคำศัพท์เฉพาะ	4
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	5
	แหล่งที่มาของน้ำเสียชุมชน	5
	การปนเปื้อนของน้ำเสียชุมชน	6
	การบำบัดน้ำเสียชุมชน	8
	ระบบบึงประดิษฐ์	10
	กระบวนการบำบัดน้ำเสีย	11
	เกณฑ์มาตรฐานน้ำเสียชุมชน	11
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	16
	พื้นที่ศึกษา	16
	ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย	16
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	16
	การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่าง	17
	การวิเคราะห์ข้อมูล	18

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**ผลการวิจัย**	19
	ลักษณะของน้ำเสียที่ทำการบำบัด	19
	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำภายในระบบบึงประดิษฐ์	20
	ประสิทธิภาพของการบำบัด	23
	การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดกับเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน	28
5	**บทสรุป**	30
	สรุปผลการวิจัย	30
	อภิปรายผลการวิจัย	32
	ข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม		35
ภาคผนวก		37
อภิธานศัพท์		42
ประวัติผู้วิจัย		46

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ..... 17

2 ประสิทธิภาพการบำบัด TSS ตามระยะทางของการบำบัด..... 24

3 การเปลี่ยนแปลงค่า Settleable solids ตามระยะทางของการบำบัด..... 24

4 ประสิทธิภาพการบำบัด BOD_5 ตามระยะทางของการบำบัด..... 25

5 ประสิทธิภาพการบำบัด TKN ตามระยะทางของการบำบัด..... 26

6 ประสิทธิภาพการบำบัด NH_3-N ตามระยะทางของการบำบัด..... 26

7 ประสิทธิภาพการบำบัด TCB ตามระยะทางของการบำบัด..... 27

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ลักษณะของน้ำเสียชุมชนที่ยังไม่ผ่านการบำบัด..... 6

2 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก..... 12

3 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน..... 13

4 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาและวิธีการวิเคราะห์..... 18

5 คุณสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบึงประดิษฐ์เทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร... 19

6 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำทั่วไป..... 21

7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำด้านกายภาพ..... 22

8 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำด้านเคมีและชีวภาพ..... 23

9 ร้อยละของประสิทธิภาพการบำบัดมลสารของทั้งระบบ..... 28

10 คุณสมบัติของน้ำเสียก่อนการบำบัดด้วยระบบบึงประดิษฐ์เทียบกับมาตรฐานควบคุม การระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน..... 29

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

น้ำเป็นส่วนประกอบที่มีประโยชน์และจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปเป็นอย่างมาก ทั้งในการดำรงชีวิต การเกษตร อุตสาหกรรม และคมนาคม อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์เหล่านี้อาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ อันเนื่องมาจากการปนเปื้อนมลสารจากน้ำทิ้งที่จะส่งผลให้คุณภาพน้ำตามธรรมชาติเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพ ด้านชีวภาพ และด้านเคมี ทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลงและอาจกลายเป็นน้ำเสียได้ในที่สุด สำหรับน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนมลสารนั้นมีแหล่งที่มาแตกต่างกัน ได้แก่ น้ำเสียจากชุมชน น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และน้ำเสียจากการทำเกษตรกรรม ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาถึงการลดการปนเปื้อนมลสารในน้ำเสียจากชุมชน (Domestic wastewater) ซึ่งเป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของประชาชนที่อยู่อาศัยในชุมชน เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือน อาคาร ที่พักอาศัย โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน ร้านค้า อาคารสำนักงาน เป็นต้น น้ำเสียชุมชนนี้โดยส่วนใหญ่จะมีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (Organic matters) เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญและเป็นสาเหตุของการทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติเสื่อมโทรมลง การก่อผลกระทบของน้ำเสียจากชุมชนได้แก่ทำให้น้ำตามธรรมชาติมีสีและกลิ่นที่น่ารังเกียจ น้ำมีการปนเปื้อนมลสารและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เป็นแหล่งของเชื้อโรค อีกทั้งยังเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้นน้ำเสียเหล่านี้จึงจำเป็นต้องมีการบำบัดเพื่อเป็นการลดตัวการที่ทำให้เกิดความเป็นพิษ และเพื่อเปลี่ยนสภาพน้ำเสียให้อยู่ในสภาพที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ได้ใหม่ รวมถึงเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะมลพิษของแหล่งน้ำจากการที่น้ำอยู่ในสภาวะขาดออกซิเจนจนสิ่งมีชีวิตในน้ำไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2545)

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำภายในระบบบำบัดบึงประดิษฐ์และประสิทธิภาพในการบำบัดมลสารในน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์ โดยทำการศึกษาระบบบึงประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นเพื่อบำบัดน้ำทิ้งจากชุมชน โดยเมื่อน้ำผ่านเข้าระบบบึงประดิษฐ์น้ำเสียจะได้รับการบำบัดจากพืชน้ำจุลินทรีย์และองค์ประกอบทางธรรมชาติอื่นๆภายในระบบ และหลังจากนั้นน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะ ถูกระบายออกสู่แหล่งน้ำชุมชนต่อไปการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตั้งแต่ก่อนเข้าระบบบำบัด น้ำที่อยู่ในระยะของการบำบัด และน้ำที่ผ่านการบำบัด ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเพื่อจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้ระบบบึงประดิษฐ์ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

l.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์

2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีคุณภาพน้ำภายในระบบบึงประดิษฐ์ตามระยะทางของการบำบัด

l.3 ขอบเขตของงานวิจัย

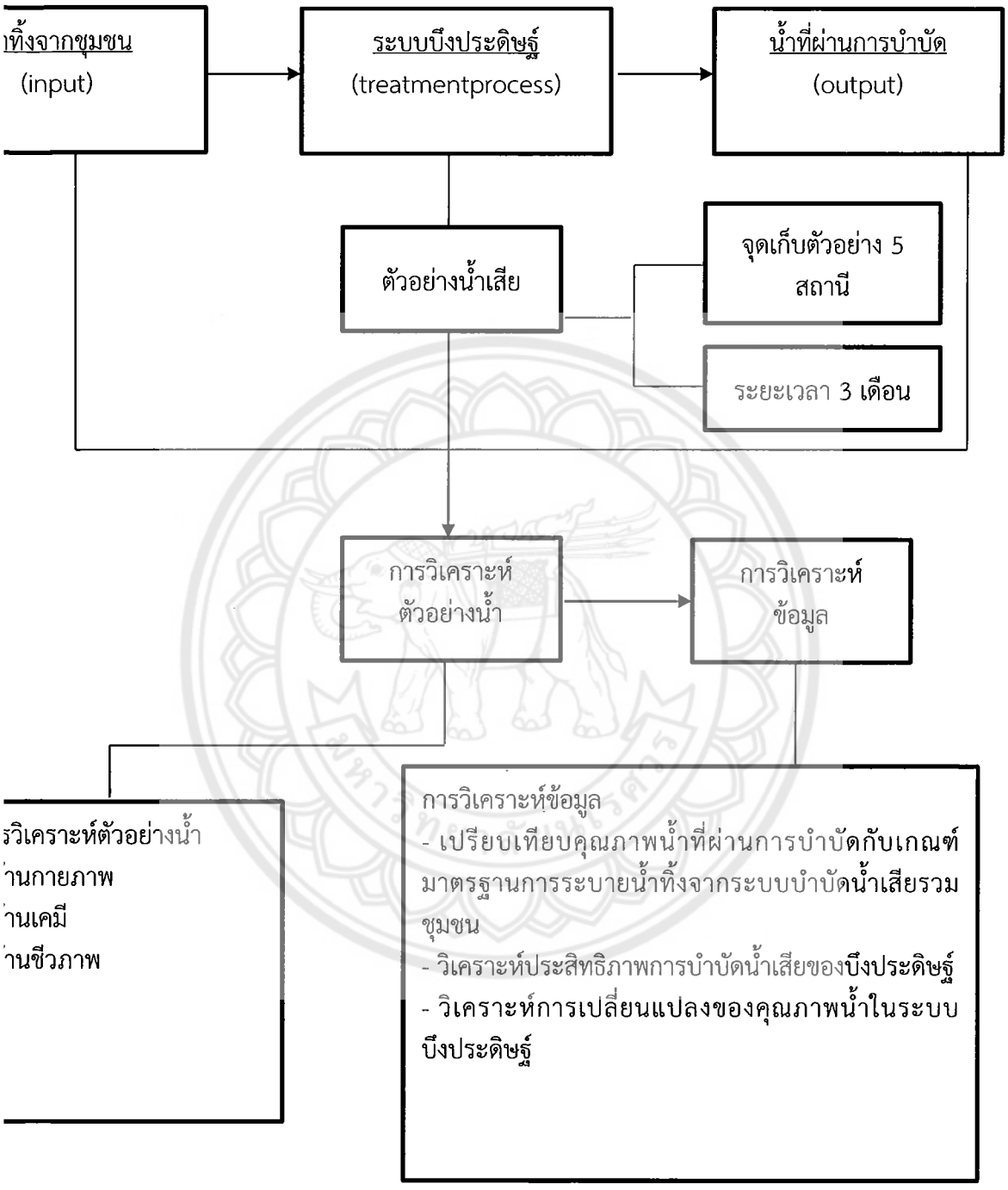
1. ขอบเขตด้านเนื้อหา คือการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบึงประดิษฐ์ในการบำบัดน้ำเสียและการปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพเมื่อผ่านเข้าสู่ระบบบำบัดบึงประดิษฐ์

2. ระบบที่ทำการศึกษาคือระบบบำบัดบึงประดิษฐ์ข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา เป็นระยะเวลา 3 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงกันยายน พ.ศ. 2557

มหาวิทยาลัยนเรศวร

.4 กรอบแนวคิด


ทิ้งจากชุมชน
(input)
ระบบบึงประดิษฐ์
(treatmentprocess)
น้ำที่ผ่านการบำบัด
(output)
ตัวอย่างน้ำเสีย
จุดเก็บตัวอย่าง 5 สถานี
ระยะเวลา 3 เดือน
การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ
การวิเคราะห์ข้อมูล
รวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ
านกายภาพ
านเคมี
านชีวภาพ
การวิเคราะห์ข้อมูล
- เปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดกับเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน
- วิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของบึงประดิษฐ์
- วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในระบบบึงประดิษฐ์

.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บึงประดิษฐ์ หมายถึงระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติ

2. น้ำเสีย หมายถึงน้ำที่มีสิ่งเจือปนต่างๆมากมายจนกระทั่งกลายเป็นน้ำที่ไม่เป็นที่ต้องการ และน่าังเกียจของคนทั่วไปไม่เหมาะสมสำหรับใช้ประโยชน์อีกต่อไปหรือถ้าปล่อยลงสู่ลำน้ำธรรมชาติก็จะทำใหุ้ณภาพน้ำของแหล่งน้ำธรรมชาติเสียหายได้

3. น้ำเสียชุมชน (Domestic wastewater) หมายถึงน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของระชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนและกิจกรรมที่เป็นอาชีพ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งกปรกทั้งหลายภายในครัวเรือนและอาคารประเภทต่างๆ เป็นต้น

.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบประสิทธิภาพการลดมลสารในน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์
2. ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีคุณภาพน้ำภายในระบบบึงประดิษฐ์
3. ได้ข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการจัดการน้ำเสียชุมชนด้วยระบบบึงประดิษฐ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียและคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบบึงประดิษฐ์ ในพื้นที่บริเวณข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลกทั้งนี้ปัจจัยที่ได้มีการนำมาพิจารณาในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ แหล่งน้ำเสียที่มาจากชุมชนและระบบที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ซึ่งมีขอบเขตในการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แหล่งที่มาของน้ำเสียชุมชน
2. การปนเปื้อนของน้ำเสียชุมชน
3. การบำบัดน้ำเสียชุมชน
4. ระบบบึงประดิษฐ์
5. กระบวนการบำบัดน้ำเสียในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลผ่านชั้นกรองอิสระ
6. เกณฑ์มาตรฐานน้ำเสียชุมชน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แหล่งที่มาของน้ำเสียชุมชน

น้ำเสียชุมชน (Domestic wastewater) คือน้ำที่ผ่านการใช้งานโดยเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ หรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน และกิจกรรมที่เป็นอาชีพซึ่งน้ำเสียเหล่านั้นยังไม่ได้ผ่านการบำบัดให้สะอาด น้ำเสียจะมีการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจนจะทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนไป และอาจก่อให้เกิดเชื้อโรคซึ่งส่งผลต่อสุขภาพของคนที่อยู่ใกล้บริเวณแหล่งน้ำเสียแหล่งกำเนิดน้ำเสียชุมชนหรือจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าน้ำโสโครก (Sewage) ได้แก่ น้ำทิ้งที่มาจากชุมชน บ้านเรือนที่พักอาศัย อาคาร ร้านค้า ภัตตาคาร โรงแรม เป็นต้น โดยน้ำเสียดังกล่าวมักจะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่นการอุปโภคบริโภค การชำระล้างร่างกาย การขับถ่าย การซักล้าง ตลอดจนการประกอบอาหาร เป็นต้น น้ำเสียนี้มักปนเปื้อนสิ่งสกปรกจำพวกสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร อุจจาระ ปัสสาวะ นอกจากนี้ยังมีผงซักฟอก สบู่ ตลอดจนจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ซึ่งอาจมีทั้งที่เป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ทั่วไป

2.2 การปนเปื้อนของน้ำเสียชุมชน

สิ่งสกปรกต่างๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำและทำให้เกิดน้ำเสียนั้น เรียกว่า มลสาร (Pollutants) และสภาพการเปลี่ยนแปลงจากภาวะน้ำดีเป็นน้ำเสีย เรียกว่า ภาวะมลพิษ (Pollution) ดังนั้นการวิเคราะห์หาลักษณะของน้ำเสียทำให้ทราบถึงมลสารที่เป็นองค์ประกอบของน้ำเสียนั้น ทั้งนี้ได้มีการแบ่งระดับการปนเปื้อนมลสารในน้ำเสียชุมชน ดังแสดงในตารางที่ 1 เพื่อให้สามารถหาวิธีการบำบัดและควบคุมได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ทั้งนี้ลักษณะของน้ำเสียมีองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

