



## ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย

The Efficiency of Wastewater Treatment System with the Constructed Wetland at Loei

Pittayakom School, Muang District, Loei Province

วัลลภ ทาทอง<sup>1\*</sup> กมลพร โยติ<sup>2</sup> จิราวรรณ จันทรัตน์<sup>2</sup> สายัณห์ หมี่แก้ว<sup>3</sup> ศิริกัลยา พิลำบุตร<sup>4</sup>

E-mail: vanlop.lru@gmail.com

โทรศัพท์: 08-8157-8953

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม และจัดทำระบบบำบัดน้ำเสียแบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมโรงเรียนเลยพิทยาคม พร้อมทั้งทดสอบประสิทธิภาพของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำระยะเวลาศึกษาวิจัยตั้งแต่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2564 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบชุ่มน้ำเทียมของโรงเรียนเลยพิทยาคมที่ทำการออกแบบเพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียแบบชุ่มน้ำออกจากอาคารประเภท ก. ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบไปด้วย 9 Unit คือ ถังดักไขมัน (Unit 1) บ่อตกไขมันรวม (Unit 2) ถังกรองไร้อากาศ (ถัง ZAD) (Unit 3) บ่อเติมอากาศ (Unit 4) บ่อตกตะกอน (Unit 5) ระบบ Aerator Bio-Filter (Unit 6) พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (Unit 7) บ่อน้ำดี (Unit 8) สปริงเกอร์น้ำใช้ประโยชน์ (Unit 9) ซึ่งในส่วนระบบชุ่มน้ำเทียม ประกอบไปด้วย 4 Unit ระบบ Aerator Bio-Filter (Unit 6) Wetlands (Unit 7) บ่อน้ำดี (Unit 8) สปริงเกอร์น้ำใช้ประโยชน์ (Unit 9) โดยมีปริมาณน้ำเสียเข้า (Input) เฉลี่ย 20 ลูกบาศก์เมตร/วัน ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียที่ทำการออกแบบทั้งหมดมีความจุในการบำบัดน้ำเสียอยู่ที่ 28.95 ลูกบาศก์เมตร/วัน ผลการวิจัยพบว่า

ผลการวิเคราะห์น้ำเสียเข้าระบบ (Input) พบว่า pH มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.33 , TDS มีค่าเฉลี่ย 751 mg/L, DO มีค่าเฉลี่ย 3.51 mg/L, BOD มีค่าเฉลี่ย 36.96 mg/L, TKN มีค่าเฉลี่ย 20.60 mg/L, TSS มีค่าเฉลี่ย 550 mg/L, Oil & Grease มีค่าเฉลี่ย 10.55 mg/L, Sulfide มีค่าเฉลี่ย 1.05 mg/L พบว่า ค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือ pH และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือ TDS, DO, BOD, TKN, TSS, Oil & Grease, Sulfide สำหรับ As, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, Ni, Fe, Mn และ Se ตรวจไม่พบทุกตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์น้ำเสียผ่านระบบชุ่มน้ำเทียม (Output) มีระยะเวลาเก็บกักน้ำเสียในพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม 6.3 ชั่วโมง จากการวัดค่าต่างๆ พบว่า pH มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.30 TDS มีค่าเฉลี่ย 769 mg/L, DO มีค่าเฉลี่ย 4.50 mg/L, BOD มีค่าเฉลี่ย 6.3 mg/L, TKN มีค่าเฉลี่ย 0.45 mg/L, TSS มีค่าเฉลี่ย 10 mg/L Oil & Grease มีค่าเฉลี่ย 4.04 mg/L พบว่า ค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือ pH, DO, TKN, Oil & Grease และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือ TDS, BOD, TSS, Sulfide สำหรับ As, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, Ni, Fe, Mn และ Se ตรวจไม่พบทุกตัวอย่าง

