การประเมินคุณภาพน้ำและประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในสถานพยาบาล กรณีศึกษาโรงพยาบาลห้วยผึ้ง

Evaluating Water Quality and Treatment Efficiency in Healthcare Facilities A Case Study of Huai Phueng Hospital

อนงค์นาถ โรจนกร วังคำหาญ[1], วิสุดา สุขประโคน[2] และอนุรักษ์ ปิ่นทอง[3]

Anongnart Rotjanakorn Wangchamhan[1] Wisuda Sukprakhon[2] and Anurak Pintong[3]

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์[1,2,3]

Faculty of Science and Health Technology, Kalasin University[1,2,3]

Corresponding author, E-mail: anongnart.ro@ksu.ac.th[1], wisudasukprakhon44@gmail.com[2], anurak.pi@ksu.ac.th[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในหน่วยบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ เปรียบเทียบคุณภาพของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียกับค่ามาตรฐาน และศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง เป็นแบบแอคทิวเต็ดสลัดแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge: CMAS) ประกอบด้วย 4 หน่วยบำบัด คือ หน่วยบ่อสูบ หน่วยเติมอากาศ หน่วยตกตะกอนและหน่วยเติมคลอรีน โดยการเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเวลาเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566 ซึ่งผลการศึกษาสามารถนำไปใช้ในปรับปรุงและพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผลการศึกษา พบว่า น้ำเสียมีค่าความเป็นกรดด่าง 7.68±0.43 ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด 478.43±72.02 mg/L ความขุ่น 129.27±77.03 NTU ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ 1.17±0.83 mg/L ตะกอนหนัก <0.1 mg/L และการนำไฟฟ้า 1,095.86±162.78 µS/cm และน้ำทิ้งมีค่าความเป็นกรดด่าง 7.85 ± 0.16 ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด 434.00 ± 45.61 mg/L ความขุ่น 81.94 ± 38.88 NTU ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ 5.30 ± 0.35 mg/L ตะกอนหนัก <0.1 mg/L และการนำไฟฟ้า 987.29 ± 94.60 µS/cm เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งกับค่ามาตรฐาน พบว่า ความเป็นกรดด่าง ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ตะกอนหนักและการนำไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่ความขุ่นมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ระบบบำบัดน้ำเสียที่พัฒนาขึ้นแสดงประสิทธิภาพในการลดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ลง 9.28% ความขุ่นลดลง 36.61% ปรับปรุงระดับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) เพิ่มขึ้น 77.92% และลดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำลง 9.9% ทั้งนี้ระบบบำบัดน้ำเสียสามารถลดค่าความขุ่นได้ถึง 36.61% ซึ่งเป็นอัตราการลดที่สูงเมื่อเทียบกับพารามิเตอร์อื่น อย่างไรก็ตามค่าความขุ่นหลังการบำบัดยังคงเกินมาตรฐาน เนื่องจากค่าความขุ่นเริ่มต้นในน้ำเสียมีระดับสูงมาก อีกทั้งการดูดสลัดจ์กลับเข้าสู่หน่วยเติมอากาศเพื่อบำบัดน้ำเสียใหม่อาจทำให้ประสิทธิภาพของระบบบำบัดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการลดค่าความขุ่นมีประสิทธิภาพลดลง

คำสำคัญ: น้ำเสีย, น้ำทิ้ง, ระบบบำบัดน้ำเสีย

รับบทความ 18 ตุลาคม 2567 แก้ไขบทความ 12 ธันวาคม 2567 ตอบรับบทความ 20 ธันวาคม 2567

Received 18 October 2024 Revised 12 December 2024 Accepted 20 December 2024

ABSTRACT

This research aimed to study the water quality in the wastewater treatment unit of the wastewater treatment system of Huai Phueng Hospital, Kalasin Province, to compare the quality of wastewater from the wastewater treatment system with the standard and study the efficiency of the wastewater treatment system in treatment of various pollutants in wastewater. The wastewater treatment system of Huai Phueng Hospital is Completely Mixed Activated Sludge (CMAS), consisting of 4 treatment units: pumping pond unit, aeration unit, sedimentation unit, and chlorine addition unit. Water samples were collected in June 2023. The results of the study can be used to improve and develop the wastewater treatment system for greater efficiency.

The results of the study found that the wastewater had pH was 7.68±0.43, total dissolved solids was 478.43±72.02 mg/L, turbidity was 129.27±77.03 NTU, dissolved oxygen was 1.17±0.83 mg/L, heavy sediment was <0.1 mg/L and conductivity was 1,095.86±162.78 µS/cm. The effluent had pH was 7.85 ± 0.16, total dissolved solids was 434.00 ± 45.61 mg/L, turbidity was 81.94 ± 38.88 NTU, dissolved oxygen was 5.30 ± 0.35 mg/L, heavy sediment was <0.1 mg/L and conductivity were 987.29 ± 94.60 µS/cm. When comparing the quality of the effluent with the standard, it was found that the pH, total dissolved solids, dissolved oxygen, heavy sediment and conductivity were within the standard range. While turbidity was higher than the standard range. And the wastewater treatment system had an efficiency in treating total dissolved solids was 9.28%, turbidity was 36.61%, dissolved oxygen was 77.92% and conductivity was 9.90%. The wastewater treatment system was able to reduce turbidity by 36.61%, which is a significant reduction compared to other parameters. However, the turbidity level after treatment still exceeds the standard due to the initially high turbidity of the wastewater. Additionally, the recirculation of sludge back into the aeration unit for further treatment may reduce the system's efficiency in turbidity reduction.

