

**แนวทางการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติ
ด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ กรณีศึกษา: ระบบบำบัดกักตุนสถานหญิงพิษณุโลก**
**THE EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT ON STABILIZATION POND COMBINE WITH
NATURAL METHODS
BY VARIOUS PLANTS CASE STUDY OF TREATMENT SYSTEM OF PHITSANULOK WOMEN'S
CORRECTIONAL INSTITUTION**

วรนุช พรเสนา¹
Woranuch Pornsanoh¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติธรรมชาติเพื่อการบำบัดน้ำเสีย 2) ตรวจสอบคุณภาพน้ำจากการออกแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติเพื่อการบำบัดน้ำเสีย โดยดำเนินการศึกษา ณ บริเวณบ่อบำบัดน้ำเสียทัณฑสถานหญิงพิษณุโลก ซึ่งทำการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทั้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (ประเภท ค) ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และหาคุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่าง ๆ

ผลการวิจัยพบว่า น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 7 พารามิเตอร์ ได้แก่ สี กลิ่น ค่าความเป็นกรดและด่าง ค่าบีโอดี ค่าตะกอนหนัก ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าซัลไฟด์ ค่าทีเคเอ็น ค่าไนโตรเจนและไขมัน ส่วนที่เกินค่ามาตรฐาน พบว่า ค่าปริมาณสารแขวนลอยมีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ส่วนค่าอื่น ๆ ของการบำบัดน้ำเสียมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทั้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาดโดยคิดเป็นร้อยละ 80.0, 41.5, 0.0, 19.8, 4.32 และ 10.0 ตามลำดับ

คำสำคัญ : แนวทางการบำบัดน้ำเสีย 1 บ่อปรับเสถียร 2 วิถีธรรมชาติ 3

¹ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3

¹ Phitsanulok Technical College, Institute of Vocational Education Northern Region 3

*Corresponding Author, E-mail:love_man2468@hotmail.com

Abstract

The objectives of this study are 1. To design a stabilization pond combined with natural methods for wastewater treatment. 2. To examine water quality from the design of a stabilization pond combined with natural methods for wastewater treatment. The study was conducted at the wastewater treatment pond at the Phitsanulok Women's Correctional Institution. which is analyzed according to the standard criteria for controlling wastewater drainage from certain types and sizes of buildings (Type C) according to the announcement of the Ministry of Natural Resources and Environment. and find the quality of water that has been treated using a stabilization pond in conjunction with natural methods using various types of plants.

The results of the study found that Wastewater has been treated in a stabilization pond naturally with various types of plants. Conforms to 7 standard parameters, including color, odor, acidity and alkalinity, BOD value, heavy sludge value, total soluble substances value, sulfide value, TKN value, and oil and fat value. For the part that exceeded the standard, it was found that the amount of suspended solids was higher than the specified criteria. Other values of wastewater treatment were of quality according to the standards controlling wastewater drainage from certain types and sizes of buildings, accounting for 80.0 percent. , 41.5, 0.0, 19.8, 4.32, and 10.0, respectively.

Keywords : Wastewater treatment guidelines 1 Stabilization pond 2 Natural way3

บทนำ

ทัศนสถานหญิงพิษณุโลก เดิมเป็นพื้นที่ของเรือนจำจังหวัดพิษณุโลกก่อสร้างมาเป็นเวลานาน ซึ่งในแต่ละวันจะมีปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากการชักล้าง การอาบน้ำ การประกอบอาหาร และกิจกรรมอื่น ๆ โดยเฉลี่ยประมาณวันละ 200 ลบ.ม./วัน [1] เป็นน้ำเสียที่มาจากการใช้น้ำของผู้ต้องขัง ซึ่งจัดอยู่ในประเภทของน้ำเสียที่เกิดจากครัวเรือน จากการสำรวจพื้นที่พบว่า บ่อบำบัดมีขนาดเล็ก ต้นเงิน มีวัชพืชขึ้นเป็นจำนวนมากทำให้ไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำเสีย จากภายในและภายนอกทัศนสถานฯ ได้ทั้งหมด ประกอบกับทางระบายน้ำเสียมีลักษณะแคบและลึกเงินมากเกินไป ไม่เหมาะต่อการส่งน้ำเสียไปยังบ่อบำบัดในส่วนถัดไปได้ จึงมีน้ำเสียขังเป็นระยะๆ ทำให้เกิดการสะสมเป็นเวลานาน น้ำมีสีดำคล้ำ ส่งกลิ่นเหม็น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงและยังพบว่า สภาพพื้นที่บริเวณด้านหลังทัศนสถานฯ สูงกว่าบริเวณด้านหน้า ส่งผลให้การผันน้ำเสียจากบริเวณด้านหน้าทัศนสถานฯ ออกไปทางด้านหลังทำได้ยาก จึงต้องใช้เครื่องสูบน้ำ เพื่อช่วยระบายน้ำเข้าบริเวณพื้นที่บริเวณปาด้านหลังทัศนสถานฯ และในบางครั้งหากเกิดกรณีฝนตกหนัก ทำให้น้ำระบายไม่ทัน ซึ่งจะมีการสูบน้ำออกลงสู่คลองสาธารณะบริเวณหน้าทัศนสถานฯ [1] จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้นทัศนสถานฯ จึงจำเป็นต้องมีการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการต่างๆ ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ การเลือกระบบบำบัดน้ำเสียขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ลักษณะของน้ำเสีย ลักษณะของพื้นที่ งบประมาณในการดำเนินโครงการ เป็นต้น