ประสิทธิภาพของระบบน้ำเสียรวม มีประสิทธิภาพร้อยละ 86.87% ประกอบด้วยประสิทธิภาพการบำบัดรายตัวชี้วัด Sulfide 100%, Oil & Grease 99.60%, TSS 99.5% BOD 99.47%, TKN 98.81%, DO 77.56%, TDS 33.13% และประสิทธิภาพเฉพาะระบบบำบัดน้ำเสียแบบชุ่มน้ำเทียม พบว่า มีประสิทธิภาพ 66.43% ซึ่งการนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดไปใช้ประโยชน์ของโรงเรียนเลยพิทยาคม คือนำน้ำเสียไปรดต้นไม้ และสนามหญ้าในพื้นที่ของโรงเรียน จึงถือว่าโรงเรียนเลยพิทยาคมไม่ได้ระบายน้ำที่ผ่านการบำบัดออกสู่สิ่งแวดล้อม เป็นไปตามข้อกำหนดของการบำบัดน้ำเสียของอาคารประเภท ก.

**คำสำคัญ:** ระบบบำบัดน้ำเสีย, พื้นที่ชุ่มน้ำ, พีช



### Abstract

The purpose of this research for study to Design of Constructed Wetland wetland wastewater treatment systems And to create an treatment systems wetland wastewater treatment system at Loei Pittayakom School And to test the efficiency of the wetland system during the research period from September 2021 to August 2022. The Wetland Wastewater Treatment System of Loei Pittayakom School designed. to effectively treat the wet wastewater from the Type A building, consists of 9 units, which are grease traps (Unit 1) grease trap (Unit 2), Anaerobic Filter Tank (ZAD Tank) (Unit 3) Aeration Pond (Unit 4), Sedimentation Pond (Unit 5), Aerator Bio-Filter System (Unit 6), Artificial Wetland (Unit 7) , cistern (Unit 8), Utilized Water Sprinkler (Unit 9) The wetland system consists of 4 Units, Aerator Bio-Filter (Unit 6), Wetlands (Unit 7), cistern (Unit 8), utilized water sprinkler (Unit 9), with the amount of wastewater. Input (Input) average 20 cubic meters/day All designed wastewater treatment systems have a wastewater treatment capacity of 28.95 m<sup>3</sup>/d. The results showed that,

The results of analysis of wastewater into the system (Input) found that the average pH was 7.33, TDS average 751 mg/L, DO average 3.51 mg/L, BOD average 36.96 mg/L, TKN average. 20.60 mg/L, TSS average 550 mg/L, Oil & Grease mean 10.55 mg/L, Sulfide mean 1.05 mg/L found that the value passed the standard. is pH and to fails to meet the standard: TDS, DO, BOD, TKN, TSS, Oil & Grease, Sulfide for As, Cd, Pb, Cr, Cu, Zu, Ni, Fe, Mn and Se. Not all samples were detected,

Results of analysis of wastewater through artificial wetland systems (Output) had a storage time of wastewater in artificial wetlands for 6.3 hours. From various measurements it was found that the mean pH was 7.30, TDS was an average of 769 mg/L, DO. Mean 4.50 mg/L, BOD average 6.3 mg/L, TKN average 0.45 mg/L, TSS average 10 mg/L Oil & Grease mean 4.04 mg/L. Standards are pH, DO, TKN, Oil & Grease, and fail standards are TDS, BOD, TSS, Sulfide for As, Cd, Pb, Cr, Cu, Zu, Ni, Fe, Mn and Se. Not all samples were detected, Total Wastewater Treatment efficiency 86.87% efficiency consists of wastewater treatment efficiency. by indicators Sulfide 100%, Oil & Grease 99.60%, TSS 99.5% BOD 99.47%, TKN 98.81%, DO 77.56%, TDS 33.13% And to efficiency specific to the wastewater treatment system. Artificial wetlands were found to have an efficiency of 66.43%. is to bring waste water to water the trees and to lawns in the school area Therefore, it is considered that Loei Pittayakom School does not drain the treated water into the environment. Meets the requirements for building wastewater treatment A.