ารางที่ 1 ลักษณะของน้ำเสียชุมชนที่ยังไม่ผ่านการบำบัด

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น		
		น้อย	ปานกลาง	มาก
. ของแข็งทั้งหมด (Total solids)	mg/l	350	720	1,200
ของแข็งละลายน้ำ (Dissolved solids)	mg/l	250	500	850
ของแข็งแขวนลอย (Suspended olids)	mg/l	100	220	350
. ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable olids)	ml/l	5	10	20
. BOD (Biochemical oxygen emand)	mg/l	110	220	440
. COD (Chemical oxygen emand)	mg/l	250	500	1,000
. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total as N)	mg/l	20	40	85
อินทรีย์ไนโตรเจน (Orgenic N)	mg/l	8	15	35
แอมโมเนีย Free amonie	mg/l	12	25	50
ไนไตรท์ (Nitrites)	mg/l	0	0	0
ไนเตรท (Nitrate)	mg/l	0	0	0
. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total as P)	mg/l	4	8	15
สารอินทรีย์ (Organic)	mg/l	1	3	5
สารอนินทรีย์ (Inorganic)	mg/l	3	5	10
. คลอไรด์ (Chloride)	mg/l	30	50	100

ตารางที่ 1 ลักษณะของน้ำเสียชุมชนที่ยังไม่ผ่านการบำบัด (ต่อ)

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น		
		น้อย	ปานกลาง	มาก
8. ซัลเฟต (Sulfate)	mg/l	20	30	50
9. สภาพด่าง (Alkalinity as $CaCo_3$)	mg/l	50	100	200
10. ไขมัน (Grease)	mg/l	50	100	150
11. Total coliform	MPN/100 ml	10^6- 10^7	10^7- 10^8	10^7- 10^9

ที่มา: Metcalf & Eddy (1991)

2.2.1 สารอินทรีย์ หมายถึง สารซึ่งมาจากสิ่งมีชีวิตทั้งสัตว์และพืช มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ และอาจมีธาตุไฮโดรเจน และสารอนุพันธ์ของไฮโดรเจน-คาร์บอน เป็นองค์ประกอบรวมอยู่ด้วย ตัวอย่างของสารอินทรีย์ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันซึ่งสามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ ปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำนิยมวัดด้วยค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) ซึ่งหมายถึง ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน โดยจุลินทรีย์จะใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเพื่อการเจริญเติบโต หากมีค่า BOD สูง แสดงว่าปริมาณออกซิเจนจะถูกใช้ไปมาก และแสดงว่ามีปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำมากด้วย น้ำจึงมีความสกปรกสูง ดังนั้นการตรวจวัดค่า BOD จึงต้องกระทำภายใต้สภาวะที่เหมือนกับที่เกิดขึ้นในธรรมชาติมากที่สุด คือต้องทำการอบ (Incubate) ที่อุณหภูมิประมาณ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับน้ำทั่วไป และใช้เวลาในการอบ 5 วัน เนื่องจากเป็นระยะที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายของแบคทีเรีย หากใช้เวลาน้อยกว่านี้จะมีการใช้ออกซิเจนน้อย แต่ถ้าให้ระยะเวลานานเกินไปปฏิกิริยาย่อยสลายจะเกิดในทิศทางย้อนกลับ ทำให้ไม่ได้ค่าที่แท้จริง ดังนั้นจึงเรียกค่า BOD มาตรฐานนี้ว่า BOD_5

2.2.2 สารอนินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ ที่อาจจะไม่ทำให้น้ำเน่าเหม็น แต่อาจจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต สารอนินทรีย์ที่จำเป็นต้องได้รับการบำบัดในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ซัลไฟด์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสเป็นต้นซัลไฟด์ (Sulfide) เกิดจากปฏิกิริยา Reduction ของซัลเฟต ซึ่งพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำเสียต่างๆ ขณะที่ไนโตรเจน (Nitrogen) มีความเกี่ยวข้องกับน้ำเสียเพราะไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญในวงจรชีวิตของพืชและสัตว์ เพราะเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ดังนั้นหากมีการปล่อยน้ำเสียที่มีปริมาณไนโตรเจนมากเกินไปลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ จะทำให้พืชน้ำในแหล่งน้ำนั้นเจริญเติบโตจนเสียภาวะสมดุลทางธรรมชาติ และในที่สุดก็จะตายทับถมกัน ทำให้แหล่งน้ำนั้นเสื่อมคุณภาพลง อันจะมีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) ระบบนิเวศน์ (Ecological system) และสัตว์น้ำที่อยู่ในห่วงโซ่อาหาร (Food chain) การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไนโตรเจนค่อนข้างจะยุ่งยาก เนื่องจากสามารถอยู่ในสารประกอบต่าง ๆ ได้ถึงหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่มีออกซิเจนหรือไม่มี และขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยา

2.2.3 โลหะหนักและสารพิษอื่นๆ อาจอยู่ในรูปของสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ก็ได้ นอกจากนี้ยังสามารถสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหารจนเกิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท โครเมียม ทองแดง ปกติจะพบอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืชที่ปนมากับน้ำทิ้งจากการเกษตร

สำหรับในเขตชุมชนอาจมีสารพิษ มาจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนบางประเภท เช่น ร้านชุบโลหะ อู่ซ่อมรถ เป็นต้น

2.2.4 ไขมัน น้ำมันและกรีส (Fat oil and grease) สารประกอบนี้เกิดจากการใช้น้ำมัน ไขมัน ขี้ผึ้ง จนกระทั่งถึงน้ำมันหล่อลื่นที่ยังไม่มีกรรมวิธีในการเก็บรวบรวมน้ำมันหล่อลื่นเหล่านี้สำหรับการขนส่งและการกำจัดอย่างถูกวิธี ส่วนน้ำมันและไขมันที่เกิดจากบ้านเรือน ร้านอาหาร และภัตตาคารต่างๆ จำเป็นต้องมีการสร้างบ่อดักไขมันเพื่อกำจัดไขมันในเบื้องต้นก่อน สำหรับประเทศที่อากาศหนาว หากไม่มีการกำจัดไขมันในเบื้องต้น อาจก่อให้เกิดปัญหาท่ออุดตันและทำให้ท่อแตกได้ในที่สุด สารประกอบเหล่านี้เมื่อปนเปื้อนกับน้ำจะลอยอยู่ตามผิวน้ำ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ พร้อมทั้งกีดขวางการถ่ายเทของออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลงในที่สุด

2.2.5 ของแข็ง (Solids) หมายถึง สารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากที่ผ่านการระเหยด้วยไอน้ำและทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ตะกอนที่เกิดขึ้นมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ การตรวจวัดหาค่าของแข็งนี้จะดำเนินการทั้งในน้ำดิบที่นำมาทำน้ำประปา น้ำทิ้งจากบ้านเรือน และจากแหล่งอื่นๆ ดังนั้นการตรวจวัดค่าของแข็งจึงมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ สำหรับน้ำเสียจากแหล่งน้ำต่างๆ นั้น มักจะหาค่าของแข็งดังนี้

(1) ของแข็งตกตะกอน (Settleable solids) หมายถึง ของแข็งซึ่งจะนอนก้น เนื่องจากมีค่าความถ่วงถ่วงจำเพาะสูงกว่าน้ำเท่านั้นค่าของแข็งตกตะกอนนี้บ่งชี้ได้ถึงค่าความสกปรกของน้ำ

(2) ของแข็งทั้งหมด (Total solids) สำหรับการวิเคราะห์น้ำเสียประเภทต่าง ๆ นั้นค่าของแข็งทั้งหมดมีความสำคัญน้อยมากเพราะยากที่จะแปรผลให้ได้ค่าที่แน่นอน ดังนั้นจึงนิยมบอกค่าความสกปรกของน้ำเสียด้วยค่า BOD และ COD อย่างไรก็ตาม ค่าของแข็งทั้งหมดสามารถใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียที่มีผลต่อการตกตะกอนได้

(3) ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids) หมายถึง สารแขวนลอยในของเหลวซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการวิเคราะห์น้ำเสีย และเป็นค่าหนึ่งที่บอกถึงค่าความสกปรกของน้ำเสียนั้น.ตลอดจนบอกถึงประสิทธิภาพของขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียต่างๆ การหาค่าของแข็งแขวนลอยจึงมีความสำคัญเท่ากับค่า BOD_5

(4) กรดและด่าง (pH) การอ่านค่าความเป็นกรด-ด่างมีช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 14 โดยสารละลายที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 เรียกว่า สารละลายเป็นกรดมีค่าเท่ากับ 7 เรียกว่าสารละลายเป็นกลาง (Neutral solution) มีค่าสูงกว่า 7 เรียกว่า สารละลายเป็นด่าง น้ำที่มีคุณภาพที่ดีจะต้องมีค่า pHใกล้เคียง หรือเท่ากับ 7 แต่ในทางปฏิบัติได้กำหนดมาตรฐานค่า pH ของน้ำทิ้งอยู่ในช่วง 5-9

(5) จุลินทรีย์ ในน้ำเสียบางส่วนอาจเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคเช่น น้ำเสียที่มาจากโรงพยาบาลอาจจะมีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อนออกมา เช่น จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วงไวรัสตับอักเสบดังนั้นการบำบัดน้ำเสียก็คือการกำจัดสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ เช่น สารเคมี และจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียให้เหลือน้อยที่สุดที่จะไม่เป็นอันตรายเมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง

2.3 การบำบัดน้ำเสียชุมชน

ระบบบำบัดน้ำเสียที่เป็นที่นิยมในการใช้ในการบำบัดน้ำเสียมี 6 แบบด้วยกัน ดังนี้

2.3.1 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร (Stabilization pond) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ บ่อแอนแอโรบิค (Anaerobic pond) บ่อแฟคคัลเททีฟ (Facultative pond) บ่อแอโรบิค (Aerobic pond) และหากมีบ่อ

หลายบ่อต่อเนื่องกัน บ่อสุดท้ายจะทำหน้าที่เป็นบ่อบ่ม (Maturation pond) เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม

2.3.2 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศ (Aerated lagoon หรือ AL) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศ (Aerator) ที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอ สำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปของค่าบีโอดีได้ร้อยละ 80-95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (Aerobic bacteria) โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่ออีกด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ

2.3.3 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้เทคโนโลยีในการบำบัดสูงมีประสิทธิภาพในการบำบัดสารอินทรีย์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสของแข็งแขวนลอยและโลหะหนักได้ดีโดยอาศัยกระบวนการทางธรรมชาติผสมผสานกับการปลูกพืช เช่น กกแฝกธูปฤาษีและอ้อซึ่งมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ชุ่มน้ำ ทำให้เป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความหลากหลายทางชีวภาพ ระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์นอกจากจะใช้บำบัดน้ำเสียชุมชน น้ำเสียอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมแล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้บำบัดของเสียประเภทสิ่งปฏิกูลจากบ้านเรือนหรือชุมชน ได้อีกด้วย

2.3.4 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated sludge) เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย สามารถบำบัดได้ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม แต่การเดินระบบประเภทนี้จะมีความยุ่งยากซับซ้อน เนื่องจากจำเป็นจะต้องมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ให้เหมาะสมแก่การทำงานและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงสุด ในปัจจุบัน ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completly mix) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact stabilization process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation ditch) หรือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing batch reactor) เป็นต้น

2.3.5 ระบบบำบัดน้ำเสียคลองวนเวียน (Oxidation ditch) เป็นระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated sludge) ประเภทหนึ่งที่ใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และแบคทีเรียจะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้น ก่อนที่จะถูกแยกออกจากน้ำทิ้งโดยวิธีการตกตะกอน

2.3.6 ระบบบำบัดน้ำเสียจานหมุนแบบชีวภาพ (Rotatingbiological contactor: RBC) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพเป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพที่ให้น้ำเสียไหลผ่านตัวกลางลักษณะทรงกระบอกซึ่งวางจุ่มอยู่ในถังบำบัด ตัวกลางทรงกระบอกนี้จะหมุนอย่างช้าๆ เมื่อหมุนขึ้นพ้นน้ำและสัมผัสอากาศ จุลินทรีย์ที่อาศัยติดอยู่กับตัวกลางจะใช้ออกซิเจนจากอากาศย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่สัมผัสติดตัวกลางขึ้นมาและเมื่อหมุนจมลงก็จะนำน้ำเสียขึ้นมาบำบัดใหม่สลับกันเช่นนี้ตลอดเวลา (สุรีย์ บุญญานุพงศ์, 2551)

2.4 ระบบบึงประดิษฐ์

บึงประดิษฐ์ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ (Constructed wetlands) เป็นระบบที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติผสมผสานการปลูกพืช มีลักษณะคล้ายกับพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบต่ำ ดูแลรักษาง่ายรวมถึงไม่ต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญมากในการดูแลระบบ ซึ่งในระยะยาวแล้วจะเป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความยั่งยืน

บึงประดิษฐ์ (Constructed wetlands) ได้ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเลียนแบบบึงหรือ พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติด้วยการปลูกพืชชนิดต่างๆเช่นพืชจำพวกอ้อ กก และธูปฤาษีบนทราย กรวดหรือดิน ซึ่งใช้เป็นตัวกรอง โดยทั่วไป บึงประดิษฐ์จะมีลักษณะเป็นร่องหรือช่องแคบๆและยาว ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบึงประดิษฐ์ แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

2.4.1 บึงประดิษฐ์ที่น้ำไหลผ่านชั้นกรองอย่างอิสระ (Free water surface systems: FWS) มีลักษณะเป็นร่องน้ำหรือแอ่งที่มีการเคลือบหรือฉาบวัสดุกันน้ำที่ทำจากดินเหนียวหรือวัสดุทางด้านธรณีวิทยาอื่นๆเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำและประกอบไปด้วยดินและวัสดุตัวกรองต่างๆที่รากพืชสามารถยึดเกาะอยู่ได้ และน้ำที่ไหลอยู่เหนือผิวชั้นกรองจะมีความลึกในระดับหนึ่ง ซึ่งถ้ามีการกระจายน้ำเข้าระบบสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในระบบที่มีลักษณะแคบและยาว และมีระดับความลึกของน้ำไม่มากนัก ประกอบกับน้ำที่ไหลอย่างช้าๆ ผ่านกิ่งก้านของพืชที่แผ่กระจายอยู่ในระบบ จะเกิดการไหลของน้ำแบบไหลตามกัน (Plug-Flow) ระบบนี้เหมาะสมกับน้ำเสียที่มีภาระบีโอดีอยู่ใน ช่วง 5-100 mg/l (สมพงษ์ บุญเฟรือง, 2551)

