



ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย The Efficiency of Wastewater Treatment System by Constructed Wetland at Loei Pittayakom School, Muang District, Loei Province

วัลลภ ทาทอง^{1*} กมลพร โยติ² จิรวรรณ จันทร์ตัน² สายัณห์ หมี่แก้ว³ ศิริกัลยา พิลาบุตร⁴

E-mail: vanlop.lru@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโรงเรียนเลยพิทยาคม ระยะเวลาในการทดสอบ 3 เดือน ซึ่งระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมบำบัดน้ำเสียแบ่งเป็น 2 บ่อ คือ 1) ระบบ Sub-Surface Wetlands (SSW) ขนาด 2.0 x 3.0 x 0.8 ม. (กว้าง x ยาว x สูง) มีความจุ 4.8 ลบ.ม. ปลูกพืชต้นบอนมีความหนาแน่น 18 ต้น/ตร.ม. ระยะห่าง 0.3 x 0.3 ม. ให้น้ำซึมลงใต้ดินผ่านท่อ PVC ขนาด 1.00 นิ้ว เจาะรูขนาด 0.3 มม. วางอยู่ด้านล่างโดยมีชั้นถ่าน หิน ทราายและดินแดง เรียงเป็นชั้นๆ จากด้านล่างขึ้นด้านบน ความหนาชั้นละ 0.25 เมตร มีฝายรับน้ำใสและต่อท่อให้น้ำไหลเข้าสู่บ่อที่ 2 2) ระบบ Surface Wetlands (SW) ขนาด 2.0x3.0x0.5 ม. (กว้าง x ยาว x ลึก) มีความจุ 3.0 ลบ.ม. ปลูกต้นกกกลมและต้นเบิร์ดมีความหนาแน่น 18 ต้น/ตร.ม. ระยะห่าง 0.3 x 0.3 ม. ระบบมีปริมาณน้ำเสียเข้า (Input) เฉลี่ย 20 ลบ.ม./วัน ความจุในการบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 28.95 ลบ.ม./วัน และระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเสียประมาณ 26.50 ชั่วโมง

ผลการวิจัยพบว่า ค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยของน้ำเสียไหลเข้าระบบ (Input) มีค่า 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, Sulfide เท่ากับ 1.05 mg/L ซึ่งพารามิเตอร์บางค่ายังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง และเมื่อจัดทำระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมเพิ่มเติมทำให้ผลการวิเคราะห์น้ำเสียไหลออกระบบ (Output) มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์ มีประสิทธิภาพโดยภาพรวมของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมเท่ากับ 76.15% และประสิทธิภาพรายพารามิเตอร์อยู่ระหว่าง 28.21-100 %

คำสำคัญ: ระบบบำบัดน้ำเสีย พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม พืช

Abstract

The purpose of this research for study to test the efficiency of the wastewater treatment system using constructed wetland in Loei Pittayakhom School. This study has a period of 3 months to test its effectiveness. The constructed wetlands system for wastewater treatment consists of 2 ponds : 1) Sub-Surface Wetlands (SSW) system has a pond size of 2.0 x 3.0 x 0.8 m. (width x length x height) with a capacity of 4.8 cubic meters, planted with Bon (*Colocasia Esculenta* L. schott) of tree into the soil with a density of 18 plants/sq m. with a spacing of 0.3 x 0.3 meters to allow water to penetrate underground with PVC size of 1.00 inch PVC pipe drilled with 0.3 mm holes placed at the bottom with layers of charcoal, rocks, sand and red soil arranged from the bottom to the top. The media was 0.25 meters thick per layer and has a weir to catch clear water. and connect a pipe to allow water to flow into the second pond. 2) Surface Wetlands (SW) system has a pond size of 2.0x3.0x0.5 m (width x length x depth) with a capacity of 3.0 cubic meters, planted with Kokkrom (*Cyperus involucreatus* Roxb.) and Bridnam (*Strelitzia reginae* Ait.) of tree into the soil with a density of 18 plants/sq m. with a spacing of 0.3 x 0.3 meters. The system has an average wastewater input of 20 cubic meters/day, wastewater treatment capacity was 28.95 cubic meters/day, and detention time was approximately 26.50 hours.