**Keywords:** Waste water Treatment System, wetland, plant

<sup>1</sup>อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

<sup>2</sup>นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

<sup>3</sup>สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 9 (อุดรธานี)

<sup>4</sup> กองช่าง เทศบาลเมืองเลย

## ความเป็นมาของปัญหา

ตามความในพระราชบัญญัติควบคุมน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. ทำให้สถานที่ราชการที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 25,000 ตารางเมตร จะต้องมีการบำบัดน้ำเสียรวมก่อนที่จะมีการระบายน้ำเสียลงสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งโรงเรียนเลยพิทยาคมก็ถือว่าอยู่ในข่ายเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ หรือแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่เข้าข่ายอาคารประเภท ก. ดังนั้น ปี พ.ศ. 2563 สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9 (อุดรธานี) ได้ลงพื้นที่ มาตรวจแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทน้ำเสียตามข้อกำหนดอาคารประเภท ก. ของโรงเรียนเลยพิทยาคมพบว่าน้ำเสียที่ผ่านระบบบำบัดของโรงเรียนเลยพิทยาคม ไม่ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งตามกฎหมายควบคุมน้ำทิ้งอาคารประเภท ก. จึงทำให้โรงเรียนเลยพิทยาคมจำเป็นต้องทำการปรับปรุง และพัฒนาพื้นที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของโรงเรียน

โรงเรียนเลยพิทยาคมจึงได้ประสานงานขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ ทาทอง ประธานสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ได้ลงพื้นที่ไปสำรวจ จึงได้ดำเนินการร่วมกับโรงเรียนเลยพิทยาคม ในการที่จะฟื้นฟูศึกษาออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียโรงเรียนเลยพิทยาคม เพื่อให้เป็นไปตามกรอบตามกฎหมายการระบายน้ำทิ้งตามอาคารประเภท ก. จึงทำให้งานวิจัยนี้ เป็นความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยราชภัฏเลยกับโรงเรียนเลยพิทยาคม ซึ่งเพื่อที่จะแก้ปัญหาที่น้ำเสียที่ไม่ผ่านคุณภาพตามการควบคุมน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก.

ดังนั้นผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะศึกษาออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย และจัดทำตลอดจนทดสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้ได้มาตรฐานตามกฎหมายการควบคุมน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย เพื่อให้สอดคล้องกับภารกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย คือการบริหารวิชาการ และพัฒนาท้องถิ่น ชุมชนท้องถิ่นต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียในโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย
- 2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียในโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. ประเภทของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยใช้เทคนิคเชิงทดลอง (Experimental research) มีกรอบประเด็นการวิจัย คือ การศึกษาประสิทธิภาพของระบบชุ่มน้ำเทียมที่ปลูกด้วยต้นบอน ต้นกก ต้นเบิร์ดน้ำ สำหรับบำบัดน้ำเสียในโรงเรียนเลยพิทยาคม ซึ่งระบบชุ่มน้ำเทียมแบบน้ำไหลใต้ดินและไหลบนดินจะมีชั้นกรองในแนวนอน (Sub-Surface Wetlands, SSW , Surface Wetlands, SW)

### 2. ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

สถานที่ทำระบบชุ่มน้ำเทียมบำบัดน้ำเสียโรงอาหารโรงเรียนเลยพิทยาคม ตั้งอยู่ที่ บริเวณบ่อ โรงอาหารโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สถานที่ทำระบบชุ่มน้ำเทียมบำบัดน้ำเสียโรงอาหารโรงเรียนเลยพิทยาคม

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย ได้แก่ ระบบชຸ່มน้ำเทียม, ต้นบอน, ต้นกก, ต้นเบิร์ดน้ำ, ถ่าน, อิฐแดง, หิน, ทราย, เสียม, จอบ, พลั่ว, เครื่องปั้มน้ำ, ปั้มหอยโข่งชนิดน้ำมาก 2Hp HF/6B, ท่อ PVC เป็นต้น

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ เครื่องวัดค่า pH, เครื่องวัดค่า TDS, เครื่องวัดค่า EC, เครื่องวัดค่า DO เป็นต้น

### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 4.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

1) การศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสีย ระบบบำบัดแบบชຸ່มน้ำเทียมเพื่อน้ำมากำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาและออกแบบวิธีการวิจัย

2) เก็บข้อมูลภาคสนามโดยสำรวจพื้นที่บริเวณระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย โรงเรียนเลยพิทยาคมเพื่อกำหนดการปลูกพืชเพื่อบำบัดน้ำเสียของโรงอาหาร