2.4.2 บึงประดิษฐ์ที่น้ำไหลผ่านใต้ผิวชั้นกรองในแนวนอน (Subsurface flow system: SF) โดยทั่วไปประกอบด้วยร่องยาวหรือพื้นดินที่เคลือบหรือฉาบด้วยวัสดุกันน้ำไว้ด้านล่างเพื่อป้องกันการรั่วซึมของน้ำและตัวกรองเพื่อช่วยให้พืชสามารถยึดเกาะและเจริญเติบโตได้ ตัวกรองที่ใช้อาจ เป็นหินหรือหินบด (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง10-15 cm.) การที่น้ำเสียไหลผ่านด้านข้างของตัวกรองจะทำให้น้ำเสียถูกบำบัดในระหว่างสัมผัสกับผิวหน้าของตัวกรองและส่วนรากของพืชบริเวณใต้ชั้นกรองจะอิ่มตัวด้วยน้ำอยู่ตลอดเวลาซึ่งจะทำให้เกิดสภาวะไร้อากาศ (Anaerobic) ขึ้น อย่างไรก็ตามพืชยังสามารถดึงออกซิเจนเข้าไปในส่วนราก ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ชนิดใช้อากาศ (Aerobic microsites) สามารถเจริญเติบโตในส่วนรากและไรโซมของพืชได้ ระบบนี้เหมาะกับน้ำเสียที่มีภาระสารอินทรีย์ปานกลางโดยมีความเข้มข้นของบีโอดีอยู่ในช่วง 30-175 mg/l (สมพงษ์ บุญเฟรือง, 2551)

2.4.3 บึงประดิษฐ์ที่น้ำไหลใต้ผิวชั้นกรองในแนวดิ่ง (Vertical Flow: VF) มีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกันกับบึงประดิษฐ์ประเภทอื่นๆคือ ประกอบไปด้วยตัวกรองเพื่อช่วยให้พืชสามารถยึดเกาะและเจริญเติบโตได้ตัวกรองที่ใช้อาจเป็นหิน กรวด และทรายอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน น้ำเสียจะไหลผ่านชั้นกรองในแนวดิ่งโดยมีระบบการระบายน้ำอยู่ใต้ชั้นกรอง (Underdrain System) และบึงประดิษฐ์ประเภทนี้ยังมีระบบระบายอากาศ (Ventilation System) เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้มีสภาวะไร้อากาศเกิดขึ้นในส่วนรากของพืชและพื้นที่ว่างเหนือจากบริเวณผิวหน้าชั้นกรองขึ้นไปจะใช้เป็นที่สะสมกากตะกอนของเสียที่ถูกรีดน้ำออกแล้วระบบนี้สามารถบำบัดน้ำเสียที่มีภาระสารอินทรีย์สูงๆ เช่น สิ่งปฏิกูลได้โดยมีความเข้มข้นของบีโอดีที่เข้าระบบอยู่ในช่วง 500 70,000 mg/l (สมพงษ์ บุญเฟรือง, 2551)

2.5 กระบวนการบำบัดน้ำเสียในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลผ่านชั้นกรองอย่างอิสระ

เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในบึงประดิษฐ์ส่วนต้น สารอินทรีย์ส่วนหนึ่งจะตกตะกอนจมตัวลงสู่ก้นบึง และถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ส่วนสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำหรือชั้นหินและจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ระบบนี้จะได้รับออกซิเจนจากการแทรกซึมของอากาศผ่านผิวน้ำหรือชั้นหินลงมา ออกซิเจนบางส่วนจะได้จากการสังเคราะห์แสงแต่มีปริมาณไม่มากนัก สำหรับสารแขวนลอยจะถูกกรองและจมตัวอยู่ในช่วงต้นๆ ของระบบ การลดปริมาณไนโตรเจนจะเป็นไปตามกระบวนการ ไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) และ ดีไนตริฟิเคชั่น (Denitrification) ส่วนการลดปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะเกิดที่ชั้นดินส่วนพื้นบ่อ และพืชน้ำจะช่วยดูดซับฟอสฟอรัสผ่านทางรากและนำไปใช้ในการสร้างเซลล์ นอกจากนี้ระบบบึงประดิษฐ์ยังสามารถกำจัดโลหะหนัก (Heavy metal) ได้บางส่วนอีกด้วย (สุรีย์ บุญญานุพงศ์, 2551)

2.6 เกณฑ์มาตรฐานน้ำเสียชุมชน

2.6.1 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก.

กรมควบคุมมลพิษ ได้อ้างอิงข้อมูลจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดที่กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง โดยมีคุณภาพน้ำและค่ามาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 2 และ หมายความถึงอาคารดังต่อไปนี้

(1) อาคารชุดที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นห้องพักรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 500 ห้องนอนขึ้นไป

(2) โรงแรมที่มีจำนวนห้องสำหรับใช้เป็นห้องพักรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 500 ห้องนอนขึ้นไป

(3) โรงพยาบาลของทางราชการหรือสถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาลที่มีเตียงสำหรับผู้ป่วยไว้ค้างคืนรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 30 เตียง

(4) อาคารโรงเรียนราษฎร์ โรงเรียนของทางราชการสถาบันอุดมศึกษาของเอกชนหรือสถาบันอุดมศึกษาของทางราชการ ที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตร ขึ้นไป

(5) อาคารที่ทำการของทางราชการรัฐวิสาหกิจองค์การระหว่างประเทศหรือของเอกชนที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 55,000 ตารางเมตร ขึ้นไป

(6) อาคารของศูนย์การค้าหรือห้างสรรพสินค้าที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 25,000 ตารางเมตร ขึ้นไป

(7) ตลาดที่มีพื้นที่ใช้สอยรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 2,500 ตารางเมตร ขึ้นไป

(8) ภัตตาคารหรือร้านอาหารที่มีพื้นที่ให้บริการรวมกันทุกชั้นของอาคารหรือกลุ่มของอาคารตั้งแต่ 2,500 ตารางเมตร ขึ้นไป

ตารางที่ 2 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก.

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน
1. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	-	5-9
2. บีโอดี (BOD)	mg/l	ไม่เกิน 20
3. ปริมาณของแข็ง		
- ค่าสารแขวนลอย (Suspended soilds)	mg/l	ไม่เกิน 30
- ค่าตะกอนหนัก (Settleable solids)	mg/l	ไม่เกิน 0.5
- ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (Total dissolved solid)	ml/l	ไม่เกิน 500
4. ค่าซัลไฟต์ (Sulfide)	mg/l	ไม่เกิน 1.0
5. ไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN)	mg/l	ไม่เกิน 35
6. น้ำมันและไขมัน (Fat, oil and grease)	mg/	ไม่เกิน 20

ที่มา: ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดลงวันที่7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อมลงวันที่7 พฤศจิกายน 2548 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 122 ตอนที่ 125ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

2.6.2 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนกรมควบคุมมลพิษ ได้อ้างอิงข้อมูลจากประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนที่กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง โดยมีคุณภาพน้ำและค่ามาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3

ารางที่ 3 มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน

พารามิเตอร์	หน่วย	มาตรฐาน
. ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	5.5 -9.0
. บีโอดี (Biochemical oxygen emand)	mg/l	ไม่เกิน 20
. ของแข็งแขวนลอย (Suspended olids)	mg/l	ไม่เกิน 30
. น้ำมันและไขมัน (Fat, oil and rease)	mg/l	ไม่เกิน 5
.ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total hosphorus)	mg/l	ไม่เกิน 2
. ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)	mg/l	ไม่เกิน 20

มา: ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนลงวันที่ 7 เมษายน 2553 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไปเล่มที่ 127 ตอนพิเศษ 69ง วันที่ 2 มิถุนายน 2535

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษมณ ทองอินทร์ (2554) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของธูปฤาษีและกกกลมในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบไหลผ่านลำต้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental research) มีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของธูปฤาษีและกกกลม ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบไหลผ่านลำต้น (Constructed wetland) นำน้ำเสียจริงของชุมชนบ้านเว๊ะที่ปล่อยลงสู่ลำคลองบ้านนามาใช้ในการทดลอง โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของธูปฤาษีปลูกรวมกับกกกลม ที่มีระยะเวลากักพักทางชลศาสตร์ที่แตกต่างกัน โดยพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาได้แก่ ค่า BOD, SS, TKN และ TP ตลอดจน ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงค่า DO และ pH ที่ระยะเวลากักพักทางชลศาสตร์ 3, 6 และ 9 วัน ทั้งนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ในการทดสอบความแตกต่างของข้อมูลที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05ผลการวิจัย พบว่าแปลงทดลองที่มีการปลูกพืชธูปฤาษีและกกกลมนั้น มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้ดีกว่าแปลงควบคุมที่ไม่ได้ปลูกพืชทั้ง 2 ชนิด และพบว่าระยะเวลากักพักทางชลศาสตร์ที่แตกต่างกัน มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด BOD, SS, TKN และ TP โดยผลการวิเคราะห์พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า DO มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการบำบัดมลสาร พบว่าระยะเวลาการกักพักทางชลศาสตร์ 9 วัน มีค่าประสิทธิภาพการบำบัดสูงสุด กล่าวคือประสิทธิภาพการบำบัด BOD มีค่าเท่ากับ 84.88% การบำบัด SS มีค่าเท่ากับ 91.24% การบำบัด TKN มีค่าเท่ากับ 67.88% การบำบัด TP มีค่าเท่ากับ 68.86% และการเปลี่ยนแปลง DO มีค่าเท่ากับ 27.12% อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในทุกหน่วยการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จรรยา บัวบาน (2549) ได้ศึกษาถึงการบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชนครสวรรค์ราชนครินทร์ด้วยระบบบึงประดิษฐ์ และคุณภาพน้ำทิ้ง เมื่อผ่านการบำบัดด้วยระบบบึงประดิษฐ์ที่มีระยะกักพัก (Hydraulic retention time: HRT) แตกต่างกัน คือ 1 วัน 3 วัน และ 5 วัน เพื่อการกำหนดแนวทางที่เหมาะสมในการเลือกใช้ระบบบึงประดิษฐ์ในการบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized designs (CRD) จำนวน 2 ซ้ำ พบว่าในการบำบัด Total dissolved solids, Suspended solids, BOD, Oil&Grease, TKN, Sulfide, Coliform bacteria และ Fecal coliform bacteria พบประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ ในทั้ง 3 ระยะกักพัก มีค่าเฉลี่ยระหว่างร้อยละ 0.9-6.9, 15.8-46.2, 18.9-69.8, 28.3-80.5, 25.3-87.4, 4.6-39.1, 2.7-79.3 และ 4.5-83.4 ตามลำดับ และมีความเข้มข้นเฉลี่ยของ มลสารในน้ำทิ้งหลังการบำบัดระหว่าง 217.0-234.5, 2.6-5.2, 14.4-5.4, 0.1-0.5, 3.2-19.2, 4.0-2.2 mg/l 31,429.0-159,00.0 และ 25,714.3-147,00.0 MPN/100 ml ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าที่ระยะกักพัก 5 วัน มีประสิทธิภาพการบำบัดเฉลี่ยสูงสุดและมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของมลสารในน้ำที่ผ่านการบำบัดต่ำสุด ส่วนระบบที่มีระยะกักพัก 1 วัน มีประสิทธิภาพในการบำบัดต่ำสุดและความเข้มข้นของมลสารในน้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่าความเข้มข้นสูงสุด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) อย่างไรก็ตาม พบว่าน้ำที่ผ่านการบำบัด โดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ภายใต้เกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ยกเว้น Sulfide, Total coliform bacteria และ Fecal coliform bacteria ที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน ส่วนการนำระบบบึงประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้เพื่อการบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลจิตเวชนครสวรรค์ราชนครินทร์ โดยกำหนดให้ระบบมีระยะเวลาการกักพักเท่ากับ 5 วัน นั้น พบว่า ในปี พ.ศ.2555 ระบบบึงประดิษฐ์ควรมีขนาดเพื่อการรองรับน้ำเสียเท่ากับ 422.5 m^3 (84.5 m^3/day) โดยมีพื้นที่ผิวของระบบบึงประดิษฐ์คิดเป็นขนาด กว้าง 21.67 m ยาว 65.00 m สำหรับปี พ.ศ. 2560 ระบบบึงประดิษฐ์ควรมีขนาดเพื่อการรองรับน้ำเสีย เท่ากับ 625 m^3

(125 m^3/day) โดยมีพื้นผิวของระบบบึงประดิษฐ์ คิดเป็นขนาด กว้าง 26.35 m ยาว 79.06 m ทั้งนี้ความสูงของระบบควรมีค่า เท่ากับ 0.9 m ในขณะที่ความสูงของน้ำเสียในระบบ เท่ากับ 0.3 m

นิสิต จงศุภวิศาลกิจ (2552) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียชุมชนของหญ้าแฝกโดยการเปรียบเทียบรอบหมุนเวียนการบำบัด โดยงานวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียชุมชนของหญ้าแฝกสายพันธุ์สงขลา 3 โดยการเปรียบเทียบรอบหมุนเวียนการบำบัดในรอบหมุนเวียนการบำบัดที่ 1 และรอบหมุนเวียนการบำบัดที่ 2 ทำการทดลองในช่วงเดือนมกราคมถึงมิถุนายน พ.ศ. 2552 โดยน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นน้ำเสียจากชุมชนเทศบาลตำบลพนมทวน อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี ที่ไม่ผ่านกระบวนการบำบัด มีค่าความเข้มข้นของบีโอดี ฟอสฟอรัส-ฟอสเฟต และไนโตรเจนในรูปทีเคเอ็น (TKN) อยู่ในช่วง 39.0-141.3 mg/l, 1.0-3.4 mg/l และ 0.6-4.2 mg/l ตามลำดับ ในการทดลองครั้งนี้ใช้หญ้าแฝกลุ่มสายพันธุ์สงขลา 3 ที่มีอายุ 60 วัน ในรอบหมุนเวียนการบำบัดที่ 1 โดยนำต้นกล้าหญ้าแฝก ที่มีอายุ 60 วัน มาปลูกในแปลงทดลองที่กำหนดไว้ ปลูกเต็มพื้นที่ระยะห่างระหว่างลำต้น 10 cm แล้วเริ่มการศึกษาประสิทธิภาพ การบำบัดน้ำเสียของหญ้าแฝกจนครบ 12 รอบบำบัดและในรอบหมุนเวียนการบำบัดที่ 2 โดยใช้หญ้าแฝกจากรอบหมุนเวียนการบำบัดที่ 1 ที่บำบัดครบรอบการบำบัด 12 รอบแล้ว ทำการตัดลำต้นหญ้าแฝกให้มีระดับความสูง 20 cm จากนั้นจึงเริ่มทำการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในรอบบำบัดที่ 13 ต่อไป จนครบ 12 รอบบำบัดผลการวิจัยพบว่าหญ้าแฝกในรอบหมุนเวียนการบำบัดที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัด BOD, $P\text{-}PO_4^{3-}$ และ TKN คือ ร้อยละ 98.63, 52.94 และ 72.73 ตามลำดับ รองลงมาคือหญ้าแฝกรอบหมุนเวียนการบำบัดที่ 1 มีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD, $P\text{-}PO_4^{3-}$ และ TKN สูงสุดที่ร้อยละ 87.87, 46.67 และ 66.67 ตามลำดับและเมื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% พบว่า ประสิทธิภาพในการบำบัด BOD, $P\text{-}PO_4^{3-}$ และ TKN ของหญ้าแฝกในรอบหมุนเวียนการบำบัดที่ 1 และรอบหมุนเวียนการบำบัดที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือระบบบึงประดิษฐ์ ข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ลักษณะของระบบบึงประดิษฐ์เป็นระบบบึงประดิษฐ์ประเภทน้ำไหลเหนือผิวดินหรือน้ำไหลท่วมผิวชั้นกรองอย่างอิสระ (Free watersurface system: FWS) มีขนาดกว้าง 5x100 m โดยพืชที่ปลูกในระบบ คือ ธูปฤาษี *(Typhangustifolia* L.) ซึ่งทำการปลูกที่ระยะ 25x25 cm ระบบทำหน้าที่บำบัดมลสารในน้ำทิ้งจากชุมชนโดยรอบมหาวิทยาลัย น้ำทิ้งบางส่วนจากมหาวิทยาลัยและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลที่ระบายลงสู่คลองข้างมหาวิทยาลัยเวลาการสูบน้ำเข้าสู่ระบบคือ 8.00-12.00 น. และ 13.00-17.00 น. ระยะเวลาในการกักพักของน้ำภายในระบบเท่ากับ 1 วันความสูงของน้ำที่กักพักในระบบเท่ากับ 50 cm