Keywords: Wastewater, Effluent, Wastewater Treatment System

บทนำ

ในปัจจุบันปัญหามลพิษทางน้ำเป็นปัญหาที่สำคัญปัญหาหนึ่งในสิ่งแวดล้อม ซึ่งน้ำเสียเป็นของเสียที่อยู่ในสภาพของเหลว รวมทั้งมลสารที่ปะปนและปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น (พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2535) การจัดการกับน้ำเสียจากสถานพยาบาลเป็นประเด็นได้รับความสนใจ เนื่องจากการพัฒนาและขยายตัวของสถานบริการสุขภาพทั่วโลก โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการเติบโตทางเศรษฐกิจและประชากรเพิ่มขึ้น ส่งผลให้การจัดการน้ำเสียจากโรงพยาบาลเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างยิ่ง โรงพยาบาล เป็นสถานบริการการรักษาพยาบาลผู้เจ็บป่วย การควบคุมป้องกันโรคการฟื้นฟูสภาพ และการทดลองวิจัย ดังนั้นโรงพยาบาลจึงเป็นแหล่งผลิตของเสียที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพทั้งที่เป็นด้านชีวภาพและสารเคมีจำนวนมาก ซึ่งของเสียที่เป็นของเหลวทั้งหมดจะถูกเทลงไปรวมกันที่ระบบบำบัดน้ำเสีย หากสภาพการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาลเป็นไปอย่างไม่ได้มาตรฐาน ขาดการจัดการและดูแลที่ดี จะทำให้โรงพยาบาลกลายเป็นแหล่งแพร่กระจายโรคภัยต่าง ๆ ไปสู่ประชาชนที่มารับบริการ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในสถานบริการประชาชนและชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล จึงเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาคุณภาพโรงพยาบาลให้ได้มาตรฐานและปลอดภัยแก่ประชาชนผู้รับบริการ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งประชาชนและชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียง โรงพยาบาลทุกแห่งจะต้องดำเนินการบำบัดน้ำเสียให้ได้มาตรฐานและเป็นไปตามกฎหมายที่กำหนด เพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าวและเป็นการลดปริมาณมลพิษและเชื้อโรคที่จะถูกระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม การจัดการน้ำเสียโรงพยาบาลให้ได้คุณภาพมาตรฐานและเป็นไปตามกฎหมายที่กำหนด จึงเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญอย่างยิ่ง (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2557)

โรงพยาบาลห้วยผึ้ง อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ ได้เริ่มก่อสร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 เป็นโรงพยาบาลขนาดเล็กที่มีจำนวน 30 เตียง ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์แบบกวนสมบูรณ์ มีหน่วยบำบัด 4 หน่วย คือ 1) หน่วยบ่อสูบ 2) หน่วยเติมอากาศ 3) หน่วยตกตะกอน และ 4) หน่วยเติมคลอรีน โดยระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลห้วยผึ้ง รองรับน้ำเสียอยู่ที่ 60 ลบ.ม/วัน น้ำเสียจากโรงพยาบาลเป็นน้ำที่เกิดจากการใช้ในกิจกรรมการรักษาพยาบาลและกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การชำระล้างร่างกาย การขับถ่ายและการประกอบอาหาร แล้วทำให้มีสิ่งเจือปน

และความสกปรกต่าง ๆ เช่น สารอินทรีย์ จุลินทรีย์ โลหะหนักและสารพิษในปริมาณมากจนไม่เป็นที่ต้องการและน่ารังเกียจ ซึ่งแหล่งที่มาของน้ำเสียในโรงพยาบาลมาจากอาคารผู้ป่วย บ้านพักเจ้าหน้าที่และสถานที่ทำการต่าง ๆ โรงซักฟอก โรงครัวและโรงอาหาร ห้องปฏิบัติการ น้ำเสียจากห้องผ่าตัด ห้องคลอดและห้องเก็บรักษาศพ ห้องจ่ายยาและห้องผลิตยาและส่วนอื่น ๆ เช่น ร้านค้าสวัสดิการต่าง ๆ (กองบริการสาธารณสุข, 2564) น้ำเสียจากโรงพยาบาลมีความสกปรกสูงกว่าน้ำเสียจากบ้านเรือน โดยมีทั้งน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการดำรงชีวิตและน้ำเสียจากผู้ป่วยที่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ดังนั้นน้ำเสียที่เกิดจากทุกกิจกรรมภายในโรงพยาบาล จะต้องได้รับการบำบัดและผ่านการฆ่าเชื้อโรคก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม (ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการ, 2559)

การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อประเมินคุณภาพน้ำทิ้งหลังจากผ่านกระบวนการบำบัดและเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กำหนดโดยหน่วยงานรัฐ การศึกษานี้ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียและเสนอแนวทางในการปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนานโยบาย การวางแผนและการดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียของโรงพยาบาล

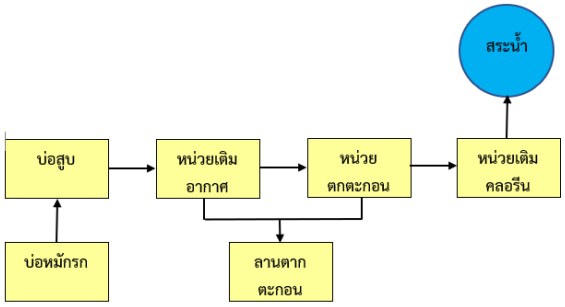
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในหน่วยบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบน้ำเสียโรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์กับค่ามาตรฐาน
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลห้วยผึ้ง

