

ทางเลือกการใช้ประโยชน์พื้นที่ราบน้ำท่วมของเอกชน บริเวณกุดของแม่น้ำชี
โดยการฟื้นฟูปลูกเสริมป่าบึงป่าทาม

Alternative Utilization of Private Floodplain Lands in the Chi River Oxbow Lakes
through Lowland Floodplain Forest Restoration

ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร^{1*} เชาวน์ หิรัญติยะกุล¹ อินทรียา สุทธิวานิช² และ อุดมวิทย์ มณีวรรณ³

Chatchai Jothityangkoon^{1*} Chow Hirunteeyakul¹ Intareeya Sutthivanich² and Udomvit Maneewan³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000 ประเทศไทย

²สมาคมอุทยานแห่งชาติ กรุงเทพมหานคร 10900 ประเทศไทย

³ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000 ประเทศไทย

¹School of Civil Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology,

Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

²The National Parks Association of Thailand, Bangkok 10900, Thailand

³Center for Scientific and Technological Equipment, Suranaree University of Technology,

Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

*E-mail: cjothit@sut.ac.th

Received: Oct 18, 2025

Revised: Feb 04, 2026

Accepted: Feb 11, 2026

บทคัดย่อ

การพัฒนาเศรษฐกิจโดยการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินป่าบึงป่าทามในลุ่มแม่น้ำมูลและชีให้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้
นิเวศป่าไม้ดั้งเดิมถูกทำลายและผลผลิตทางการเกษตรที่ต่ำ ด้วยลักษณะเฉพาะของพื้นที่ที่เป็นที่ราบน้ำท่วมที่มีน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน
3-4 เดือน ระดับความลึกที่ 1-4 เมตร ทำให้ผลผลิตทางการเกษตรเสียหาย ที่ดินเอกชนเหล่านี้จึงถูกปล่อยทิ้งร้าง โดยเฉพาะที่ดินที่มี
เอกสารสิทธิของเอกชนรอบกุดของลำน้ำมูลและชี ขณะเดียวกันอัตราภาษีที่ดินของพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างไม่ใช้ประโยชน์มีอัตราก้าวหน้าและ
สูงกว่าที่ดินเพื่อการเกษตรมาก ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว การศึกษานี้จึงเป็นโครงการนำร่องเพื่อนำเสนอความเป็นไปได้ในการใช้
ประโยชน์ที่ดิน ใน 3 ทางเลือก คือ (1) ปล่อยให้พื้นที่มีการฟื้นตัวตามธรรมชาติในเวลา 15 ปี (2) ปลูกสวนป่าเศรษฐกิจ โดยใช้วิธีการ
ปลูกเสริมป่าบึงป่าทามดั้งเดิมตามหลักฟื้นฟูนิเวศป่าไม้ (3) พัฒนาสระเก็บน้ำในพื้นที่ เพิ่มจากทางเลือกที่ 2 และปลูกสวนป่าในพื้นที่
ที่เหลือ การประเมินความคุ้มค่าการลงทุนเบื้องต้น สรุปว่าทางเลือกที่ 2 มีความเหมาะสมมากที่สุด เจ้าของที่ดินได้รับประโยชน์สูงสุด
ดังนี้ (1) จ่ายภาษีที่ดินในราคาถูก (2) นำเงินภาษีที่ดินที่ประหยัดได้ ไปลงทุนปลูกสวนป่าและดูแลรักษาป่าใน 3 ปีแรก (3) มีแหล่งน้ำ
ธรรมชาติใกล้กับแปลงที่ดิน ไม่ต้องลงทุนและเสียที่ดินเพื่อสร้างสระเก็บน้ำ (4) ป่าทามที่ได้รับการฟื้นฟู จะเป็นแหล่งอาหาร วัสดุ
พลังงาน และรายได้ให้กับคนท้องถิ่นผู้ดูแลและชุมชน โดยเจ้าของที่ดินไม่ต้องจ่ายค่าดูแลรักษาเป็นต้นทุน ตั้งแต่ปีที่ 4 เป็นต้นไป
(5) ต้นไม้ในป่าบึงป่าทามนี้ช่วยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นประโยชน์กับสิ่งแวดล้อม สามารถประเมินเป็นปริมาณคาร์บอนเครดิตได้
ในอนาคต