3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรต้น

ระบบบึงประดิษฐ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย โดยใช้ระบบบึงประดิษฐ์ที่น้ำไหลท่วมผิวชั้นกรองอย่างอิสระ (Free water surface systems: FWS)

2. ตัวแปรตาม

คุณภาพน้ำเสียที่ผ่านการบำบัด ซึ่งบ่งชี้ด้วยดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ ทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ด้านกายภาพ ด้านเคมี ด้านชีวภาพ

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อปฐมภูมิ

ทำการเก็บข้อมูลปฐมภูมิในภาคสนามได้แก่ ข้อมูลที่ตั้ง จำนวน ประเภทของระบบบึงประดิษฐ์ โดยทำการสำรวจพื้นที่เพื่อนำมาสร้างข้อมูลและที่ตั้งของระบบบึงประดิษฐ์และรวบรวมข้อมูลการดำเนินระบบเพื่อการปรับปรุงคุณภาพน้ำในระบบบึงประดิษฐ์ โดยมีการสอบถามข้อมูลจากผู้ดูแลระบบบึงประดิษฐ์

2. ข้อมูลทุติยภูมิ

เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น เกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนรวม เป็นต้น

3.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง (Grab sampling) จากสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำทั้งหมด 5 จุด โดยกำหนดที่ทุกระยะ 25 เมตร ของการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ (ภาพที่ 1)

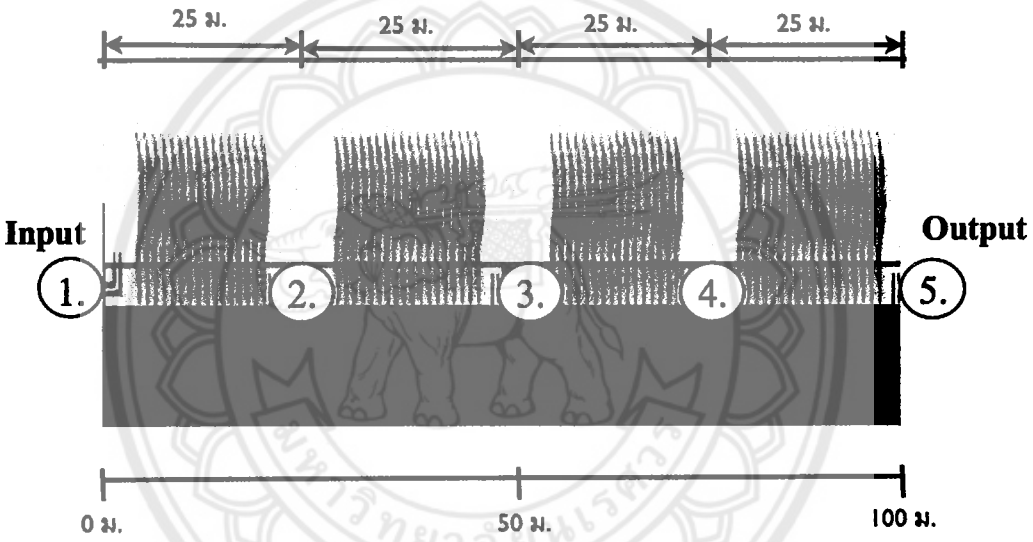
สถานีที่ 1 คือ ระยะ 0 เมตร ของการบำบัด หรือจุดน้ำเข้าสู่ระบบบำบัด (Input)

สถานีที่ 2 คือ ระยะ 25 เมตร ของการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์

สถานีที่ 3 คือ ระยะ 50 เมตร ของการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์

สถานีที่ 4 คือ ระยะ 75 เมตร ของของการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์

สถานีที่ 3 คือ ระยะ 100 เมตร ของการบำบัดหรือจุดระบายน้ำที่ผ่านการบำบัดของระบบ (Output)



ภาพที่ 1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำตั้งแต่เดือน กันยายน ถึง ตุลาคม พ.ศ.2557 เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 3 เดือน โดยเก็บตัวอย่าง เดือนละ 1 ครั้ง นำตัวอย่างน้ำที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ค่าคุณภาพน้ำทั้ง 3 ด้าน คือกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยมีดัชนีที่ทำการวิเคราะห์และวิธีการวิเคราะห์ดังแสดงใน ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ดัชนีคุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาและวิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	หน่วย	เครื่องมือ/วิธีการวิเคราะห์
1. ดัชนีคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ		
1.1 อุณหภูมิ (Temperature)	°C	วัดด้วยเครื่องมือวัดภาคสนาม (Mutiprobe system)
1.2 สารแขวนลอยทั้งหมด (Total suspended solids)	mg/l	Gravimetric method dried at 103-105 °C
1.3 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solids)	mg/l	วัดด้วยเครื่องมือวัดภาคสนาม (Mutiprobe system)
1.4 ตะกอนหนัก (Settleable solids)	ml/l	Imhoff cone
2. ดัชนีคุณภาพน้ำทางด้านเคมี		
2.1 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	–	วัดด้วยเครื่องมือวัดภาคสนาม (Mutiprobe system)
2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)	µs/cm	วัดด้วยเครื่องมือวัดภาคสนาม (Mutiprobe system)
2.3 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	mg/l	วัดด้วยเครื่องมือวัดภาคสนาม (Mutiprobe system)
2.4 ค่าความเค็ม (salinity)	ppt	วัดด้วยเครื่องมือวัดภาคสนาม (Mutiprobe system)
2.5 ค่าบีโอดี (BOD)	mg/l	Azidemodification method
2.6 ค่าเจลดาลน์ไนโตรเจนหรือค่าทีเคเอ็น (Kjeldahl nitrogen)	mg/l	Total kjedahl method
2.7 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (Ammonia nitrogen	mg/l	Distillationand titration method
3. ดัชนีคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ		
3.1โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total coliform bacteria)	MPN/100ml	Multiple-tube fermentation technique (MPN Test)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพในการลดมลสารในน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์

2. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีคุณภาพน้ำและประสิทธิภาพการบำบัดและวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วย F-test ระหว่างระยะทางของการบำบัด

3. เปรียบเทียบค่าดัชนีคุณภาพน้ำของน้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบบึงประดิษฐ์กับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารและมาตรฐานน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียและน้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบบึงประดิษฐ์ข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการลดมลสารในน้ำเสียของระบบบึงประดิษฐ์ และเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำภายในระบบบึงประดิษฐ์ มีรายละเอียดผลการศึกษา ดังนี้

4.1 ลักษณะของน้ำเสียที่ทำการบำบัด

น้ำเสียที่ทำการบำบัด เป็นน้ำเสียที่มาจากน้ำทิ้งจากชุมชนโดยรอบมหาวิทยาลัย น้ำทิ้งบางส่วนจากมหาวิทยาลัยและน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ระบายลงสู่คลองข้างมหาวิทยาลัยนเรศวร ผลการวิเคราะห์พบว่า น้ำเสียก่อนการบำบัดมีค่า pH, DO, Temp, TSS, TDS, Settleable solids, EC, Salinity, BOD_5, TKN, NH_3-N และ TCB เท่ากับ 7.44-7.49, 1.60-2.93 mg/l, 29.00-29.16 °C, 12-27 mg/l, 226-323 mg/l, 0.00 ml/l, 375-536 µs/cm, 0.16-0.24 ppt, 9.6-27.75 mg/l, 0.48-16.35 mg/l, 0.28-6.90 mg/l, 90,000-2,400,000 MPN/100ml ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ทั้งนี้พบว่า ค่า pH, DO, Temp, TSS, TDS, Settleable Solids, EC, Salinity, BOD_5, TKN, NH_3-N และ TCB มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบึงประดิษฐ์เทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าเฉลี่ย	ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก.
pH	-	7.46	5-9
DO	mg/l	2.07	-
Temp	°C	29.06	-
TSS	mg/l	19.33	ไม่เกิน 30
TDS	mg/l	289	ไม่เกิน 500
Settleable solids	ml/l	0.00	ไม่เกิน 0.5
EC	µs/cm	479	-
Salinity	ppt	0.21	-
BOD_5	mg/l	16.35	ไม่เกิน 20
TKN	mg/l	6.00	ไม่เกิน 35
NH_3-N	mg/l	2.71	-
TCB	MPN/100 ml	960,000	-

4.2 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำภายในระบบบึงประดิษฐ์

จากการติดตามตรวจสอบโดยการแบ่งคุณภาพน้ำเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ ค่าของคุณภาพน้ำทั่วไปและคุณภาพน้ำจากการปนเปื้อนมลสารทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพและทำศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแต่ละด้านเทียบกับระยะทางของการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ มีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ ดังนี้

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงของค่าคุณภาพน้ำทั่วไป

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่า DO ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่าง 1.60-2.93, 1.23-2.75, 1.08-5.00, 2.48-4.29 และ 1.08-3.68 mg/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง 1.88-3.52 mg/l และ พบค่า DO เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 0 เมตร ของการบำบัด หรือจุดรับน้ำเข้าสู่ระบบ ค่า DO เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัด (ตารางที่ 6) ทั้งนี้พบว่าค่า DO เฉลี่ยในแต่ละระยะของการบำบัด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05

ค่า EC ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่าง 375-536, 338-482, 268-459, 297-484 และ 379-483 µs/cm ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง 355-479 µs/cm และ พบค่า EC เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัดค่า EC เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 0 เมตร ของการบำบัดหรือจุดที่น้ำเข้าสู่ระบบบำบัด (ตารางที่ 6) ทั้งนี้พบว่าค่า EC เฉลี่ยในแต่ละระยะของการบำบัด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05

ค่า pH ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัด มีค่าระหว่าง 7.44-7.49, 7.28-7.37, 7.20-7.38, 7.24-7.64 และ 7.14-7.62 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง 7.30-7.46 และ พบค่า pH เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 100 เมตร ของการบำบัด ค่า pH เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 0 เมตร ของการบำบัด หรือตำแหน่งที่น้ำเข้าสู่ระบบบำบัด (ตารางที่ 6) ทั้งนี้พบว่าค่า pH เฉลี่ยในแต่ละระยะของการบำบัด มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05

ค่า Temperature ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่าง 29.00-29.16, 28.07-28.60, 27.68-28.60, 27.74-28.64 และ 27.62-29.38 °C ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง 28.03-29.06°C และ พบค่า Temperature เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัด ค่า Temperature เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 0 เมตร ของการบำบัดหรือตำแหน่งที่น้ำเข้าสู่ระบบบำบัด (ตารางที่ 6) ทั้งนี้พบว่า ค่า Temperature เฉลี่ยในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของค่าคุณภาพน้ำทั่วไป

พารามิเตอร์	หน่วย	ระยะการบำบัด (เมตร)					
		0 (Input)	25	50	75	100 (Output)	*p*-value
DO	mg/l	2.07	2.13	3.30	3.53	2.25	0.46
pH	mg/l	7.46	7.33	7.31	7.37	7.30	0.48
EC	µs/cm	479.00	422.67	355.00	364.67	428.33	0.41
Temp	°C	29.06	28.27	28.03	28.14	28.25	0.26

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำด้านกายภาพ

จากผลการวิเคราะห์ พบว่าค่า TSS ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่าง 12-27, 17-24, 15-29, 8-53 และ 18-42 mg/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง 19.33.33-26.00 mg/l และจะพบค่า TSS เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 0 และ 25 เมตร ของการบำบัด ค่า TSS เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 100 เมตร ของการบำบัด (ตารางที่ 7) ทั้งนี้พบว่าค่า TSS ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ค่า Setleable solids ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่า 0.00-0.00, 0.60-1.50, 0.65-3.50, 0.05-1.85 และ 0.30-2.10 ml/l ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง 0.00-1.67ml/l และ พบค่า Setleable solids เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 0 เมตร ของการบำบัด หรือตำแหน่งที่น้ำเข้าสู่ระบบบำบัด ค่า Setleable solids เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 50 เมตรของการบำบัด (ตารางที่ 7) ทั้งนี้ พบว่าค่า Setleable solids ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ค่า TDS ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่าง 226-323, 206-296, 166-284, 153-297 และ 261-298 mg/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะทางของการบำบัดระหว่าง 213-289 mg/l และ พบค่า TDS เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัด ค่า TDS เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 0 เมตร ของการบำบัด หรือตำแหน่งที่น้ำเข้าสู่ระบบบำบัด (ตารางที่ 7) ทั้งนี้ พบว่าค่า TDS ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ค่า Salinity ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่าง 0.16-0.24, 0.16-0.22, 0.15-0.22, 0.11-0.18 และ 0.16-0.22 ppt ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะทางของการบำบัดระหว่าง 0.16-0.21 ppt และพบค่า Salinity เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 75 เมตรของการบำบัด ค่า Salinity เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 0 เมตร ของการบำบัด หรือตำแหน่งที่น้ำเข้าสู่ระบบ (ตารางที่ 7) ทั้งนี้ พบว่าค่า Salinity ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำด้านกายภาพ