วิธีการวิจัย

1. พื้นที่ในการศึกษา กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอคทิวเต็ดสลัดแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mixed Activated Sludge: CMAS) ประกอบไปด้วย 4 หน่วยบำบัด ได้แก่ 1) หน่วยบ่อสูบ 2) หน่วยเติมอากาศ 3) หน่วยตกตะกอน และ 4) หน่วยเติมคลอรีน

ภาพที่ 1 ภาพถ่ายทางอากาศของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง



ภาพที่ 2 ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอคทิวเต็ดสลัด แบบกวนสมบูรณ์ โรงพยาบาลห้วยผึ้ง

2. การเก็บตัวอย่างน้ำและการวิธีการตรวจวิเคราะห์ การเก็บตัวอย่างน้ำดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำที่จุดเข้าและจุดออกของหน่วยบำบัดในระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยครอบคลุมหน่วยต่าง ๆ ได้แก่ บ่อสูบ หน่วยเติมอากาศ หน่วยตกตะกอน และหน่วยเติมคลอรีน ใช้วิธีเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling) ซึ่งดำเนินการระหว่างวันที่ 1-30 มิถุนายน พ.ศ. 2566 โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง แต่ละครั้งเก็บจำนวน 3 ตัวอย่าง โดยกำหนดช่วงเวลาการเก็บในเวลา 08.00-11.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีผู้ใช้บริการในโรงพยาบาลสูงสุด โดยทำการศึกษาพารามิเตอร์ดังตารางที่ 1 เพื่อให้ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งทางกายภาพ ได้แก่ ความขุ่น ตะกอนหนัก และทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง การนำไฟฟ้า ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ

ตารางที่ 1 การวิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีการ/อุปกรณ์
ความเป็นกรด ด่าง (pH)	-	เครื่อง Multi Parameter ยี่ห้อ Hach รุ่น HQ40d โพรบ pH ยี่ห้อ Hach รุ่น PHC 101
การนำไฟฟ้า (Conductivity)	µS/cm	เครื่อง Multi Parameter ยี่ห้อ Hach รุ่น HQ40d โพรบการนำไฟฟ้า ยี่ห้อ Hach รุ่น CDC401
ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	mg/L	เครื่อง Multi Parameter ยี่ห้อ Hach รุ่น HQ40d โพรบค่าของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ยี่ห้อ Hach รุ่น TDS101
ความขุ่น (Turbidity)	NTU	เครื่อง Turbidimeter ยี่ห้อ HACH รุ่น 2100Q
ตะกอนหนัก (Heavy sediment)	mg/L	กรวยตกตะกอน (Imhoff cone)
ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO)	mg/L	เครื่อง Multi Parameter ยี่ห้อ Hach รุ่น HQ40d โพรบ ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ ยี่ห้อ Hach รุ่น LDO101

3. สถิติและวิธีวิเคราะห์ผล

3.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายคุณภาพน้ำกับพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในหน่วยบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์

3.2 สูตรคำนวณประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสีย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2554)

3.2.1 สูตรคำนวณประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสีย (ยกเว้น DO)

$$\text{ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย \%} = \frac{\text{คุณภาพในน้ำเสีย} - \text{คุณภาพน้ำในน้ำทิ้ง} \times 100}{\text{คุณภาพในน้ำเสีย}}$$

2) สูตรคำนวณประสิทธิภาพบำบัดน้ำเสียของปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO)

$$\text{ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย \%} = \frac{\text{คุณภาพน้ำในน้ำทิ้ง} - \text{คุณภาพในน้ำเสีย} \times 100}{\text{คุณภาพน้ำในน้ำทิ้ง}}$$

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแต่ละหน่วยของระบบบำบัดน้ำเสีย

การศึกษาคุณภาพน้ำในแต่ละหน่วยบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ จะทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในหน่วยบำบัด 4 หน่วย ได้แก่ หน่วยบ่อสูบ หน่วยเติมอากาศ หน่วยตกตะกอนและหน่วยเติมคลอรีน ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในหน่วยบำบัดทั้ง 4 หน่วย ของระบบบำบัดน้ำเสีย

หน่วยบำบัด	ความเป็นกรดด่าง (pH)	ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS) (mg/L)	ความขุ่น (Turbidity) (NTU)	ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO) (mg/L)	ตะกอนหนัก (Heavy sediment) (mg/L)	การนำไฟฟ้า (Conductivity) (µS/cm)
หน่วยบ่อสูบ	7.68±0.43	478.43±72.02	129.27±77.03	1.17±0.83	<0.1	1,095.86±162.78
หน่วยเติมอากาศ	7.64±0.18	267.14±34.53	255.14±77.93	5.70±0.59	2.00±0.55	630.14±88.15
หน่วยตกตะกอน	7.90±0.04	473.29±37.20	85.62±13.12	3.84±0.89	0.20±0.15	1,106.29±79.84
หน่วยเติมคลอรีน	7.85±0.16	434.00±45.61	81.94±38.88	5.30±0.35	<0.1	987.29±94.60

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง 4 หน่วยบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง พบว่า หน่วยบ่อสูบ เป็นน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงพยาบาล มีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.68±0.43 ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด เท่ากับ 478.43±72.02 mg/L ความขุ่นมี เท่ากับ 129.27±77.03 NTU ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เท่ากับ 1.17±0.83 mg/L ตะกอนหนัก <0.1 mg/L และการนำไฟฟ้า เท่ากับ 1,095.86±162.78 µS/cm

2. การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียกับค่ามาตรฐาน

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ กับค่ามาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียกับค่ามาตรฐาน

พารามิเตอร์	หน่วยเติมคลอรีน	ค่ามาตรฐาน
ความเป็นกรดด่าง (pH)	7.85 ± 0.16	5-9 *
ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	434.00 ± 45.61 mg/L	ไม่เกิน 500 mg/L *
ความขุ่น (Turbidity)	81.94 ± 38.88 NTU	ไม่เกิน 50 JTU **
ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO)	5.30 ± 0.35 mg/L	ไม่น้อยกว่า 2 mg/L ***
ตะกอนหนัก (Heavy sediment)	<0.1 mg/L	ไม่เกิน 0.5 mg/L *
การนำไฟฟ้า (Conductivity)	987.29 ± 94.60 µS/cm	ไม่เกิน2,000 µS/cm***

หมายเหตุ. * ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (ประเภท ก) ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 122 ตอนที่ 125 ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548 (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548)

** ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการ สำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 95 ตอนที่ 66 วันที่ 27 มิถุนายน 2521 (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, 2521)

*** ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำด้านการชลประทานในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และทางน้ำชลประทาน (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)

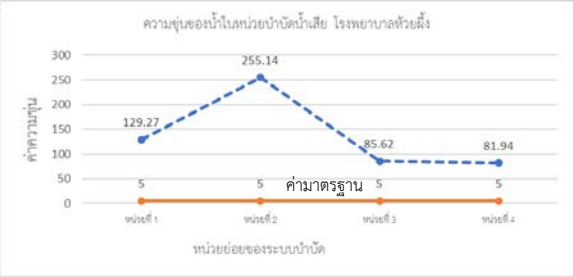
จากการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ กับค่ามาตรฐาน พบว่า ความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 7.85±0.16 ซึ่งค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ประเภท ก ต้องมีค่ามาตราฐานอยู่ในช่วง 5-9 ดังนั้นค่าความเป็นกรดด่างในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด เท่ากับ 434.00±45.61 mg/L ซึ่งค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ประเภท ก ต้องมีค่ามาตราฐานไม่เกิน 500 mg/L ดังนั้นของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ความขุ่นเท่ากับ 81.94±38.88 NTU ซึ่งหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการ สำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล มีค่าเกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน 50 JTU ดังนั้นความขุ่นในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตราฐาน ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เท่ากับ 5.30±0.35 mg/L ซึ่งเกณฑ์คุณภาพน้ำด้านการชลประทานในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลางและทางน้ำชลประทาน ต้องมีค่ามาตราฐานไม่น้อยกว่า 2 mg/L ดังนั้นปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ตะกอนหนัก <0.1 mg/L ซึ่งค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ประเภท ก. ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2548 ต้องมีค่ามาตราฐานไม่เกิน 0.5 mg/L ดังนั้นค่าตะกอนหนักในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และการนำไฟฟ้า เท่ากับ 987.29±94.60 µS/cm ซึ่งเกณฑ์คุณภาพน้ำด้านการชลประทานในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลางและทางน้ำชลประทาน ต้องมีค่ามาตราฐานไม่เกิน 2,000 µS/cm ดังนั้นการนำไฟฟ้าในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและเมื่อเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์กับค่ามาตรฐานในแต่ละหน่วยบำบัด ผลการศึกษา ความเป็นกรดด่าง พบว่า หน่วยบำบัดทุกหน่วยของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง สามารถควบคุมระดับความเป็นกรดด่างให้อยู่ในค่ามาตรฐานได้ ดังแสดงในภาพที่ 3

ภาพที่ 3 กราฟแสดงความเป็นกรดด่างของน้ำในหน่วยบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง

ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด พบว่า หน่วยบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง หน่วยที่ 2 (หน่วยเติมอากาศ) สามารถบำบัดของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดได้ดีที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 4

ภาพที่ 4 กราฟแสดงของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดของน้ำในหน่วยบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง

ความขุ่น พบว่า หน่วยบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง สามารถบำบัดความขุ่นได้ แต่ความขุ่นยังเกินค่ามาตรฐาน โดยจากกราฟในภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่า หน่วยที่ 3 (หน่วยตกตะกอน) มีความสามารถในการบำบัดค่าความขุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยอื่น ๆ แต่จะพบว่าในหน่วยที่ 2 (หน่วยเติมอากาศ) มีค่าความขุ่นสูงกว่าหน่วยอื่น ๆ เนื่องจากมีการดูดสลัดจ์ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นหน่วยตกตะกอน ส่วนหนึ่งกลับมายังหน่วยเติมอากาศ

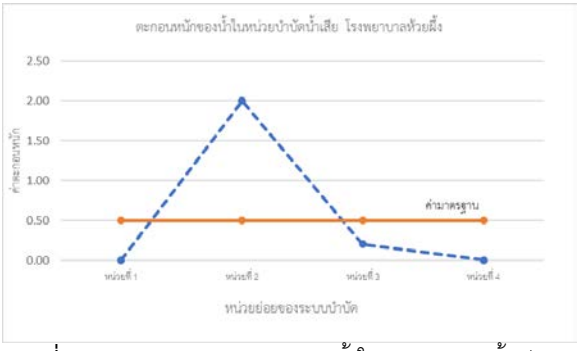


ภาพที่ 5 กราฟแสดงความขุ่นของน้ำในหน่วยบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง

ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ พบว่า หน่วยบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง หน่วยที่ 2 (หน่วยเติมอากาศ) สามารถบำบัดปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำได้ดีที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 6 เนื่องจากหน่วยเติมอากาศมีการเติมอากาศด้วยปั๊มลอยจึงทำให้สามารถเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำได้ ส่งผลให้ปริมาณอออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำมีค่ามากที่สุดในหน่วยที่ 2 (หน่วยเติมอากาศ)

ภาพที่ 6 กราฟแสดงปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำของน้ำในหน่วยบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง

ตะกอนหนัก พบว่า น้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง มีตะกอนหนักอยู่ในเกณฑ์มาตราฐานกำหนด เมื่อพิจารณาในหน่วยบำบัดของระบบบำบัดหน่วยที่ 2 (หน่วยเติมอากาศ) และหน่วยที่ 3 (หน่วยตกตะกอน) มีค่าตะกอนหนักเกินค่ามาตรฐาน เนื่องจากในหน่วยที่ 2 (หน่วยเติมอากาศ) มีการเติมอากาศด้วยปั๊มลอยจึงทำให้น้ำในหน่วยที่ 2 (หน่วยเติมอากาศ) มีตะกอนจุลินทรีย์ (สลัดจ์) กระจายอยู่ในน้ำ ซึ่งจะช่วยบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ส่วนหน่วยที่ 3 (หน่วยตกตะกอน) น้ำที่ผ่านการบำบัดจากหน่วยที่ 2 (หน่วยเติมอากาศ) ที่มีตะกอนจุลินทรีย์ (สลัดจ์) จะค่อยๆ ตกตะกอนจมลงก้นบ่อ จึงทำค่าตะกอนหนักมีค่าสูงกว่าหน่วยที่ 1 และหน่วยที่ 4 ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 กราฟแสดงตะกอนหนักของน้ำในหน่วยบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง

ผลการศึกษาการนำไฟฟ้า พบว่า หน่วยบำบัดทุกหน่วยของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง สามารถควบคุมระดับค่าการนำไฟฟ้าให้อยู่ในค่ามาตรฐานได้ ดังแสดงในภาพที่ 8

ภาพที่ 8 กราฟแสดงการนำไฟฟ้าของน้ำในหน่วยบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง

จากผลการศึกษาทั้งหมด พบว่า ความเป็นกรดด่าง ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ ตะกอนหนักและการนำไฟฟ้าของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลห้วยผึ้งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ส่วนความขุ่นมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

3. ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ แสดงผลดังนี้

3.1 ประสิทธิภาพของหน่วยเติมอากาศ

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหน่วยเติมอากาศ พบว่า ประสิทธิภาพของหน่วยเติมอากาศในการบำบัด ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด เท่ากับ 44.16 % ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เท่ากับ 79.47 % การนำไฟฟ้า เท่ากับ 42.41 % ซึ่งหน่วยเติมอากาศไม่มีความสามารถในการบำบัดความขุ่นและตะกอนหนัก ซึ่งจะเห็นได้จากความขุ่นและตะกอนหนักที่ผ่านหน่วยเติมอากาศมีค่ามากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของหน่วยเติมอากาศ

พารามิเตอร์	น้ำจากบ่อสูบ	น้ำออกจากหน่วยเติมอากาศ	ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย
ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	478.43 mg/L	267.14 mg/L	44.16 %
ความขุ่น (Turbidity)	129.27 NTU	255.14 NTU	-97.36 %
ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO)	1.17 mg/L	5.70 mg/L	79.47 %
ตะกอนหนัก (Heavy sediment)	<0.1 mg/L	2.00 mg/L	-1,900 %
การนำไฟฟ้า (Conductivity)	1,095.86 µS/cm	630.14 µS/cm	42.41 %

3.2 ประสิทธิภาพของหน่วยตกตะกอน

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหน่วยตกตะกอน พบว่า ประสิทธิภาพของหน่วยตกตะกอนในการบำบัดความขุ่น เท่ากับ 66.44 % ตะกอนหนัก เท่ากับ 90 % ซึ่งหน่วยตกตะกอนไม่มีความสามารถในการบำบัด ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำและการนำไฟฟ้า ซึ่งจะเห็นได้จากความขุ่นและตะกอนหนักที่ผ่านหน่วยตกตะกอนมีค่าลดลง ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพของหน่วยตกตะกอน

พารามิเตอร์	น้ำจากหน่วยเติมอากาศ	น้ำออกจากหน่วยตกตะกอน	ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย
ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	267.14 mg/L	473.29 mg/L	-77.16 %
ความขุ่น (Turbidity)	255.14 NTU	85.62 NTU	66.44 %
ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO)	5.70 mg/L	3.84 mg/L	-48.43 %
ตะกอนหนัก (Heavy Sediment)	2.00 mg/L	0.20 mg/L	90 %
การนำไฟฟ้า (Conductivity)	630.14 µS/cm	1,106.29 µS/cm	-75.56 %

3.3 ประสิทธิภาพของหน่วยเติมคลอรีน

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหน่วยเติมคลอรีน พบว่า ประสิทธิภาพของหน่วยเติมคลอรีนในการบำบัด ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด เท่ากับ 8.30 % ความขุ่น เท่ากับ 4.30 % ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เท่ากับ 27.54 % ตะกอนหนัก เท่ากับ 50 % และการนำไฟฟ้า เท่ากับ 10.75 % ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพของหน่วยเติมคลอรีน

พารามิเตอร์	น้ำจากหน่วยตกตะกอน	น้ำออกจากหน่วยเติมคลอรีน	ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย
ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	473.29 mg/L	434.00 mg/L	8.30 %
ความขุ่น (Turbidity)	85.62 NTU	81.94 NTU	4.30 %
ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO)	3.84 mg/L	5.30 mg/L	27.54 %
ตะกอนหนัก(Heavy sediment)	0.20 mg/L	<0.1 mg/L	50 %
การนำไฟฟ้า (Conductivity)	1,106.29 µS/cm	987.29 µS/cm	10.75 %

3.4 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในภาพรวมของระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียในการบำบัดของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด เท่ากับ 9.28 % ความขุ่น เท่ากับ 36.61 % ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ

เท่ากับ 77.92 % และการนำไฟฟ้าเท่ากับ 9.90 % ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย

พารามิเตอร์	น้ำจากบ่อสูบ	น้ำออกจากหน่วยเติมคลอรีน	ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย
ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS)	478.43 mg/L	434.00 mg/L	9.28 %
ความขุ่น (Turbidity)	129.27 NTU	81.94 NTU	36.61 %
ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ (DO)	1.17 mg/L	5.30 mg/L	77.92 %
ตะกอนหนัก(Heavy sediment)	<0.1 mg/L	<0.1 mg/L	0 %
การนำไฟฟ้า (Conductivity)	1,095.86 µS/cm	987.29 µS/cm	9.90 %

สรุปผลวิจัยและอภิปรายผล

คุณภาพน้ำของระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลห้วยผึ้ง ซึ่งเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอคทิวเต็ดสลัดแบบกวนสมบูรณ์ พบว่า หน่วยบ่อสูบ เป็นน้ำเสียที่ผ่านเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย มีค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 7.68 ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด เท่ากับ 478.43 mg/L ความขุ่น เท่ากับ 129.27 NTU ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เท่ากับ 1.17 mg/L ตะกอนหนัก เท่ากับ <0.1 mg/L และการนำไฟฟ้า เท่ากับ 1,095.86 µS/cm น้ำเสียจากโรงพยาบาลจะมีการปนเปื้อนของเชื้อโรค ยารักษา สารพิษ ผงซักฟอก สารละลาย และยาฆ่าเชื้อโรค รวมถึงโลหะหนัก ซึ่งเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในการรักษาพยาบาลและอาคารต่าง ๆ ในโรงพยาบาล รวมทั้งบ้านพักของบุคลากรเจ้าหน้าที่ (Evens Emmanuel *et al.*, 2005) และกองบริการสาธารณสุข (2564) (กองบริการสาธารณสุข, 2564) ได้อธิบายถึงกิจกรรมใช้น้ำของโรงพยาบาล ได้แก่ สิ่งอำนวยความสะดวกด้านสุขาภิบาล (อ่างล้าง อาบน้ำและห้องน้ำ) เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทสารอินทรีย์ แบคทีเรีย ไวรัส ฮอรฮโมน สารเมตาโบไลท์ 60% รองลงมาคือ การรักษาพยาบาล เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทสารเคมียา สารกัมมันตรังสี โลหะหนัก ยาปฏิชีวนะและสารฆ่าเชื้อโรค 20% ห้องอาหารและห้องครัวเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทสารอินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) และน้ำมันและไขมัน 12% การซักผ้าเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทสารซักฟอกและสารฆ่าเชื้อโรค 12% และการล้างไตเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทค่าของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด 1% ซึ่งสารมลพิษเหล่านี้ทำให้เกิดน้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงพยาบาล หน่วยเติมอากาศ มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 7.64 ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด เท่ากับ 267.14 mg/L ความขุ่น เท่ากับ 255.14 NTU ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เท่ากับ 5.70 mg/L ตะกอนหนัก 2.00 mg/L และการนำไฟฟ้า เท่ากับ 630.14 µS/cm ซึ่งในหน่วยเติมอากาศมีตะกอนจุลินทรีย์ (สลัดจ์) อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะมีการเติมตะกอนจุลินทรีย์ (สลัดจ์) จากหน่วยตกตะกอนจึงทำให้ความขุ่นและตะกอนหนักในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นโดยตะกอนจุลินทรีย์ (สลัดจ์) จะช่วยย่อยสารอินทรีย์ในรูปต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์และน้ำ (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2557) และในหน่วยเติมอากาศมีปั๊มเติมอากาศ 2 เครื่อง เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำสำหรับตะกอนจุลินทรีย์ (สลัดจ์) ในการย่อยสารอินทรีย์ จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่ง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2554) ได้อธิบายว่าโดยปกติจะต้องควบคุมปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำในถังเติมอากาศให้มีค่าไม่น้อยกว่า 2.00 mg/L เพื่อเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศ หน่วยตกตะกอน มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.90 ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด เท่ากับ 473.29 mg/L ความขุ่น เท่ากับ 85.62 NTU ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำเท่ากับ 3.84 mg/L ตะกอนหนักมีค่าเฉลี่ย 0.20 mg/L และการนำไฟฟ้ามี เท่ากับ 1,106.29 µS/cm โดยน้ำเสียที่บำบัดแล้วจะไหลต่อไปยังถังตกตะกอนเพื่อแยกตะกอนจุลินทรีย์ (สลัดจ์) ออกจากน้ำใส ตะกอนจุลินทรีย์ (สลัดจ์) ที่แยกตัวอยู่ที่ก้นหน่วยตกตะกอนส่วนหนึ่งจะสูบกลับไปยังหน่วยเติมอากาศ เพื่อบำบัดน้ำเสียที่เข้ามาใหม่ อีกส่วนหนึ่งจะเป็นตะกอนจุลินทรีย์ (สลัดจ์) ส่วนเกิน (Excess Sludge) ต้องนำไปกำจัดต่อไปในลานตากตะกอน (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2557) จึงทำให้ความขุ่นและตะกอนหนักในน้ำมีค่าลดลงขึ้น และหน่วยเติมคลอรีน โดยน้ำใสส่วนบนจากหน่วยตกตะกอนจะไหลเข้าหน่วยเติมคลอรีนเพื่อทำการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนผงละลายน้ำ ซึ่งจะเป็นน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดจากระบบ

บำบัดน้ำเสีย มีค่าเฉลี่ยความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 7.85 ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด เท่ากับ 434.00 mg/L ความขุ่น เท่ากับ 81.94 NTU ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำเท่ากับ 5.30 mg/L ตะกอนหนัก เท่ากับ <0.1 mg/L และการนำไฟฟ้า เท่ากับ 987.29 µS/cm

การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียกับค่ามาตรฐาน พบว่า ความเป็นกรดด่าง ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด และตะกอนหนัก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.85 434.00 mg/L และ <0.1 mg/L ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด ประเภท ก ที่กำหนดไว้ว่า ความเป็นกรดด่างต้องอยู่ในช่วง 5-9 ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ต้องไม่เกิน 500 mg/L และตะกอนหนักต้องไม่เกิน 0.5 mg/L ซึ่งความเป็นกรดด่าง ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดและตะกอนหนักในน้ำทิ้งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ความขุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.94 NTU เมื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการ สำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล มีค่าเกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน 50 JTU ซึ่งความขุ่นมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำและการนำไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.30 mg/L และ 987.29 µS/cm ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตราฐานเกณฑ์คุณภาพน้ำด้านการชลประทานในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลางและทางน้ำชลประทาน มีค่าเกณฑ์มาตรฐาน ไม่น้อยกว่า 2 mg/L และไม่เกิน 2,000 µS/cm ตามลำดับซึ่งปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำและการนำไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งพารามิเตอร์ส่วนใหญ่มีค่าผ่านค่ามาตรฐานสอดคล้องกับงานวิจัยที่ทำการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงพยาบาล (ทัศนีย์ สดใสและคณะ, 2566, พลอยไพริน นวนนุกูลและคณะ, 2564, นิพนธ์ วงษ์ตา และอนุวัต หัวหนองหาร, 2566, ธนชีพ พีระธรณิศร์ และคณะ, 2565) ได้ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้งของสถานพยาบาลของรัฐ 795 แห่ง ในปี พ.ศ. 2552-2563 มีตัวอย่างน้ำเสียและน้ำทิ้งเฉลี่ย 1,355 ตัวอย่าง/ปี ผ่านมาตรฐานน้ำทิ้ง เพียงร้อยละ 15.1-56.0 แนวโน้มคุณภาพน้ำลดลง โดยค่าที่เกินมาตรฐานสูงสุด คือ ของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (กมลรัตน์ สุวรรณวัฒน์, 2566) ได้รายงานถึงประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียในสถานพยาบาลภาครัฐ (ข้อมูลการสำรวจปี พ.ศ. 2563-2565) จำนวน 940 แห่ง พบว่า ส่วนใหญ่ร้อยละ 29.7% ใช้ระบบตะกอนเร่ง (AS) รองลงมาร้อยละ 16% ใช้ระบบเอสบีอาร์ (SBR) อันดับที่ 3 ร้อยละ 14.3% ใช้ระบบคลองวนเวียน (OD) อันดับ 4 ใช้ระบบบึงประดิษฐ์ และระบบที่ใช้น้อยที่สุดใช้ระบบบ่อกรองไร้อากาศ แต่ละระบบจะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน โรงพยาบาลส่วนใหญ่ใช้งานของระบบบำบัดน้ำเสียมีอายุเกินกว่า 20 ปี สูงถึง 476 แห่ง มีเพียง 208 โรงพยาบาลเท่านั้นที่มีระบบบ่อบำบัดที่อายุการใช้งานน้อยกว่า 10 ปี และพบว่าความสามารถในการรองรับน้ำเสีย/สภาพโครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสีย ยังมีความเพียงพอจำนวน 58.7% และมีแนวโน้มเต็มพิกัด 10.4% และพบว่า Over load /ชำรุด คิดเป็น 12.7% ซึ่งข้อมูลนี้เป็นปัญหาทำให้การบำบัดน้ำเสียไม่เป็นไปตามมาตรฐาน

จาการศึกษาแสดงให้เห็นว่า หน่วยเติมอากาศในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลห้วยผึ้งมีประสิทธิภาพในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ได้อย่างเด่นชัดถึง 79.47% รวมถึงสามารถลดของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ได้ 44.16% และการนำไฟฟ้าได้ 42.41% อย่างไรก็ตาม หน่วยเติมอากาศกลับไม่มีประสิทธิภาพในการลดค่าความขุ่นและตะกอนหนัก ซึ่งสาเหตุสำคัญมาจากการเติมตะกอนจุลินทรีย์หรือสลัดจ์จากหน่วยตกตะกอน เพื่อช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในหน่วยเติมอากาศ ส่งผลให้ความขุ่นและตะกอนหนักในน้ำที่ผ่านหน่วยนี้เพิ่มสูงขึ้น ในส่วนของหน่วยตกตะกอน แสดงประสิทธิภาพสูงในการลดความขุ่นและตะกอนหนัก โดยสามารถลดค่าความขุ่นได้ถึง 66.44% และลดตะกอนหนักได้ถึง 90% ซึ่งแสดงให้ถึงความสามารถในการกำจัดอนุภาคแขวนลอยที่ทำให้เกิดความขุ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนหน่วยเติมคลอรีน ซึ่งมีบทบาทหลักในการฆ่าเชื้อ มีประสิทธิภาพเสริมในการลดค่าความขุ่น ตะกอนหนัก และของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดในระดับต่ำ โดยลดค่าความขุ่นได้เพียง 4.30% และลดตะกอนหนักได้ 50%

ในภาพรวม ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลสามารถลดของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดได้ 9.28% ลดความขุ่นได้ 36.61% และเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ 77.92% อย่างไรก็ตาม ค่าความขุ่นหลังการบำบัดยังคงสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดความขุ่นในระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล จึงเสนอแนวทางดังต่อไปนี้

1. การเพิ่มกระบวนการกรองแบบง่ายด้วยการติดตั้งถังกรองทราย (Sand Filter) ในขั้นตอนหลังจากหน่วยตกตะกอน

2. การใช้สารเคมีช่วยตกตะกอนโดยการเติมสารช่วยตกตะกอน เช่น อะลูมิเนียมซัลเฟต (Alum) หรือพอลิเมอร์ในปริมาณที่เหมาะสม สามารถช่วยเร่งการตกตะกอนของอนุภาคแขวนลอย ลดค่าความขุ่นก่อนเข้าสู่กระบวนการกรอง

3. การควบคุมปริมาณตะกอนจุลินทรีย์ในหน่วยเติมอากาศปรับลดปริมาณสลัดจ์ที่เติมกลับไปยังหน่วยเติมอากาศ เพื่อลดการสะสมของอนุภาคที่อาจเพิ่มค่าความขุ่นในระบบ

4. การบำรุงรักษาและตรวจสอบระบบเป็นประจำ โดยการตรวจสอบและล้างหน่วยตกตะกอนและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาค่าพารามิเตอร์เพิ่มเติม ได้แก่ BOD ซัลไฟด์ ไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) และน้ำมันและไขมัน ในหน่วยบำบัดต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อประเมินประสิทธิภาพของแต่ละหน่วยบำบัดเพิ่มเติม

2. ควรตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในหน่วยบำบัดต่าง ๆ ของระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อติดตามผลการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียเป็นประจำ อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง นับจากที่ระบบทำงานคงที่

3. ควรทำการติดตามคุณภาพน้ำทิ้งอยู่เป็นประจำ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียและหาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบบำบัดน้ำเสีย

4. ควรดูแลรักษาเครื่องเติมอากาศ เครื่องสูบตะกอนและการดำเนินการระบบบำบัดน้ำเสียให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงพยาบาลห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ สำหรับการอนุญาตให้เข้าศึกษาและเก็บข้อมูล รวมถึงการสนับสนุนทางด้านเทคนิค ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากรทางวิชาการจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ที่ให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ และสุดท้าย ขอขอบคุณครอบครัวและเพื่อนร่วมงานที่ให้การสนับสนุนอย่างต่อเนื่องตลอดการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ สุวรรณวัฒน์. (2566). *การจัดการระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลคุณภาพ-Quality The Story*. สืบค้นเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม 2567

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2554). *ระบบบำบัดมลพิษน้ำ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: กรมโรงงานอุตสาหกรรม.

กองบริการสาธารณสุข. (2564). *คู่มือการควบคุมและบำรุงรักษาระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล*. สมุทรสาคร: บริษัท บอร์น ทู บี พับลิชชิ่ง จำกัด.

ทัศนีย์ สดใส บุญนาค แพงชาติ และไกรวิชญ์ เรืองฤาหาร. การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนจังหวัดสกลนคร. (2566). *วารสารสุขภาพและสิ่งแวดล้อมศึกษา*, 8(3), 322-332, กรกฎาคม-กันยายน.

ธนชีพ พีระธรณิศร์ ศิราณี ศรีใส วันนี มากันต์ วาสนา คงสุข และสุภาวิตา สุวรรณศิลป์. การพัฒนาคุณภาพน้ำเสียและน้ำทิ้งของสถานพยาบาลในประเทศไทย. (2565). วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม, 45(1), 117-128, มกราคม-มีนาคม.

นิพนธ์ วงษ์ตา และอนุวัต หัวหนองหาร. (2566). ประสิทธิผลของโปรแกรมเฝ้าระวัง ควบคุม และการติดตามต่อคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลในจังหวัดร้อยเอ็ด. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 8(10), 697-706, ตุลาคม.

ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (ประเภท ก). (2548). *ประกาศในราชกิจจานุเบกษา* เล่มที่ 122 ตอนที่ 125 ง วันที่ 29 ธันวาคม 2548

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่อง กำหนด

หลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการ สำหรับการระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล. (2521). *ประกาศในราชกิจจานุเบกษา* เล่ม 95 ตอนที่ 66 วันที่ 27 มิถุนายน 2521

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำด้านการชลประทานในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และทางน้ำชลประทาน

ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการ. (2559). *คู่มือการจัดการน้ำเสียจากอาคารประเภทโรงพยาบาล*. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535. (2535). *ประกาศในราชกิจจานุเบกษา พ.ศ.2535* เล่ม 109 ตอนที่ 37 วันที่ 4 เมษายน 2535

พลอยไพริน นวนนุกูล สายัณต์ แก้วบญุเรือง และทวินันท์ หาญประเสริฐ. (2564). ประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น. *วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพและการสาธารณสุขชุมชน*, 4(1), 70-80, มกราคม-มิถุนายน.

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2557). *คู่มือมาตรฐานการสุขาภิบาลและความปลอดภัยในโรงพยาบาล* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

อรรคพล ภูผาจิตต์. (2561). แนวทางการนำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียกลับมาใช้ประโยชน์ โรงพยาบาลคำม่วง. *วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อมและสุขภาพชุมชน*, 3(2), 46-54, พฤษภาคม-สิงหาคม.