คำสำคัญ: ป่าบึงน้ำจืด ป่านิเวศ ภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง สมดุลของน้ำ การฟื้นฟูป่า การใช้ประโยชน์ที่ดิน

Abstract

Economic development driven by the conversion of floodplain forests in the Mun and Chi River basins into agricultural land has resulted in the extensive degradation of native forest ecosystems and persistently low agricultural productivity. The unique geomorphological characteristics of these areas, seasonal inundation lasting 3 to 4 months with water depths ranging from 1 to 4 meters, have caused unsustainable agriculture productivity. Consequently, many private lands, particularly those around oxbow lakes of the Chi River have been abandoned. Furthermore, the progressive land and building tax rates applied to abandoned lands are substantially higher than those used for agriculture. To address this issue, this pilot study proposed the feasibility of three alternative land-use options: (1) allowing natural forest regeneration in a 15-year period, (2) establishing economic forest plantations through enrichment planting of native species based on ecological restoration principles, and (3) developing water storage ponds in addition to option (2), with forest plantations on the remaining land. The evaluation of alternative land-use options indicated that option (2) offered the greatest benefits for landowners. The multiple benefits included: (1) lower land taxes, (2) reinvestment of tax savings into forest restoration and initial maintenance costs for three years, (3) accession to existing nearby water resources, eliminating the need for a farm pond, (4) sustainable income for local communities through the restored forest, providing natural resources for flood material and energy, with no additional costs to the landowner after the third year, and (5) enhancement of carbon sequestration by trees in the lowland floodplain forests, benefiting the environment and enabling future carbon credits.

Keywords: Freshwater swamp forest, Eco-forest, Land and building tax, Water balance, Reforestation, Land utilization

1. บทนำ

ป่าบึงป่าทาม (Lowland floodplain forest) เป็นภาษาท้องถิ่นทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ใช้เรียกป่าบึงน้ำจืด (Freshwater swamp forest) เป็นประเภทป่าที่ขึ้นอยู่บนที่ราบลุ่มใกล้แม่น้ำ ที่มีน้ำท่วมเฉพาะในฤดูน้ำหลาก ถูกเรียกว่า “ทาม” ส่วนพื้นที่ลุ่มต่ำมากกว่าทามซึ่งถูกน้ำท่วมขังเกือบตลอดปี จะถูกเรียกรวมกันทางนิเวศวิทยาป่าไม้ ว่า “บึง” จึงเป็นที่มาของการเรียกพื้นที่บึงทามและสังคมพืชตามธรรมชาติที่พบในบริเวณนี้ว่า “ป่าบึงป่าทาม” เป็นป่าที่อยู่ใกล้ชุมชนที่ตั้งถิ่นฐานอยู่ในเขตที่ราบลุ่มน้ำท่วมมากที่สุด ชาวอีสานจึงมีความคุ้นเคย รู้จักชื่อพรรณไม้ต่าง ๆ และเรียนรู้การใช้ประโยชน์ของป่าสืบทอดกันมาหลายชั่วอายุ

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ป่าบึงน้ำจืดในที่ราบน้ำท่วมขณะน้ำท่วมสูงสุด ของแม่น้ำโขง มีขนาดประมาณ 70,000 ตารางกิโลเมตร [1] ประเทศไทยเคยมีพื้นที่ป่าบึงป่าทามประมาณ 4 ล้านไร่ (ปี พ.ศ. 2549-2552) แต่ปัจจุบันเหลืออยู่ไม่ถึง 150,000 ไร่ (ปี พ.ศ. 2557-2561) [2] โดยประมาณร้อยละ 90 พบอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กระจายอยู่ในลุ่มน้ำมูลประมาณ 75,000 ไร่ ลุ่มน้ำชีประมาณ 19,000 ไร่ โดยเฉพาะปากแม่น้ำชีสบล มีพื้นที่ต่อเนื่องกันประมาณ

4,400 ไร่ ลุ่มน้ำสงครามประมาณ 59,000 ไร่ ลุ่มน้ำโขงประมาณ 4,000 ไร่ [3] สอดคล้องกับข้อมูลการทำลายป่าไม้ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สูญเสียพื้นที่ป่าไม้ 376,000 ตารางกิโลเมตร ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา [4]