พารามิเตอร์	หน่วย	ระยะทางการบำบัด (ม.)					
		0 (Input)	25	50	75	100 (Output)	*p*-value
TSS	mg/l	19.33	19.33	24.33	23.00	26.00	0.80
Setleable solids	ml/l	0.00	0.95	1.67	0.67	1.25	0.09
TDS	mg/l	289	259	219	213	279	0.80
Salinity	ppt	0.21	0.19	0.18	0.16	0.19	0.49

4.2.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำด้านเคมี

จากผลการวิเคราะห์ พบว่าค่า BOD_5 ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่าง 9.60-27.75, 7.50-13., 4.50-9.60, 6.80-23.25 และ 6.00-13.50 mg/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง 8.50-16.35 mg/l และพบค่า BOD_5 เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 100 เมตร ของการบำบัด ค่า BOD_5 เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 0 เมตร ของการบำบัด หรือจุดรับน้ำเข้าระบบ (ตารางที่ 8) ทั้งนี้ พบว่าค่า BOD_5 ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ค่า TKN ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตรของการบำบัดมีค่าระหว่าง 0.48-16.35, 0.34-14.17, 0.51-11.79, 0.34-12.04 และ 0.45-15.20 mg/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง 4.40-6.00 mg/l และพบค่าTKN เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 50 และ 75 เมตร ของการบำบัด ค่า TKN เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 0 เมตร ของการบำบัด หรือตำแหน่งที่น้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัด (ตารางที่ 8) ทั้งนี้ พบว่าค่า TKN ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ค่า NH_3-N ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่าง 0.28-6.90, 0.25-2.91, 0.25-4.31, 0.22-6.44 และ 0.25-6.64 mg/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง 1.31-2.71 mg/l และพบค่า NH_3-N เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 25 เมตรของการบำบัด ค่า NH_3-N เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 0 เมตร ของการบำบัด หรือตำแหน่งที่น้ำเสียเข้าสู่ระบบ(ตารางที่ 8) ทั้งนี้ พบว่าค่า NH_3-N ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

4.2.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำด้านชีวภาพ

ค่า TCB ที่ระยะ 0, 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่าง 90,000-2,400,000, 30,000-150,000, 90,000-110,000, 40,000-90,000, 30,000-430,000 MPN/100 ml ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง 56,666.7-163,333.3 MPN/100 mlและพบค่า TCB เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัดหรือจุดระบายน้ำที่ผ่านการบำบัด ค่า TCB เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 100 เมตร ของการบำบัด หรือตำแหน่งที่น้ำเข้าสู่ระบบ (ตารางที่ 8) ทั้งนี้ พบว่าค่า TCB ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำด้านเคมีและชีวภาพ

พารามิเตอร์	หน่วย	ระยะทางการบำบัด (เมตร)					*p*-value
		0 (Input)	25	50	75	100 (Output)	
BOD_5	mg/l	16.35	9.60	7.90	12.28	8.50	0.50
TKN	mg/l	6.00	5.20	4.40	4.40	5.40	0.95
NH_3-N	mg/l	2.71	1.31	1.75	2.41	2.43	0.94
TCB	MPN/10 ml	960,000.0	70,000.0	103,333.3	56,666.7	163,333.3	0.33

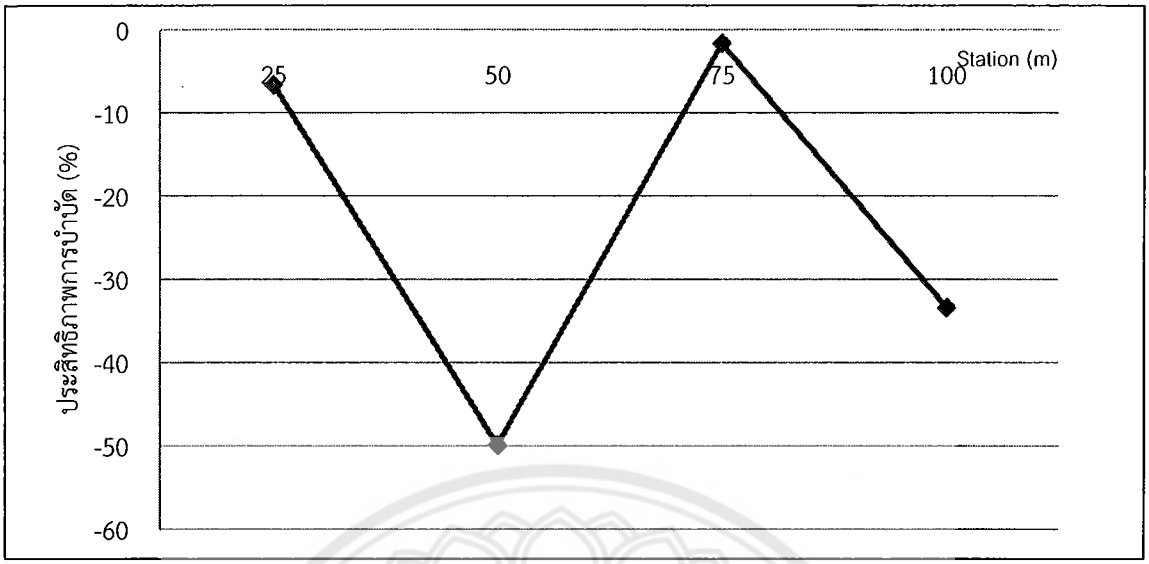
4.3 ประสิทธิภาพการบำบัด

4.3.1. ประสิทธิภาพการบำบัดตามระยะทางของการบำบัด

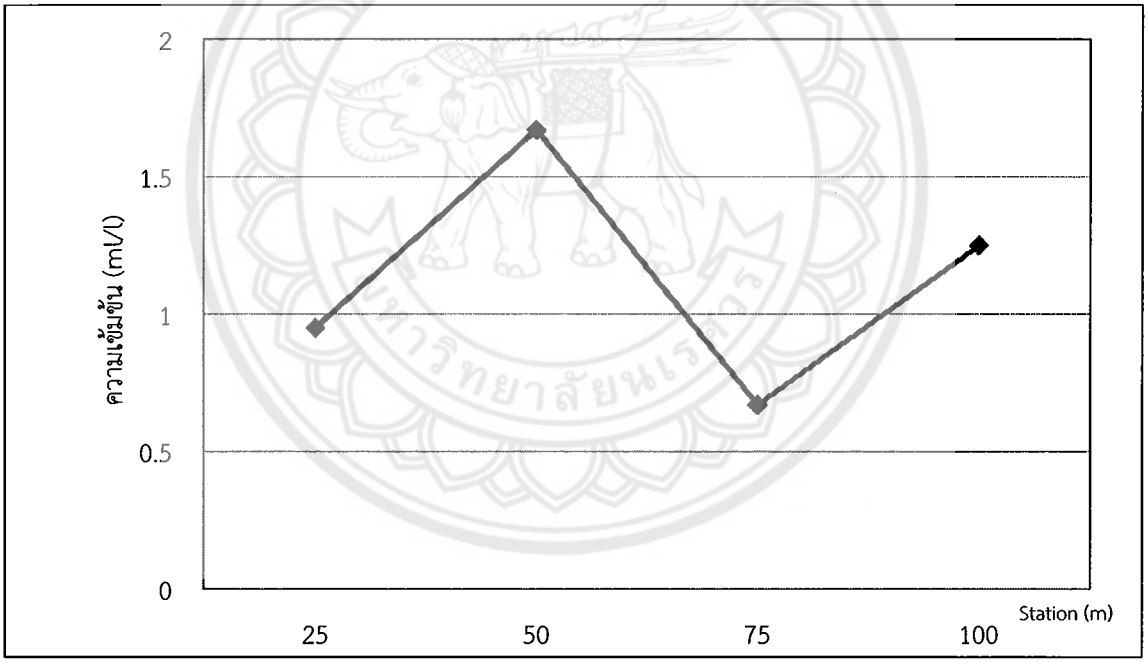
1. ประสิทธิภาพการบำบัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ

ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำทางกายภาพตามระยะทางของการบำบัด พบว่าประสิทธิภาพของการบำบัด TSS ที่ระยะ 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่างร้อยละ (-41.67).-11.11, (-141.67)-44.44, (-96.30)-57.63 และ (-55-56)-5.26 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการบำบัด TSS ของแต่ละระยะของการบำบัด ระหว่างร้อยละ (-49.95)-(-1.69) และพบประสิทธิภาพการบำบัด TSS เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัด ประสิทธิภาพการบำบัด TSS เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัด (ภาพที่ 2) ทั้งนี้ พบว่าค่า TSS ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ค่า Settleable solids ที่ระยะ 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นระหว่าง 0.60-1.50, 0.65-3.50, 0.05-1.85 และ 0.30-2.10 ml/l ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงของค่า Settleable solids หรือมีค่าเฉลี่ยของการเพิ่มขึ้นของค่าSettleable solids ในแต่ละระยะทางของการบำบัดระหว่าง 0.67-1.67 ml/l และพบค่า Settleable solids เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัด และพบค่า Settleable solids สูงสุดที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัด (ภาพที่ 3) ทั้งนี้ พบว่าค่า Settleable solids ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05



ภาพที่ 2 ประสิทธิภาพการบำบัด TSS ตามระยะทางของการบำบัด



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า Settleable solids ตามระยะทางของการบำบัด

1719832

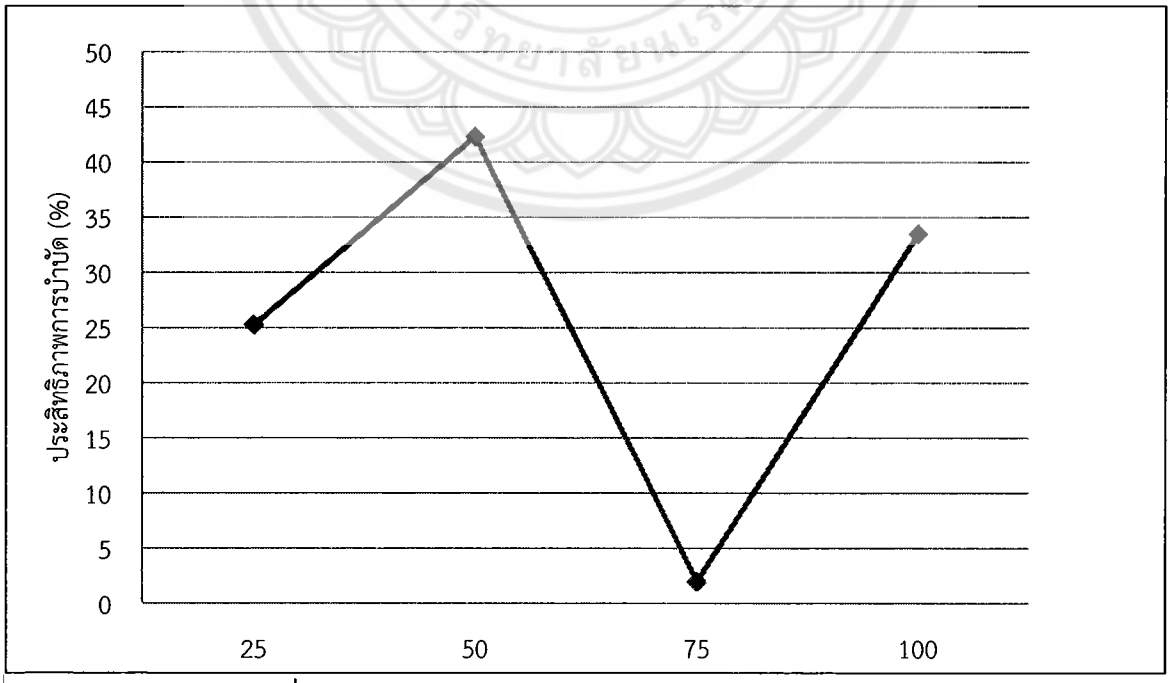
สำนักหอสมุด
5 ธ.ค. 2560
ว ว
พ 1909
2556

2. ประสิทธิภาพการบำบัดคุณภาพน้ำทางเคมี

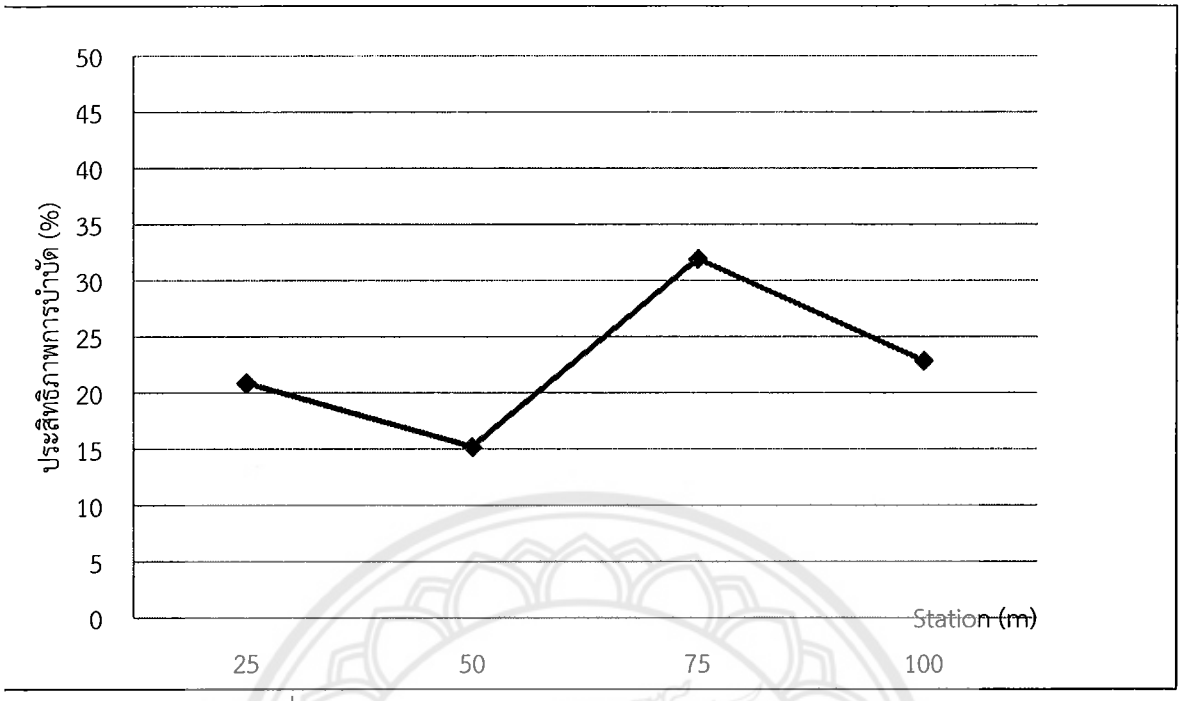
ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำทางเคมีตามระยะทางของการบำบัด พบว่าประสิทธิภาพการบำบัด BOD_5 ที่ระยะ 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่างร้อยละ (-17.95)-72.97, 0.00-65.41, (-98.72)-75.50 และ (-15.38)-78.38 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการบำบัด BOD_5 ในแต่ละระยะของการบำบัดระหว่างร้อยละ 1.98-42.31 และพบประสิทธิภาพการบำบัด BOD_5 เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัด ค่า BOD_5 เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัด (ภาพที่ 4) ทั้งนี้ พบว่าประสิทธิภาพการบำบัด BOD_5 ในแต่ละระยะของการบำบัดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ประสิทธิภาพการบำบัด TKN ที่ระยะ 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่างร้อยละ 13.33-29.41, (-6.72)-27.89, 26.36-40.00 และ 5.88-55.56 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการบำบัด TKN ในแต่ละระยะทางของการบำบัดระหว่างร้อยละ 15.20-31.92 และพบค่าประสิทธิภาพของการบำบัด TKN เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัด ค่าประสิทธิภาพการบำบัด TKN เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัด (ภาพที่ 5) ทั้งนี้ พบว่าประสิทธิภาพการบำบัด TKN เฉลี่ยในแต่ละระยะของการบำบัดไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