การบำบัดน้ำเสียรูปแบบทางชีวภาพ เป็นการบำบัดที่อาศัยจุลินทรีย์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ช่วยในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำ การบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพจะสามารถกำจัดสารอินทรีย์ได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับเทคนิค [2] ปัจจุบันนี้การบำบัดน้ำเสียมีพัฒนาในการบำบัดน้ำเสียได้ดีขึ้น ซึ่งสามารถบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพที่มีสารปนเปื้อนสารอินทรีย์หรือสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยาก ระบบบ่อปรับเสถียรเป็นการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ (Biological treatment) เป็นบ่อที่มีความลึกไม่มากนัก โดยรูปทรงและความลึกของบ่อขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการบำบัดน้ำทิ้ง ซึ่งนิยมใช้ภาคอุตสาหกรรมและในชุมชน ทั้งนี้เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำและสามารถบำบัดน้ำทิ้งได้หลายประเภท ง่ายต่อการดูแลรักษาโดยไม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการดูแล

ระบบบำบัดน้ำเสียของทัศนสถานหญิงพิษณุโลก เป็นแบบบ่อปรับเสถียรที่ทำงานร่วมกับวิถีธรรมชาติด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ เป็นกระบวนการบำบัดทางชีวภาพโดยอาศัย

หลักการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียด้วยจุลินทรีย์และมีการเติมออกซิเจน จากเครื่องเติมอากาศติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่น เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้เร็วขึ้นนอกจากนั้นมีการเติมอากาศตามธรรมชาติด้วยสาหร่าย ซึ่งประกอบด้วย 1) บ่อที่ 1 บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) ทำหน้าที่ในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนในน้ำเสียโดยการย่อยสลาย ทำลายดูดซับสารอินทรีย์ในน้ำเสียหรือทำให้ตะกอนแยกออกจากน้ำเสีย โดยใช้พืชลอยน้ำประเภทผักตบชวาในการดูดซับสารปนเปื้อนในน้ำเสีย 2) บ่อที่ 2 บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) ทำหน้าที่เพิ่มออกซิเจนในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่อด้วย ทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ได้อย่างทั่วถึงภายในบ่อ โดยใช้ผักตบชวาในการดูดซับสารปนเปื้อนในน้ำเสียที่มีลักษณะลอยอยู่บนผิวน้ำเช่นน้ำมันและไขมัน และบัวแอมซอนในการดูดซับสารปนเปื้อนและตะกอนหนัก 3) บ่อที่ 3 บ่อบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) ทำหน้าที่เป็นตัวกรองน้ำเสียโดยชั้นดินปนทราย และชั้นหินรองกันบ่อ เมื่อน้ำเสียไหลเข้ามาในบึงประดิษฐ์ ส่วนตัวสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจะถูกกำจัดโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำได้แก่ แผลก บัวแอมซอน ธูปฤาษีหรือชั้นหินและจุลินทรีย์ที่แขวนลอยจะถูกกรองและจมตัวลงเป็นการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัส 4) บ่อที่ 4 บ่อแฟคัลเตทีฟ (Facultative Pond) ทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์และแปรสภาพเป็นก๊าซ แต่ก๊าซที่ลอยขึ้นมาจะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนที่อยู่ช่วงบนของบ่อทำให้ไม่เกิดกลิ่นเหม็น ซึ่งมีคัลาน้ำที่มีลักษณะเหมาะสมต่อการกรองตะกอนหนักเพื่อให้ใสขึ้น 5) บ่อที่ 5 บ่อบ่ม (Maturation Pond) มีสภาพเป็นแอโรบิคตลอดทั้งบ่อทำหน้าที่ รองรับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมาฟอกจะทำให้น้ำทิ้งให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น และอาศัยแสงแดดทำลายเชื้อโรคหรือจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่ภายนอก

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่าระบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ

เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่น่าสนใจ มีข้อดีหลายประการโดยเฉพาะสามารถบำบัดน้ำเสียจากชุมชนได้เป็นอย่างดีมีต้นทุนที่ต่ำ สามารถสร้างระบบได้ง่าย อีกทั้งยังสามารถกำจัดเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี ผู้ศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพ และการทำงานของระบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ดังกล่าว โดยหวังว่าจะสามารถนำไป

ประยุกต์ใช้ในชุมชนของผู้ศึกษาและเผยแพร่ไปยังชุมชนอื่นๆที่ประสบปัญหาน้ำเน่าเสียเช่นเดียวกัน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติธรรมชาติเพื่อการบำบัดน้ำเสีย
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำจากการออกแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติเพื่อการบำบัดน้ำเสีย

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.ความหมายของน้ำเสียและประเภทของน้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ได้รับการใช้งานหรือใช้ไปในกิจกรรมต่างๆ แล้วมีสิ่งสกปรก สารเคมี หรือสารอื่น ๆ ที่ทำให้น้ำนั้นไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้อีก ซึ่งสิ่งสกปรกหรือสารเหล่านี้ อาจมาจากการใช้งานในอุตสาหกรรม การเกษตร การผลิตอาหาร การบริโภค หรือกิจกรรมอื่น ๆ [3] ซึ่งทัศนสถาน ฯ จัดเป็นน้ำเสียประเภทน้ำเสียเมืองซึ่งเป็นน้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาด น้ำจากการปรุงอาหาร น้ำที่ใช้ล้างตัว และน้ำอาบน้ำ เป็นต้น