การขยายตัวของชุมชนในลุ่มน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะลุ่มน้ำมูลและชี รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของประชากร ทำให้มีความต้องการพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อใช้ทำนาทำไร่ เพิ่มขึ้น เกิดการบุกรุก เปลี่ยนสภาพป่าบึงป่าทามให้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากขึ้น โดยเฉพาะเปลี่ยนเป็นพื้นที่ทำนา พื้นที่ปลูกปอ และภายหลังเป็นพื้นที่ปลูกอ้อย แต่เนื่องจากน้ำท่วมขังเป็นเวลานานทุกปี ในช่วงเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม ระดับน้ำท่วมสูงถึงยอดต้นอ้อย ทำให้พืชไร่ที่ปลูกเสียหายไม่ได้ผลผลิต เจ้าของที่ดินจึงยกเลิกการให้เช่า และปล่อยให้ที่ดินส่วนใหญ่ให้กร้าง ไม่ใช้ประโยชน์มาถึงปัจจุบันนี้

ผลการศึกษาของ Phuphat et al. [3] พบว่าพรรณไม้ในป่าบึงป่าทามประมาณ ร้อยละ 30 เป็นพืชที่มีวิวัฒนาการมาคู่กับระบบนิเวศที่มีน้ำท่วมซ้ำซาก ในช่วงฤดูน้ำหลากสามารถเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ยึดลำต้นให้สูงกว่า พันระดับน้ำได้ ยังทนต่อน้ำท่วมขังได้นาน การงอกของต้นกล้าสัมพันธ์กับฤดูน้ำหลาก น้ำลง บางชนิดทนทานต่อการจมน้ำได้นาน [4] โครงสร้าง

สังคมพืชป่าทุ่งป่าทาม ในลุ่มแม่น้ำมูล มีพรรณไม้ทั้งหมด 85 วงศ์ 272 สกุล 398 ชนิด วงศ์ที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงสุด 3 อันดับแรก คือ วงศ์ถัสนั่น (Fabaceae) วงศ์แพนน้ำ (Phyllanthaceae) และ วงศ์เหียง (Dipterocarpaceae) สามารถจัดกลุ่ม ได้เป็น 4 สังคมย่อย คือ สังคมตะแบกนา (*Lagerstroemia floribunda* type, LAGF) สังคมเหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* type, DIPO) สังคมฝายน้ำ (*Mallotus thorelii* type, MALT) และสังคมข่อย (*Streblus asper* type, STRA) [5]

หลักการป่านิเวศ (Eco Forest) คือป่าดั้งเดิมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ก่อนสภาพป่าจะถูกทำลาย ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่านิเวศเป็นต้นไม้สายพันธุ์ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งการปลูกป่านิเวศตามหลักการของ ศ. ดร. อาศิระ มียาวากิ จะทำให้ต้นไม้มีอัตราการรอดตายสูง (มากกว่า 90%) และร่นระยะเวลาการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติให้เร็วขึ้น 10 เท่า และสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้มากกว่าการปลูกป่าโดยทั่วไป ปัจจุบันประสบความสำเร็จ หลักการฟื้นฟูป่าธรรมชาติดั้งเดิม คือพันธุ์ไม้ที่ปลูกจะต้องเป็นชนิดพันธุ์ไม้ดั้งเดิม (Native Species) หัวใจสำคัญของการฟื้นฟูคือ การใช้พันธุ์ไม้ดั้งเดิมที่เคยเติบโตอยู่ในพื้นที่ มาทำการปลูกซึ่งพันธุ์ไม้ดั้งเดิมนั้นจะมีความแข็งแรงและทนทาน ไซ้กล้าไม้ที่เพาะจากเมล็ด (Potted Seedlings) ซึ่งจะทำให้มีระบบรากที่แข็งแรง (ความสูงเฉลี่ยประมาณ 80-100 เซนติเมตร) การเตรียมดินและเนินดิน (Mound) เป็นการปรับพื้นที่โดยการเพิ่มพื้นที่หน้าดินเพิ่มความสามารถของพื้นที่ในการระบายน้ำฝนและเพิ่มการระบายอากาศของดิน เพื่อให้กล้าไม้เติบโตได้อย่างแข็งแรง [6]