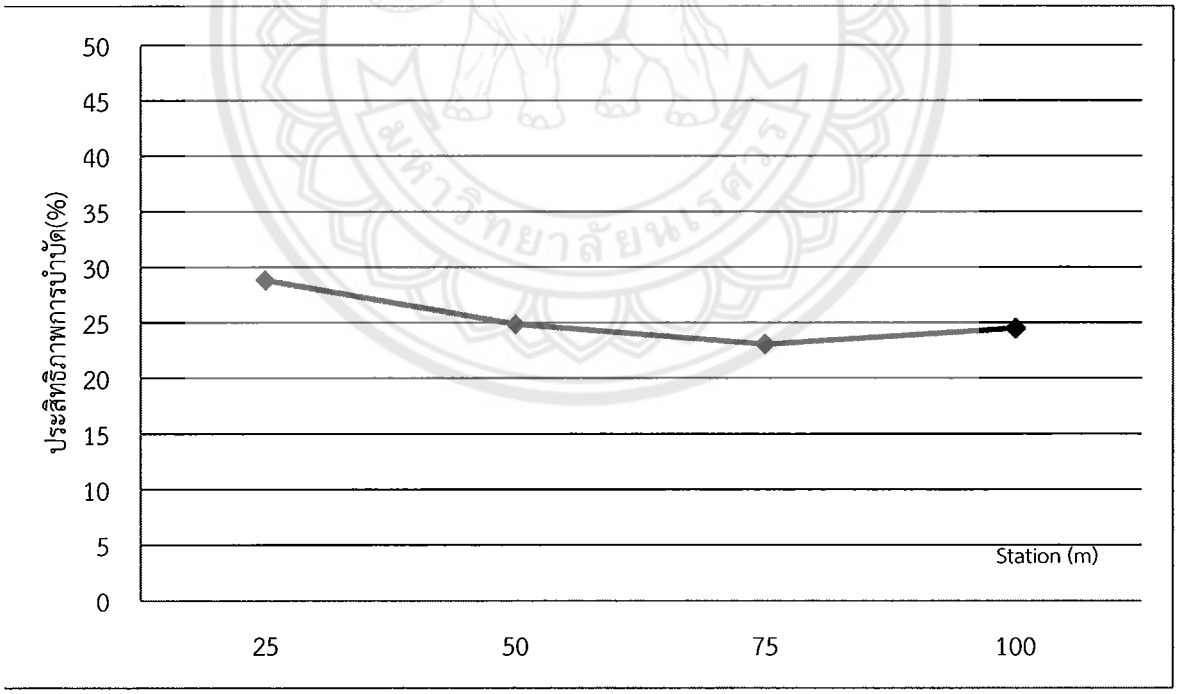
ประสิทธิภาพการบำบัด NH_3-N ที่ระยะ 25, 50, 75 และ 100 เมตรของการบำบัดมีค่าระหว่างร้อยละ 10.71-57.70 ,10.71-37.35, 6.67-41.05 และ 3.77-58.95 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการบำบัดในแต่ละระยะทางของการบำบัดระหว่างร้อยละ 23.05-28.81 และพบประสิทธิภาพการบำบัด NH_3-N เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัด และสูงสุดที่ระยะ 25 เมตร ของการบำบัด (ภาพที่ 6) ทั้งนี้ พบว่าประสิทธิภาพการบำบัด ค่า NH_3-N ในแต่ละระยะของการบำบัดไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05



ภาพที่ 4 ประสิทธิภาพการบำบัด BOD_5 ตามระยะทางของการบำบัด



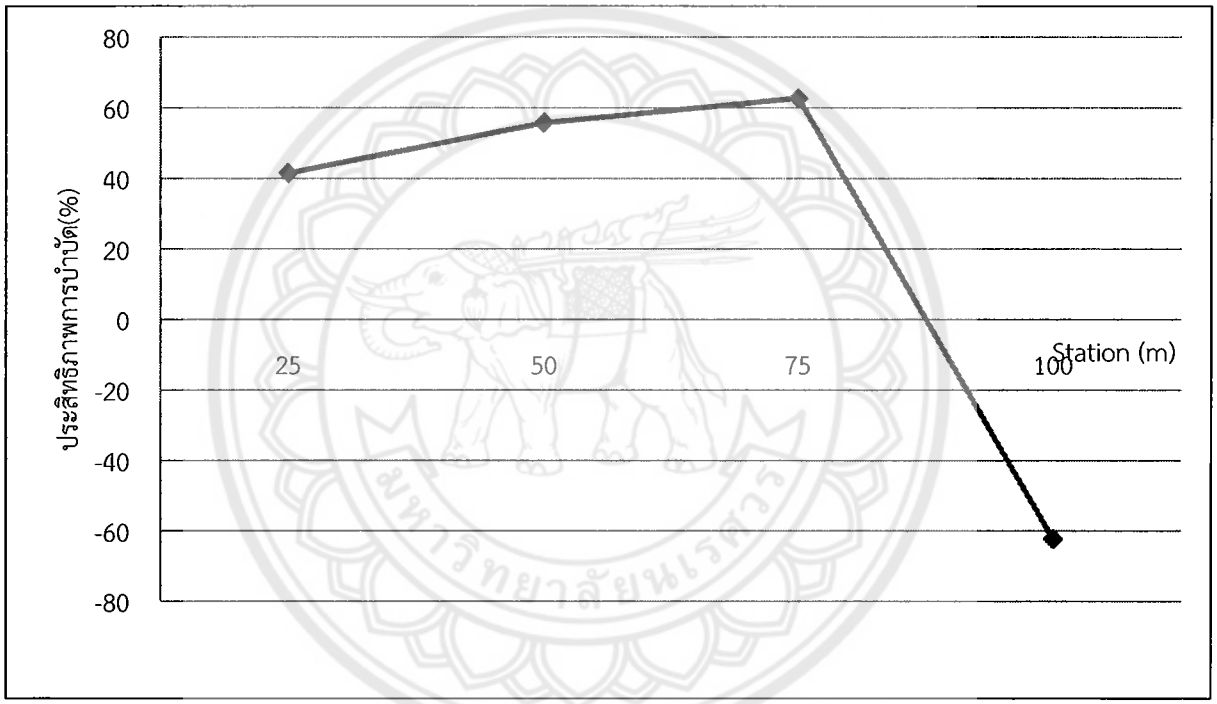
ภาพที่ 5 ประสิทธิภาพการบำบัด TKN ตามระยะทางของการบำบัด



ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพการบำบัด NH_3-N ตามระยะทางของการบำบัด

3. ประสิทธิภาพการบำบัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพในการบำบัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพตามระยะทางของการบำบัด พบว่า ประสิทธิภาพการบำบัด TCB ที่ระยะ 25, 50, 75 และ 100 เมตร ของการบำบัดมีค่าระหว่างร้อยละ (-66.67)-98.75, 0.00-95.42, 0.00-98.33 และ (-141.7)-98.75 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของแต่ละระยะของการบำบัดระหว่าง (-62.24)-62.69 และพบค่า TCB เฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัด ค่า TCB เฉลี่ยสูงสุดที่ระยะ 25 เมตร ของการบำบัด (ภาพที่ 7) ทั้งนี้ พบว่าประสิทธิภาพการบำบัด TCB ในแต่ละระยะของการบำบัดไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05



ภาพที่ 7 ประสิทธิภาพการบำบัด TCB ตามระยะทางของการบำบัด

4.3.2. ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ

ผลการศึกษาพบว่า ระบบไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัด ดัชนีคุณภาพน้ำทางกายภาพทั้งค่า TSS และ Settleable solids อย่างไรก็ตามพบว่า ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัด ดัชนีคุณภาพน้ำทางด้านเคมี ได้แก่ BOD_5, TKN และ NH_3-N ระหว่างร้อยละ (-15.38)-78.38, 5.88-55.56 และ 3.77-10.71 ตามลำดับ และระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัดดัชนีคุณภาพน้ำด้านชีวภาพ ได้แก่ TCB ระหว่างร้อยละ (-141.70)-98.75 (ตารางที่ 9)

ารางที่ 9 ร้อยละของประสิทธิภาพการบำบัดมลสารของทั้งระบบ

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย
TSS	-33.43
Settleable solids	0.00
BOD	33.50
TKN	22.82
NH_3-N	24.48
TCB	-62.24

.4 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจาก ระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน

ผลการตรวจวิเคราะห์พบค่าดัชนีคุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่า pH, DO, Temp, TSS, TDS, ettleable solids, EC, Salinity, BOD_5, TKN, NH_3-N และ TCB เท่ากับ 7.33-7.46, 1.89-3.52 mg/l, 3.03-29.06°C, 17.33-25.67 mg/l, 210-290 mg/l, 0.00-1.67 ml/l, 0.21-0.30 µs/cm, 0.14-0.21 ppt, 30-17.35 mg/l, 0.67-1.67 mg/l, 1.31-2.70 mg/l และ 32000.0-106666.6 MPN/100 ml ตามลำดับ นี้พบว่า เมื่อเทียบกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนทั้งนี้พบว่า ค่า pH, OD และ TSS มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน ารางที่ 10)

ารางที่ 10 คุณสมบัติของน้ำเสียผ่านการบำบัดด้วยระบบบึงประดิษฐ์เทียบกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่าเฉลี่ย	มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน
H	-	7.30	5.5-9.0
O	mg/l	2.25	-
emp	°C	28.25	-
SS	mg/l	26.00	ไม่เกิน 30
DS	mg/l	279	-
ettleable solids	ml /l	1.25	-
C	µs/cm	428.33	-
alinity	ppt	0.19	-
OD_5	mg/l	8.50	ไม่เกิน 20
KN	mg/l	5.40	-
H_3-N	mg/l	2.70	-
CB	MPN/100ml	32,000	-

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 คุณสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบบำบัด

ระบบบึงประดิษฐ์ที่ศึกษารับน้ำเสียที่มาจากชุมชนบริเวณรอบๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากโรงพยาบาล จากการตรวจวิเคราะห์พบว่าน้ำเสียก่อนการบำบัด เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. ที่มีการกำหนดค่ามาตรฐาน pH, TDS, Settleable solids, BOD_5, TKN พบว่า ค่า pH มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. ที่กำหนดค่าระหว่าง 5-9 ทั้งนี้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พบว่า pH มีค่าเป็น กลางถึงเบสเล็กน้อย ซึ่งค่า pH โดยทั่วไปแล้วจะขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและสภาพแวดล้อม นอกจากนี้แล้ว สิ่งมีชีวิตในน้ำสามารถทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเปลี่ยนแปลงได้ (ประเทือง เชาว์วันกลาง, 2534) ทั้งนี้ค่า pH มีการผันแปรในช่วงแคบๆ และไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างระยะทางของการบำบัด ($p>0.05$)

ค่า TSS ของน้ำเสียก่อนการบำบัด มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 30 mg/l ซึ่งค่า TSS นั้นมีประโยชน์มากในการวิเคราะห์น้ำเสีย โดยใช้บ่งบอกความสกปรกในน้ำเสียและยังบอกถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้อีกด้วย ค่า TDS ของน้ำเสียก่อนการบำบัด มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 500 mg/l ทั้งนี้ ค่า TDS บ่งบอกถึงปริมาณรวมของแร่ธาตุต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ ถ้าน้ำมีค่า TDS สูง แสดงว่า น้ำมีแร่ธาตุปนเปื้อนอยู่มาก แต่ถ้าน้ำมีค่า TDS ต่ำแสดงถึงมีการปนเปื้อนอยู่น้อย หรือมีความบริสุทธิ์สูง ค่า Settleable solids ของน้ำเสียก่อนการบำบัด มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. ที่กำหนดให้ไม่เกิน 0.5 mg/l ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์บ่งชี้ว่า ในน้ำเสียมีการปนเปื้อนของตะกอนหนักน้อยมากจนถึงไม่มีเลย ค่า BOD_5 ของน้ำเสียก่อนการบำบัด อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 20 mg/l อย่างไรก็ตามพบว่า ค่า BOD_5 ในน้ำก่อนบำบัดมีค่าใกล้เคียงเกณฑ์มาตรฐานซึ่งแสดงว่า จุลินทรีย์ในน้ำมีการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายค่อนข้างสูง หรือน้ำเสียยังมีการปนเปื้อนอยู่ ค่า TKN ของน้ำเสียก่อนการบำบัด มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. ที่กำหนดไว้มีค่าให้ไม่เกิน 35 mg/l ทั้งนี้ค่า TKN เป็นดัชนีคุณภาพน้ำตัวหนึ่งที่สามารถใช้บอกสภาพของน้ำเสีย ซึ่งถ้าน้ำเสียมีค่า TKN ยิ่งมาก จะยิ่งแสดงถึงความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ

5.1.2 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ

จากผลการวิเคราะห์ พบ ค่า DO ของน้ำในระบบบึงประดิษฐ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงที่ระยะ 100 เมตร ของการบำบัด จึงพบว่า ค่า DO มีค่าลดต่ำลง ค่า DO เป็นค่าดัชนีที่บ่งบอกถึงการปนเปื้อนของแหล่งน้ำโดยเฉพาะการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์ นอกจากนั้นยังบ่งชี้ว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ นอกจากนี้ ค่า DO ยังมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำ ความดันบรรยากาศ และสิ่งเจือปนอื่นในน้ำ ผลของการตรวจวัดแสดงว่า เมื่อน้ำเสียเข้าสู่ระบบแล้ว ความสกปรกของน้ำจึงเริ่มลดน้อยลง จนถึงระยะที่ 100 เมตร ของการบำบัด

ค่า pH มีความแปรผันอยู่ในช่วงแคบ มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อย ทั้งนี้พบว่ามีแนวโน้มลดลงตามระยะทางของการบำบัดจนถึงระยะ 75 เมตร ของการบำบัด มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเล็กน้อยจนถึงระยะ 100 เมตร ของการบำบัด มีค่าลดต่ำลง

ค่า EC มีความผันแปรอยู่ในช่วงแคบๆโดยปกติแล้วน้ำบริสุทธิ์จะมีค่าความนำไฟฟ้าเป็นศูนย์ แต่เมื่อนำธาตุอาหารละลายในน้ำ เกลือของธาตุอาหารเหล่านี้จะแตกตัวเป็นประจุบวกและประจุลบซึ่งจะเป็นตัวนำไฟฟ้า ทำให้ค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้น ค่าความนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณเกลือของธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ เราจึงใช้ค่าความนำไฟฟ้าของสารละลายเป็นตัวบอกปริมาณเกลือและธาตุอาหารละลายในน้ำ

ค่าอุณหภูมิ พบว่ามีความผันแปรในช่วงแคบๆดังนั้นอุณหภูมิจะมีผลในการเร่งปฏิกิริยาทางเคมีและส่งผลต่อการลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางกายภาพ ผลการตรวจวัดพบค่า TSS มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะทางของการบำบัด อย่างไรก็ตาม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 ค่า Settleable solids มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะทาง ของการบำบัดเช่นกัน อย่างไรก็ตาม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 ค่า TDS มีแนวโน้มลดลงตามระยะทางและเพิ่มขึ้นที่ระยะ 100 เมตร ของการบำบัด ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ค่า EC และ TDS มีความสัมพันธ์กันและมีค่าผันแปรไปในทิศทางเดียวกัน

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางด้านเคมี ผลการตรวจวัดพบค่า BOD_5 มีค่าลดลงตามระยะทางของการบำบัด พบค่าต่ำสุดที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัด และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ค่า TKN มีค่าลดลงตามระยะทางการบำบัด และมีค่าเพิ่มขึ้นที่ระยะ 100 เมตร ของการบำบัด และไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับ นัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 ค่า NH_3-N มีค่าลดต่ำลงและเพิ่มขึ้นที่ระยะ 75 และ 100 เมตร ของการบำบัด และไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ผลการตรวจวัด พบค่า TCB มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และลดต่ำสุดที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัด และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

5.1.3 ประสิทธิภาพการบำบัด

1. ประสิทธิภาพการบำบัดตามระยะทาง

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ระบบไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัด TSS โดยพบว่า TSS มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะทางของการบำบัดหรือมีประสิทธิภาพการบำบัดเป็นลบทั้งนี้พบค่าประสิทธิภาพการบำบัด TSS มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างระยะทางของการบำบัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 นอกจากนี้ ผลการศึกษา ยังพบว่าระบบไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัด Settleable solids

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดคุณภาพน้ำทางด้านเคมีของระบบ พบว่าประสิทธิภาพในการบำบัด BOD_5 ของระบบมีค่าผันแปรขึ้นลง โดยมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัด และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างระยะทาง ของการบำบัดที่ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 เช่นเดียวกับประสิทธิภาพการบำบัด TKN และ NH_3-N และของระบบ ซึ่งมีค่าผันแปรขึ้นลงโดยมีประสิทธิภาพสูงสุดที่ระยะ 75 และ 25 เมตร ของการบำบัด และพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างระยะทางของการบำบัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพของระบบ พบว่าประสิทธิภาพการบำบัด TCB ระบบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะทางของการบำบัดและมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างจุดตรวจวัดที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

2. ประสิทธิภาพการบำบัดของทั้งระบบ

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการบำบัดของมลสารของระบบบึงประดิษฐ์ ข้างโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่ามีประสิทธิภาพในการลด TCB, BOD_5, NH_3-N และ TKN โดยระบบไม่สามารถลดค่าของแข็ง คือ TSS และ Settelable solids ในน้ำได้ และประสิทธิภาพในการบำบัดในแต่ละระยะทางของการบำบัด พบว่าที่ระยะ 25 เมตร ของการบำบัด ระบบมีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัด NH_3-N ที่ระยะ 50 เมตร ของการบำบัด ระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD_5 ที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัด ระบบมีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัด TKN และ TCB

5.1.4 คุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน

จากการตรวจวิเคราะห์พบว่าเมื่อน้ำผ่านการบำบัดจากระบบบึงประดิษฐ์และนำไปเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนที่มีการกำหนดค่ามาตรฐาน pH, TSS และ BOD_5 พบว่า ค่า pH มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนที่กำหนดค่าระหว่าง 5.5-9.0

เมื่อน้ำผ่านการบำบัดจากระบบบึงประดิษฐ์ น้ำมีค่า BOD_5 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 20 mg/l โดย พบว่า ค่า BOD_5 ในน้ำเมื่อผ่านการบำบัดมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับค่า BOD_5 น้ำเข้าสู่ระบบ ซึ่งแสดงว่า จุลินทรีย์ในน้ำมีการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายลดลง และน้ำมีการปนเปื้อนของมลสารลดลง ค่า TSS ของน้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบบึงประดิษฐ์ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน ที่กำหนดไว้มีค่าให้ไม่เกิน 30 mg/l ค่า TSS ในน้ำเมื่อผ่านการบำบัดมีค่าสูงขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำขณะเข้าสู่ระบบ แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของของแข็งแขวนลอยในน้ำที่ผ่านการบำบัด

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 คุณสมบัติของน้ำเสียก่อนการบำบัด

ระบบบึงประดิษฐ์รับน้ำเสียที่มาจากชุมชนบริเวณรอบ ๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากโรงพยาบาล ทั้งนี้พื้นที่ชุมชนโดยรอบของมหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นพื้นที่ที่มีผู้อาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีความต้องการอุปโภคและบริโภคน้ำปริมาณสูง และเมื่อมีการใช้น้ำมากขึ้น จึงทำให้เกิดการระบายน้ำที่ปนเปื้อนสิ่งปฏิกูลต่างๆ หรือมลสารต่างๆ จากชุมชน ลงสู่คลองระบายน้ำ เช่นเดียวกับน้ำทิ้งจากโรงพยาบาล ซึ่งปัจจุบันโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรมีจำนวนผู้ป่วยที่มารักษาเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการใช้น้ำในกิจกรรมภายในโรงพยาบาลเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรได้มีการบำบัดน้ำให้เป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งก่อนการระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนการบำบัดของระบบพบว่า มีค่า pH ที่เป็นกลางถึงเบสเล็กน้อย ค่า DO มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.89 mg/l โดยปกติแล้วในแหล่งน้ำทั่วไปมีค่า DO เท่ากับ 5-7 mg/l ถ้าค่า DO ต่ำกว่า 3 mg/l บ่งชี้ว่าแหล่งน้ำนั้นเป็นน้ำเน่าเสีย ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าน้ำก่อนเข้าระบบมีคุณภาพเสื่อมโทรม ค่า TSS เฉลี่ยเท่ากับ 290 mg/l อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. การวิเคราะห์ Settleable solids แสดงให้เห็นว่าในน้ำเสียไม่มีการปนเปื้อนของตะกอนหนัก ค่า BOD_5 และ TKN ที่ได้จากการวิเคราะห์ แม้จะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานชุมชนน้ำทิ้งจากอาคารแต่ยังคงบ่งชี้ให้เห็นว่ายังคงมีสารอินทรีย์ปนเปื้อนในน้ำ

จากผลการวิเคราะห์พบว่า น้ำเสียจากชุมชนที่ศึกษานี้ มีค่าดัชนีที่บ่งชี้ถึงโอกาสในการก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของน้ำเสีย คือค่า DO และ BOD_5 ทั้งนี้จะพบว่า DO มีค่าต่ำเกินไป ซึ่งหากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำน้อย จุลินทรีย์ก็ไม่สามารถดึงออกซิเจนไปย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ ขณะที่ค่า BOD_5 ที่ได้จากการวิเคราะห์ แม้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. แต่พบว่ายังคงมีค่าค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนสารอินทรีย์ในน้ำสูง และจุลินทรีย์ต้องการนำออกซิเจนไปใช้ในการย่อยสลายในปริมาณสูง

5.2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ พบว่า ค่า DO มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แสดงให้เห็นว่า เมื่อน้ำเข้าสู่ระบบและผ่านการบำบัดไปเรื่อยๆ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีเพิ่มมากขึ้น ขณะที่การปนเปื้อนในน้ำเสียมีปริมาณลดลง หรือสิ่งที่เจือปนในน้ำมีจำนวนลดลง ค่า pH มีความผันแปรในช่วงแคบๆ โดยมีค่าเป็นกลางจนถึงเบสอ่อนๆ โดยปกติแล้ว น้ำเสียชุมชนจะมีสภาพด่างซึ่งจะช่วยทำให้น้ำมีค่า pH ไม่ต่ำเกินไป ค่า EC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทาง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีธาตุที่มีสภาพนำไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ คุณภาพน้ำทางกายภาพนั้น พบค่า TSS มีค่าผันแปรลดลงและสูงขึ้น ขณะที่ค่า Settleable solids มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทาง และลดต่ำลงที่ระยะ 75 เมตร ของการบำบัด การเพิ่มของค่า TSS และ Settleable solids ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายในระบบ เนื่องมาจากในน้ำเสียมีปริมาณของธาตุอาหารสูงและการได้รับแสงทำให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชสีเขียว ค่า TDS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทาง ซึ่งสัมพันธ์และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่า EC โดยมีค่าสูงและต่ำไปพร้อมกัน ทั้งนี้ค่า TDS และ EC ที่สูงขึ้นนั้น เนื่องมาจาก การเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในน้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี พบค่า BOD_5 มีค่าลดลงตามระยะทางเป็นผลมาจากการย่อยสลายอินทรียสารของจุลินทรีย์ในระบบ ค่า TKN มีค่าลดลงตามระยะทางการบำบัด และมีค่าเพิ่มขึ้นที่ระยะ 100 เมตร ของการบำบัด เป็นผลเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายที่เปลี่ยนไนโตรเจนในน้ำมาอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ไนโตรเจน ค่า NH_3-N มีค่าลดต่ำลงและเพิ่มขึ้นที่ระยะ 75 เมตรและ 100 เมตร ของการบำบัด การลดลงของ NH_3-N เกิดจากการระเหย และการนำไปใช้โดยพืชและจุลินทรีย์ และ NH_3-N สามารถเพิ่มขึ้นโดยการเปลี่ยนรูปของสารอินทรีย์ไนโตรเจนเป็น NH_3-N

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพพบค่า TCB มีค่าลดต่ำลงเรื่อยๆ เนื่องมาจากการตายของแบคทีเรียอันเนื่องมาจากสภาพแสงที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการเกาะติดอยู่กับต้นพืชและวัตถุต่างๆ ในระบบ

5.2.3 ประสิทธิภาพของการบำบัด

1. ประสิทธิภาพการบำบัดตามระยะทางของการบำบัด

ประสิทธิภาพการบำบัด TSS ตามระยะทางของการบำบัด พบประสิทธิภาพในการบำบัดมีการผันแปรขึ้นลง และพบสารแขวนลอยเพิ่มมากขึ้นในส่วนท้ายของระบบทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัด TSS ลดต่ำลง ทั้งนี้พบว่าระบบไม่มีประสิทธิภาพในการบำบัด Settleable solids โดยผลการวิเคราะห์ไม่พบ Settleable solids ในน้ำก่อนการบำบัดแต่กลับพบค่าสูงมากขึ้นในระบบซึ่งเป็นผลจากการเติบโตของพืชน้ำในระบบบำบัดแสดงว่าในระบบมีปริมาณตะกอนแขวนลอยค่อนข้างสูง การบำบัดทางด้านเคมี พบระบบมีประสิทธิภาพการบำบัด BOD_5 ผันแปรขึ้นลง จากการย่อยสลายและการสร้างสารอินทรีย์ภายในระบบ

ประสิทธิภาพการบำบัด TKN และ NH_3-N มีการผันแปรขึ้นลงเป็นเพราะการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายที่เปลี่ยนไนโตรเจนในน้ำมาอยู่ในรูปสารอินทรีย์ไนโตรเจน ขณะที่ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ พบประสิทธิภาพในการบำบัด TCB ของระบบ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทาง หมายถึง น้ำที่ผ่านการบำบัดจากระบบมีความสกปรกของแบคทีเรียในน้ำลดน้อยลง

2. ประสิทธิภาพการบำบัดของระบบ

ผลการตรวจวัดประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบพบว่าระบบไม่มีประสิทธิภาพการบำบัด TSS โดยประสิทธิภาพในการบำบัด TSS ณ จุดน้ำออก (Output) มีค่าติดลบ ทั้งนี้การที่ระบบไม่มีประสิทธิภาพการบำบัด TSS นั้น อาจเนื่องมาจากน้ำมีปริมาณสารอินทรีย์ที่สารมารถนำไปใช้ย่อยสลายได้ธาตุอาหารและทำให้สาหร่ายได้รับธาตุอาหารจากน้ำ ขณะที่อัตราการไหลของน้ำในระบบเป็นไปอย่างช้าๆ จึงมีการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายและพืชสีเขียวในระบบ ค่า Settleable solids ในน้ำภายหลังการบำบัดมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเทียบกับน้ำก่อนการบำบัด ซึ่งบ่งชี้ว่าระบบไม่สามารถบำบัด Settleable solids ได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนสาหร่ายสีเขียวในระบบจึงทำให้พบปริมาณตะกอนหนักเพิ่ม การบำบัดทางเคมี พบระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัด BOD_5 โดยภายในระบบพบมีค่าเพิ่มขึ้นของออกซิเจนละลายน้ำจากกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยพืชน้ำทำให้จุลินทรีย์สามารถใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำได้ นั้นแสดงว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในระบบมีเพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์และแสดงว่าสารอินทรีย์ในน้ำลดต่ำลง นอกจากนั้น ระบบยังมีประสิทธิภาพในการบำบัด TKN และ NH_3-N แต่ไม่สูงนัก ทั้งนี้อาจมาจากการเพิ่มขึ้นของสาหร่ายที่เปลี่ยนอนินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำมาอยู่ในสารอินทรีย์ไนโตรเจน ขณะที่จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายอินทรีย์ไนโตเจนจึงทำให้เกิดแอมโมเนียไนโตรเจน และทำให้ค่า NH_3-N เพิ่มขึ้นได้ในระบบ การบำบัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพ พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการบำบัด TCB ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมในระบบไม่เหมาะสมต่อการดำรงอยู่ของแบคทีเรีย เช่น สภาพของแสง การที่แบคทีเรียถูกยึดจับไว้ด้วยพืชหรือวัตถุอื่นในระบบ หรือการฆ่ากันเองของสิ่งมีชีวิตไปบางส่วน