3) ออกแบบระบบชຸ່มน้ำเทียมที่ปลูกด้วยต้นบอนสำหรับบ่อบำบัดน้ำเสียโรงอาหารของโรงเรียนเลยพิทยาคม และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา

4) ทำการก่อสร้างระบบชຸ່มน้ำเทียมตามการออกแบบที่ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา

5) ปลูกพืช ต้นบอน ต้นกก ต้นเบิร์ดน้ำ และทำการเลี้ยงไว้ ประมาณ 3 เดือน ก่อนทดลองใช้กับน้ำเสียจริง

6) ทำการทดลองระบบเพื่อกำหนดระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (Detention Time)

7) ทำการทดลองใช้ระบบชຸ່มน้ำเทียม ที่ปลูกด้วยต้นบอนสำหรับบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงอาหารโรงเรียนเลยพิทยาคม

8) เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำตามค่าพารามิเตอร์

9) ทำการวิเคราะห์ผล และคำนวณประสิทธิภาพของระบบชຸ່มน้ำเทียม

#### 4.2 ระบบบำบัดน้ำโรงเรียนเลยพิทยาคม

ระบบบำบัดน้ำเสียโรงเรียนเลยพิทยาคม ตำบลกุดป่อง อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย โดยน้ำเสียจะเกิดจากกิจกรรมการล้างจานการทำอาหารและการชะล้างในโรงอาหาร น้ำเสียก็จะถูกปล่อยเข้าสู่ระบบ แสดงดังภาพที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

Unit 1 = ถังดักไขมัน

Unit 2 = ถังดักไขมันรวม

Unit 3 = ระบบถังบำบัดแบบไร้อากาศ (ZAD)

Unit 4 = บ่อเติมอากาศ ขนาดความจุ 9.5 ลูกบาศก์เมตร

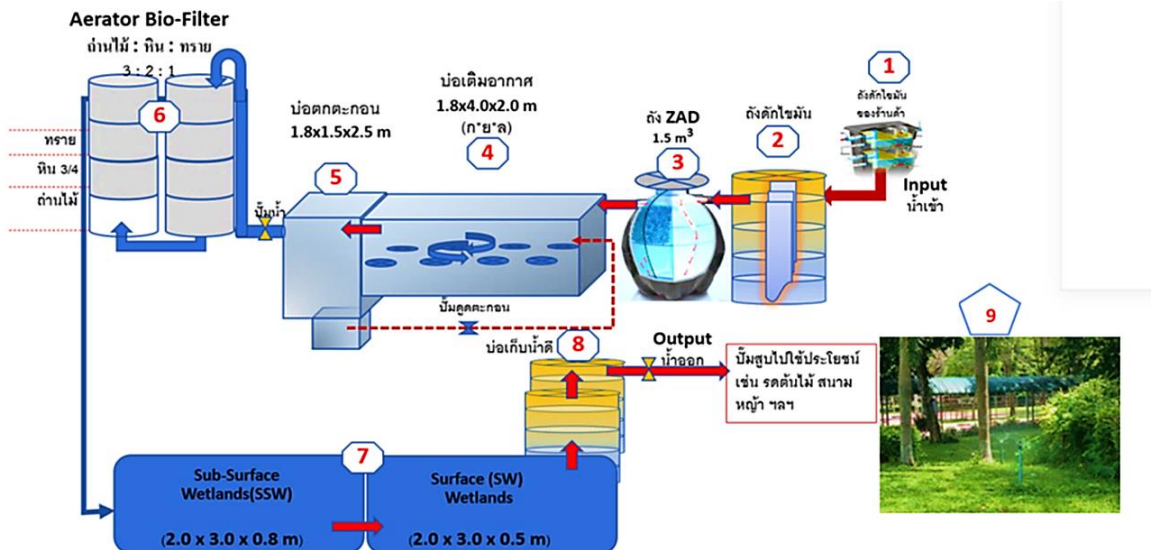
Unit 5 = บ่อตกตะกอน ขนาด  $1.80 \times 1.70 \times 2.40$  เมตร มีความจุ 7.34 ลูกบาศก์เมตร

Unit 6 = Aerator Bio-filter

Unit 7 = Wetlands

Unit 8 = บ่อเก็บน้ำดี

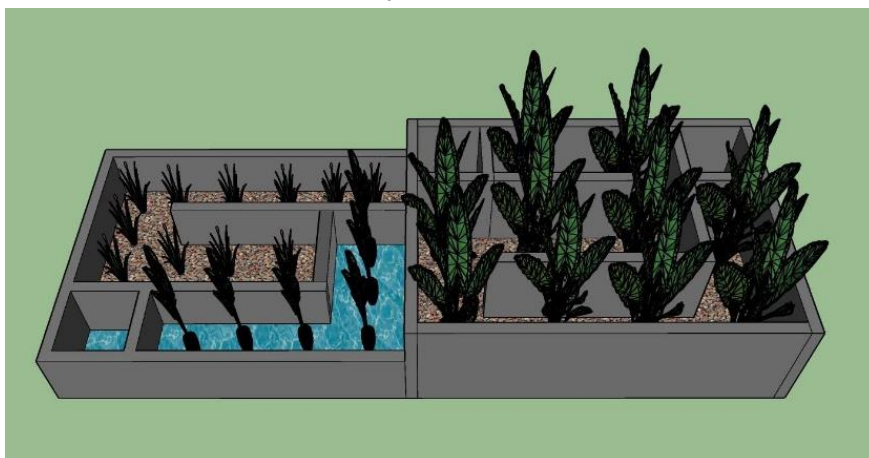
Unit 9 = ระบบสปริงเกอร์



ภาพที่ 2 หลักการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียโรงเรียนเลยพิทยาคม

#### 4.3 การออกแบบระบบชุ่มน้ำเทียม

1) ระบบชุ่มน้ำเทียม (Unit 7) มีจำนวน 2 บ่อ คือ บ่อแบบ Sub-Surface Wetlands, SSW ขนาดของบ่อ 2.0 x 3.0 x 0.8 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) มีความจุ 4.8 ลูกบาศก์เมตร บ่อที่ (Surface Wetlands, SW) ขนาดของบ่อ 2.0x3.0x0.5 เมตร (กว้าง x ยาว x ลึก) มีความจุ 3 ลูกบาศก์เมตร โดยมีวัสดุ/อุปกรณ์ ได้แก่ ท่อ PVC ขนาด 4 นิ้ว, ข้องอ 90° 2 นิ้ว, กาวติดท่อ PVC, ใบเลื่อย, เครื่องปั๊มน้ำ ปั๊มหอยโข่งชนิดน้ำมาก 2Hp HF/6B, อุปกรณ์ที่ใช้การทำบ่อกรอง เช่น อิฐบล็อก ปูน ทราช ถ่าน / อิฐแดง / หิน / ทราช น้ำ ถังน้ำ เกรียง ฟองน้ำ และอุปกรณ์อื่นที่ใช้ในการปลูกพืช ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การออกแบบระบบชุ่มน้ำเทียมบำบัดน้ำเสีย

#### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

##### 5.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

1) เก็บตัวอย่างน้ำเข้าระบบ และน้ำออกจากระบบ นำอุปกรณ์ตักน้ำลงไปตักแล้วมาเทใส่ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ โดยใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 500 ml

2) พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ พารามิเตอร์ที่ใช้วัดคุณภาพน้ำที่ใช้ในการศึกษา มี 4 พารามิเตอร์ดังนี้

- 1) Positive potential of the Hydrogen ions (pH)
- 2) Total dissolved solids (TDS)
- 3) Dissolved Oxygen (DO)
- 4) Biochemical Oxygen Demand (BOD)



## 5.2 การหาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย

### 1) สูตรการหาประสิทธิภาพรายตัวชี้วัด

$$A = \frac{\text{Input-Output}}{\text{Input}} \times 100$$

เมื่อ A คือ ประสิทธิภาพ (%), Input คือ น้ำเข้า และ Output คือ น้ำออก

### 2) สูตรหาประสิทธิภาพรวมของระบบ

$$E = \frac{\sum AB}{n}$$

เมื่อ E คือ ประสิทธิภาพ (%), AB คือ ภาพรวมของประสิทธิภาพรายตัวชี้วัด และ n คือ จำนวนตัวชี้วัดที่

ใช้ทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

## ผลการวิจัย

### 1) ผลการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบชุ่มน้ำเทียม

1.1) ระบบ Aerator Bio-Filter แบ่งเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนมีขนาด 2.20 x 1.40 x 0.80 เมตร (สูง x ยาว x เส้นผ่าศูนย์กลาง) ทำหน้าที่กรองตะกอนที่ผ่านการย่อยสลายจากบ่อดักตะกอนซึ่งจะประกอบด้วยชั้นถ่านไม้ (ดูดซับ กลิ่นและสิ่งสกปรก) ชั้นอิฐแดง/ชั้นหิน (ทำหน้าที่กรองตะกอนขนาดใหญ่และเป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์ซึ่งจะช่วยย่อยสิ่งสกปรก) ชั้นทราย (ทำหน้าที่กรองตะกอนขนาดเล็กเป็นชั้นสุดท้าย) อัตราส่วนระหว่าง ถ่านไม้ : หิน : ทราย คือ 3 : 2 : 1 ดังภาพที่ 4



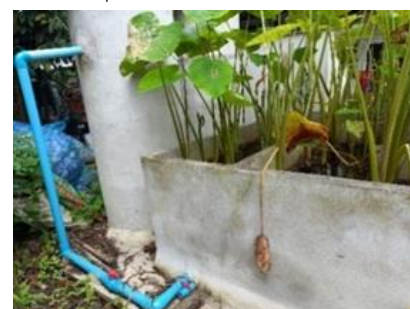
ลักษณะ บ่อ Aerator Bio-Filter



เทวส์ตใส่ระบบ Aerator Bio-Filter



ลักษณะด้านบนปากท่อของระบบ



น้ำไหลเข้าระบบ Wetlands

ภาพที่ 4 ระบบ Aerator Bio-Filter (Unit 6)

1.2) ระบบชุ่มน้ำเทียมบำบัดน้ำเสีย ดังภาพที่ 5 โดยออกแบบเป็นบึงประดิษฐ์จำนวน 2 บ่อ ได้แก่ 1) บ่อแบบ Sub-Surface Wetlands, SSW (ภาพที่ 5(ก)) ขนาดของบ่อ 2.0 x 3.0 x 0.8 เมตร (กว้าง x ยาว x สูง) มีความจุ 4.8 ลูกบาศก์เมตร โดยมีการปลูกพืชต้นบอนแบบสับหว่างที่มีความหนาแน่น 18 ต้น/ตารางเมตร ระยะห่าง 30 x 30 เซนติเมตร แล้วก็จะไหลล้นขึ้นไปฝายรับน้ำดีไหลเข้าสู่บ่อที่ 2)แบบ (Surface Wetlands, SW) (ภาพที่ 5(ข)) ขนาดของบ่อ 2.0x3.0x0.5 เมตร (กว้าง x ยาว x ลึก) มีความจุ 3 ลูกบาศก์เมตรพืชที่ปลูกใส่ดินเป็นต้นกกจะปลูกแบบสับหว่างที่มีความหนาแน่น 18 ต้น/ตารางเมตร ระยะห่าง 30x30 เซนติเมตร

และต้นเบิร์ดจะปลูกใส่ตะกร้าวางในน้ำมีความหนาแน่น 18 ต้น/ตารางเมตร ระยะห่าง 30 x 30 เซนติเมตร ต้นกก ต้นเบิร์ดน้ำเป็นพืชที่สลายด้วยจุลินทรีย์บริเวณรากซึ่งพืชจะสังเคราะห์แสงให้ออกซิเจนแก่จุลินทรีย์ในการย่อยสลาย สิ่งสกปรกของน้ำ ดังภาพที่ 5



(ก) บ่อแบบ Sub-Surface Wetlands, SSW



(ข) บ่อแบบ (Surface Wetlands, SW)



(ค) ตรวจวัด/ตัดแต่งพืชบำบัดน้ำเสีย



(ง) บ่อเก็บน้ำดี



(จ) ระบบสปริงเกอร์

ภาพที่ 5 ระบบชุ่มน้ำเทียมบำบัดน้ำเสีย

## 2) ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพน้ำเสียของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย รายละเอียดดัง ตารางที่ 1 อธิบายได้ดังนี้

### 2.1 ระบบบ่อเติมอากาศ

ผลการวิเคราะห์ระบบเติมอากาศ มีรายละเอียดดังนี้ ได้แก่ ค่า pH เท่ากับ 7.33, TDS เท่ากับ 751 mg/L, DO เท่ากับ 3.51 mg/L, BOD เท่ากับ 36.96 mg/L, TKN เท่ากับ 20.60 mg/L, TSS เท่ากับ 550 mg/L, Oil & Grease เท่ากับ 10.55 mg/L, วส เท่ากับ 1.05 mg/L





## 2.2 น้ำเสียระบบพื้นที่ชุ่มน้ำ

ผลการวิเคราะห์ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม มีรายละเอียดดังนี้ ได้แก่ ค่า pH เท่ากับ 7.30, TDS เท่ากับ 769 mg/L, DO เท่ากับ 4.50 mg/L, BOD เท่ากับ 6.30 mg/L, TKN เท่ากับ 0.45 mg/L, TSS เท่ากับ 10 mg/L, Oil & Grease เท่ากับ 4.04 mg/L

## 2.3 ประสิทธิภาพพรายตัวชี้วัด

ผลการทดลองประสิทธิภาพพรายตัวชี้วัด มีรายละเอียดดังนี้ ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) เท่ากับ 64.18%, ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) เท่ากับ 28.21% , วัดค่าบีโอดี (BOD) เท่ากับ 82.95% วัดค่าทีเคเอ็น (TKN) เท่ากับ 97.82%, ค่าสารแขวนลอย (TSS) เท่ากับ 98.18%, ค่า Oil & Grease เท่ากับ 61.71%, ค่าซัลไฟด์ (S) เท่ากับ 100 %

## 2.4 ประสิทธิภาพรวมของระบบ

ผลการทดลองประสิทธิภาพรวมการบำบัด ซึ่งได้ผลรวมของระบบบำบัดน้ำเสียเฉลี่ยได้ร้อยละ 76.15

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดน้ำเสียและประสิทธิภาพระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

ตัวอย่าง น้ำเสีย	ตัวชี้วัดทางเคมี (mg/L)							
	pH	TDS (mg/L)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	TKN (mg/L)	TSS (mg/L)	Oil & Grease (mg/L)	Sulfide (mg/L)
น้ำเสียผ่านระบบเติม อากาศ (Input)	7.33	751	3.51	36.96	20.60	550	10.55	1.05
น้ำเสียผ่านระบบพื้นที่ ชุ่มน้ำ (Output)	7.30	269	4.50	6.3	0.45	10	4.04	ND
ประสิทธิภาพพราย ตัวชี้วัด (ร้อยละ %)	-	64.18	28.21	82.95	97.82	98.18	61.71	100
ประสิทธิภาพรวมของ ระบบ (เฉลี่ยร้อยละ)	76.15 %							
ค่ามาตรฐาน	5-9	500	6.0	20	35	30	20	1.0

หมายเหตุ : ผลการตรวจโลหะหนักไม่พบทุกพารามิเตอร์

## อภิปรายผล

จากงานวิจัย พบว่าสอดคล้องกับ นุชนาฏ (2560) ได้ทำศึกษาระยะปลูกและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งของโรงเรียนด้วยพืช 3 ชนิดคือ กกสามเหลี่ยม *Actinoscirpus grossus* L.) และตาลปัตรฤๅษี (*Limnocharis flava* L.) ในระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) นำตัวอย่างน้ำทั้งก่อนและหลังการบำบัดมาวิเคราะห์ สมบัติทางกายภาพและเคมีประกอบด้วย pH , (BOD) , (SS) , (DS) , (TS) , ปริมาณไนเตรต และ (Grease and oil) การปลูกพืชแต่ละชนิดลงดิน(อัตราส่วน : ทราย = 3:1) ที่ระยะปลูก 20×20 เซนติเมตร (บ่อซีเมนต์ทรงกลมปริมาตร 3.5 ลูกบาศก์เมตร) พบว่าน้ำทั้งที่ผ่านการบำบัดด้วย กกสามเหลี่ยม อเมซอนและตาลปัตรฤๅษี มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำสูงวัดได้ ค่า BOD เฉลี่ย 94.69, 95.31 และ 95.28 ตามลำดับ TS วัดได้เฉลี่ยร้อยละ 78.09, 85.52 และ 89.64 ตามลำดับ ปริมาณไนเตรตวัดได้เฉลี่ย ร้อยละ 86.26, 80.43 และ 54.35 ตามลำดับ ปริมาณไขมันวัดได้เฉลี่ยร้อยละ 69.19, 58.92 และ 74.00 ตามลำดับ แสดงว่าพืชทั้ง 3 ชนิดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของโรงเรียนได้

## สรุปผลการวิจัย

ประสิทธิภาพรวมของระบบบำบัดน้ำเสียแบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมได้ผลการทดลองประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียเฉลี่ยได้ร้อยละ 76.15 % ซึ่งได้ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งในผลการทดลองประสิทธิภาพค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้ง มีผลการทดลอง





ตรวจค่าต่างๆได้ดังนี้ วัดค่าความเป็นกรดต่างได้ 5-9 mg/L วัดค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS) ได้ 500 mg/L วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ได้ 6.0 mg/L วัดค่าบีโอดี (BOD) 20 mg/L วัดค่าทีเคเอ็น (TKN) ได้ 35 mg/L วัดค่าสารแขวนลอย (TSS) ได้ 30 mg/L วัดค่า Oil & Grease ได้ 20 mg/L วัดค่าซัลไฟด์ (S) ได้ 1.0 mg/L

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม ต้องดูแลโดยใกล้ชิดและควรมีการกำจัดพืชที่ตายเพื่อป้องกันมิให้เกิดการเน่าเสียของน้ำในระบบ

2) ควรมีการออกแบบบ่อที่เหมาะสม และเพิ่มระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้ดีขึ้น

3) ควรทำความเข้าใจหลักการวิธีการเก็บน้ำ และวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

#### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรทำการศึกษาวิเคราะห์ดินและพืชภายหลังการทดลองเพื่อทราบถึงการดูดซับธาตุอาหารหรือสิ่งสกปรกต่างๆของน้ำเสียที่ใช้ทดลอง

2) ควรมีการสร้างบ่อควบคุม และเพิ่มชุดการทดลองเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาความแตกต่าง และประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

### เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ.(2560). คู่มือวิชาการระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์สำหรับบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. <<http://infofile.pcdgo.th/ptech/constructed.pdf?CFID=14368710&CFTOKEN=91924945>> (สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2561)
- กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภท และบางขนาด. (29 ธันวาคม 2560). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 122 ตอนที่ 125ง. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
- นุชนาฏ แสงกล้า. (2560). ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของโรงเรียนด้วยพืช 3 ชนิดในระบบบึงประดิษฐ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- มันลิน ตันจุลเวศม์ และมันรัช ตันจุลเวศม์. 2561. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุชาดา ปุณณสัมฤทธิ์. (2561). การบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบผสม. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สุพรชัย มั่งมีสิทธิ์. 2560. คู่มือการผลิตถ่านคุณภาพสูงและน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้ในครัวเรือน. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- หมอชาวบ้าน. 2562. บอน ผักพื้นบ้านที่มากับความคัน. < <http://www.doctor.or.th/article/detail/3857>> (20 มิถุนายน 2562).
- อุทยานธรรมชาติวิทยาสิริรุกขชาติ. 2561. บอน. มหาวิทยาลัยมหิดล. <[http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/siri/index.php?page=search\\_detail&medicinal\\_id=402](http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/siri/index.php?page=search_detail&medicinal_id=402)> (สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2561).
- Brix H. and Schierup H. 2017. Sewage treatment in constructed reed beds-Danish experiences. Water Science and Technology, 21.
- IPGRI. 2017. Descriptors for Taro (Colocasia esculenta). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- U.S. EPA. 2017. Wastewater Technology Fact Sheet, Wetland: Subsurface Flow. EPA/832/F-00/023.