The results showed that, The average parameters of wastewater flowing into the system (Input) was pH average of 7.33, TDS average of 751 mg/L, DO average of 3.51 mg/L, BOD average of 36.96 mg/L, TKN average of 20.60 mg/L, TSS average of 550. mg/L, Oil & Grease average of 10.55 mg/L, Sulfide average of 1.05 mg/L. Some parameters have exceeded standards of wastewater. After the constructed wetland system was added, the water flowing out of the system (Output) have non exceeded all standards of wastewater. Finally, the overall efficiency of the artificial wetland system was 76.15% and the efficiency of individual parameters was found to be between 28.21-100%.

¹ อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

² นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

³ สำนักงานสิ่งแวดล้อมและควบคุมมลพิษที่ 9 (อุดรธานี)

⁴ กองช่าง เทศบาลเมืองเลย



Keywords: wastewater treatment system, constructed wetland, plant

ความเป็นมาของปัญหา

ปัญหาน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมในวงกว้าง จำเป็นต้องมีมาตรการในการกำกับควบคุมการปล่อยน้ำเสียหรือน้ำทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อม และตามความในพระราชบัญญัติควบคุมน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก. ทำให้สถานที่ราชการหรือหน่วยงานต่างๆ ที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 25,000 ตารางเมตร ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียรวมก่อนที่จะมีการระบายน้ำทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งโรงเรียนเลยพิทยาคมมีพื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งหมดไม่น้อยกว่า 155,000 ตารางเมตร จึงเข้าข่ายเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียอาคารประเภท ก. จำเป็นต้องทำการปรับปรุงและพัฒนาพื้นที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมของโรงเรียนให้ได้มาตรฐาน จากการศึกษาเอกสารและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า รูปแบบเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม โดยการทำแปลงและ/หรือทำบ่อเพื่อกักเก็บน้ำเสียที่รวบรวมได้จากชุมชน และปลูกพืชน้ำที่ผ่านการคัดเลือกเหมาะสมที่สุด 2 ชนิด คือ กกกลม (กกจันทบูร) และธูปฤๅษี ช่วยในการบำบัดน้ำเสียอาศัยการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงให้กับน้ำเสียนั้น ร่วมกับการใช้ดินผสมทรายช่วยในการกรองน้ำเสีย อีกทั้งการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในดิน และระยะเวลาการกักเก็บเพื่อให้การบำบัดน้ำเสียมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งการบำบัดน้ำเสียจะมีลักษณะการให้น้ำเสียหรือระบายน้ำเสีย 2 ระบบ คือ ระบบที่ให้น้ำเสียขังไว้ในระดับหนึ่ง และมีการระบายน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดอย่างต่อเนื่อง (ระบบเปิด) น้ำเสียใหม่เข้าไปดินน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจากระบบให้ไหลผ่านทางระบายน้ำและ/หรือทางระบบท่อใต้ดินสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และมีระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย 1 วันหรือ 24 ชั่วโมง เมื่ออายุของพืชครบระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดจะตัดพืชขึ้นออกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดให้กับพืชได้ (เกษม จันแก้ว และคณะ, 2566) อีกทั้งพืชน้ำที่สามารถบำบัดน้ำเสียและดูดซับสารพิษได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกชนิดหนึ่ง คือ ต้นบอน จากผลการศึกษาถึงบทบาทของพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีต้นบอนเป็นองค์ประกอบหลักพบว่า มีประสิทธิภาพการบำบัดมากกว่าร้อยละ 78.00 (Thathong, V., et al., 2019a) และต้นบอนสามารถดูดซับสารหนูได้มากกว่าร้อยละ 65 (Thathong, V., et al., 2019b) การใช้ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมหรือบึงประดิษฐ์ (Constructed wetland) ถือว่าเป็นทางเลือกทางหนึ่งที่เหมาะสมของระบบบำบัดน้ำเสียที่ได้รับความสนใจ เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้เงินลงทุนในการก่อสร้างค่อนข้างต่ำ ใช้พลังงานน้อย แต่มีประสิทธิภาพ สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กอาจเลือกใช้พื้นที่ชุ่มน้ำแบบไหลผ่านพื้นผิว (Free water surface flow constructed wetland, FWS) ร่วมกับพื้นที่ชุ่มน้ำแบบไหลใต้ผิวดิน (Subsurface flow constructed wetland, SF) (จรียา ยิ้มรัตน์บวร, 2554) ดังนั้นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีพืชชนิดที่เหมาะสมสามารถดูดซับสารพิษหรือแลกเปลี่ยนไอออนสารเคมีที่เป็นพิษออกจากรู้น้ำที่มีการปนเปื้อนได้ (Henke and Hutchison, 2009, Lizama et al., 2011, Shi et al., 2018)

ดังนั้นคณะผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย และพัฒนาปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงเรียนเลยพิทยาคมให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพอย่างยั่งยืนและ/หรือให้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานตามกฎหมายการควบคุมน้ำทิ้งจากอาคารประเภท ก.