5.2.4 การเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดกับเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน

จากการวิเคราะห์พบว่าน้ำที่ผ่านการบำบัดมี ค่า pH อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.3 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมชุมชน กำหนดไว้ระหว่าง 5.5-9.0 ค่า BOD_5 พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 20 mg/l นั้นแสดงว่า น้ำที่ปริมาณสารอินทรีย์เหลืออยู่ไม่มากนักและ ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีเพียงพอที่จุลินทรีย์จะนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ในส่วนของค่า TSS พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของพืชสีเขียวในน้ำภายในระบบ แต่น้ำที่ผ่านการบำบัดก็ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่เกิน 30 mg/l ซึ่งแสดงว่าระบบบึงประดิษฐ์สามารถนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้

5.3. ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการศึกษาพบว่าระบบบึงประดิษฐ์มีความสามารถในการลด TCB, TKN, NH_3-N และ BOD_5 ได้ ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนหรือน้ำเสียจากแหล่งอื่นที่มีการปนเปื้อนมลสารดังกล่าวได้

2. จากการศึกษามีข้อเสนอแนะในการศึกษาถึงประสิทธิภาพในการบำบัดของระบบเพิ่มเติมโดยศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการกักน้ำเสีย ควรมีการศึกษาอย่างน้อย 1 ปี หรือ 2 ฤดูกาล และควรเพิ่มความถี่ในการเก็บตัวอย่าง เพื่อผลการวิเคราะห์ที่แม่นยำ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (29 ธันวาคม 2548). **ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด.** สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2557, เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://infofile.pcd.go.th/law/3_41_water.pdf?CFID=21576146&CFTOKEN=44758809

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2 มิถุยายน 2553). **ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน.** สืบค้นเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2557, เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://infofile.pcd.go.th/law/3_79_water.pdf?CFID=21576146&CFTOKEN=44758809

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชิตและสิ่งแวดล้อม. (ตุลาคม 2552). **น้ำเสียชุมชนและระบบบำบัดน้ำเสีย.** สืบค้นเมื่อ 25 พฤษจิกายน 2557, เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://infofile.pcd.go.th/water/Domestic.pdf?CFID=21576146&CFTOKEN=44758809

จรรยา บัวบาน, ธัญลักษณ์ น้อยผล และวิไลลักษณ์ สวนมะลิ. (2549). **การบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาล จิตเวชนครวรรค์ราชนครินทร์ด้ยระบบบึงประดิษฐ์** การศึกษาด้วยตัวเอง. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก

นิสิต จงศุภวิศาลกิจ. (2552). **ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียชุมชนของหญ้าแฝกโดยการเปรียบเทียบรอบหมุน**เวียนการบำบัด.การศึกษาด้วยตนเอง.ส.ม.มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม. สืบค้นเมื่อ27 พฤศจิกายน 2557, เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://www.library.msu.ac.th/web/searching.php?MAUTHOR=%20%B9%D4%CA%D4%B5%20%A8%A7%C8%D8%C0%C7%D4%C8%D2%C5%A1%D4%A8

ประเทืองเชาวน์วันกลาง. (2534). **คุณภาพน้ำทางการประมง.** (พิมพ์ครั้งที่ 1), กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

ลักษมณ ทองอินทร์. (2554). **ประสิทธิภาพของธูปฤาษีและกกกลมในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยพื้นที่ชุมน้ำประ**ดิษฐ์ไหลผ่านลำต้น. วิทยานิพนธ์. ส.ม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. สืบค้นเมื่อ 23 ตุลาคม 2557, เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://intranet.gs.kku.ac.th/e-journal/index.php/gs/article/view/319

สุรีย์ บุญญานุพงศ์ และณัษฐพงศ์ วรรณวิจิตร. (13 กุมภาพันธ์ 2551). **ระบบบำบัดน้ำเสีย.** สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2557, เข้าถึงข้อมูลได้จากhttp://www.sri.cmu.ac.th/~srilocal/water/page_04a.htm

สมพงษ์ บุญเฟรือง. (1 มิถุนายน 2551). **ระบบบำบัดน้ำเสียบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland).** สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2557, เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://reo11.net/download/news/Constructed_Wetlands.pdf

องค์การจัดการน้ำเสีย. (2540). **ลักษณะของน้ำเสีย** เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://www.kmitl.ac.th/~kbkittic/watertreat/wastewatermanagement.htmlMetcalf & Eddy, Inc. (1991) Wastewater Engineering Treatment, Disposal Reuse, New York : McGrew-Hill, International Editions.

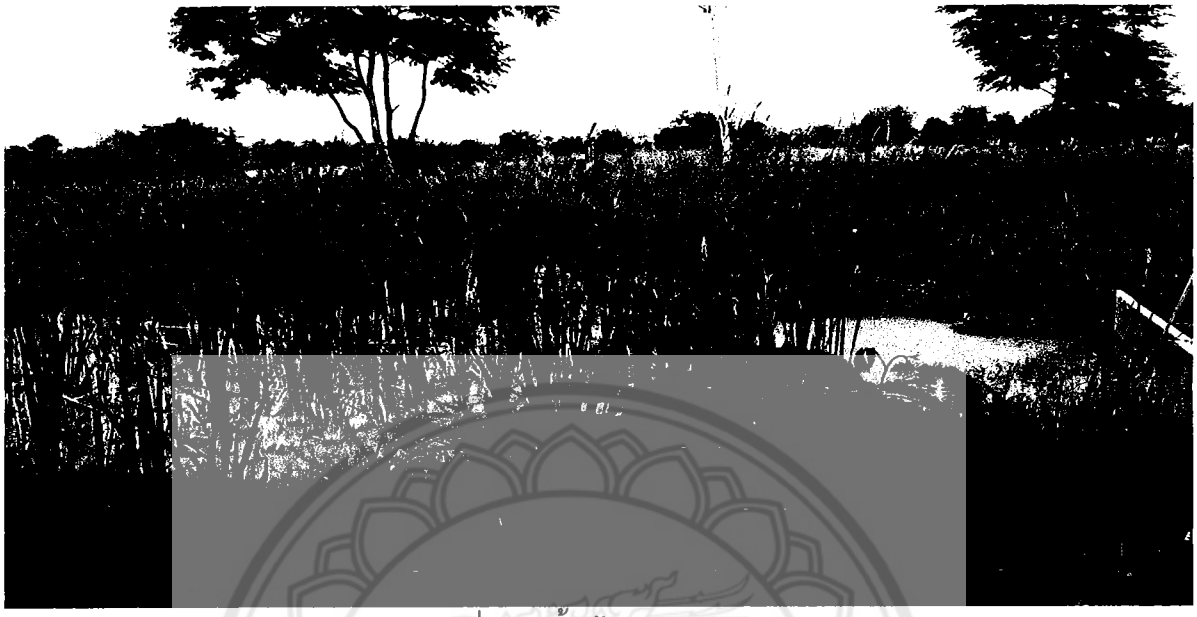
ภาคผนวก

ตารางผนวก ก. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

เดือน	ระยะทาง	พารามิเตอร์											
		DO	pH	EC	TDS	Temp	Sal	TSS	Settleable solids	BOD_5	TKN	NH_3-N	TCB
กรกฎาคม	0	2.39	7.44	375	226	29	0.16	19	0.00	9.60	0.48	0.28	39
	25	2.75	7.34	338	206	28.6	0.16	17	0.60	7.50	0.34	0.25	<3
	50	3.81	7.34	338	206	28.6	0.15	29	0.85	9.60	0.51	0.25	11
	75	3.81	7.64	313	189	28.64	0.14	8	0.10	6.75	0.34	0.22	4
	100	3.68	7.62	379	278	29.38	0.16	18	0.30	6.00	0.45	0.25	<3
สิงหาคม	0	1.60	7.49	526	317	29.16	0.23	12	0.00	27.75	1.26	0.95	≥2,400
	25	1.23	7.37	482	296	28.07	0.22	11	0.75	30.75	1.01	0.78	<3
	50	1.08	7.20	459	284	27.68	0.21	24	3.50	28.5	0.95	0.70	11
	75	4.29	7.24	297	153	27.74	0.11	16	0.05	13.50	0.76	0.56	4
	100	1.08	7.14	423	261	27.62	0.19	17	1.35	5.40	0.56	0.39	<3
กันยายน	0	1.67	7.45	536	323	29.00	0.24	27	0.00	11.70	16.35	6.90	9
	25	2.40	7.28	448	275	28.14	0.20	24	1.50	13.80	14.17	2.91	15
	50	5.00	7.38	268	166	27.82	0.18	15	0.65	4.50	11.79	4.31	9
	75	2.48	7.24	484	297	28.05	0.22	53	1.85	23.25	12.04	6.44	9
	100	2.00	7.14	483	298	27.77	0.22	42	2.10	13.50	15.20	6.64	43

ภาพการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ
ภายในระบบบึงประดิษฐ์



จุดที่ 1 จุดน้ำเข้าสู่ระบบบำบัด

จุดที่ 2 การเก็บตัวอย่างน้ำในระบบ

จุดที่ 3 การเก็บตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัด

อภิธานคำศัพท์

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO): ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่นับว่ามีความสำคัญมากที่สุดในการดำรงชีวิต เนื่อง จากสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการต่างๆ ของร่างกายเพื่อการเจริญเติบโต ถ้าหากมีออกซิเจน DO ในปริมาณมากหรือน้อยเกินไป สิ่งมีชีวิตจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดย ปกติออกซิเจนที่ละลายในน้ำ DO ได้มาจากบรรยากาศและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช น้ำปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ DO จะแปรผกผันกับอุณหภูมิและความเข้มข้นของแร่ธาตุที่ละลายในน้ำ ถ้าหากอุณหภูมิและความเข้มข้นของแร่ธาตุในน้ำสูง จะทำให้ออกซิเจนจะละลายในน้ำได้น้อยลง น้ำในธรรมชาติทั่วไปปกติจะมีค่าดีโอ DO ประมาณ 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) ถ้าค่าดีโอต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดว่าน้ำในแหล่งนั้นเน่าเสีย

ความเป็นกรดและด่าง (pH): ความเป็นกรดและด่าง เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) หรือไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) ใช้บอกความเป็นกรดหรือเบสของสารละลายโดยค่า pH ของสารละลายเป็นค่าลอการิทึมของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน

การนำไฟฟ้า (EC): บอกถึงความสามารถของน้ำที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านทั้งนี้ขึ้นอยู่ กับความเข้มข้นของอิออนโดยรวมในน้ำและอุณหภูมิขณะทำการวัดค่าการนำไฟฟ้า

ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS): ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเป็นเครื่องชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของน้ำ ของแข็งที่ละลายน้ำคือส่วนที่เหลืออยู่หลักการระเหยน้ำที่ได้ผ่าน miilipore filter ปริมาณ TDS ยังขึ้นกับค่าความนำไฟฟ้า ค่านี้จะบอกถึงความสามารถที่น้ำตัวอย่างจะนำไฟฟ้าได้มากหรือน้อยขึ้นกับความเข้มข้นของสารที่แตกตัวเป็นประจุไฟฟ้า (Ionized) ในน้ำพวกอนินทรีย์สารที่ละลายอยู่ในน้ำมักจะแตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุไฟฟ้า ทำให้เกิดการนำไฟฟ้าขึ้น

ความเค็มของน้ำ (Salinity): ความเค็มของน้ำทะเลของโลกมีค่าเฉลี่ย 35 ppt น้ำจืดมีค่าไม่เกิน 0.5 ppt น้ำกร่อยมีค่า 0.5 - 25 ppt ค่าความเค็มจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณหยาดน้ำฟ้า น้ำจากหิมะละลาย หรือบริเวณรอยต่อระหว่างน้ำเค็มกับน้ำจืด เช่น บริเวณปากแม่น้ำ ปริมาณของเกลือในน้ำเป็นตัวการสำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ชี้บ่งว่าจะพบสิ่งมีชีวิตชนิดใดในบริเวณแหล่งน้ำนั้น

อุณหภูมิ (Temperature): อุณหภูมิของน้ำซึ่งมีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาทางเคมีที่จะส่งผลต่อการลดปริมาณออกซิเจนในน้ำ

สารแขวนลอยทั้งหมด (TSS): ของแข็งที่ไม่ละลายน้ำแต่แขวนลอยอยู่ในน้ำสามารถแยกจากน้ำได้โดยกรองด้วยกระดาษกรองใยแก้วที่มีขนาดรูกรองประมาณ 1.2 ไมครอนแล้วนำของแข็งดังกล่าวที่ติดค้างบนกระดาษกรองไปผ่านการระเหยน้ำออกจนหมด ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส

ตะกอนหนัก (Settleable solids): ของแข็งที่จมตัวสู่ก้นภาชนะเมื่อตั้งทิ้งไว้ภายในเวลา 1 ชั่วโมงมีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อลิตร

บีโอดี (BOD): เป็นปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำน้ำที่มีคุณภาพดีควรมีค่าบีโอดีไม่เกิน 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าค่าบีโอดีสูงมากแสดงว่าน้ำนั้นเน่ามากแหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดีสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จะจัดเป็นน้ำเน่าหรือน้ำเสีย

เจลดาห์ลไนโตรเจน (TKN): ปริมาณรวมทั้งหมดของไนโตรเจนอินทรีย์และแอมโมเนีย–ไนโตรเจนที่อยู่ในโปรตีนของพืชและสัตว์หรือที่เกิดจากกระบวนการของสิ่งมีชีวิต

แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N): ไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในรูป NH_4^+ หรือในรูปNH_3ซึ่งสมดุลกันเรียกว่าแอมโมเนียไนโตรเจน

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (TCB):	ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดการตรวจแบคทีเรียชนิดนี้ในแหล่งน้ำจะแสดงถึงความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร