

การออกแบบภูมิทัศน์บ้าน สำหรับการบำบัดน้ำเสียครัวเรือน Home landscape design for treating household wastewater

พิทักษ์พงศ์ แบนท์ทิศ^{1*} และ รณย์ชรีดา ด่านวันดี²

¹อาจารย์ และ ²รองศาสตราจารย์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

Phithakphong Beangthid^{1*} and Romchaleerda Danwandee²

¹Lecturer and ²Associate Professor

Faculty of Architecture and Environmental design, Chiang Mai, Thailand, 50290

*Email: phithakphong@mju.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อออกแบบภูมิทัศน์บ้านที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียครัวเรือน และเสนอแนวทางการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียครัวเรือนตามบริบทของแต่ละพื้นที่ เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงพื้นที่ศึกษา 2 แห่ง ใช้แบบสำรวจและแบบสัมภาษณ์เจ้าของบ้านแบบไม่มีโครงสร้างเป็นเครื่องมือรวบรวมข้อมูลพื้นที่ ข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประเมินศักยภาพพื้นที่ด้วยสมการถ่วงน้ำหนัก (simple weighting scores equations) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาและการบรรยายประกอบภาพเชิงพรรณนา จากผลการประเมินศักยภาพพื้นที่ พบว่า ค่าศักยภาพของแปลงที่ 1 เท่ากับ 3.43 และแปลงที่ 2 เท่ากับ 3.27 ระดับศักยภาพปานกลาง ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพเป็นภูมิทัศน์ชนบททั่วไปที่มีการปล่อยน้ำทิ้งครัวเรือนตามธรรมชาติ โดยกระบวนการออกแบบพิจารณาจาก 4 ปัจจัยหลัก และ 22 ตัวชี้วัด และมีตัวชี้วัดที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดของทั้ง 2 พื้นที่ ได้แก่ การจัดการพลังงาน (มีการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อลดของเสีย, ใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า หรือนำพลังงานธรรมชาติมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ) สำหรับแปลงที่ 1 ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 11.67 และแปลงที่ 2 เท่ากับ 6.67 และปัจจัยระบบป้องกันของเสียหรือป้องกันมลภาวะในพื้นที่ แปลงที่ 1 ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 11.67 และแปลงที่ 2 เท่ากับ 8.33 จากผลลัพธ์เหล่านี้ จึงได้เสนอแนวทางการออกแบบภูมิทัศน์สำหรับบำบัดน้ำเสียครัวเรือนตามบริบทของแต่ละพื้นที่ ได้เป็น 2 รูปแบบ ในแบบที่ 1 แบบบึงประดิษฐ์น้ำอยู่เหนือผิวดิน (free water surface, FWS) ผสมผสานกับระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณบำบัดน้ำเสียรวม (bioretention management practice (BMP) หรือ FWS+BMP) เหมาะกับบ้านที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย และแบบที่ 2 แบบแทรกซึม (infiltration), กรอง (filtration), เต็มใหม่ (recharge) หรือแบบ IFR นำมาผสมผสานกับระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณบำบัดน้ำเสียรวม หรือ IFR+BMP ก่อนปล่อยสู่ระบบระบายน้ำสาธารณะ เพื่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การออกแบบภูมิทัศน์, ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ, น้ำเสียครัวเรือน, การบำบัดน้ำเสียครัวเรือน

Abstract

This qualitative research focused on designing suitable home landscapes for treating household wastewater and provides guidelines for designing household wastewater treatment systems tailored to the context of specific areas. A purposive sample was selected from two study sites. Data collection tools included a data collection form and unstructured interviews with homeowners. Secondary data were gathered from related research documents. The potential of each site was evaluated using simple weighted score equations, followed by content analysis and descriptive illustrations. The results of the site potential assessment indicated that the

potential value for plot 1 was 3.43, while for plot 2, it was 3.27, both classified as medium potential levels. These sites reflect typical rural landscapes where household wastewater is naturally discharged. The design process considered four main factors and 22 indicators. Among these, indicators with the lowest average values in both areas were related to energy management (the presence of facilities to reduce waste, efficient energy use, or the utilization of natural energy). For plot 1, the average score was 11.67, and for plot 2, it was 6.67. Waste prevention and pollution control measures also showed low scores, with plot 1 scoring 11.67 and plot 2 scoring 8.33. Based on these results, two types of landscape designs for household wastewater treatment systems were proposed, customized to each area's context. The first type is a constructed wetland with water on the surface (Free Water Surface, FWS), combined with Bioretention Management Practices (BMP), referred to as FWS+BMP. This design is suitable for homes without an existing wastewater treatment system. The second type involves Infiltration, Filtration, and Recharge (IFR), combined with BMP (IFR+BMP), which is recommended for releasing treated water into the public drainage system, promoting both quality of life and environmental sustainability.

Keywords: Landscape Design, Bioretention, Household Wastewater, Household Wastewater Treatment

Received: September 27, 2023; **Revised:** August 27, 2024; **Accepted:** September 23, 2024

1. บทนำ

ปัญหาน้ำเสียชุมชน และน้ำเสียครัวเรือนเป็นประเด็นปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นจากปัญหาสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม ส่งผลทำให้เกิดมลพิษทางกลิ่น มลพิษทางน้ำ เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพชีวิต และสิ่งแวดล้อมของชุมชนโดยรวม ปัจจุบันประเทศไทยมีจำนวนระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนทั้งหมดในประเทศ 202 แห่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ซึ่งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียครัวเรือนเกิดจากประชาชนที่อาศัยอยู่ในบ้านเรือนใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค เช่น การซักล้าง การทำครัว และสุขา น้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ สบู่ สารซักฟอก เศษอาหาร ไขมันและน้ำมัน รวมทั้งสิ่งปฏิกูลเจือปนอยู่ แม้ว่าบ้านเรือนบางส่วนจะมีการบำบัดน้ำเสียจากสุขาด้วยบ่อเกรอะ หรือเลือกใช้ถังบำบัดน้ำเสียสำเร็จรูปขนาดเล็กมาใช้งานก็ตาม น้ำทิ้งที่ออกจากบ่อหรือถังบำบัดเหล่านี้จะถูกระบายทิ้งสู่คลองหรือ ท่อระบายน้ำสาธารณะ ซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำ คลอง หรือแหล่งน้ำธรรมชาติในที่สุด โดยที่น้ำเสียจากบ้านเรือนมีจุลินทรีย์จำนวนมากปะปนมากับน้ำเสีย เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา โปรโตซัว ไวรัส ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงอย่างรวดเร็วทำให้เกิดสภาพเน่าเหม็นและจุลินทรีย์บางชนิดอาจเป็นเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อประชาชน(ส่วนน้ำเสียชุมชนสำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2555) ปริมาณน้ำเสียที่ปล่อยทิ้งจากบ้านเรือน/อาคาร ร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้หรืออาจประเมินได้จากจำนวนประชากรหรือพื้นที่อาคาร ปริมาณน้ำเสียจากอาคารประเภทต่างๆ สำหรับอาคารชุด/บ้านพัก 500 ลิตร/วัน-หน่วย หรืออาจประเมินได้จากจำนวนผู้พักอาศัยในบ้านเรือน ซึ่งมีปริมาณน้ำเสียรวม 150 ลิตร/คน/วัน ปริมาณความสกปรก 120 มก/ลิตร จากกิจกรรมต่างๆภายในบ้าน(อาบน้ำ ซักผ้า ล้างจาน ซักล้างต่างๆ) (ส่วนน้ำเสียชุมชนสำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2555) จากการศึกษาของ สามารถ ใจเดีย และพัฒนา บุญญประภา (2562) ได้ศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากปัญหาคุณภาพน้ำและเสนอแนะกิจกรรมการฝักรวบรวมผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำลี้ จังหวัดลำพูน พบว่าคุณภาพน้ำ บริเวณต้นน้ำ มีแนวโน้มการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด(total coliform bacteria) และฟิโคลิโคลิฟอร์มแบคทีเรีย(fecal coliform bacteria) ประชาชนมีการใช้ประโยชน์แม่น้ำลี้โดยรวมระดับน้อย(ค่าเฉลี่ย = 1.76 ± 0.83) สอดคล้องกับปิยธิดาและคณะ(2563) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียปิงหนองโคตรของเทศบาลตำบลบ้านเป็ด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่นพบว่า ประเภทของน้ำเสียเป็นน้ำเสียประเภทที่มีสารอินทรีย์, ประเภทที่มีสารอนินทรีย์, ประเภทอิทธิ หิน ดิน ทรายและปูน, ประเภท