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประเภทของการวิจัย

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

2. ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

สถานที่วิจัยทดสอบประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม คือ ระบบบำบัดน้ำเสียโรงอาหารของโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย

3.1.1 ระบบกรอง (Filters System) แบ่งเป็น 2 ส่วน แต่ละส่วนมีขนาด 2.20 x 1.40 x 0.80 เมตร (สูง x ยาว x เส้นผ่านศูนย์กลาง) ทำหน้าที่กรองตะกอนที่ผ่านการย่อยสลายจากบ่อดักตะกอนซึ่งจะประกอบด้วยชั้นถ่านไม้ (ดูดซับ กลิ่นและสิ่งสกปรก) ชั้นอิฐแดง/ชั้นหิน (ทำหน้าที่กรองตะกอนขนาดใหญ่และเป็นที่ยึดเกาะของจุลินทรีย์ซึ่งจะช่วยย่อยสิ่งสกปรก) ชั้นทราย (ทำหน้าที่กรองตะกอนขนาดเล็กเป็นขั้นสุดท้าย) อัตราส่วนระหว่าง ถ่านไม้ : หิน : ทราย คือ 3 : 2 : 1 ดังภาพที่ 1



ลักษณะ บ่อ Filter System



เทวัสดุใส่ระบบ Filter System



ลักษณะด้านบนปากท่อของระบบ



น้ำไหลเข้าระบบ Wetlands

ภาพที่ 1 ระบบ Filter System (Unit 6)

3.1.2 ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมบำบัดน้ำเสีย แบ่งเป็น 2 บ่อ คือ 1) ระบบ Sub-Surface Wetlands (SSW) ขนาดของบ่อ 2.0 x 3.0 x 0.8 ม. (กว้าง x ยาว x สูง) มีความจุ 4.8 ลบ.ม. โดยมีการปลูกพืชต้นบอนแบบสลับหว่างที่มีความหนาแน่น 18 ต้น/ตร.ม. ระยะห่าง 0.3 x 0.3 ม. ให้น้ำซึมลงใต้ดินโดยมีท่อ PVC ขนาด 1.00 นิ้ว เจาะรูขนาด 0.3 มม. วางอยู่ด้านล่างโดยมีชั้นถ่านหิน ทรายและดินแดงเรียงเป็นชั้นๆ จากด้านล่างขึ้นด้านบน ความหนาชั้นละ 0.25 ม. และมีฝายรับน้ำใส (ไหลจากล่างขึ้นบน) และต่อท่อให้น้ำไหลเข้าสู่บ่อที่ 2) ระบบ Surface Wetlands (SW) ขนาดของบ่อ 2.0x3.0x0.5 ม. (กว้าง x ยาว x ลึก) มีความจุ 3.0 ลบ.ม. ปลูกต้นกกกลมและต้นเบิร์ดน้ำใสดินแบบสลับหว่างที่มีความหนาแน่น 18 ต้น/ตร.ม. ระยะห่าง 0.3 x 0.3 ม. ดังภาพที่ 2



(ก) บ่อแบบ Sub-Surface Wetlands, SSW



(ข) บ่อแบบ (Surface Wetlands, SW)