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์การฟื้นฟูป่า 6 ทางเลือก วิธีการฟื้นฟูตามธรรมชาติ (Natural regeneration) มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด ส่วนวิธีระบบวนเกษตร (Agroforestry system) มีค่าใช้จ่ายมากที่สุด ผลประโยชน์ที่ได้เป็นการแลกเปลี่ยนระหว่างผลประโยชน์ทางการเงิน เศรษฐกิจ สังคม และ สิ่งแวดล้อม [7] การฟื้นฟูป่านอกจากได้ผลลัพธ์ในเชิงนิเวศวิทยาแล้ว ต้องบูรณาการมิติทางสังคมและเศรษฐกิจในการออกแบบและการนำไปใช้งานจริงด้วย [8]

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาวิธีการและทางเลือกในการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ในทางเกษตรกรรมได้แล้วของภาคเอกชน จากสภาพน้ำท่วมซึ่งมีความลึกและช่วงเวลาท่วมนานทุกปี ฟื้นฟูให้กลับเป็น

สวนป่าที่มีสภาพเหมือนป่าดั้งเดิมคือป่าทุ่งป่าทาม โดยใช้หลักการป่านิเวศในการฟื้นฟู เพื่อให้พื้นที่เหล่านี้เกิดประโยชน์ทั้งในทางเศรษฐกิจ สังคม ชุมชน และสิ่งแวดล้อม การศึกษานี้ยังสอดคล้องกับการนำไปสู่การปฏิบัติของแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี แผนงานในแผนพัฒนาด้านที่ 5 การอนุรักษ์ฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรมและป้องกันการพังทลายของดิน พื้นที่ลุ่มน้ำมูล แผนพัฒนาแก้ปัญหาพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลง แผนงานระยะสั้น ส่งเสริมการปลูกป่าตามสภาพพื้นที่ที่เหมาะสม (โดยเฉพาะต้นไม้น้ำในพื้นที่ป่าทุ่ง-ทาม) แผนงานระยะกลางและระยะยาว ส่งเสริมการปลูกป่าเศรษฐกิจในพื้นที่เอกชนและป่าเสื่อมโทรม [9]

2. วิธีการวิจัย

2.1. ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นแปลงที่ดินของบริษัท น้ำตาลสุรินทร์ จำกัด (KI Sugar Group) มีจำนวน 431 แปลง ขนาดพื้นที่รวมกัน 2,175 ไร่ (รูปเหลี่ยมสีชมพูใน Figure 1(a) แปลงที่ดินส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ราบน้ำท่วมของกุด (Oxbow lake) ของลำน้ำชี (กุดในภาษาถิ่นอีสานคือ ลำน้ำที่เดิมคดเคี้ยว แล้วถูกตัดขาดจากสายน้ำหลัก กลายเป็นหนองน้ำรูปโค้งเกือกม้า) และสภาพเดิมเป็นป่าทุ่งป่าทาม แปลงที่ดินเหล่านี้อยู่ในพื้นที่ที่ฤดูน้ำหลากเริ่มตั้งแต่ช่วงต้นเดือนสิงหาคม และน้ำจะลงช้าที่สุด ประมาณต้น-ปลายเดือนพฤศจิกายน ช่วงเวลาท่วมประมาณ 30-90 วัน ระดับน้ำท่วมสูง 1-4 เมตร

แปลงที่ดินเหล่านี้เคยปลูกปอแก้ว ปอกระเจา นานมาแล้ว ระยะเวลาให้ชาวไร่เช่าปลูกอ้อย ต้นอ้อยงอกงามดีเนื่องจากระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นในฤดูน้ำหลากได้นำตะกอนดินมาทับถมในที่ราบน้ำท่วม เพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ทำให้น้ำดินอุดมสมบูรณ์ แต่สุดท้ายอ้อยเสียหายไม่ได้ผลผลิต เนื่องจากน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน ในช่วงเดือน สิงหาคม ถึง ตุลาคม ระดับน้ำท่วมสูงถึงยอดต้นอ้อย เจ้าของที่ดินจึงต้องงดเว้นค่าเช่า และยกเลิกการให้เช่า จนถึงปัจจุบันนี้

บริษัท น้ำตาลสุรินทร์ จำกัด ได้เลือกพื้นที่ศึกษาเป็นโครงการนำร่อง จำนวน 1 แปลง เป็นตัวแทนของพื้นที่ขนาดพื้นที่รวม 6 ไร่ 1 งาน 28 ตารางวา พิกัดแปลง N 15.176039°, E 104.689510° แปลงที่ดินตั้งอยู่ใน ต.หนองแขวง อ.กันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ อยู่ในลุ่มน้ำคลองชีเฒ่า ของลุ่มน้ำชี แสดงใน Figure 1(b) กรอบสี่เหลี่ยม และ Figure 2

