การประเมินคุณภาพน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก
ASSESSMENT OF EFFLUENT QUALITY FROM DRAINAGE PIPES IN PHITSANULOK MUNICIPALITY

ปิยะดา วชิระวงศกร* สิริมา คงเมือง และชัญญา สระบัว
Piyada Wachirawongsakorn*, Sirima Khongmueang and Chanya Sabua

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำน่านโดยตรงในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก โดยเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจำนวน 10 จุด ตลอดสองฝั่งริมฝั่งแม่น้ำน่านในเดือนเมษายน พ.ศ. 2566 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำครอบคลุม 11 พารามิเตอร์ ได้แก่ pH, DO, BOD, ของแข็งทั้งหมด, ของแข็งละลายทั้งหมด, ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด, น้ำมันและไขมัน, ไนไตร์ท, โลหะหนัก, โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เพื่อนำผลมาประเมินดัชนีคุณภาพน้ำทิ้ง (WQI) ผลการศึกษา พบว่าน้ำทิ้งส่วนใหญ่มีคุณภาพอยู่ในระดับยอมรับได้ถึงเสื่อมโทรมมาก โดยค่าดัชนี WQI อยู่ในช่วง 154.86–218.62 ทั้งนี้ จุดที่ 10 มีค่า WQI สูงที่สุดเท่ากับ 218.62 ซึ่งจัดอยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก ค่าดัชนีคุณภาพน้ำทิ้งที่สำคัญ เช่น ของแข็งทั้งหมด (57.04±1.22 มิลลิกรัมต่อลิตร), BOD (32.28±22.54 มิลลิกรัมต่อลิตร), น้ำมันและไขมัน (114.01±5.92 มิลลิกรัมต่อลิตร), เหล็ก (0.77±0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร), โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (5,477±5,865 MPN/100mL) และฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (3,007±2,476 MPN/100mL) มีค่าสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ คิดเป็นร้อยละ 80, 100, 100, 100, 40 และ 90 ของจำนวนจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด ตามลำดับ การศึกษาชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียและการจัดการน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดผลกระทบต่อแม่น้ำน่านและระบบนิเวศในระยะยาว

คำสำคัญ: น้ำทิ้ง ดัชนีคุณภาพน้ำทิ้ง แม่น้ำน่าน น้ำเสีย เทศบาลนครพิษณุโลก

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Mueang district, Phitsanulok 65000
*corresponding author e-mail: piyada333@hotmail.com
Received: 11 December 2024; Revised: 3 April 2025; Accepted: 25 April 2025
DOI: https://doi.org/10.14456/lsej.2025.3

Abstract

This study aimed to assess the quality of effluent discharged directly into the Nan River from drainage pipes within the Phitsanulok Municipality, Phitsanulok Province. Effluent samples were collected from 10 locations along both sides of the Nan River in April 2023. The analysis covered 11 parameters, including pH, DO, BOD, total solids, total dissolved solids, total suspended solids, oil and grease, nitrite, heavy metals, coliform bacteria, and fecal coliform bacteria, to evaluate the wastewater quality index (WQI). The results showed that the majority of wastewater was classified between acceptable to very poor quality classes, with WQI values ranging from 154.86 to 218.62. Notably, location 10 had the highest WQI of 218.62, indicating a very poor quality class. Key effluent quality parameters such as total solids (57.04±1.22 mg/L), BOD (32.28±22.54 mg/L), oil and grease (114.01±5.92 mg/L), iron (0.77±0.06 mg/L), total coliform bacteria (5,477±5,221 MPN/100mL), and fecal coliform bacteria (3,006±3,504 MPN/ 100mL) exceeded the effluent quality standards by 80%, 100%, 100%, 100%, 40%, and 90% of the sampling points, respectively. The findings highlight the urgent necessity to develop effective wastewater treatment systems and implement efficient wastewater management strategies to mitigate the long-term impacts on the Nan River and its ecosystem.

Keywords: effluent, Wastewater Quality Index (WQI), Nan River, wastewater, Phitsanulok Municipality

บทนำ

ปัจจุบันปัญหามลพิษในแหล่งน้ำมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการปนเปื้อนสารมลพิษจากน้ำเสียในแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เช่น น้ำเสียจากบ้านเรือน น้ำเสียจากเกษตรกรรม และน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม การปนเปื้อนเหล่านี้ทำให้คุณภาพน้ำไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ และยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะน้ำเสียจากท่อน้ำทิ้งในชุมชน ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเน่าเสียและเสื่อมโทรมในแหล่งน้ำ ส่งผลกระทบต่อสังคมและประเทศชาติอย่างมาก ทั้งในด้านสุขภาพของประชาชน สิ่งแวดล้อม และการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมโดยรวมของประเทศไทย (Pollution Control Department, 2020)

แม่น้ำน่านถือเป็นแม่น้ำสายหลักที่มีขนาดใหญ่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลก และมีความสำคัญต่อประชาชนในหลายด้าน เช่น การอุปโภค-บริโภค การคมนาคม การเกษตร รวมถึงการผลิตน้ำประปา อย่างไรก็ตาม แม่น้ำน่านยังเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมในชุมชนและภาคเกษตรกรรม (Pumsakul,

2014) โดยน้ำทิ้งส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การพัฒนาเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการท่องเที่ยว โดยเฉพาะในพื้นที่ชุมชนที่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำน่าน ซึ่งยังไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียที่สมบูรณ์ บางพื้นที่มีระบบบำบัดน้ำเสียที่ชำรุดหรือทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ น้ำทิ้งเหล่านี้อาจทำให้คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลง และส่งผลกระทบต่อสมดุลของระบบนิเวศในแหล่งน้ำเหล่านั้น (Pollution Control Department, 2022) จากการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่าน โดย Phaanthong et al. (2020) พบว่าบริเวณสะพานวัดสว่างอารมณ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีค่าความสกปรกในรูปของบีโอดี (BOD) เท่ากับ 2.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร หากค่า BOD ในน้ำเสียสูงเมื่อถูกปล่อยลงแหล่งน้ำ จะลดปริมาณออกซิเจนในน้ำจนเกิดสภาพไร้ออกซิเจนซึ่งนำไปสู่การเน่าเสีย (Royal Irrigation Department, 2019) ทั้งนี้ Pumsakul (2014) ระบุว่า แม่น้ำน่านมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลงอย่างต่อเนื่อง น้ำมีสารเคมีปนเปื้อน บางแห่งมีสีดำและกลิ่นเหม็น ซึ่งเป็นผลจากการปล่อยน้ำเสียโดยตรง ดังนั้น การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งบริเวณท่อน้ำทิ้งในชุมชนจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อตรวจสอบว่าน้ำเสียที่ปล่อยออกไปไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพประชาชน

ดังนั้น การตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก จึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยติดตามผลกระทบของน้ำทิ้งต่อแม่น้ำน่านโดยตรง ผลการตรวจสอบจะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งและพัฒนาระบบจัดการน้ำเสียอย่างเหมาะสม เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สร้างสุขภาวะที่ดีให้กับชุมชน และรักษาสมดุลของระบบนิเวศในพื้นที่อย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำทั้งหมดที่ทางเทศบาลนครพิษณุโลก อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก ปล่อยทิ้งลงสู่สองฝั่งของแม่น้ำน่าน โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากท่อปล่อยน้ำทิ้งจำนวน 10 จุด ภาพที่ 1 (Figure 1) ซึ่งการเก็บตัวอย่างดำเนินการในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2566 ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนที่ไม่มีฝน ทำให้ไม่มีน้ำฝนเจือจางน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ การเก็บตัวอย่างจะทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 9.00-14.00 น. และเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง 3 ครั้ง

Figure 1 Effluent sampling points from drainage pipes directly discharging into the Nan River in Phitsanulok Municipality, Phitsanulok Province

การเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งในครั้งนี้ทำการเก็บจากท่อรวบรวมน้ำเสียที่มีการระบายน้ำทิ้งตามริมแม่น้ำน่าน โดยใช้ถังขนาด 20 ลิตรสำหรับรวบรวมน้ำทิ้งจนเต็ม จากนั้นจึงใช้ขวดพลาสติก HDPE ขนาด 1 ลิตรบรรจุตัวอย่างน้ำทิ้ง ก่อนบรรจุจะเติมน้ำทิ้งเล็กน้อยในขวดแล้วปิดฝาเขย่าและเททิ้งเพื่อทำความสะอาดขวด จากนั้นเติมกรดไนตริกลงในตัวอย่างน้ำทิ้งเพื่อให้มีค่า pH ต่ำกว่า 2 ซึ่งช่วยรักษาสภาพตัวอย่างไม่ให้มีการดูดซับหรือการตกตะกอนของพารามิเตอร์ที่ต้องการตรวจวัด และยังช่วยยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ สำหรับการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียใช้ขวดสีชาในการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง และนำไปเก็บในถังน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส (Kongsuk, 2017) ก่อนส่งตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อทำการทดสอบต่อไป

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้ง

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งในครั้งนี้ดำเนินการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำทิ้งจำนวน 11 พารามิเตอร์ ได้แก่ pH, DO, BOD, ของแข็งละลายทั้งหมด (TDS), ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS), ของแข็งทั้งหมด (TS), โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด, ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย, น้ำมันและไขมัน, ไนไตร์ทและโลหะหนัก โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1 Parameters and methods for wastewater quality analysis.

Parameter	Method
pH	pH Meter (METTLER, Model F20 Five Easy with LE407)*
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	Azide Modification Method*
Dissolved Oxygen (DO)	Azide Modification Method*
Total Solids (TS)	Gravimetric Method: Residue remaining in a container after complete evaporation and heating at 103–105°C*
Total Suspended Solids (TSS)	Gravimetric Method: Filtered through glass fiber filter and dried at 103–105°C for at least 1 hour*
Total Dissolved Solids (TDS)	Gravimetric Method: Solids dissolved in water after filtration and evaporation*
Grease and Oil	Partition Gravimetric Method***
Coliform Bacteria	Most Probable Number (MPN) Method*
Fecal Coliform Bacteria	Most Probable Number (MPN) Method*
Nitrite	Colorimetric Method*
Heavy Metals	Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) (SHIMADZU, Model AA-6200, Japan)**

Remark * Royal Irrigation Department (2007); ** Sakulkiatpanya (2019); ***Chumsiri (2020)

การประเมินค่าดัชนีคุณภาพน้ำทิ้ง

การประเมินระดับคุณภาพน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำในพื้นที่บริเวณท่อน้ำทิ้งในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก ใช้การคำนวณจากดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water Quality Index: WQI) โดยการศึกษานี้พิจารณาจากการรวมดัชนีคุณภาพน้ำทั้ง 11 พารามิเตอร์ การประเมินค่าถ่วงน้ำหนัก (Assigned Weight: AW) มีคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 4 ขึ้นอยู่กับความสำคัญของแต่ละพารามิเตอร์ที่รวบรวมจากการศึกษาก่อนหน้านี้ ค่าน้ำหนักสัมพันธ์ (Relative Weight: RW) จะถูกคำนวณจากสมการที่ 1 จากนั้นจะคำนวณคะแนนคุณภาพ (Qi) ตามสมการที่ 2 และสุดท้ายจะคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์ (Si) จากสมการที่ 3 เพื่อใช้ในการคำนวณค่า WQI ตามสมการที่ 4 (Alobaidy et al., 2010) ดังต่อไปนี้

$$RW = \frac{AWi}{\sum_{i=1}^{n} AWi} \quad \text{..... 1}$$

$$Qi = \left(\frac{Ci}{Si}\right) \times 100 \quad \text{..... 2}$$

$$Si = RW \times Qi \quad \text{..... 3}$$

$$WQI = \sum_{i=1}^{n} Si \quad \text{..... 4}$$

โดยที่ RW คือ ค่าน้ำหนักสัมพันธ์, AW คือ ค่าน้ำหนักที่กำหนดให้แต่ละตัวแปร, n คือ จำนวนของตัวแปร, Qi คือ คะแนนคุณภาพ, Ci คือ ค่าของตัวแปรคุณภาพของน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ, Si คือ ค่าของตัวแปรคุณภาพของน้ำที่ได้จากมาตรฐาน

ซึ่งค่า WQI ที่คำนวณได้สามารถแปลผลคุณภาพน้ำทิ้งโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 2 (Table 2)

Table 2 Effluent Quality Levels Based on WQI.