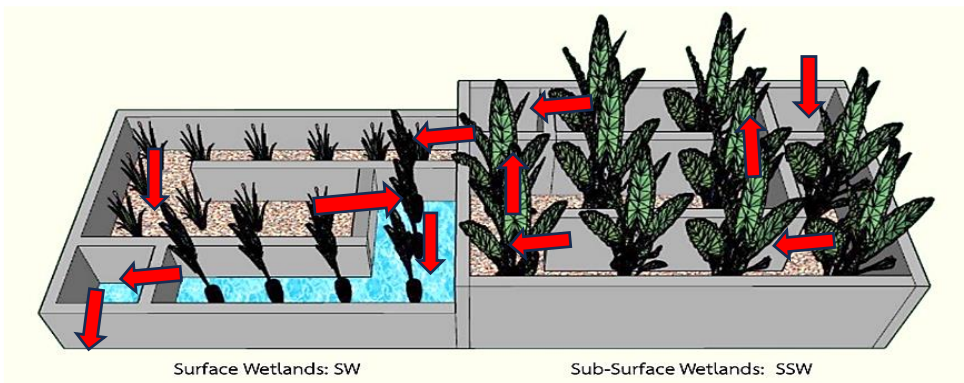
(ค) ตรวจสอบ/ตัดแต่งพืชบำบัดน้ำเสีย



(ง) บ่อเก็บน้ำดี



(จ) ระบบสปริงเกอร์



(ฉ) ทิศทางการไหลของน้ำในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

ภาพที่ 2 ระบบชุ่มน้ำเทียมบำบัดน้ำเสีย

3.1.3 พืชที่ใช้ในการบำบัดในระบบชุ่มน้ำเทียม ได้แก่ ต้นบอน ต้นกกกลม และต้นเบิร์ดน้ำที่ใช้ในการปลูกในบ่อ ผู้วิจัยได้เก็บต้นบอนจากพื้นที่ธรรมชาติ โดยเก็บต้นพืชที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-10 cm อยู่ในช่วงอายุไม่เกิน 2 เดือน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.2.1 เครื่องมือวิเคราะห์ภาสนาม ได้แก่ เครื่องวัดค่า pH, TDS และ EC ใช้เครื่องวัดคุณภาพน้ำรุ่น HI5521 ยี่ห้อ HANNA และเครื่องวัดค่า DO รุ่น Starter 300D ยี่ห้อ OHAUS เป็นต้น

3.2.2 การส่งตัวอย่างน้ำทั้งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9 (อุดรธานี) พารามิเตอร์ ได้แก่ TSS, TDS, TKN, Oil and Grease, BOD, Sulfide เป็นต้น

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 การศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสีย ระบบบำบัดแบบชุ่มน้ำเทียมเพื่อนำมากำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษาและออกแบบวิธีการวิจัย

4.2 เก็บข้อมูลภาคสนามโดยสำรวจพื้นที่บริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย โรงเรียนเลยพิทยาคมเพื่อทำการปลูกพืชเพื่อบำบัดน้ำเสียของโรงอาหาร

4.3 ออกแบบระบบชุ่มน้ำเทียมที่ปลูกด้วยต้นบอน และกกกลม (ปลูกลงในดินอัตราส่วน 15 ต้น/ตร.ม. หรือขนาด 30*30 ซม.) และเบิร์ดน้ำ (ปลูกในตระกล้า)

4.4 ทำการก่อสร้างระบบชุ่มน้ำเทียมตามการออกแบบที่ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา

4.5 ปลูกพืช ต้นบอน ต้นกก ต้นเบิร์ดน้ำ และทำการเลี้ยงไว้ ประมาณ 3 เดือน ก่อนทดลองใช้กับน้ำเสียจริง

4.6 ทำการทดลองระบบเพื่อหาค่าระยะเวลาเก็บกักน้ำเสีย (Detention Time) โดยใช้เกลือแคง วัดค่า EC

4.7 ทำการทดลองใช้ระบบชุ่มน้ำเทียม ที่ปลูกด้วยต้นบอนสำหรับบำบัดน้ำเสียของโรงอาหารโรงเรียนเลยพิทยาคม

4.8 เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำจุดน้ำเข้า (Input) และน้ำออก (Output) ดังภาพที่ 3 ทุกๆ 7 วัน เป็นเวลา 3 เดือน

4.9 ทำการวิเคราะห์ผล และคำนวณประสิทธิภาพของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม



ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมของโรงเรียนเลยพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเลย ดังตารางที่ 1 และมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์น้ำเสียไหลเข้าระบบ (Input)

น้ำเสียไหลเข้าระบบ (Input) เป็นน้ำที่ผ่านระบบเติมอากาศใน Unit 5 น้ำเสียไหลเข้าเฉลี่ย 20 ลบ.ม./วัน ซึ่งผลการวิเคราะห์รายพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยพบว่า 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, Sulfide เท่ากับ 1.05 mg/L

2. ผลการวิเคราะห์น้ำเสียไหลออกระบบ (Output)

น้ำเสียไหลออกระบบ (Output) เป็นน้ำที่ผ่านระบบพื้นที่ชุ่มน้ำใน Unit 9 ซึ่งผลการวิเคราะห์รายพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยพบว่า ค่า pH เท่ากับ 7.30, TDS เท่ากับ 269 mg/L, DO เท่ากับ 4.50 mg/L, BOD เท่ากับ 6.30 mg/L, TKN เท่ากับ 0.45 mg/L, TSS เท่ากับ 10.00 mg/L, Oil & Grease เท่ากับ 4.04 mg/L, Sulfide เท่ากับ 0.00 mg/L

3. ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลการทดลองประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียพบว่า ประสิทธิภาพโดยภาพรวมของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมเท่ากับ 76.15% รายพารามิเตอร์พบว่า TDS เท่ากับ 64.18%, DO เท่ากับ 28.21%, BOD เท่ากับ 82.95%, TKN) เท่ากับ 97.82%, TSS เท่ากับ 98.18%, Oil & Grease เท่ากับ 61.71%, Sulfide เท่ากับ 100 %

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดน้ำเสียและประสิทธิภาพระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

ตัวอย่างน้ำเสีย	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)
น้ำเสียผ่านระบบเติมอากาศ (Input)	7.33	751	3.51	36.96	20.60	550	10.55	1.05
น้ำเสียผ่านระบบพื้นที่ชุ่มน้ำ (Output)	7.30	269	4.50	6.3	0.45	10	4.04	ND
ประสิทธิภาพรายตัวชี้วัด (ร้อยละ %)	-	64.18	28.21	82.95	97.82	98.18	61.71	100
ประสิทธิภาพรวมของระบบ (เฉลี่ยร้อยละ)	76.15 %							
ค่ามาตรฐาน	5-9	500	6.0	20	35	30	20	1.0

หมายเหตุ : สำหรับผลการตรวจวิเคราะห์หนักไม่พบทุกพารามิเตอร์ทั้งน้ำไหลเข้า (Input) และน้ำไหลออก (Output)

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า น้ำเสียไหลเข้าระบบ (Input) คือ TDS เท่ากับ 751 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, Sulfide เท่ากับ 1.05 mg/L ซึ่งค่าวิเคราะห์ค่า BOD Sulfide มีค่าใกล้เคียงน้ำเสียไหลเข้าระบบพื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณรอบเมืองทองคำ (Thathong, V., et al., 2019) แสดงว่าระบบบำบัดน้ำเสียส่วนที่เป็นระบบเติมอากาศไม่เพียงพอในการบำบัดน้ำเสีย จึงจำเป็นต้องพัฒนาปรับปรุงเพิ่มในส่วนที่เป็นระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมเพื่อช่วยในการบำบัดน้ำเสียหรือดูดซับสิ่งสกปรก (จรรยา ยิ้มรัตนบวร, 2554) และคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดจากพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมหรือไหลออกระบบ (Output) ผ่านเกณฑ์ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งทุกพารามิเตอร์ สำหรับประสิทธิภาพโดยภาพรวมของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมเท่ากับ 76.15% ถือว่ามีค่าใกล้เคียงผลการวิจัยของนุชนาฏ แสงกล้า (2560) และมงคล พืชวงศ์สิริ และคณะ (2564) ที่พบว่า ประสิทธิภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมอยู่ระหว่างร้อยละ 68.5-99.60 ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้รอบบำบัดน้ำเสียแบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมมีประสิทธิภาพมากขึ้นการใช้ดินแดงเป็นดินสำหรับปลูกพืช เนื่องจากดินแดงมีคุณสมบัติในการดูดซับสารโลหะหนักหรือประจุไอออนของสารพิษได้ดี และอัตราการปลูกพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมจำนวน 18 ต้น/ตร.ม. หรือ 0.30*0.30 ม. มีค่าใกล้เคียงกับพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติรอบเมืองทองคำ จังหวัดเลย (Thathong, V., et al., 2019) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นุชนาฏ แสงกล้า (2560) และสุชาติ ปุณณสัมฤทธิ์ (2561) ที่มีระยะปลูกพืชระหว่าง 0.2*0.2 ม. และ 0.25*0.25 ม. ตามลำดับ