ที่มีความเป็นกรด – เบส สูง, ประเภทมีกลิ่นเหม็นเน่า เวลาอากาศร้อน โดยสาเหตุน้ำเสียเกิดจากน้ำเสียชุมชนที่ประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกภายในครัวเรือนลงสู่แหล่งน้ำ

การออกแบบภูมิทัศน์ในลักษณะของระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ (bioretention systems) มีความหลากหลาย ทำให้การออกแบบจึงต้องยืดหยุ่นตามขนาด และสภาพแวดล้อม ศักยภาพของแต่ละพื้นที่ รวมถึงการออกแบบเพื่อสร้างสรรค์ระบบกักเก็บน้ำที่เอื้อต่อการลดปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดิน และการปรับฝั่งพื้นที่ (grading plan) เพื่อป้องกันการพังทลายของดินในพื้นที่ การปลูกพืชพรรณควรให้สอดคล้องปัจจัยแวดล้อมที่พืชแต่ละชนิดจะสามารถอยู่ได้ในพื้นที่นั้น แนวทางกำหนดระบบการกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการน้ำไหลบ่า จากการศึกษาของ Environmental service division (2007) ได้ให้ข้อพิจารณาไว้ ดังนี้ 1) วางสิ่งอำนวยความสะดวกบริเวณพื้นที่ที่ก่อให้เกิดการไหลบ่าของน้ำ 2) พื้นที่ที่สามารถกระจายออก และสิ่งอำนวยความสะดวกของระบบกักเก็บที่สามารถช่วยกระจายน้ำออกไปได้ 3) พื้นที่อื่นๆในการระบายน้ำต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 2.53 ไร่ในพื้นที่ขนาดใหญ่มีน้ำเสียในปริมาณมาก) 4) การบูรณาการพื้นที่ เพื่อการจัดการการไหลบ่าของน้ำเป็นทางที่นำไปสู่จุดบรรจบของท่อที่ทำการออกแบบระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ 5) สภาพดินที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ เป็นพื้นที่ที่กักเก็บน้ำฝนที่ปลูกพืชหลากหลายชนิด เพื่อลดความเร็วของน้ำและลดขนาดของท่อระบายน้ำ รวมทั้งบำบัดความสกปรกของน้ำในชั้นหนึ่งด้วย

แนวทางการใช้ระบบพืชพรรณเพื่อช่วยในการกักเก็บน้ำ (bioretention) และลดมลภาวะทางน้ำ (bioremediation) โดยเฉพาะน้ำฝน จะเห็นได้จากการศึกษาของ ดารณี ด่านวันดี และคณะ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการลดมลพิษ-กักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณเพื่อบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน การทดสอบเพื่อหาความสามารถในการอุ้มน้ำ ประสิทธิภาพในการลดค่าซีไอดี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าของแข็งแขวนลอย เพื่อหาประสิทธิภาพการเรียงของชั้นวัสดุตัวกลางที่เหมาะสมของวัสดุก่อสร้าง 3 ชนิด คือ 1) เศษปูน 2) เศษกระเบื้อง และ 3) เศษอิฐ พบว่า พารามิเตอร์ที่สำคัญในการพิจารณาในการเลือกการเรียงตัวของชั้นวัสดุตัวกลางที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ ค่าซีไอดี ค่าของแข็งแขวนลอย ค่าความเป็น กรด – ด่าง และค่าความสามารถการอุ้มน้ำ โดยใช้พืช 4 ชนิด คือ 1) วานลันมังกรดำ 2) พลัปปัสตินเบ็ด 3) ชากเกียน และ 4) ถั่วบราซิล ที่พบว่ามีการใช้อย่างกว้างขวางในงานภูมิทัศน์ จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพของการอุ้มน้ำของระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณโดยพบว่าระบบการลดพิษและการกักเก็บน้ำสามารถอุ้มน้ำได้เฉลี่ย 98.4 ± 4.64 % โดยที่ในช่วงวันที่ 51 วันที่ 65 ถึงวันที่ 107 วันที่ 128 และวันที่ 149 พบว่าระบบมีการอุ้มน้ำไว้ได้ 100 % เนื่องจากไม่ปรากฏการไหลของน้ำออกจากระบบจำลอง ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากปัจจัยหลายประการ เช่น สัดส่วนของปริมาณชั้นกรอง/ตัวกลางที่แปลงทดลองกำหนดไว้มีความหนาแน่นเกินไปทำให้การดูดซับน้ำไว้ได้ดี หรือ ชนิดพันธุ์ของพืชที่เป็นไม้พุ่มน้ำอาจมีความสามารถในการดูดซับน้ำไว้ได้มากกว่า ชนิดพันธุ์อื่น รวมถึงความถี่ และระยะปลูกพืชมีความถี่มากเกินไปทำให้ระบบรากของพืชทุกชนิดในแปลงทดสอบมีความหนาแน่นกลายเป็นชั้นกรองอย่างดีที่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ ดังนั้นจากผลการทดลอง อาจกล่าวได้ว่าระบบลดมลพิษและกักเก็บน้ำโดยพืชพรรณที่สร้างขึ้นจึงถือว่ามีประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำที่ดีในปริมาณน้ำที่เข้าระบบไม่เกิน 220 ลิตรต่อวัน ภายใต้การออกแบบของพืชพรรณแบบผสมผสานของพืช 4 ชนิดดังกล่าว สอดคล้องกับการศึกษาของ มุจลินทร์ ผลจันทร์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของพืชพรรณทางานภูมิทัศน์ในการลดมลพิษทางน้ำในระบบการกักเก็บน้ำทางชีวภาพ โดยวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของพืชพรรณที่สามารถใช้สำหรับงานภูมิทัศน์ของเมืองและมีความสามารถในการลดมลพิษทางน้ำ และกักเก็บน้ำเพื่อนำไปสู่การพัฒนาการจัดการน้ำฝนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการศึกษา หนัา 3 ชนิดคือ หนัาแมเลเซีย (*Axonopus compuuressus* (Sw.) P. Beauv), หนัาญี่ปุ่น (*Zoysia japonica*) และหนัานวลน้อย (*Zoysia matrella* (L.) Merrill w) ที่ทดสอบในน้ำสังเคราะห์ที่มีแคะเดเมียมความเข้มข้น 1 และ 3 ppm และพืชพรรณทางภูมิทัศน์อีก 10 ชนิด ได้แก่ คาดทับทิม (*Hemigraphis alternata*) คาดตะกั่ว (*Burm.f.*) *Hemigraphis alternata* (Burm.f.) กระดุมทอง (*Wedelia trilobata* (L.)) ผักเป็ดแดง (*Hitchc. Alternanthera bettzickiana* (Regel) Nichols.) คุณนายตื่นสาย (*Portulaca hybrids* ; P . *grandiflora* Hook.f.) แว่นแก้ว (*Hydrocotyle umbellata* L.) หนวดปลาชุก (*Ophiopogon japonicus* (L.f.) Ker-Gawl) กาบหอยแครง (*Tradescantia spathacea* Sw.) พลุต่าง (*Epipremnum aureum* (Lind. & Andre) เฟิร์นบอสตัน (*Nephrolepis biserrata* (Sm.) Schott ‘Furcan’) ที่ทดสอบในน้ำสังเคราะห์ที่มีแคะเดเมียมความเข้มข้น 3 ppm ผลการทดลองพบว่าหนัาญี่ปุ่นมีประสิทธิภาพในการสะสม

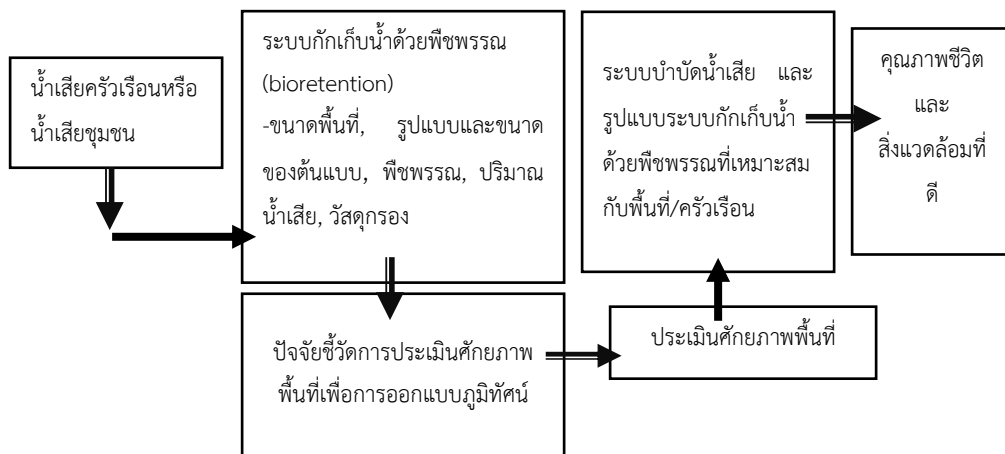
แคดเมียมที่ยอดและรากได้ดีที่สุด จึงมีแนวโน้มที่จะช่วยกำจัดแคดเมียมจากน้ำไหลนอง(runoff) ส่วนการศึกษาพืชพรรณอื่นๆ พบว่า ดาดทับทิมมีประสิทธิภาพในการสะสมแคดเมียมในรากและยอดได้ดีที่สุด สำหรับการบำบัดน้ำเสียครัวเรือนโดยทั่วไปจะใช้ระบบถังดักไขมัน สามารถกักไขมันได้มากกว่าร้อยละ 60 เวลาพักพิง (detention time) ไม่ควรน้อยกว่า 6 ชั่วโมง ถึงเกราะ มีลักษณะเป็นบ่อปิด ไม่มีการเติมอากาศ หลังการย่อยจะได้ ก๊าซ, น้ำ และกากตะกอน ต้องมีการสูบกากตะกอน ออกเป็นครั้งคราว และใช้ถังกรองไร้อากาศ มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียมากกว่าบ่อเกราะ มีชั้นตัวกลางบรรจุอยู่ เพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้นและย่อยสลายสารอินทรีย์ ให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำทำให้น้ำทิ้งที่ไหลออกมีค่าบีโอดีลดลง และสุดท้ายคือ ถังพักน้ำทิ้งเพื่อระบายออกสู่พื้นที่อื่นหรือลำน้ำธรรมชาติ ดังนั้น การออกแบบระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณเป็นการบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ จึงนำมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำทิ้ง หรือน้ำเสียครัวเรือน อีกทั้งยังเพิ่มความสวยงามให้กับบ้าน และยังสามารถบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยสู่พื้นที่สาธารณะประโยชน์อีกด้วย ผู้วิจัยจึงสนใจในประเด็นของการนำระบบนี้เพื่อเสนอแนะให้บ้านแต่ละหลังได้พิจารณานำไปใช้

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบภูมิทัศน์ที่เหมาะสม สำหรับบำบัดน้ำเสียครัวเรือน
- 2.2 เพื่อเสนอแนะแนวทางการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียครัวเรือนตามบริบทของแต่ละพื้นที่

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ เป็นแนวคิดที่สามารถส่งเสริมการลดมลภาวะทางน้ำ และลดอัตราไหลบ่าของน้ำฝน (runoff) ด้วยการกักเก็บน้ำไว้ เพื่อช่วยในการกักเก็บน้ำ(bioretention) และลดมลภาวะทางน้ำ(bioremediation) น้ำเสียจากครัวเรือนและน้ำฝน รวมถึงลดขนาดระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน รูปแบบการจัดวางและการออกแบบวางผังภูมิทัศน์ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการออกแบบภูมิทัศน์เพื่อประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียครัวเรือน มีขอบเขตและวิธีการวิจัยดังนี้

3.1 ขอบเขตการวิจัย การวิจัยในครั้งนี้ใช้พื้นที่ตัวอย่างที่เจาะจงพื้นที่ศึกษา 2 แห่ง(ที่อนุญาต) ในตำบลหนองหาร อำเภอสนทราย จังหวัดเชียงใหม่

3.1.1 ด้านเนื้อหา เป็นการศึกษาลักษณะรูปแบบการออกแบบภูมิทัศน์ด้วยระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณเพื่อการบำบัดน้ำเสียครัวเรือนในพื้นที่ศึกษา

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง หน่วยวิเคราะห์ระดับครัวเรือน หรือตัวแทน 2 หลัง บ้านหลังที่ 1 และบ้านหลังที่ 2 ที่มีการปล่อยน้ำทิ้ง ครัวเรือนที่แตกต่างกัน และเจ้าของบ้านอนุญาตให้เข้าเก็บข้อมูลวิจัยได้ ในชุมชนบ้านวิเวก หมู่ 8 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การสำรวจและรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ(primary data) ประกอบด้วย ข้อมูลชีว- ภายภาพ, สังคม วัฒนธรรมและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น, สุนทรียภาพ ความงามของพื้นที่ โดยการสังเกตโดยตรงแบบไม่มีส่วนร่วม (non-participant observation) เครื่องมือเก็บข้อมูล ใช้การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง(unstructured Interview) อุปกรณ์ที่ใช้ในการ วิจัย ได้แก่ กล้องสำรวจ, กล้องถ่ายภาพ, วัสดุอุปกรณ์ในการเขียนแบบ, สมุดบันทึก ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) จากเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินศักยภาพภูมิทัศน์บ้าน โดยสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากนักวิจัย 2 คน ผู้เชี่ยวชาญ 1 คน ได้แก่ นักวิจัยด้านเทคโนโลยีภูมิทัศน์, นักวิจัยด้านภูมิสถาปัตยกรรม และผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม เป็นผู้ประเมิน โดยให้ ค่าคะแนนแบบประเมินค่า(rating scale) มีคะแนน 1-5 กำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก (weighted score – W) ให้กับตัวชี้วัดศักยภาพแต่ละ ตัว โดยคะแนน 1 หมายถึง ค่าความสำคัญต่ำมากสำหรับพื้นที่ประเภทนั้นๆ 5 หมายถึง ค่าความสำคัญสูงมากสำหรับพื้นที่ประเภท นั้นๆ จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ในพื้นที่ มาพิจารณากำหนดค่าระดับศักยภาพ (rated score – R) ของแต่ละปัจจัย แล้วจึงทำการ คำนวณหาค่าศักยภาพของพื้นที่ด้วยสมการถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (simple weighting score equation) ดัดแปลงจาก นววรรณ ฐานะ กาญจน์ และคณะ(2549) ดังนี้

(1)

$$HLAES = \frac{W1R1+W2R2+W3R3.....W22R22}{W1+W2+W3.....W22}$$

โดย HLAES = ระดับศักยภาพภูมิทัศน์บ้าน เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน (home landscape assessment for environmental sustainability)

W₁₋₂₂ = ค่าถ่วงน้ำหนักของตัวชี้วัดที่ 1 ถึง 22 (ตั้งแต่ 1-5 โดย 1 หมายถึง ศักยภาพต่ำสุด และ 5 หมายถึง ศักยภาพสูงสุด)

R₁₋₂₂ = ค่าคะแนนศักยภาพของตัวชี้วัดที่ 1 ถึง 22 (ตั้งแต่ 1-5 โดย 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด และ 5 หมายถึง มีเหมาะสมมากที่สุด) โดยระดับศักยภาพ ได้ 3 ระดับ คือ

3.67 – 5.00 ศักยภาพสูง (พื้นที่มีสภาพดีอยู่แล้ว)

2.34 – 3.66 ศักยภาพปานกลาง(สามารถพัฒนาตาม ความเหมาะสมของพื้นที่)

1.00 - 2.33 ศักยภาพต่ำ(พื้นที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบการบำบัดน้ำเสีย)

3.2.2 ทำการออกแบบภูมิทัศน์บ้านด้วยระบบบำบัดน้ำเสียในครัวเรือนและระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณ ตามผลการ ประเมิน เพื่อใช้เป็นแนวทางและข้อเสนอแนะรูปแบบที่เหมาะสมสอดคล้องกับลักษณะสภาพแวดล้อมของครัวเรือนนั้น ๆ

4. ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการศึกษาการออกแบบภูมิทัศน์ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณที่เหมาะสมสำหรับบำบัดน้ำเสียครัวเรือน จาก การ ประเมินศักยภาพภูมิทัศน์ตัวแทนบ้าน 2 หลัง ค่าคะแนนเมื่อนำมาเทียบกับเกณฑ์พบว่า ระดับศักยภาพภูมิทัศน์บ้านเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ ยั่งยืน (HLAES) บ้านหลังที่ 1 เท่ากับ 3.43 และบ้านหลังที่ 2 เท่ากับ 3.27 อยู่ในระดับปานกลางทั้ง 2 หลัง โดยลักษณะของพื้นที่เป็น ภูมิทัศน์ชนบททั่วไป(ปล่อยน้ำทิ้งตามธรรมชาติ) ยังไม่ปรากฏผลกระทบจากการปล่อยน้ำทิ้ง และมีผลกระทบจากน้ำไหลบ่า มีน้ำท่วม ชิงช่วงฝนตก ดังนั้นข้อเสนอแนะจากผลการประเมิน จึงการออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์ในลักษณะระบบกักเก็บน้ำด้วยพืช เพื่อนำน้ำทิ้ง และน้ำไหลบ่ากลับมาหมุนเวียนใช้ประโยชน์ด้านภูมิทัศน์ ปัจจัยหลักของการประเมินศักยภาพพื้นที่เพื่อการออกแบบภูมิทัศน์บำบัดน้ำ

เสียครัวเรือน(ดัดแปลงจาก USNPS,1993) ประกอบด้วย 1) ปัจจัยด้านชีวกายภาพ(bio-physical factors) 2)ปัจจัยด้านวัฒนธรรมและสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น (cultural/manmade factors) 3) ปัจจัยด้านสุนทรียภาพ(aesthetic factors) และ 4)ปัจจัยด้านการจัดการพื้นที่(managerial factors) และแต่ละปัจจัยมีประเด็นในการวัด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยชี้วัดการประเมินศักยภาพพื้นที่ เพื่อการออกแบบภูมิทัศน์บำบัดน้ำเสียครัวเรือน

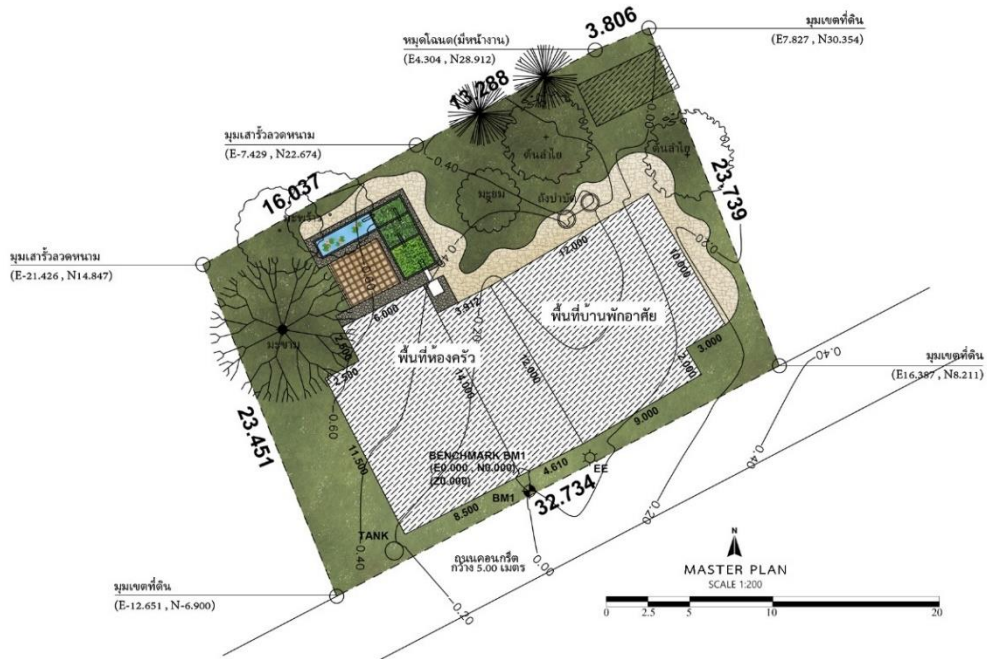
ปัจจัยชี้วัดและประเด็นในการวัด	บ้านหลังที่ 1			บ้านหลังที่ 2	
	ค่าถ่วงน้ำหนัก	ค่าศักยภาพ	ค่าเบี่ยงเบน	ค่าศักยภาพ	ค่าเบี่ยงเบน
	(W)	(R) เฉลี่ย	มาตรฐาน	(R) เฉลี่ย	มาตรฐาน
		$\bar{X}$	(SD)	$\bar{X}$	(SD)
<i>1.ปัจจัยด้านชีว-กายภาพ(bio-physical factors)</i>					
1.1 ที่ตั้ง; บ้านตั้งอยู่ในชุมชน ที่มีบ้านเรือนหนาแน่นและอยู่ใกล้แหล่งน้ำอุปโภคและบริโภค หรือแหล่งน้ำสาธารณะ	5	16.66	2.89	15.00	0.00
1.2 อัตลักษณ์ของพื้นที่; พื้นที่มีเอกลักษณ์ของตนเองอย่างชัดเจนโดยไม่มีการผสมผสานเอกลักษณ์จากพื้นที่อื่น หรือลอกเลียนแบบ	5	13.33	2.89	15.00	0.00
1.3 สภาพภูมิประเทศ; มีสภาพภูมิประเทศแวดล้อมด้วยธรรมชาติที่เหมาะสมกับลักษณะพื้นที่ หรือ ชุมชน หรือ บ้านเรือน	4	14.00	3.46	14.67	2.31
1.4 ความงามทางภูมิทัศน์ หรือทัศนียภาพ; มีภูมิลักษณะธรรมชาติที่งดงาม มีมุมมองแบบเปิดกว้าง หรือมีมุมมองที่หลากหลายน่าสนใจ	5	15.00	5.00	16.67	2.89
1.5 พืชพรรณในพื้นที่; มีพืชพรรณท้องถิ่น ตามลักษณะภูมิสังคม ภายในพื้นที่บ้านมีพืชพรรณมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่บ้าน	5	15.00	8.66	15.00	5.00
1.6 สภาพภูมิอากาศ; มีอุณหภูมิของอากาศเย็นสบาย อุณหภูมิโดยเฉลี่ยประมาณ 22-28 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน ความชื้นพอเหมาะ อากาศถ่ายเทดี และได้รับแสงแดดเพียงพอ	5	16.67	2.89	16.67	2.89
1.7 ความสะดวกในการเข้าถึง; มีเส้นทางเข้าถึงที่สามารถเข้าถึงได้ทุกฤดูกาล สะดวก และปลอดภัย มีป้ายบอกทิศทางชัดเจน	4	18.67	2.31	16.00	4.00
1.8 ขนาดพื้นที่บ้านเรือน; มีขนาดพื้นที่ใช้สอยเพียงพอ และมีพื้นที่จัดการน้ำทั้งครัวเรือนอย่างถูกสุขลักษณะ	4	14.00	5.29	13.33	6.11
1.9 ความลาดชันในพื้นที่บริการ; สภาพพื้นที่โดยรวม มีความลาดชันร้อยละ 0-10 หรือมากกว่า แต่ไม่เกินร้อยละ 20 สามารถรองรับการใช้ประโยชน์หรือพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียครัวเรือนได้	5	16.67	7.64	13.33	5.77

ปัจจัยชีวิตและประเด็นในการวัด	บ้านหลังที่ 1			บ้านหลังที่ 2	
	ค่าถ่วง	ค่า	ค่า	ค่า	ค่า
	น้ำหนัก	ศักยภาพ	เบี่ยงเบน	ศักยภาพ	เบี่ยงเบน
	(W)	(R) เฉลี่ย	มาตรฐาน	(R) เฉลี่ย	มาตรฐาน
		$\bar{X}$	(SD)	$\bar{X}$	(SD)
1.10 ดิน และธรณีสัณฐาน; ดินมีความเหมาะสมในการปลูกพืชพรรณและมีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการระบายน้ำได้ดี	5	18.33	5.77	16.67	2.89
1.11 แหล่งน้ำใช้สอย; มีแหล่งน้ำธรรมชาติ หรือ อ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ประโยชน์ในพื้นที่โดยไม่ขาดแคลน หรือมีการนำน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาเพื่อใช้สอยในพื้นที่อย่างเป็นระบบ	5	21.67	5.77	23.33	2.89
2.ปัจจัยด้านสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น(manmade factors)					
2.1 สาธารณูปโภค-สาธารณูปการพื้นฐาน; มีระบบประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ ในการอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ประโยชน์และใช้งานได้	4	18.67	2.31	18.67	2.31
2.2 เขตการใช้ที่ดิน; มีเขตการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับกิจกรรมการใช้ประโยชน์ตามศักยภาพและข้อกำหนดในพื้นที่ และไม่ขัดแย้ง	4	17.00	2.65	14.67	4.62
2.3 การเชื่อมโยง/เส้นทางสัญจรและแหล่งน้ำ; มีระบบสัญจรที่เชื่อมโยงกิจกรรมการใช้ประโยชน์ภายใน-นอกพื้นที่ได้สะดวก ปลอดภัย และแหล่งน้ำเสียและน้ำดีมีการเชื่อมโยงกับแหล่งน้ำสาธารณะ	4	16.00	0.00	17.33	2.31
2.4 ความหนาแน่นพื้นที่ใช้สอยอาคารหรือ ที่ดิน; มีอัตราส่วนพื้นที่ใช้สอยอาคาร/โครงสร้างไม่แออัดจนเกินไป (พื้นที่อาคาร/โครงสร้างไม่เกินร้อยละ 25 ของพื้นที่โดยภาพรวม)	4	17.33	2.31	16.00	4.00
2.5 แหล่งโบราณคดีประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมอันควรอนุรักษ์; พื้นที่ หรือบ้านมีแหล่งโบราณคดี หรือพื้นที่ประวัติศาสตร์, วัฒนธรรมท้องถิ่นที่มีการอนุรักษ์ รักษาให้คงสภาพ หรือการบูรณะไว้ให้คงอยู่	5	15.00	5.00	13.33	7.64
3.ปัจจัยด้านสุนทรียภาพ(aesthetic factor)					
3.1 การจัดพื้นที่ว่าง; มีพื้นที่ว่างเพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานด้านการอยู่อาศัยและวัฒนธรรมประเพณี	5	13.33	2.89	15.00	0.00
4.ปัจจัยด้านการจัดการพื้นที่ (managerial factors)					

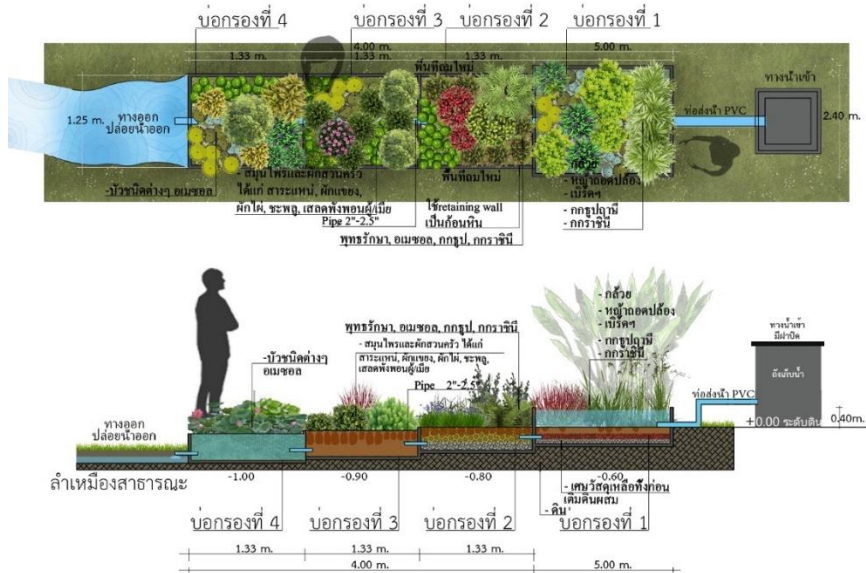
ปัจจัยชี้วัดและประเด็นในการวัด	บ้านหลังที่ 1			บ้านหลังที่ 2	
	ค่าถ่วง	ค่า	ค่า	ค่า	ค่า
	น้ำหนัก	ศักยภาพ	เบี่ยงเบน	ศักยภาพ	เบี่ยงเบน
	(W)	(R) เฉลี่ย	มาตรฐาน (SD)	(R) เฉลี่ย	มาตรฐาน (SD)
4.1 โครงสร้าง และสิ่งอำนวยความสะดวก;โครงสร้างอาคารไม่โดดเด่นเหนือธรรมชาติ และมีการออกแบบโดยคำนึงถึงการประหยัดงบประมาณในการดูแลรักษาใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นมีความกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อม	5	18.33	5.77	18.33	5.77
4.2 การออกแบบภูมิทัศน์ และสิ่งก่อสร้าง พื้นที่บ้าน; มีการออกแบบภูมิทัศน์เพื่อเพิ่มความสวยงามให้กับบ้าน	5	13.33	7.64	13.33	2.89
4.3 การจัดการพลังงาน; มีการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อลดของเสีย หรือใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า หรือนำพลังงานธรรมชาติมาใช้ ให้เกิดประโยชน์	5	11.67	7.64	6.67	2.89
4.4 ระบบป้องกันของเสีย หรือป้องกันมลภาวะในพื้นที่; มีการรักษาคุณภาพน้ำ มีระบบบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และหรือมีระบบป้องกันของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	11.67	5.77	8.33	2.89
4.5 การบำรุงรักษา; มีการบำรุงรักษาภูมิทัศน์หรือสภาพแวดล้อมพื้นที่หรือ สิ่งก่อสร้าง ให้สะอาดอยู่เสมอ	5	13.33	5.77	15.00	5.00

จากผลการศึกษา พบว่า การเลือกรูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับครัวเรือน ตามปัจจัยชี้วัดดังตารางที่ 1 มีผลรวมค่าศักยภาพ(R)เฉลี่ย ต่ำกว่าปัจจัยอื่น ได้แก่ ปัจจัยการจัดการพลังงานที่มีการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อลดของเสีย โดยหลังที่ 1 ($\bar{X} = 11.67$) หลังที่ 2 ($\bar{X} = 6.67$) และปัจจัยระบบป้องกันของเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียหรือน้ำทิ้งครัวเรือนก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกหลักวิชาการ และมีผลรวมค่าศักยภาพ(R) หลังที่ 1 เฉลี่ย ($\bar{X} = 11.67$) หลังที่ 2 ($\bar{X} = 8.33$) โดยบริบทพื้นที่หลังที่ 1 ตั้งอยู่ห่างจากคลองชนบท 20-35 เมตรโดยประมาณ มีผู้พักอาศัย 4 คน ปล่อยน้ำทิ้งครัวเรือน 600 ลิตร/วันในช่วงเช้า 7.00-8.00 และช่วงเย็น 16.30-17.00 น. ทำขมเงินนำไปขาย และไม่มีระบบถังดักไขมันเป็นการปล่อยน้ำทิ้งครัวเรือนตามธรรมชาติ และความลาดชันบริเวณบ้านต่ำกว่าถนน ทำให้มีน้ำขังช่วงที่มีฝนตก บริเวณปล่อยน้ำทิ้ง ตั้งอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นทิศทางของลมประจำถิ่นอาจส่งกลิ่นเหม็นรบกวนบ้านข้างเคียง การออกแบบจึงได้ประยุกต์ใช้รูปแบบของบึงประดิษฐ์แบบน้ำอยู่เหนือผิวดิน (free water surface , FWS) (สำนักงานบริหารโครงการ กรมชลประทาน, 2559) ผสมผสานกับระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณบำบัดน้ำเสียรวม (bioretention management practice, BMP) (รมย์ชลิรดา และคณะ, 2560) เนื่องจากบ้านนี้ไม่มีบ่อดักไขมันและบ่อบำบัดน้ำเสีย การออกแบบแบ่งเป็นบ่อใหญ่ขนาด 2.40x5.00 เมตร และบ่อเล็ก 1.25x4.00 เมตร การออกแบบใช้การต่อน้ำทิ้งครัวเรือนให้ไหลผ่านระบบบ่อกรอง ตั้งแต่บ่อที่ 1-2 มีชั้นกรอง(ได้จากเศษวัสดุก่อสร้างเหลือทิ้ง) โดยชั้นกรองเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง 3 ชนิดเรียงลำดับ เศษกระเบื้อง:เศษปูน:อิฐมวลเบา หรือเรียก อิฐมวลเบา: เศษปูน: เศษกระเบื้อง ในอัตราส่วน 1:1:2 วัสดุเหล่านี้สามารถลดค่าซีโอดีจากน้ำเสียชุมชนได้ (พิรภานต์ บรรเจิดกิจ และคณะ, 2554) หลังจากนั้น เติมนินผสมเพื่อปลูกพืชที่เจริญเติบโตในพื้นที่ชุ่มน้ำหรือน้ำขัง ที่มีการทดสอบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตได้ในน้ำเสีย (รมย์ชลิรดา ด่านวันดี และคณะ, 2560) ได้แก่ กกูป, หน่อยอดปล้อง, ลานไพลิน, พุทธรักษาและอเมซอน บ่อที่ 3 เป็นการปลูกพืชสมุนไพรและผักสวนครัว และบ่อที่ 4 ปลูกพืชพรรณประเภทบัวชนิดต่างๆก่อนปล่อยน้ำออกไปลำเหมืองสาธารณะ รายละเอียดการออกแบบ ดังภาพที่ 2

(ก)



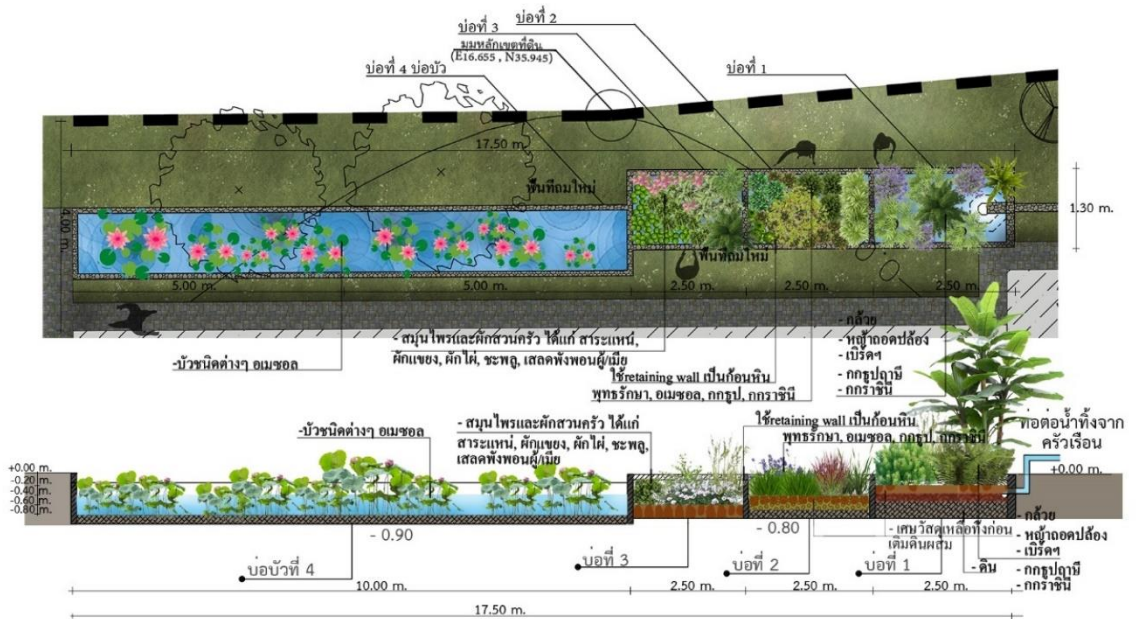
(ข)



ภาพที่ 2 การออกแบบเบื้องต้นระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณบำบัดน้ำเสีย หลังที่ 1 BMP+FWS

สำหรับการออกแบบตามบริบทของหลังที่ 2 ซึ่งที่ตั้งของบ้านห่างจากคลองชลประทาน 150 เมตรโดยประมาณ มีผู้พักอาศัย 3 คน น้ำทิ้งครัวเรือน 450 ลิตร/วัน บ้านหลังนี้ได้ทั้งน้ำลงบ่อซีเมนต์(บ่อซึม)แต่มีความดัน ทำให้น้ำทิ้งครัวเรือนไหลย้อนเมื่อทำอาหาร, ซักผ้า, อาบน้ำ และบริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือของบ้านมีความลาดชันที่ต่ำ มีน้ำขังช่วงฝนตก และไหลรวมกับน้ำทิ้งจากครัวเรือน โดยพื้นที่ออกแบบมีขนาด 1.30X17.50 เมตร ประยุกต์ใช้ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณบำบัดน้ำเสียรวม(BMP) ใช้การ

ปรับความลาดชันที่ลดหลั่นกันลงไป 20 เซนติเมตร ตามลำดับ ผสมผสานกับรูปแบบแทรกซึม (infiltration)/กรอง (filtration) /เติมใหม่ (recharge) หรือแบบ IFR โดยรูปแบบนี้ มีอัตราการแทรกซึม 1" ต่อชั่วโมง หรือมากกว่าต้องลึกอย่างน้อย 0.72 เมตร โดยประมาณ ที่เพียงพอต่อกระบวนการกรองที่เกิดขึ้น และเหมาะสมกับพื้นที่ ที่คาดว่าจะเกิดการไหลบ่าหรือไหลนอง(runoff)ของน้ำ บริเวณบ้าน หรือชุมชน (environmental service division,2007)ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ การออกแบบจะแตกต่างจาก บ้านหลังที่ 1 โดยบ่อที่ปลูกพืชปรับระดับลงจากระดับเดิมของพื้นที่และให้น้ำที่ซึมผ่านบ่อกรอง 1-4 บ่อ บนผิวดินตามธรรมชาติ เนื่องจากน้ำที่ซึมได้ผ่านระบบบ่อบำบัดระดับหนึ่งแล้ว น้ำไหลบ่าและน้ำที่ไหลล้นเข้าสู่ระบบ เพื่อให้มีการบำบัดด้วยพืชอีกครั้ง พืชพรรณที่ใช้ในบ่อที่ 1-4 เป็นชนิดเดียวกันกับบ้านหลังแรก รายละเอียดการออกแบบ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การออกแบบระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณบำบัดน้ำเสีย หลังที่ 2 IFR+BMP

5. สรุปผลการศึกษา

ผลการออกแบบภูมิทัศน์บ้านสำหรับการบำบัดน้ำเสียครัวเรือนจากผลการประเมินศักยภาพพื้นที่ เพื่อการออกแบบภูมิทัศน์บำบัดน้ำเสียครัวเรือนตามตารางที่ 1 และรูปแบบการออกแบบดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3 โดยการออกแบบตามแบบที่ 1 FWS+BMP และแบบที่ 2 IFR+BMP ทั้งสองแบบเป็นลักษณะการบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพ ในการใช้พืชพรรณและชั้นกรอง ซึ่งเมื่อมองดูแล้วจะคล้ายกับการออกแบบภูมิทัศน์โดยทั่วไป ไม่เหมือนกับการบำบัดน้ำเสียโดยตรง การออกแบบเป็นลักษณะบึงประดิษฐ์ที่มีการไหลของน้ำอยู่เหนือผิวดิน(Free Water Surface , FWS)คล้ายกับบึงธรรมชาติ(natural wetlands) ที่อาศัยการไหลของน้ำเหนือผิวดิน กักเก็บน้ำไว้ในบ่อที่ปลูกพืช และไหลผ่านต้นพืชที่ปลูกไว้ และไหลผ่านชั้นกรองภายในระบบ และไหลกระจายในระดับน้ำตื้น และในระดับของชั้นกรองเป็นหลัก องค์ประกอบที่สำคัญ คือ ส่วนน้ำเข้า, บ่อกักเก็บน้ำ, ชั้นกรอง, ต้นพืช และส่วนน้ำออก กระบวนการบำบัดจะเกิดขึ้นภายในระบบ ตั้งแต่ น้ำเสียไหลเข้าและผ่านระบบ ภาพรวมการบำบัดจะเกิดจากจุลินทรีย์ในธรรมชาติ โดยแสงอาทิตย์มีส่วนสำคัญในการกระตุ้นการบำบัด และการฆ่าเชื้อไปพร้อมกัน (สำนักงานบริหารโครงการ กรมชลประทาน, 2559) การออกแบบลักษณะแทรกซึม (Infiltration) หรือ กรอง (Filtration) หรือ เติมน้ำใหม่ (Recharge) หรือ IFR แบบนี้เหมาะกับพื้นที่ที่มีธาตุอาหารสูง (โดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจน) การออกแบบผสมผสานให้เข้าไปหมุนวนในท่อปล่อยใต้ดิน และการแทรกซึมในดินรอบ ๆ โดยกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) หรือแอมโมเนียถูกเปลี่ยนไปเป็นไนเตรต โดยแบคทีเรียในดิน ซึ่งมักจะจะเป็นปัญหากับ

ชุมชน หรือหมู่บ้าน(environmental service division,2007) ส่วนการออกแบบในลักษณะกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณบำบัดน้ำเสียรวม (bioretention management practice, BMP) เป็นลักษณะกักเก็บน้ำฝนที่ปลูกพืชหลากหลายชนิด เพื่อลดความเร็วของน้ำและลดขนาดของท่อระบายน้ำ รวมทั้งบำบัดความสกปรกของน้ำโดยผ่านชั้นกรอง(พีระกานต์ บรรเจิดกิจ และคณะ, 2554) อีกชั้นหนึ่งด้วยเหมาะสมกับพื้นที่สวนสาธารณะ, พื้นที่ธรรมชาติ, ที่จอดรถกลางแจ้ง, พื้นที่สีเขียวริ้วทางตามแม่น้ำ, ลำคลอง โดยปรับพื้นที่ให้ต่ำกว่าพื้นที่ใช้ประโยชน์ ให้เป็นร่องเก็บน้ำ ปลูกพืชโดยตามริ้วแนวร่องน้ำ ใช้พรรณไม้น้ำหรือไม้ที่เจริญเติบโตได้ในพื้นที่ชุ่มน้ำและน้ำเสีย (รมย์ชลิตา ด่านวันดี และคณะ, 2560) ทั้งนี้ การออกแบบในแบบที่1 FWS+BMP และแบบที่ 2 IFR+BMP เหมาะสมกับลักษณะชีวภาพ ที่มีขนาดพื้นที่เพียงพอเพื่อการจัดการน้ำทั้งครัวเรือนอย่างถูกสุขลักษณะ มีความลาดชันของพื้นที่ไม่เกินร้อยละ 20 สามารถพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียครัวเรือนได้ ความเหมาะสมกับปัจจัยสิ่งที่มีมนุษย์สร้างขึ้น ควรเป็นพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำดีและน้ำเสียเชื่อมโยงกับแหล่งน้ำสาธารณะ และมีความเหมาะสมด้านการจัดการพื้นที่ ควรมีสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อลดของเสียและใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่ารวมถึงการมีระบบบำบัดน้ำเสียครัวเรือนก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีการดูแลและบำรุงรักษาภูมิทัศน์ให้สะอาดอยู่เสมอด้วย

ดังนั้น ข้อเสนอแนะในการออกแบบออกแบบภูมิทัศน์บ้าน สำหรับการบำบัดน้ำเสียครัวเรือน จึงสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งสองรูปแบบ สำหรับระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณในแบบเดิมเดิม และแบบชั้นกรองผสมผสานกัน หรือ IFR+BMP เหมาะสำหรับบ้านที่มีบ่อซึม กักเก็บน้ำเสีย และต้องการแก้ปัญหาน้ำที่ล้นบ่อหรือน้ำล้น หรือพื้นที่ต่ำมีน้ำขัง โดยออกแบบเป็นแปลงไม้ดอกผสมผสานกับพืชสมุนไพร แบ่งเป็น 4 บ่อลดหลั่นกันไป มีระดับต่ำกว่าระดับดินเดิม เพื่อรองรับน้ำทั้งที่ล้นบ่อซึมและรับน้ำฝน ก่อนปล่อยทิ้งลงลำน้ำสาธารณะ โดยต่อท่อน้ำทั้งจากจุดทิ้งน้ำได้ หรือปล่อยให้น้ำไหลลงบ่อตามธรรมชาติ ทั้งสามบ่อ (บ่อที่ 1-3) มีชั้นกรอง 3 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นอิฐ ชั้นกรวด และชั้นดินผสมก่อนปลูกพืชพรรณ และบ่อที่ 4 เป็นบ่อรับน้ำ ไม่มีชั้นกรอง ควรปลูกบัวเพิ่มความสวยงาม และหากบัวเจริญเติบโตได้ดีแสดงว่าน้ำสะอาดขึ้น แนวทางการออกแบบภูมิทัศน์บ้านบำบัดน้ำเสีย จำเป็นต้องทราบปริมาณน้ำทั้งก่อนการออกแบบ โดยปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณา ได้แก่ 1) ที่ตั้ง เช่น บ้านที่ตั้งอยู่ริมน้ำ,คลองชลประทาน และลำเหมืองสาธารณะ 2) ขนาดของพื้นที่ ควรมีบริเวณกว้าง ไม่น้อยกว่า 2 งาน(800 ตารางเมตร) สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทดลองออกแบบในบ้านพักอาศัยโดยหลังที่ 1 มีพื้นที่ 1 ไร่ 95 ตารางวา หลังที่ 2 มีพื้นที่ 2 งาน รวมถึงรูปแบบของระบบที่ออกแบบประกอบด้วย 3) การเชื่อมต่อของแหล่งน้ำเสียกับลำน้ำสาธารณะประโยชน์ และเพื่อนบ้าน อาจส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของชุมชน 4) ช่วงเวลาของการปล่อยน้ำทั้งครัวเรือน 5) รูปร่างของบ่อบำบัด ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่และรูปร่างของระบบที่ออกแบบ และปริมาณน้ำเสียหรือน้ำทั้งครัวเรือน โดยมาตรฐานน้ำเสียรวม 150 ลิตร/คน/วัน 6) ความลึกของบ่อบำบัด ความลึกของบ่อขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำทั้งของแต่ละครัวเรือนกรณีมีระบบบำบัดลงท่อหากดินเกินไปอาจล้นออกสู่พื้นที่อื่นได้ 7) ชั้นกรองของบ่อบำบัด ชั้นกรองมีความหนา 10-15 เซนติเมตร และควรมี 3 ชั้นเป็นอย่างน้อย (ภาพที่ 3) จะช่วยในการกรองน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลที่มากับน้ำได้ดีกว่าไม่มีชั้นกรอง 8) พืชพรรณที่ใช้ในการบำบัด เป็นพืชพรรณที่มีการทดสอบแล้วว่ามีการดูดซับสารพิษต่างๆที่มากับน้ำได้ รวมถึงพันธุ์ไม้ที่มีระบบรากฝอยที่มีการอุ้มน้ำเกาะยึดกับชั้นกรองจะช่วยในการบำบัด และทำความสะอาดของน้ำได้ดี

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะผู้บริหาร เจ้าหน้าที่คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม ที่สนับสนุนการเผยแพร่งานวิจัย และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ ทำให้งานวิจัยลุล่วงด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2560). *คู่มือระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน*. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม <https://www.pcd.go.th/publication/4241>
ดารณี ด่านวันดี, มุจลินทร์ ผลจันทร์, พีระกานต์ บรรเจิดกิจ และ ศุภางค์ ทิพย์พิทักษ์. (2555). *การพัฒนากระบวนการลดมลพิษ-กักเก็บน้ำด้วยพืชพรรณเพื่อบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน*. สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่.

- นภวรรณ ฐานะกาญจน์, วันชัย อรุณประภารัตน์, นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์, รติกร น่วมภักดี, ชีระพงษ์ ชุมแสงศรี, เสาวนีย์ สารเนตร, นิทัศน์ นุ่นสง, อุษารตี ภูมาลี, ภัทรณัฐ วงศ์อินทร์, แสงจันทร์ วายทุกข์, เวทิต พุ่มพวง. (2549). *รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการ ระบบสนับสนุนการวางแผนการจัดการแหล่งน้ำทางการทางธรรมชาติอย่างยั่งยืน ระยะที่ 1. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สนับสนุนโดยกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว)*
- ปิยธิดา ศรีพล รัชดา ภักดียิ่ง, พรสวรรค์ ชัยมีแรง, รุ่งนภา กิตติลาภ และ อนพสิษฐ์ ไชยเชษฐ์. (2563). แนวทางการจัดการน้ำเสียบึงหนองโคตรของเทศบาลตำบลบ้านเป็ด อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 10(2), 124*. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/neuarij/article/view/243023>
- พิรภานต์ บรรเจิดกิจ, ดารณี ด่านวันดี และ ศุภางค์ ทิพย์พิทักษ์. (2554). *รายงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการลดมลพิษ-กักเก็บน้ำด้วยการใช้พืชพรรณ เพื่อบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน. สำนักวิจัย และส่งเสริมวิชาการ การเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่.*
- มุจลินทร์ ผลจันทร์, ดารณี ด่านวันดี และ เยาวนิตย์ ธาราฉาย. (2556). *การศึกษาประสิทธิภาพของพืชพรรณทางานภูมิทัศน์ในการลดมลพิษทางน้ำในระบบการกักเก็บน้ำทางชีวภาพ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.*
- รมย์ชลิตา ด่านวันดี, มุจลินทร์ ผลจันทร์, พิทักษ์พงศ์ แบ่งทิศ. (2560, 7-8 ธันวาคม). *การศึกษารูปแบบการออกแบบภูมิทัศน์ระบบกักเก็บน้ำด้วยพืชเพื่อพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน. การประชุมวิชาการ ประจำปี 2560 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ISBN 978-616-8146-01-9*
- สามารถ ใจเตี้ย และ พัฒนา บุญญประภา. (2562). *ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากปัญหาคูณภาพน้ำและข้อเสนอแนะ กิจกรรมการเฝ้าระวัง กรณีศึกษาลุ่มน้ำลำ จังหวัดลำพูน. วารสาร มจร วิชาการ, 23(1), 34-35*. https://he01.tci-thaijo.org/index.php/HCUJO_URNAL/article/view/146481
- สำนักงานบริหารโครงการ กรมชลประทาน. (2559, 18 มกราคม). *การจัดการน้ำเสียครัวเรือนอย่างง่ายด้วยบึงประดิษฐ์*. <http://oopm.rid.go.th/subordinate/opm11/report/2556/wetland.aspx>
- ส่วนน้ำเสียชุมชนสำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. (2555, สิงหาคม). *คู่มือการจัดการน้ำเสียสำหรับบ้านเรือน*. https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2020/05/pcdnew-2020-05-20_04-16-24_020770.pdf
- Environmental Services Division. (2007). *Bioretention Manual*. Department of Environmental Resources the Prince George's Country, Maryland. Revised December, 24-28. <https://www.slideshare.net/slideshow/md-prince-georges-county-bioretention-manual/7878847#2>
- Prince George's County Department of Environmental Resources (PGCDER). (1993). *Design Manual for Use of Bioretention in Stormwater Management*. Division of Environmental Management, Watershed Protection Branch, Landover, MD.
- United States Department of the Interior, National Park Service. (1993). *Guiding Principles of Sustainable Design*. Denver service, Washington DC. 117.