Quality Level	WQI Range
Good quality	<50
Acceptable quality	50–100
Degraded quality	100–200
Poor quality	200–300
Worst quality	>300

Remark Adapted from Sharma & Chhipa (2016)

ผลการวิจัย

คุณภาพน้ำทิ้งในพื้นที่บริเวณท่อน้ำทิ้งเขตเทศบาลนครพิษณุโลก

คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำทิ้ง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งในพื้นที่บริเวณท่อน้ำทิ้งเขตเทศบาลนครพิษณุโลกจาก 10 จุดเก็บตัวอย่างดังตารางที่ 3 (Table 3) พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 54.93–60.29 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57.04 ± 1.22 มิลลิกรัมต่อลิตร จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำทิ้งเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 60.29 ± 0.73 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 5, 9 และ 6 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.73 ± 0.25, 58.23 ± 1.38 และ 57.14 ± 0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีปริมาณของแข็งทั้งหมดเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 54.93 ± 2.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ทุกจุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณของแข็งเกินเกณฑ์มาตรฐานกรมควบคุมมลพิษที่กำหนดให้มีไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดในน้ำทิ้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.49–0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.51 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 มีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งแขวนลอยสูงที่สุดเท่ากับ 0.53 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 7, 8 และ 9 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.53 ± 0.03, 0.53 ± 0.07 และ 0.52 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 มีปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.49 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ทุกจุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกรมควบคุมมลพิษที่กำหนดให้มีไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดในน้ำทิ้ง พบว่ามีปริมาณอยู่ในช่วง 54.43–59.78 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.52±1.24 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 59.78±0.76 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมา คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 5, 9 และ 6 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.22±0.26, 57.71±11.36 และ 56.61±0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 54.43 ± 2.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ทุกจุดเก็บตัวอย่างมีปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่กำหนดไว้ให้มีไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำทิ้ง

ค่า pH ของน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำน่านมีค่าอยู่ในช่วง 6.71–7.46 ซึ่งยังจัดว่าเป็นค่า pH ที่เป็นกลาง โดยมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 7.11±0.03 จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 มีค่า pH เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 7.46±0.02 รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 7, 5 และ 4 ซึ่งมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 7.30±0.03, 7.28±0.02, และ 7.15±0.02 ตามลำดับ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่มีค่า pH เฉลี่ยต่ำที่สุดคือจุดที่ 1 ซึ่งมีค่า pH เฉลี่ยเท่ากับ 6.71±0.14 ทุกจุดเก็บตัวอย่างมีค่า pH เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนที่กำหนดให้มีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0–9.0

ค่า DO ของน้ำทิ้งมีค่าอยู่ในช่วง 8.50–12.37 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.50±1.56 มิลลิกรัมต่อลิตร จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 มีค่า DO เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 12.37±1.10 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 6, 9 และ 10 ซึ่งมีค่า DO เฉลี่ยเท่ากับ 12.30±1.51, 11.70±1.64 และ 10.90±1.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่า DO เฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 8.50±1.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ ประเทศไทยยังไม่ได้มีการกำหนดค่า DO ของน้ำทิ้ง เนื่องจากมักจะวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำที่จุลินทรีย์นำไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์แทน แต่อย่างไรก็ตาม Wastewater system (2017) ระบุไว้ว่าค่า DO ของน้ำทิ้งที่ระบายออกสู่แหล่งน้ำไม่ควรต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับค่า BOD ในน้ำทิ้งมีค่าอยู่ในช่วง 9.83–55.50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.28±22.54 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบจากเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่ BOD ควรมีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าผ่านเกณฑ์เพียงร้อยละ 20 จากทั้งหมด 10 จุดเก็บตัวอย่าง โดยมีจุดเก็บตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 และ 6 โดยมีค่า BOD เฉลี่ยเท่ากับ 9.83±5.11 และ 14.50±7.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ปริมาณไนไตรท์ของน้ำทิ้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.25-0.62 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.41±0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่าในทุกจุดเก็บตัวอย่าง โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 10 มีปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 0.62±0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 5, 9 และ 7 มีปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยเท่ากับ 0.56±0.09, 0.46±0.02 และ 0.39±0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนจุด

เก็บตัวอย่างที่ 2 มีปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.25±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์อยู่ภายในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของ Environmental Protection Agency (EPA) ที่กำหนดให้ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำมันและไขมันในน้ำทิ้ง พบว่าอยู่ในช่วง 109.77-117.04 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 114.01±5.92 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ในทุกจุดเก็บตัวอย่าง โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 มีปริมาณน้ำมันและไขมันเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 117.04±5.26 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4, 9 และ 3 มีปริมาณน้ำมันและไขมันเฉลี่ยเท่ากับ 116.78±5.89, 116.56±6.10 และ 115.57±6.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีปริมาณเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 109.77±15.48 มิลลิกรัมต่อลิตร

สำหรับปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่ว, แคดเมียม, ทองแดง, เหล็ก และสังกะสี พบว่าอยู่ในช่วง ND–0.001, ND-0.002, ND-0.004, 0.426-1.234 และ 0.050-0.078 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสีในทุกจุดเก็บตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ขณะที่ระดับความเข้มข้นของเหล็กร้อยละ 20 ของจำนวนจุดเก็บตัวอย่างมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดให้มีไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

คุณสมบัติทางชีวภาพของน้ำทิ้ง

การปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำทิ้งมีค่าอยู่ในช่วง 760–18,000 MPN/100 mL โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5,477 ± 5,865 MPN/100 mL เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 5,000 MPN/100 mL พบว่าเพียงร้อยละ 60 ของจุดเก็บตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด น้ำทิ้งในจุดเก็บตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนเกินเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1, 8, 5 และ 10 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9,767 ± 251, 9,767 ± 257, 9,033 ± 104 และ 18,000 ± 500 MPN/100 mL ตามลำดับ

ในกรณีการปนเปื้อนของคอลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำทิ้ง พบว่าเฉพาะน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนของฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ให้ไม่เกิน 1,000 MPN/100 mL เพียงร้อยละ 10 โดยน้ำทิ้งเหล่านี้มีการปนเปื้อนของฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วง 360–8,327 MPN/100 mL โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,006 ± 2,476 MPN/100 mL น้ำทิ้งในจุดเก็บตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนของฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 360 MPN/100 mL

Table 3 Physical, chemical, and biological characteristics of effluent in Phitsanulok Municipality, Phitsanulok Province.

Sample Points	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	TS (mg/L)	TSS (mg/L)	TDS (mg/L)	TCB (MPN/100mL)	FCB (MPN/100mL)	Oil and Grease (mg/L)	Nitrite (mg/L)	Heavy metals (mg/L)				
											Pb	Cd	Cu	Fe	Zn
Point 1	6.71±0.14	9.93±4.77	26.50±23.91	54.93±2.34	0.50±0.03	54.43±2.34	9,767±251	4,367±154	115.31±1.65	0.51±0.03	ND	ND	0.004±0.000	0.723±0.036	0.063±0.004
Point 2	6.95±0.10	8.50±1.56	9.83±5.11	60.29±0.73	0.51±0.03	59.78±0.76	827±75	1,767±51	111.51±11.58	0.25±0.02	0.001±0.0005	ND	0.002±0.004	0.426±0.022	0.061±0.019
Point 3	6.99±0.00	10.63±1.01	55.50±23.08	55.22±0.60	0.52±0.03	54.70±0.60	1,907±55	1,867±51	115.57±6.07	0.33±0.01	ND	ND	0.001±0.001	0.629±0.065	0.050±0.004
Point 4	7.15±0.02	9.97±2.35	26.00±16.52	56.35±1.24	0.49±0.04	55.86±1.28	1,917±27	1,917±27	116.78±5.89	0.30±0.03	ND	ND	0.001±0.001	0.817±0.102	0.053±0.004
Point 5	7.28±0.02	8.63±1.14	14.50±7.86	58.73±0.25	0.50±0.02	58.22±0.26	9,033±104	6,067±51	109.77±15.48	0.56±0.09	ND	ND	ND	0.718±0.019	0.078±0.033
Point 6	7.09±0.01	12.30±1.51	48.83±33.36	57.14±0.28	0.53±0.02	56.61±0.28	793±30	360±40	112.47±0.60	0.39±0.09	ND	0.002±0.003	ND	1.199±0.036	0.052±0.007
Point 7	7.30±0.03	12.37±1.10	37.17±22.99	56.26±1.62	0.53±0.04	55.74±1.60	2,007±55	1,943±51	113.41±1.24	0.39±0.07	ND	0.001±0.002	ND	1.234±0.027	0.053±0.003
Point 8	7.11±0.01	10.53±0.87	25.50±18.75	56.08±1.97	0.53±0.07	55.55±2.03	9,767±257	1,400±50	117.04±5.26	0.31±0.02	ND	0.002±0.003	ND	0.614±0.065	0.058±0.006
Point 9	7.46±0.02	11.70±1.64	42.83±51.26	58.23±1.38	0.52±0.02	57.71±1.36	760±40	2,050±85	116.56±6.10	0.46±0.02	ND	0.002±0.001	ND	0.471±0.073	0.050±0.006
Point 10	7.09±0.02	10.90±1.56	36.17±22.53	57.13±1.83	0.52±0.03	56.61±1.86	18,000±500	8,327±105	111.63±5.30	0.62±0.09	ND	ND	ND	0.915±0.106	0.075±0.015
Average±SD	7.11±0.04	10.55±1.75	32.28±22.54	57.04±1.22	0.51±0.03	56.52±1.24	5,477±5,865	3,007±2,476	114.01±5.92	0.41±0.05	0.0001±0.00017	0.0007±0.0012	0.0008±0.0007	0.77±0.06	0.06±0.01
Standard (Sdt.)	5.0-9.0 *	>4***	≤20 *	≤30 *	≤30 *	≤500 *****	≤5,000 ****	≤1,000 ****	≤5 **	≤1 ***	≤0.2 **	≤0.03 **	≤2.0 **	≤1****	≤5.0 **
% Pass Std.	100	100	20	0	100	100	60	10	0	100	100	100	100	80	100

Remark *Pollution Control Department (2010); **Ministry of Industry (2017); *** Wastewater system (2017) ****Green Water Treat Co., Ltd. (2017); *****Royal Irrigation Department (2022)

ระดับคุณภาพน้ำทิ้ง

ค่าน้ำหนักของดัชนีคุณภาพน้ำทิ้ง

การหาค่าน้ำหนักของดัชนีคุณภาพน้ำทิ้งถูกคำนวณตามสมการที่ 1 โดยค่าน้ำหนักที่กำหนดให้แต่ละตัวแปร (Relative Weight: AW) ได้จากงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งนำมาใช้ในการประเมินค่าดัชนีคุณภาพน้ำทิ้ง พบว่าค่าน้ำหนักสัมพันธ์ (Relative Weight: RW) ของสารตะกั่วมีค่าสูงสุด คือ 0.124938 รองลงมาคือ ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย, โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และ DO ซึ่งมีค่าน้ำหนักสัมพันธ์เท่ากัน คือ 0.099950 สำหรับค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพ (Qi) ของน้ำมันและไขมันมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด, เหล็ก, BOD และฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 570.02, 300.63, 258.25, 161.42 และ 109.55 ตามลำดับ ส่วนค่าดัชนีคุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์ (Si) ของน้ำมันและไขมันมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย, เหล็ก, BOD และโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.56, 30.05, 19.36, 12.10 และ 10.95 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4 (Table 4)

Table 4 Weight values of the effluent quality index.

Parameter	Assigned weight (AW)	Relative weight (RW)	Qi Average±SD. (Min.-Max.)	Si Average±SD. (Min.-Max.)
pH	2.1[a]	0.052473	101.61±2.98 (95.80-106.57)	5.33±0.16 (5.03-5.59)
TDS	2.3[c]	0.057471	11.30±0.33 (10.89-11.96)	0.65±0.02 (0.63-0.69)
DO	4.0[a]	0.099950	52.73±6.75 (42.5-61.83)	5.27±0.67 (4.25-6.18)
BOD	3.0[a]	0.074963	161.42±72.69 (49.17-277.5)	12.10±5.45 (3.69-20.80)
Nitrite	2.0[a]	0.049975	13.72±4.02 (8.49-20.51)	0.68±0.20 (0.42-1.03)
Oil and grease	3.62[d]	0.090455	570.02±12.92 (548.87-585.22)	51.56±1.17 (49.65-52.94)
Pb	5[b]	0.124938	0.05±0.16 (0-0.5)	0.006±0.02 (0.00-0.06)
Cd	3[b]	0.074963	0.296±0.36 (0-0.98)	0.02±0.03 (0.00-0.07)
Cu	2[b]	0.049975	0.040±0.06 (0-0.185)	0.002±0.003 (0.00-0.01)
Zn	2[b]	0.049975	1.184±0.20 (0.99-1.56)	0.06±0.01 (0.05-0.08)
Fe	3[b]	0.074963	258.25±91.58 (142.09-411.47)	19.36±6.86 (10.65-30.84)
Fecal coliform	4[b]	0.099950	109.55±117.29 (15.2-360)	30.05±24.75 (3.60-83.23)
Total coliform	4[b]	0.099950	300.63±247.59 (36-832.67)	10.95±11.72 (1.52-35.98)
Total	40.02	1		

Remark [a] Hameed et al., (2010); [b]Shetaia et al., (2020); [c]Kumar et al. (2019); [d] Charoula et al. (2020).

การประเมินค่าดัชนีคุณภาพน้ำทิ้ง (WQI)

จากการประเมินค่าดัชนีคุณภาพน้ำทิ้งของจุดเก็บตัวอย่าง 10 จุดในพื้นที่บริเวณท่อน้ำทิ้งเขตเทศบาลนครพิษณุโลก พบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 อยู่ในระดับเสื่อมโทรมมาก โดยมีค่า WQI เท่ากับ 218.62 รองลงมา คือ จุดที่ 5, 1 และ 7 ตามลำดับ โดยมีค่า WQI เท่ากับ 163.20, 154.86 และ 132.53 ตามลำดับ ซึ่งจัดอยู่ในระดับเสื่อมโทรม และมีเพียงจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งที่ 2 อยู่ในระดับที่

ยอมรับได้ ดังที่แสดงในตารางที่ 5 (Table 5) และภาพที่ 2 (Figure 2) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทิ้งแสดงให้เห็นว่าน้ำทิ้งเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาติได้ เนื่องจากน้ำทิ้งไม่ได้ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

Table 5 Water Quality Index (WQI) of effluent from drainage pipes in Phitsanulok Municipality, Phitsanulok Province.

Parameters	Effluent sample points									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	5.03	5.21	5.24	5.36	5.46	5.31	5.47	5.33	5.59	5.31
TDS	0.63	0.69	0.63	0.64	0.67	0.65	0.64	0.64	0.66	0.65
DO	4.96	4.25	5.31	4.98	4.31	6.15	6.18	5.26	5.85	5.45
BOD	9.93	3.69	20.80	9.75	5.43	18.30	13.93	9.56	16.05	13.56
Nitrite	0.85	0.42	0.55	0.50	0.93	0.65	0.65	0.51	0.77	1.02
Oil&Grease	52.15	50.43	52.27	52.81	49.65	50.87	51.30	52.93	52.72	50.48
Pb	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0
Cd	0.01	0	0	0	0.01	0.05	0.03	0.05	0.07	0
Cu	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0
Zn	0.06	0.06	0.05	0.05	0.08	0.05	0.05	0.06	0.05	0.075
Fe	18.06	10.65	15.72	20.42	17.95	29.96	30.84	15.34	11.77	22.86
FCB	43.64	17.66	18.66	19.16	60.64	3.60	19.42	13.99	20.49	83.22
TCB	19.52	1.65	3.81	3.83	18.06	1.59	4.01	19.52	1.52	35.98
WQI	154.86	94.78	123.05	117.51	163.20	117.17	132.53	123.2015	115.55	218.62

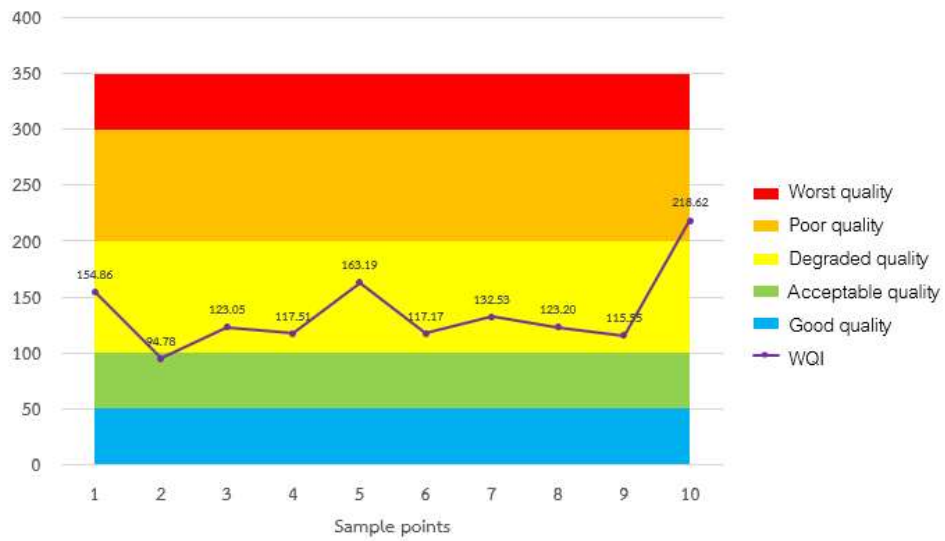

Figure 2 Comparative chart of effluent water quality index (WQI) from 10 drainage pipe sampling points in Phitsanulok Municipality, Phitsanulok Province.

อภิปรายผล

น้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำในชุมชนเขตเทศบาลนครพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก บริเวณริมฝั่งแม่น้ำน่าน 10 จุด ที่ปล่อยลงแม่น้ำน่านโดยตรงโดยไม่มีการบำบัด มีคุณภาพน้ำทิ้งอยู่ในช่วง ดีพอใช้ ถึง เสื่อมโทรมมาก โดยค่าดัชนีคุณภาพน้ำทิ้ง (WQI) อยู่ระหว่าง 154.86–218.62 จากการประเมินพบว่าจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง ร้อยละ 10 จัดอยู่ในระดับ ดีพอใช้ ขณะที่ร้อยละ 80 อยู่ในระดับ เสื่อมโทรม และ ร้อยละ 10 อยู่ในระดับ เสื่อมโทรมมาก โดยเฉพาะจุดที่ 10 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณริมแม่น้ำน่านด้านหน้าร้านก๋วยเตี๋ยวห้อยขา มีค่า WQI สูงสุดถึง 218.62 สะท้อนถึงความเสื่อมโทรมของน้ำทิ้งในพื้นที่ที่มีกิจกรรมหนาแน่นทั้งในเชิงพาณิชย์และการท่องเที่ยว โดยกิจกรรมในพื้นที่ เช่น ร้านอาหาร วัด โรงแรม และที่พัก ส่งผลให้น้ำทิ้งมีคุณภาพต่ำลง ร้านอาหารส่วนใหญ่มักปล่อยน้ำเสียจากการประกอบอาหารและล้างจานที่มีสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร ไขมันและน้ำมัน (Tantanee & Hantrakul, 2019) กิจกรรมในวัดและโรงแรมเพิ่มค่า BOD ในน้ำทิ้ง เนื่องจากการทำความสะอาดและใช้ผลิตภัณฑ์ที่ปล่อยสารเคมี (Yadav et al., 2015; Sukrasorn et al., 2013) น้ำเสียจากห้องน้ำยังเพิ่มปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียและสารอินทรีย์ในน้ำ ทำให้เกิดความขุ่นและคุณภาพน้ำลดลง (Khludsakul & Samoemart, 2020) การปล่อยน้ำเสียจากแหล่งบริการเหล่านี้โดยปราศจากกระบวนการบำบัดที่เหมาะสมจึงอาจส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำสาธารณะ และเป็นสาเหตุของมลพิษในระบบนิเวศโดยรวมได้ โดยเมื่อพิจารณารายละเอียดตามดัชนีคุณภาพน้ำทิ้งในพื้นที่ศึกษาจะเห็นได้ว่าน้ำทิ้งมีค่า BOD, ของแข็งทั้งหมด, ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำทิ้งเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.17±22.53 มิลลิกรัมต่อลิตร, 57.13±1.83 มิลลิกรัมต่อลิตร, 18,000 MPN/100mL และ 8,327 MPN/100mL ตามลำดับ ค่าที่เกินมาตรฐานเหล่านี้สัมพันธ์กับรายงานของกรมควบคุมมลพิษ (2567) ซึ่งระบุว่าแม่น้ำน่านในพื้นที่ศึกษาอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม โดยมีค่า BOD 2.6 มิลลิกรัมต่อลิตร, DO 2.2 มิลลิกรัมต่อลิตร, ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย 23,700 MPN/100 mL และโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด 4,600 MPN/100 mL ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานเช่นเดียวกัน เมื่อสารเหล่านี้มีปริมาณมากจนเกินไปจะส่งกระทบต่อชีวิตสัตว์น้ำ ทำให้คุณภาพน้ำแย่ลงอย่างรวดเร็ว และอาจส่งผลกระทบต่อการนำน้ำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ การที่แหล่งน้ำมีค่า BOD สูงนั้นเป็นผลมาจากการที่น้ำเสียเหล่านี้ไม่ได้รับการบำบัดอย่างมีประสิทธิภาพหรืออาจผ่านระบบบำบัดที่ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้สารอินทรีย์ในน้ำมีปริมาณสูง ซึ่งเพิ่มค่า BOD และ COD ในแหล่งน้ำ โดยปริมาณสารอินทรีย์เหล่านี้จะใช้ปริมาณออกซิเจนในน้ำมากขึ้นในกระบวนการย่อยสลาย ทำให้ระดับออกซิเจนละลายในน้ำต่ำ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แหล่งน้ำเสื่อมโทรมมากขึ้น (Pollution Control Department, 2020) สำหรับความขุ่นของน้ำที่อยู่ในระดับสูงมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งนั้นนอกจากพวกสารอินทรีย์ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ในพื้นที่บริเวณจุดปล่อยน้ำทิ้งนี้ยังเป็นพื้นที่ชุมชนสลับกับพื้นที่เกษตร ทำให้ต้องรองรับน้ำเสียที่เกิดจากภาคเกษตรกรรม ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณความสกปรกในรูปแบบสารอินทรีย์

ให้กับน้ำ ทำให้สารแขวนลอยทั้งหมดและค่าความขุ่นเพิ่มสูงขึ้นได้ (Pollution Control Department, 2022) ทั้งนี้ จะเห็นได้ว่าคุณภาพน้ำทิ้งที่ทำการศึกษามีคุณภาพน้ำทิ้งที่มีแนวโน้มสอดคล้องกับการศึกษาของ Sukrasorn et al. (2013) ที่ทำการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากท่อน้ำทิ้งในจุดแยกวัดเสมียนที่ปล่อยลงสู่คลองเปรม กรุงเทพฯ ว่ามีค่า BOD และความขุ่นเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้เช่นเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.80±6.55 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 37.18±17.30 NTU ตามลำดับ และเมื่อพิจารณารายงานการตรวจสอบน้ำทิ้งจากโรงแรม ในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ก็พบว่ามีค่า BOD และของแข็งทั้งหมดเกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 194 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 552 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Patcharavongsiri & Theanyai, 2021) อีกทั้งยังพบว่ามีรายงานของต่างประเทศที่ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งจากฟาร์มไก่ไข่ ในประเทศอินโดนีเซีย พบว่ามีค่า BOD ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.99 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ให้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (Abdullahi et al., 2021) นอกจากนี้ ยังเห็นว่าน้ำทิ้งที่ทำการศึกษามีปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียและโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดที่เกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง ซึ่งมีความสอดคล้องกับคุณภาพของแม่น้ำน่านที่ Office of Environmental Protection, Region 3 (Phitsanulok) (2022) รายงานว่าพบการปนเปื้อนของฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียและโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแม่น้ำน่าน โดยมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่ 14,000 และ 22,000 MPN/100mL ตามลำดับ การปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งสองชนิดนี้เป็นสัญญาณของการปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูลและของเสียอินทรีย์ในน้ำ ซึ่งฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียและโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมักพบในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ ดังนั้น การพบแบคทีเรียเหล่านี้ในน้ำจึงบ่งชี้ถึงการปล่อยน้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่ไม่มีการบำบัดหรือบำบัดไม่สมบูรณ์ น้ำเสียที่ปล่อยออกมาโดยตรง เช่น จากการล้างจาน การประกอบอาหาร หรือการทิ้งเศษอาหารนั้น มักมีไขมัน น้ำมัน และสารอินทรีย์อื่น ๆ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ช่วยเร่งการเติบโตของแบคทีเรียเหล่านี้ อีกทั้งยังมีสาเหตุที่เกิดจากฝนตกซึ่งช่วยชะล้างฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียและโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดจากพื้นดิน อากาศ พืช และสิ่งขับถ่ายจากสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียเหล่านี้และสามารถถูกชะล้างผ่านท่อน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำได้ นอกจากนี้ ในช่วงที่มีฝนตกหนัก แบคทีเรียก็อาจจะถูกกระจายลงสู่ท่อน้ำทิ้งจากส้วมหรือจากการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การอาบน้ำ การทิ้งน้ำจากบ้านเรือน หรือจากการปล่อยของเสียโดยตรงลงสู่ระบบท่อทิ้ง (Pollution Control Department, 2012) โดย Owhonda et al. (2018) ระบุว่าน้ำทิ้งในเมือง รวมถึงน้ำเสียจากครัวเรือน โรงแรม และร้านอาหารมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำโดยส่งผลทำให้ดัชนีคุณภาพน้ำบางประการมีค่าสูงขึ้น เช่น เฮเทอโรโทรฟิกแบคทีเรียทั้งหมด โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ซึ่งส่งผลทำให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำและลดความอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และยังพบว่าระดับปัญหามลพิษของน้ำจะสูงขึ้นในช่วงฤดูแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับ Das et al. (2014) ที่ระบุไว้เช่นกันว่าน้ำทิ้งจากและสิ่งปฏิกูลจากครัวเรือน โรงแรม และร้านอาหารมีส่วนสำคัญต่อมลพิษในแม่น้ำ

ทูเนีย เมืองบงไกกอน แคว้นอัสสัม ส่งผลให้ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และสเตรปโตคอกคัส มีปริมาณอยู่ในระดับสูง ซึ่งส่งผลให้คุณภาพน้ำแย่ลง ในบริบทของเทศบาลนครพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก น้ำทิ้งที่ถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำน่านโดยไม่มีการบำบัดอาจนำไปสู่ปัญหามลพิษสะสมได้ในอนาคต ส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำ รวมถึงการใช้ประโยชน์น้ำในด้านอุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม หากแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของประชากรและกิจกรรมทางเศรษฐกิจ เช่น การท่องเที่ยว ดำเนินต่อไปโดยไม่มีการจัดการที่เหมาะสม การวางระบบบำบัดน้ำเสียจะยิ่งยากลำบากและมีต้นทุนที่สูงขึ้น แม้ว่ากระบวนการฟอกตัวเองตามธรรมชาติ (Self-purification) อาจช่วยบรรเทาผลกระทบจากน้ำทิ้งได้บางส่วนในระยะเวลาหนึ่ง แต่กระบวนการนี้มักไม่เพียงพอที่จะจัดการกับมลพิษที่เกิดขึ้นทันทีจากน้ำเสีย (Xie et al., 2022) ดังนั้น หน่วยงานที่รับผิดชอบในพื้นที่จำเป็นต้องเร่งดำเนินการวางแนวทางการบำบัดน้ำเสียอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดผลกระทบต่อแม่น้ำน่านทั้งในเชิงคุณภาพน้ำและระบบนิเวศ ควบคู่ไปกับการส่งเสริมความตระหนักรู้ของชุมชนเกี่ยวกับผลกระทบของน้ำเสีย และการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน การสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และประชาชนเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยฟื้นฟูคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่านให้กลับมาอยู่ในเกณฑ์ที่ดีขึ้น ซึ่งไม่เพียงแต่ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ยังช่วยสนับสนุนการใช้ทรัพยากรน้ำในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

สรุปผลการวิจัย

น้ำทิ้งที่ปล่อยจากชุมชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกไม่ได้รับการบำบัดอย่างเหมาะสม ทำให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมด BOD น้ำมันและไขมัน เหล็ก โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในระดับที่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่านโดยตรงดังเช่นที่มีรายงานคุณภาพน้ำที่ผ่านมา ซึ่งอาจทำให้ระบบนิเวศในแม่น้ำเสื่อมโทรมและลดศักยภาพการใช้ประโยชน์ของน้ำในด้านการเกษตรประปา และการดำรงชีวิตประจำวันที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสหรือใช้น้ำที่ปนเปื้อน เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจรุนแรงขึ้น การพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน รวมถึงการส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และชุมชนในการจัดการน้ำเสียอย่างยั่งยืน ตลอดจนการสร้างความตระหนักรู้ในชุมชนเพื่อป้องกันการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำน่าน การจัดทำมาตรการที่เหมาะสมและความร่วมมือในทุกภาคส่วนจะช่วยสร้างแนวทางที่ยั่งยืนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ได้สนับสนุนสถานที่ปฏิบัติการ อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการวิจัยจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Abdullahi AB, Siregar AR, Pakiding W, Mahyuddin. The analysis of BOD (Biological Oxygen Demand) and COD (Chemical Oxygen Demand) contents in the water of around laying chicken farm. The 3rd International Conference of Animal Science and Technology 2021;788:012155.

Alobaidy AHMJ, Abid HS, Maulood BK. Application of water quality index for assessment of Dokan lake ecosystem, Kurdistan region, Iraq. Journal of Water Resource and protection 2010;2(9):792-798.

Charoula M, Eleni T, Georgios S, George P, Lefteris L, Lazaros T, Elisavet A. A Water Quality Assessment Tool for Decision Making, Based on Widely Used Water Quality Indices. Environmental Sciences Proceedings 2020;12:2(16).

Chumsiri P. Grease and Oil in the Environment and Laboratory. 2020. Available at: https://shorturl.asia/KgXai. Accessed February 20, 2024.

Das R, Sarkar S, Chakraborty S, Choi H, Bhattacharjee C. Remediation of antiseptic components in wastewater by photocatalysis using TiO_2 nanoparticles. Industrial & Engineering Chemistry Research 2014;53(8):3012-3020.

Green Water Treat Co., Ltd. Wastewater Treatment into Clean Water by Natural Methods: Modified Artificial Wetland. 2017. Available at: https://shorturl.asia/JG2uZ. Accessed February 30, 2024.

Hameed A, Alobaidy MJ, Abid HS, Mauloom BK. Application of water quality index for assessment of Dokan lake ecosystem, Kurdistan region, Iraq. Journal of Water Resource and Protection 2010; 2(9):792-798.

Ihunwo O, Chisom E, Okon M, Isaiah O, Obunwo C, Mmom C. Effect of urban effluent on River water quality in the Niger Delta. Frontiers in Environmental Microbiology 2018;4(4):110-114.

Khludsakul A, Samoemart, N. A Study of Water Quality Degradation in Khlong Bangkok Noi and Khlong Bangkok Yai, Bangkok, Using the Water Quality Index. Bachelor of Science (Environmental Science). Faculty of Science and Technology, Suan Sunandha Rajabhat University; 2020.

Kongsuk W. Manual for Sampling, Packaging, and Storing Water Samples for Laboratory Analysis. 2017. Available at: https://www.oic.go.th/fileweb/cabinfocenterdrawer002/general/data0000/00000178.pdf. Accessed February 30, 2024.