2. ค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด

(ประเภท ค) ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พารามิเตอร์ (หน่วย)	หน่วย	ค่ามาตรฐานไม่เกิน
ค่าความเป็นกรดและด่าง	(pH)	5.0-9.0
ค่าบีโอดี	(มิลลิกรัม/ลิตร)	40
ค่าสารแขวนลอย (SS)	(มิลลิกรัม/ลิตร)	50
ค่าตะกอนหนัก	(มิลลิกรัม/ลิตร)	0.5
ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS)	(มิลลิกรัม/ลิตร)	500***
ค่าซัลไฟด์ (S)	(มิลลิกรัม/ลิตร)	3.0
พารามิเตอร์ (หน่วย)	หน่วย	ค่ามาตรฐานไม่เกิน
ค่าทีเคเอ็น (TKN)	(มิลลิกรัม/ลิตร)	40
ค่าน้ำมันและไขมัน (Fat Oil & Grease)	(มิลลิกรัม/ลิตร)	20

ที่มา : ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนด

เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน [4]

3. พืชพันธุ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสีย

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะการนำไปใช้งาน
ผักตบชวา 	(<i>Eichhornia crassipes</i>)	ในระบบบำบัดน้ำเสียออกให้เหลือประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของระบบซึ่งปกติผักตบชวาจะมีระยะเวลาการกักเก็บสารอินทรีย์ในสูงสุดนาน 45 วันหลังจากนั้นจะไม่มี การดูดซับของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย
บัวอเมซอน 	(<i>Echinodorus cordifolius</i>)	บัวอเมซอนมีการอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ลักษณะ ต้นจะเป็นพุ่มขนาดใหญ่ ควรเอาต้นที่มีลักษณะพุ่มใหญ่ ออก 3 ใน 4 ส่วนของระบบ เพื่อที่ต้นบัวอเมซอนขนาด กลางและขนาดเล็กลงมาจะมีได้มีพื้นที่การเจริญเติบโต เพิ่มขึ้นและคงประสิทธิภาพการบำบัดของระบบต่อไป
ธูปฤาษี 	(<i>Typha angustifolia</i>)	เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียควรตัดส่วนใบ ออกให้พ้นจากผิวน้ำ 30 เซนติเมตร เพื่อเร่งอัตราการ เจริญเติบโตจากการที่ธูปฤาษีงอกใบใหม่
ปักษาสวรรค์ 	(<i>Strelitzia</i>)	ดอกของปักษาสวรรค์สามารถตัดออกไปขายเป็นไม้ดอก เพื่อการประดับตกแต่งได้ เมื่อดอกปักษาสวรรค์ถูกตัด ระบบการเจริญเติบโตของมันก็จะเร่งให้เกิดการแยก หน่อใหม่เพื่อขยายการเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่
พุทธรักษา 	(<i>Canna</i>)	พุทธรักษาเมื่อต้นแก่ให้ตัดออกแล้วปล่อยให้แตกหน่อ ต้นอ่อนขึ้นมาเอง เนื่องจากประสิทธิภาพการกักเก็บ สารอินทรีย์ของพุทธรักษาต้นอ่อนกักเก็บได้มากกว่าต้น แก่
จอก 	(<i>Pistia</i>)	จอกเต็มระบบบำบัดในระยะเวลาประมาณ 2 เดือน ควรตัดออกครึ่งหนึ่งของระบบบำบัด โดยเลือกตัดต้นที่มี ลักษณะใบเขียวหนา กรอบแข็ง มีสีเหลืองและสีน้ำตาล ออกไปก่อน

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะการนำไปใช้งาน
บัวสาย 	(<i>Nymphaea lotus</i>)	บัวสายควรตัดดอกออกเมื่อระยะเวลาผ่านไป 1-2 เดือน เพื่อให้บัวสามารถมีการแตกกอเจริญเติบโตต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติเพื่อการการบำบัดน้ำเสีย การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาแบ่งการปฏิบัติงานออกเป็นขั้นตอนโดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การสำรวจพื้นที่ (Site survey) เป็นการสำรวจสภาพภายในพื้นที่จริงร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศที่แสดงอาณาเขตบริเวณ ทิศทางสถานหญิงพิษณุโลกและชุมชนข้างเคียง เพื่อเก็บข้อมูลภายนอกพื้นที่ (Inventory off site factors) ทำการเก็บข้อมูลบริบทของพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย สภาพแวดล้อมหรือการใช้ที่ดินโดยรอบพื้นที่ศึกษา และเก็บข้อมูลภายในพื้นที่ (Inventory on off site factors) ทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่รวมถึงการสำรวจพื้นที่ การถ่ายรูปสภาพทั่วไปภายในพื้นที่ เพื่อศึกษาประเด็นปัญหาภายในพื้นที่ ทั้งจากการสังเกตและสอบถามอย่างไม่เป็นทางการเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการออกแบบโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) องค์ประกอบทางธรรมชาติ (Natural resources) ประกอบด้วยความเป็นมาของพื้นที่ตั้งโครงการ ที่ตั้ง ขนาดพื้นที่ ระดับความลาดชัน สภาพทางธรณีวิทยา การระบายน้ำ พืชพรรณ และภูมิอากาศ

2) องค์ประกอบที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man made element) ประกอบด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบการสัญจร และระบบสาธารณูปโภค

1.2 ผู้ศึกษาทำการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ เพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบและกำหนดตำแหน่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติโดยอาศัยวิธีการเก็บข้อมูล ดังนี้

1) ผู้บริหารทัศนสถานหญิงพิษณุโลกคือ ผู้เข้าใช้พื้นที่และปฏิบัติหน้าที่ในทัศนสถานหญิงพิษณุโลก จำนวน 10 ท่าน

2) เกษตรอำเภอวังทองคือ ผู้ปฏิบัติหน้าที่ศึกษา วิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่เกษตรกร และชุมชนเพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางการส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่รับผิดชอบ จำนวน 2 ท่าน

3) นักวิชาการสิ่งแวดล้อมคือ ผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่สำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษา วิเคราะห์วิจัยเกี่ยวกับสถานะแวดล้อมประเภทต่าง ๆ เช่น การ วิเคราะห์คุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ เสียง สารเป็นพิษ และอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนด นโยบายและ แผนงาน และกำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ จำนวน 2 ท่าน

4) นักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (ทำหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ) โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling technique) จำนวน 1 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามแนวทางการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิธีร่วมกับวิธีธรรมชาติ ด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ กรณีศึกษา: ระบบบำบัดทสสถานหญิงพิษณุโลก ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย ปัจจัยส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ และหน้าที่ในการปฏิบัติงาน

ส่วนที่ 2 รูปทรงของระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิธีธรรมชาติ การเลือกพันธุ์ไม้ที่ใช้เพื่อการบำบัดน้ำเสีย

ส่วนที่ 3 ความต้องการในการออกแบบปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิธีธรรมชาติ การเลือกพันธุ์ไม้ที่มีคุณสมบัติดูดซับสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดูดซับสารปนเปื้อนที่มีลักษณะลอยอยู่บนผิวน้ำ และสารปนเปื้อนตะกอนหนัก ที่ใช้เพื่อการบำบัดน้ำเสีย และลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งนี้เพื่อให้เกิดภูมิทัศน์ที่สวยงาม ตลอดจนสามารถนำพื้นที่แห่งนี้มาประยุกต์ใช้กับกิจกรรมในด้านอื่น ๆ ที่ทางทสสถานจัดขึ้น

2.6 การทดสอบเครื่องมือ ทำการทดสอบแบบสอบถามกับประชากรกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในด้านการบำบัดน้ำเสีย ตรวจสอบค่า IOC และนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ก่อนไปเก็บข้อมูลจริง

2.7 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของน้ำที่ผ่านบำบัดแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิธีธรรมชาติ โดยสถิติที่ใช้คือ ค่าร้อยละ และใช้ “ชุดทดสอบน้ำเสีย” เพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด และประกาศ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทของอาคารเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องควบคุมการปล่อยน้ำเสียสู่แหล่งน้ำสาธารณะและเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทั้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล (Site analysis) เป็นการศึกษาข้อดี-ข้อเสีย และข้อจำกัดของพื้นที่ในแต่ละส่วนเพื่อศึกษาถึงประเด็นการออกแบบระบบบำบัดแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติ เช่น การวิเคราะห์ที่ตั้ง ขนาดพื้นที่ สภาพธรณีวิทยา การระบายน้ำ พืชพันธุ์ไม้ ผลกระทบจากการบำบัดน้ำเสีย และองค์ประกอบที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบการสัญจร การบำบัดน้ำเสีย ที่มีในพื้นที่แนวทางแก้ปัญหาเหล่านั้นโดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่ในด้านต่างๆ มาแสดงลงในผังพื้น (Layout plan) เพื่อให้ทราบวาลักษณะของบริเวณบ่อบำบัดแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติเป็นอย่างไรเหมาะสมกับองค์ประกอบและลักษณะในพื้นที่

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำจากการออกแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติเพื่อการบำบัดน้ำเสีย โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทั้งจากอาคารบางประเภทและบางขนาด (ประเภท ค) ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และหาคุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ประกอบด้วยบ่อบำบัด 5 บ่อ ได้แก่ 1) บ่อบำบัดที่ 1 บ่อปรับเสถียร (Stabilization Pond) 2) บ่อบำบัดที่ 2 บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) 3) บ่อบำบัดที่ 3 บ่อบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) 4) บ่อบำบัดที่ 4 บ่อแฟคัลทีฟ (Facultative Pond) และ 5) บ่อบำบัดที่ 5 บ่อบ่ม (Maturation Pond)

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยตามขั้นตอนที่ 1 เพื่อบอกแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติธรรมชาติเพื่อการบำบัดน้ำเสีย ผู้ศึกษานำมาวิเคราะห์เป็นการนำเสนอการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ข้อจำกัด ปัญหาและแนวทางแก้ไข ประกอบด้วย

ข้อมูลภายนอกพื้นที่ บริบทสภาพแวดล้อม พบว่า การใช้ที่ดินโดยรอบทัศนสถานหึงพิชญโลก ซึ่งตั้งอยู่ใกล้ทัศนสถานจังหวัดพิชญโลก บริเวณด้านหน้ามีระบบระบายน้ำเสียมีลักษณะแคบและตันเขิน น้ำมีสีดำคล้ำ ส่งกลิ่นเหม็น และบริเวณด้านหน้าเป็นส่วนให้บริการรับงานการค้า เช่น ร้านกาแฟ ร้านนวดแพทย์แผนไทย ร้านทำผม บริการล้างรถ ส่วนด้านหลังเป็นที่ตั้งของที่พักรถของเจ้าหน้าที่ของทัศนสถานหึงพิชญโลก และติดกับพื้นที่สวนป่า เช่น ต้นกระถินณรงค์ ป่าไผ่ และส่วนปลูกผักสวนครัว

ข้อมูลภายในพื้นที่ ได้แก่ 1. องค์ประกอบทางธรรมชาติ (Natural resources) ประกอบด้วยความเป็นมาของพื้นที่โครงการ ที่ตั้ง ระดับความลาดชัน สภาพธรณีวิทยา การระบายน้ำ

พืชพรรณ

1.1 ความเป็นมาของที่ตั้งโครงการ ทัศนสถานหึงพิชญโลกตั้งมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 เป็นราชการบริหารส่วนภูมิภาคสังกัดกรมราชทัณฑ์ กระทรวงยุติธรรม

1.2 ที่ตั้งและขนาดพื้นที่ ตั้งอยู่เลขที่ 611 หมู่ 8 ต.วังทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิชญโลก

พื้นที่ภายใน 47 ไร่ แบ่งเป็นเรือนจำจังหวัดพิชญโลก 30 ไร่ 2 งาน เรือนจำกลางวังทอง 15 ไร่ และสถานกักขัง 1 ไร่ 2 งาน พื้นที่ภายนอกประมาณ 150 ไร่

ทิศเหนือ ติดกับ เรือนจำจังหวัดพิชญโลก ทิศใต้ ติดกับ สถานีทดลองพืชไร่ ทิศตะวันออก ติดกับ ศูนย์จักรกลพิชญโลก ทิศตะวันตก ติดกับ เรือนจำกลางพิชญโลก พื้นที่ทั้งหมด จำนวน 181 ไร่ 1 งาน 50 ตารางวา พื้นที่ภายใน จำนวน 24 ไร่ - งาน - ตารางวา

พื้นที่ภายนอก จำนวน 90 ไร่ 1 งาน 50 ตารางวา แบ่งเป็นอาคาร จำนวน 7 หลัง

1.3 ระดับและความลาดชัน ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบ พื้นที่บริเวณด้านหน้ามีความสูงกว่าบริเวณด้านหลัง

1.4 สภาพทางธรณีวิทยา สภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มต่ำ เป็นดินเหนียวเนื้อดินเป็นสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งเป็นดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก ในส่วนพื้นที่ด้านหลังทัศนสถานหึงดินมีลักษณะโครงสร้างเป็นดินเหนียวปนทราย เมื่อแห้งจะมีความแข็งอัดตัวแน่นทำให้น้ำระบายได้ไม่ดี

1.5 การระบายน้ำ

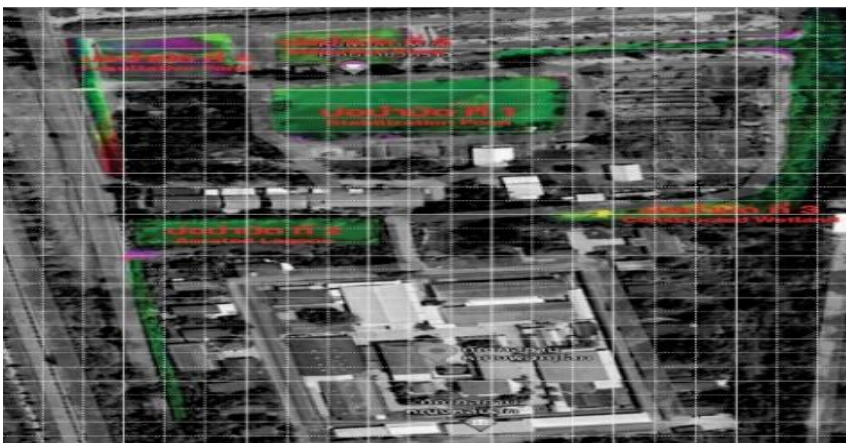
เนื่องจากเป็นดินเหนียวทำให้ดินอุ้มน้ำไว้ได้ดี การระบายน้ำสามารถระบายลงบริเวณสระน้ำโดยผ่านรางระบายน้ำที่ต่อลงสระน้ำโดยตรง

1.6 ลักษณะพืชพรรณ พบว่า สภาพพื้นที่ที่ทัศนสถานหญิงพิษณุโลกเป็นป่าเสื่อมโทรมพบไม้ยืนต้นขึ้นเป็นจำนวนมาก เช่น ต้นยูคาลิปตัส ต้นกระถินณรงค์ ต้นจามจุรี ต้นหางนกยูง ต้นไผ่เลี้ยง เป็นต้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามรูปแบบของบ่อบำบัดแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ผู้ศึกษาได้นำเสนอเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบบำบัดน้ำเสียของทัศนสถานหญิงพิษณุโลก

1.1 ที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewatertreatment plant location)

ระบบบำบัดน้ำเสียของทัศนสถานหญิงพิษณุโลก ตั้งอยู่บริเวณตอนท้ายด้านทิศเหนือของตัวทัศนสถาน ฯ เป็นพื้นที่ที่ห่างไกลจากแหล่งชุมชน เป็นพื้นที่เปิดโล่ง ลมพัดผ่านได้สะดวก มีลักษณะเป็นสวนป่า ได้แก่ ต้นกระถินณรงค์ ไผ่เลี้ยง บริเวณพื้นที่โดยรอบรางระบายน้ำปลูกด้วยพืชน้ำ และไม้ชายน้ำ บริเวณพื้นที่ด้านหลังของทัศนสถาน ฯ มีเนื้อที่รวมประมาณ 181 ไร่เศษ

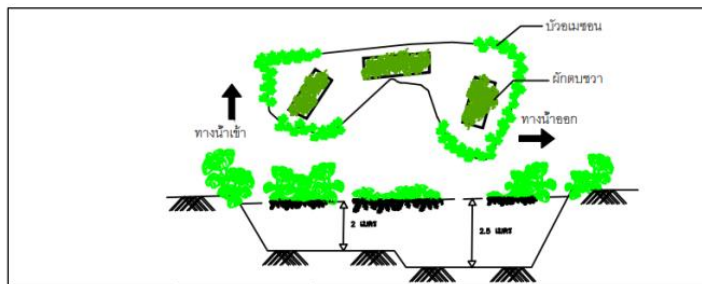


รูปที่ 1 แพลนระบบบำบัดน้ำเสีย

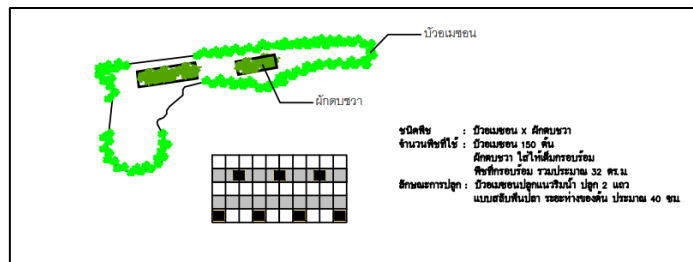
1.2 แพลนระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater treatment plant layout)