สรุปผลการวิจัย

น้ำเสียไหลเข้าระบบ (Input) เป็นน้ำที่ผ่านระบบเติมอากาศใน Unit 5 ซึ่งผลการวิเคราะห์รายพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยพบว่า 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, Sulfide เท่ากับ 1.05 mg/L ซึ่งพารามิเตอร์บางค่ายังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง และเมื่อจัดทำระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมเพิ่มขึ้นทำให้ผลการวิเคราะห์น้ำเสียไหลออกกระบบ (Output) มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกพารามิเตอร์ โดยมีประสิทธิภาพโดยรวมของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมเท่ากับ 76.15% และรายพารามิเตอร์อยู่ระหว่าง 28.21 - 100 % ดังนั้นจากผลงานวิจัยนี้ทำให้ออกเกิดประโยชน์แก่ชุมชนท้องถิ่นและสังคมรอบข้างโรงเรียนเลยพิทยาคม ตลอดจนเป็นระบบบำบัดน้ำเสียต้นแบบที่หน่วยงานต่างๆ ในพื้นที่สามารถนำไปปรับประยุกต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมจากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในโรงเรียนขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะการบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหาร
2. ควรมีการออกแบบบ่อที่เหมาะสมให้ยาวมากขึ้นเพื่อเพิ่มระยะเวลาในการเก็บกักน้ำให้อยู่ในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมยาวนานขึ้น ซึ่งอาจจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรวิจัยถึงปริมาณธาตุอาหารพืชในน้ำเสียไหลเข้าและไหลออกเพื่อหาความสัมพันธ์การเจริญเติบโตของพืชในระบบบำบัดน้ำเสีย
2. ควรมีการทดสอบประสิทธิภาพควบคุมระหว่างพื้นที่ชุ่มน้ำที่ปลูกพืชกับไม่ปลูกพืชว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

- เกษม จันทรแก้ว, สตรีไทย พุ่มไม้ และ สุรัตน์ บัวเลิศ. (2566). การบำบัดน้ำเสียชุมชนที่ควบคุมความหนาของน้ำที่ไหลผ่านสันขอบบ่อบำบัด. รายงานผลการดำเนินงานประจำปี 2556 ฉบับสมบูรณ์: แผนงานวิจัย เล่มที่ 1: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนา จริยา ยิ้มรัตน์บวร. (2554). การบำบัดน้ำเสียจากชุมชนขนาดเล็กโดยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบผสม. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- นุชนาฏ แสงกล้า. (2560). ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียของโรงเรียนด้วยพืช 3 ชนิดในระบบบึงประดิษฐ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- มงคล พืชวงศ์ศิริ และ คณะ. (2564). ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงแรมและรีสอร์ทที่ใช้พื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบผสม. *J of Ind. Tech. UBRU*, 11(2), น. 1-13.
- สิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. (2556). กรุงเทพฯ. หน้า (1.1-48)-(1.1-56) (452 หน้า).
- สุชาติ ปุณณสัมฤทธิ์. (2561). การบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบผสม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- Henke, Hutchison, (2009). Arsenic: Environmental Chemistry, Health Threats and Waste Treatment. **John Wiley & Sons**.
- Lizama, A.,K., Fletcher, T.D., Sun, G., (2011). Removal processes for arsenic in constructed wetlands. *Chemosphere* 84(8), 1032e1043.
- Shi, W., Li, H., Li, A., (2018). Mechanism and Influencing factors of nitrogen removal in subsurface flow constructed wetland. *Appl. Chem. Eng.* 1(1).
- Thathong, V., Tantamsapya, N., Yossapol, C., Liao, C. H., & Wirojanagud, W. (2019). Role of Natural Wetlands in Arsenic Removal from Arsenic-Contaminated Runoff. *Applied Environmental Research*, 41(1), 8-21.
- Thathong, V., Tantamsapya, N., Yossapol, C., Liao, C. H., Wirojanagud, W., & Padungthon, S. (2019). Role of *Colocasia esculenta* L. schott in arsenic removal by a pilot-scale constructed wetland filled with laterite soil. *Heliyon*, 5(2).