Kumar V, Parihar RD, Sharma A, Bakshi P, Sidhu GP, Bali AS, Karaouzas I, Bhardwaj R, Thukral AK, Gyasi-Agyei Y, Rodrigo-Comino J. Global evaluation of heavy metal content in surface water bodies: A meta-analysis using heavy metal pollution indices and multivariate statistical analyses. Chemosphere 2019;236:124364.

Ministry of Industry. Announcement of the Ministry of Industry on the Standard for Controlling Effluent Discharge from Industrial Factories, B.E. 2560. 2017. Available at: https://reg3.diw.go.th/diw_info/wp-content/uploads/m.94-9.pdf. Accessed September 16, 2024.

Office of Environmental Protection, Region 3 (Phitsanulok). Report on the Water Quality Status of Surface Water Sources in the Monitoring Area of the Office of Environmental Protection, Region 3

(Phitsanulok) for the Fiscal Year 2020. 2022. Available at: https://epo03.pcd.go.th/th/view/?file=oJM3MRkjoF5aZUD2nGW4BKNmoGy3A0jloGlaZUDknGM4ZKNkoGO3Z0jkoGSaZaDjnGW4YKN3oGu3ARjloGlaBUD3nGW4AKNjoGS3AxjkoGSaZUDmnGS4ZKNloGO3ZxjgoJlaoUEcnJM4Y3OyoJk3nHkzoF9aqKEcnGS4AKNkoF93MRkuoJ9aoUEjnKI4YjWewEb3QWewEb3Q&n=รูปเล่มรายงานสถานการณ์ประจำปี-1%20(1)2563%20ส่ง%20คพ&t=GTMgq2qxqS9cMUug. Accessed August 27, 2024.

Patcharavongsiri M, Narongsak Theanyai N. Efficiency of hotels and resorts' wastewater treatment by using combined constructed wetlands. Journalof Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University 2021;2(11):1-13.

Phaanthong P, Sermsiriphap C, Klaimala S, Thapjan K. Water quality assessment results: Ping River, Wang River, Yom River, and Nan River. Bangkok: Water Safety and Environmental Protection Bureau; 2020.

Pollution Control Department. Household Wastewater Management Manual. Bangkok: Community Wastewater Section, Water Quality Management Bureau; 2012.

Pollution Control Department. How does water turbidity affect living things?. 2022. Available at: https://www.pcd.go.th/waters/ความขุ่นของน้ำมีผลอย่างไรต่อสิ่งมีชีวิต/. Accessed August 27, 2024.

Pollution Control Department. Ministerial announcement on the standard for controlling effluent discharge from community wastewater treatment systems. 2010. Available at: http://cac.pcd.go.th/images/ ptech Resource/Knowledge/EnvironmentLaw/CommunityTreatmentSystem/prakad.pdf.Accessed September 16, 2024.

Pollution Control Department. Report on Surface Water Quality in the Area under the Responsibility of Environmental and Pollution Control Office Region 3, Quarter 4. 2024. Available at: https://epo01.pcd.go.th/attachment/iu/download.php?WP=qUIcnKt5pQEgZKqCGWOghJstqTgcWatmpQEgZKp4GQEgG2rDqYyc4Uux. Accessed November 27, 2024.

Pollution Control Department. Water quality and water pollution. 202 0 . Available at: https://www.pcd.go.th/faqs/คุณภาพน้ำและมลพิษทางน้ำ/. Accessed August 27, 2024.

Pollution Control Department. Water Quality Improvement Action Plan: Nan River Basin, 2019-2027. 2022. Available at: https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2022/09/pcdnew-2022-09-28_04-56-31_420061.pdf. Accessed August 27, 2024.

Pumsakul J. The wastewater from home and establisments in Don Hua Lo Sub-district Municipality, Mueang District, Chonburi Province. Master of Political Science (Political Science and Governance). Faculty of Political Science and Law, Burapha University; 2014.

Royal Irrigation Department. Criteria for Determining Effluent Quality Standards in Irrigation Channels. 2022. Available at: https://water.rid.go.th/hwm/swq/sediment/RPSED/water-rid1.htm. Accessed February 30, 2024.

Royal Irrigation Department. Royal irrigation department order no.73/2554. (2011): Effluent quality discharged into irrigation system. Available at: http://www.secot.co.th/secot_ww/StandardSECOT/6.คุณภาพน้ำ. pdf. Accessed September 16, 2024.

Royal Irrigation Department. Sediment quality assessment: Water quality monitoring. 2019. Available at: https://water.rid.go.th/hwm/swq/sediment/RPSED/water-rid1.htm. Accessed February 30, 2024.

Royal Irrigation Department. Water Quality Analysis. Bangkok: Chemistry Section, Research and Development Division of Science; 2007.

Sakulkiatpanya T. Manual for Heavy Metal Analysis Using Atomic Absorption Spectroscopy Technique for Environmental Work. 2019. Available at: https://en.mahidol.ac.th/images/km/2021_tongchana_munual.pdf. Accessed February 20, 2024.

Sharma S, Chhipa RC. Seasonal variations of ground water quality and its agglomerates by water quality index. Global Journal of Environmental Science and Management 2016;2(1):79-86.

Shetaia S, M Abu Khatita A, A Abdelhafez N, M Shaker I, B El Kafrawy S. Evaluation of potential health risk, heavy metal pollution indices and water quality of Edku Lagoon-Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries 2020;24(2):265-90.

Sukasorn N, Sornchan N, Peansawang P. Study of water qualities in Klong Prem Prachakorn leads to water resources management. Bachelor of Science (Environmental Science and Natural Resorces). Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon; 2013.

Tantanee S, Hantrakul S. Municipal waste management challenge of urbanization: Lesson learned from phitsanulok, Thailand. Geographia Technica 2019;14(Special Issue):39-46.

Wastewater system. Effluent Standards Quality & Discharge Limits. 2017. Available at: http://www.wastewatersystem.net/2011/10/effluent-standards-quality-discharge.html. Accessed September 16, 2024.

Xie Y, Challis JK, Oloye FF, Asadi M, Cantin J, Brinkmann M, McPhedran KN, Hogan N, Sadowski M, Jones PD, Landgraff C. RNA in municipal wastewater reveals magnitudes of COVID-19 outbreaks across four waves driven by SARS-CoV-2 variants of concern. ACS ES&T Water 2022 23;2(11):1852-1862.

Yadav I, Juneja SK, Chauhan S. Temple waste utilization and management: A Review. International Journal of Engineering Technology Science and Research (IJETSR) 2015;2(Special Issue):1-10.