น้ำเสียของทัศนสถานหญิงพิษณุโลก รับน้ำเสียจากบริเวณภายในทัศนสถาน ฯ ซึ่งประกอบด้วย ส่วนโรงครัว ส่วนการซักล้าง และห้องอาบน้ำของผู้ต้องขัง ระบบบำบัดของทัศนสถานหญิงพิษณุโลกประกอบด้วยบ่อบำบัด 5 บ่อ ได้แก่ 1) บ่อบำบัดที่ 1 บ่อปรับ

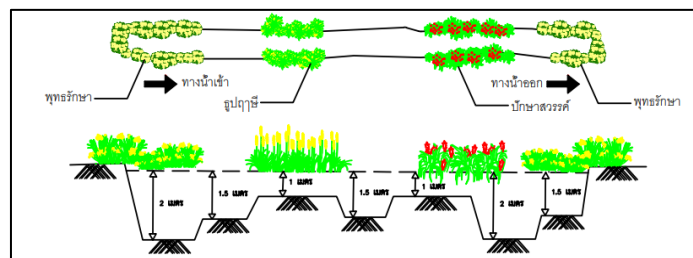
เสถียร (Stabilization Pond) 2) บ่อบำบัดที่ 2 บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon) 3) บ่อ
 บำบัดที่ 3 บ่อบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetland) 4) บ่อบำบัดที่ 4 บ่อแฟคัลเททีฟ
 Facultative Pond) และ 5) บ่อบำบัดที่ 5 บ่อบ่ม (Maturation Pond) ซึ่งแต่ละบ่อใช้พืช
 เป็นตัวช่วยในการบำบัดน้ำเสีย เช่น เช่น ธูปฤาษี ปักขาสวรรค์ พุทธรักษา และบริเวณผิวน้ำ
 จะมีพืชน้ำจืดพวกบวบ บัวอะเมซอน จอก บัวสาย เป็นต้น ดังรูปแต่ละบ่อมีความจุของบ่อ
 และระยะเวลาที่เก็บน้ำเสีย[5]



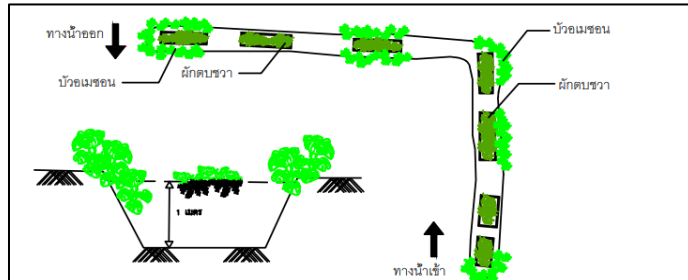
รูปที่ 2 บ่อบำบัดที่ 1 บ่อปรับเสถียร (Stabilization



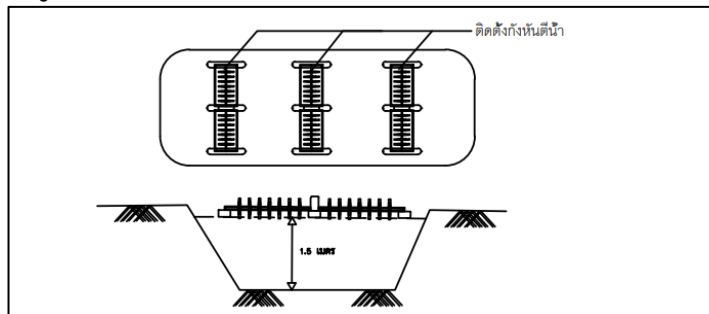
รูปที่ 3 บ่อบำบัดที่ 2 บ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon)



รูปที่ 4 บ่อบำบัด 3 บ่อบึงประดิษฐ์ (Constructed



รูปที่ 5 บ่อบำบัดที่ 4 บ่อแฟคัลทีฟ (Facultative Pond)



รูปที่ 6 บ่อบำบัดที่ 5 บ่อบ่ม (Maturation Pond)

ตารางที่ 1 รายละเอียดของบ่อบำบัดรับน้ำเสียจากทัศนสถานหญิงพิษณุโลก

บ่อที่	ประเภทของบ่อ	ความลึก (m)	ความจุ (m ³)	เวลากักน้ำ (วัน)	หมายเหตุ
1	Stabilization Pond	2-2.5	35,000	60	บ่อดิน
2	Aerated Lagoon	2	28,000	60	บ่อดิน
3	Constructed Wetland	1,1.5,2	5,000	45	บ่อดิน
4	Facultative Pond	1	14,250	45	บ่อดิน
5	Maturation Pond	1.5	13,500	45	บ่อดิน
รวม			95,750	255	

ผลการศึกษาวิจัยตามขั้นตอนที่ 2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำจากการออกแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติเพื่อการบำบัดน้ำเสีย ผู้ศึกษาใช้ “ชุดทดสอบน้ำเสีย” ใน

การสอบการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียถึงประสิทธิภาพ การทำงานว่าสามารถบำบัดน้ำเสียได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ระบุไว้ในขั้นตอนการออกแบบหรือไม่ โดยจากการเก็บตัวอย่างของน้ำบ่อสุดท้ายนำมาวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 พบว่า

ตารางที่ 2 ผลการสำรวจสี กลิ่น ของระบบบำบัดน้ำเสียจากทัศนสถานหญิงพิษณุโลก

บ่อที่	ประเภท	สี	กลิ่น
1	Stabilization Pond	เขียว	ND
2	Aerated Lagoon	เขียวอ่อน	ND
3	Constructed Wetland	เขียวอ่อน	ND
4	Facultative Pond	เขียวอ่อน	ND
5	Maturation Pond	เขียวอ่อนมาก	ND

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์คุณภาพของน้ำของระบบบำบัด
เสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ

พารามิเตอร์ (หน่วย)	หน่วย	ผลการ ตรวจสอบ	ค่ามาตรฐานไม่ เกิน
ค่าความเป็นกรดและด่าง	(pH)	7.2	5.0-9.0
ค่าบีโอดี	(มิลลิกรัม/ลิตร)	16.6	40
ค่าความเป็นกรดและด่าง	(pH)	7.2	5.0-9.0
ค่าบีโอดี	(มิลลิกรัม/ลิตร)	16.6	40
ค่าสารแขวนลอย (SS)	(มิลลิกรัม/ลิตร)	73	50
ค่าตะกอนหนัก	(มิลลิกรัม/ลิตร)	0.0	0.5
ค่าสารที่ละลายได้ทั้งหมด (TDS)	(มิลลิกรัม/ลิตร)	283-99 *184***	500***
ค่าซัลไฟด์ (S)	(มิลลิกรัม/ลิตร)	0.0	3.0
ค่าทีเคเอ็น (TKN)	(มิลลิกรัม/ลิตร)	10.8	40
ค่าน้ำมันและไขมัน (Fat Oil & Grease)	(มิลลิกรัม/ลิตร)	2.0	20

****** หมายเหตุผลการตรวจสอบ คือ การบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิธีร่วมกับวิธีธรรมชาติ ด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ

ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดแล้วเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่าน้ำมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าบีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณของแข็งตกตะกอน ค่าซัลไฟด์ ค่าทีเคเอ็น และค่าน้ำมันและไขมัน มีค่าร้อยละ 80.0, 41.5, 0.0, 19.8, 4.32 และ 10.0 ตามลำดับ ดังตาราง

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพในการลดความสกปรกของน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียจากทัศนสถานหญิงพิษณุโลก

พารามิเตอร์	หน่วย	ประสิทธิภาพ
1. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	pH	80
2. ค่าบีโอดี	Mg/L	41.5
3. ปริมาณของแข็งแขวนลอย	Mg/L	-
4. ปริมาณของแข็งตกตะกอน	Mg/L	0.0
5. ค่าซัลไฟด์	Mg/L	19.8
6. ค่าทีเคเอ็น	Mg/L	4.32
7. ค่าน้ำมันและไขมัน	Mg/L	10.0

ผู้วิจัยให้นักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทำหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามแนวทางการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิธีร่วมกับวิธีธรรมชาติ ด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ กรณีศึกษา: ระบบบำบัดทัศนสถานหญิงพิษณุโลก (แบบสอบถามผ่านการตรวจสอบค่า IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน = ≥ 0.5) ผลการประเมินพบว่า

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามแนวทางการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิธีร่วมกับวิธีธรรมชาติ ด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ กรณีศึกษา: ระบบบำบัดทัศนสถานหญิงพิษณุโลก

ที่	รายการ	ผลการ วิเคราะห์	ระดับคุณภาพ
1	ความเหมาะสมของขนาดบ่อบำบัดน้ำแต่ละประเภท	3.74	เหมาะสมมาก
2	ความเหมาะสมของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดที่ใช้ในการ บำบัดน้ำเสีย	4.00	เหมาะสมมาก
3	คุณภาพของน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำเสียในแต่ละ บ่อบำบัดที่มีพันธุ์ไม้แตกต่างกัน	4.33	เหมาะสมมาก
4	ความเหมาะสมของบ่อบำบัดน้ำเสียกับขนาดพื้นที่ ของ ทัศนสถานหญิงจังหวัดพิษณุโลก	4.07	เหมาะสมมาก
5	การพัฒนาสู่แหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสีย แบบบ่อปรับเสถียรด้วยพันธุ์ไม้	4.00	เหมาะสมมาก
ผลการวิเคราะห์รวม		4.03	เหมาะสมมาก

จากตารางที่ 5 พบว่า บ่อบำบัดแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่าง ๆ ในภาพรวมมีความเหมาะสมมาก มีผลการวิเคราะห์ = 4.03 ซึ่งเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ทัศนสถานหญิงพิษณุโลก มีเนื้อที่รวมประมาณ 181 ไร่เศษ สามารถบำบัดช่วยดูดซับสารที่เจือปนอยู่ในน้ำให้มีปริมาณที่ลดลงได้และมีคุณสมบัติในการดูดซับ กำจัดสารปนเปื้อนเพื่อการบำบัดน้ำเสีย ยกเว้นสารแขวนลอยหรือตะกอนแขวนลอยที่ไม่ละลายน้ำ และยังเป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรด้วยพันธุ์ไม้ให้กับผู้สนใจและหน่วยงานต่าง ๆ ได้

การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิถีธรรมชาติด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่าง ๆ มีประสิทธิภาพคุณภาพน้ำทั้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นสารแขวนลอยหรือตะกอนแขวนลอยที่ไม่ละลายน้ำที่ยังมีค่าเกินมาตรฐานคือ 73 (ค่ามาตรฐาน คือไม่เกิน 50) และเปรียบเทียบกับผลการตรวจสอบตัวอย่างน้ำทิ้งในบ่อสุดท้ายมีคุณภาพน้ำทั้งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ถึงแม้ว่าสารแขวนลอยหรือตะกอนแขวนลอยที่ไม่ละลายน้ำ จะยังมีค่าเกินมาตรฐาน คือ 62 ซึ่งมีค่าลดลงแสดงให้เห็นว่าระบบการบำบัดน้ำเสียทำงานได้อย่างมี

ประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย[7] มีประสิทธิภาพในการลดค่าความสกปรกลงได้ พบว่า ประสิทธิภาพในการลดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าบีโอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณของแข็งตกตะกอน ค่าซัลไฟด์ ค่าทีเคเอ็น และค่าไนโตรเจนและไขมัน มีค่าลดลงคิดเป็น ร้อยละ 80.0, 41.5, 0.0, 19.8, 4.32 และ 10.0 ตามลำดับ สอดคล้องกับค่ามาตรฐาน ควบคุมการระบายน้ำจากอาคารประเภท ค ตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมเรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากอาคารบางประเภทและบาง ขนาด.(2557) และสอดคล้องกับการศึกษาของลักษมณ ทองอินทร์. (2557). ซึ่งในการ บำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิธีธรรมชาติได้พิจารณาเลือกพันธุ์พืช ประเภทไม้ น้ำ และไม้ชายน้ำจำพวกหญ้าแฝก ปักสาหร่าย ธูปฤาษี พุทธรักษา บัวสาย จะช่วยดูดซับสารที่ เจือปนอยู่ในน้ำให้มีปริมาณที่ลดลงได้ ทั้งนี้ในการเลือกใช้พันธุ์ไม้ยังต้องคำนึงถึงในด้านการ ออกแบบ และปรับปรุงภูมิทัศน์โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย และมีคุณสมบัติใน การดูดซับ กำจัดสารปนเปื้อนเพื่อการบำบัดน้ำเสีย[8] แล้วยังต้องคำนึงถึงคุณค่าทางด้าน ความงามในเชิงภูมิทัศน์อีกด้วย และจากผลการวิเคราะห์แบบสอบถามการสร้างบ่อบำบัด แบบบ่อปรับเสถียรร่วมกับวิธีธรรมชาติ ด้วยพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ มีความเหมาะสมมาก มีผล การวิเคราะห์ = 4.03 ซึ่งเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ทัศนสถานหญิงพิษณุโลก ที่มีเนื้อที่รวม ประมาณ 181 ไร่เศษ และยังเป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร ด้วยพันธุ์ไม้ให้กับผู้สนใจและหน่วยงานต่างๆได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผลที่จากการศึกษาเป็นข้อเสนอแนะการบำบัดน้ำเสียในทัศนสถานหญิงพิษณุโลก

1. วิธีธรรมชาติที่เหมาะสมต่อการใช้งานตามลักษณะพื้นที่ และยังสามารถใช้เป็น องค์ประกอบหนึ่งในการจัดภูมิทัศน์และแหล่งเรียนรู้แก่ชุมชนได้จากผลการศึกษาพบว่า ต้น กก พุทธรักษา มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียแบบบ่อปรับเสถียร มีความสามารถในการ ลด COD และค่า pH อุณหภูมิและความชุ่มชื้นได้ [9] ดังนั้นจึงสามารถไปขยายผลไปใช้ใน พื้นที่อื่นๆที่มีบริบทเหมือนกัน

2. การวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาวิธีการลดสารแขวนลอยหรือตะกอนแขวนลอยที่ไม่ ละลายน้ำ เพื่อให้คุณภาพของน้ำที่บำบัดมีคุณภาพสูงขึ้น [10]

เอกสารอ้างอิง

- [1] ทัณฑสถานหญิงพิษณุโลก. (2564). **แบบรายงานนำเสนอวัตกรรมการพัฒนางาน ราชทัณฑ์. พิษณุโลก**[2] นพวรรณ เสมวิล และเกษม จันท์แก้ว. (2556) **“การศึกษา ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักกากตะกอนที่เกิดขึ้นจากระบบน้ำเสีย ภายใต้กระบวนการธรรมชาติช่วยธรรมชาติ”** วารสารวิชาการ Veridian E-Journal ปี ที่ 6, ฉบับที่ 2 (เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2556): 899-912
- [2] บัณฑิต จุลาสัย. (2547). **การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม: ทางด้านสุนทรียภาพ.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] กรมควบคุมมลพิษ. (2551). **พืชที่มีคุณสมบัติในการบำบัดน้ำเสีย.** กรุงเทพฯ
- [4] ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนด เรื่อง กำหนดมาตรฐาน ควบคุมการระบาย น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน (<http://cac.pcd.go.th/> เข้าใช้เมื่อ 14 กรกฎาคม 2566)
- [5] กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2549). **ระบบบึงประดิษฐ์.** ส่วนงานวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อมด้านน้ำ. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
- [6] สถิติรายงานผู้ต้องขังหญิง <http://www.correct.go.th/stathomepage> (เข้าใช้เมื่อ 8 พฤศจิกายน 2566)
- [7] กลอยกาญจน์ เก้าเนตรสุวรรณ. (2558). **การบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยใช้บึงประดิษฐ์ แบบน้ำไหลใต้ผิวดิน** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะ สิ่งแวดล้อม บัณฑิตมหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
- [8] ขวาวพร ศักดิ์ศรี. (2546). **แนวทางในการบรรเทาผลกระทบสถานที่ฝังกลบขยะมูล ฝอยโดยใช้ภูมิทัศน์: กรณีศึกษาแหล่งฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกสุขลักษณะราชเท วะ จังหวัดสมุทรปราการ.** วิทยานิพนธ์หลักสูตรภูมิสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [9] <http://www.land.arch.chula.ac.th> (เข้าใช้เมื่อ 14 กรกฎาคม 2566)
- [10] <https://mitrwater.com> (เข้าใช้เมื่อ 8 พฤศจิกายน 2566)