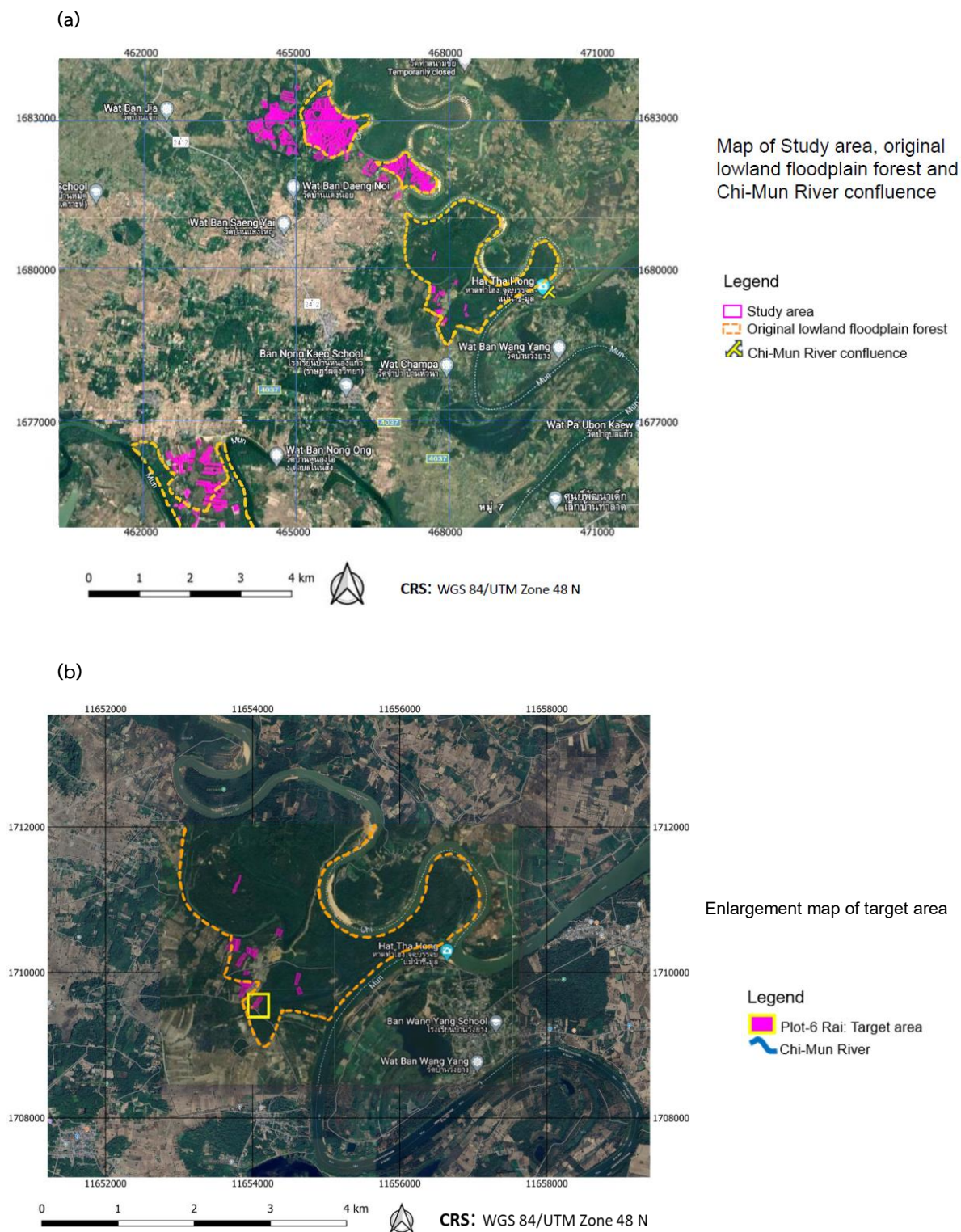


Figure 1 (a) Map of Study area, original lowland floodplain forest and Chi-Mun River confluence
(b) Location of study area in yellow rectangular, enlarged from Figure 1(a)

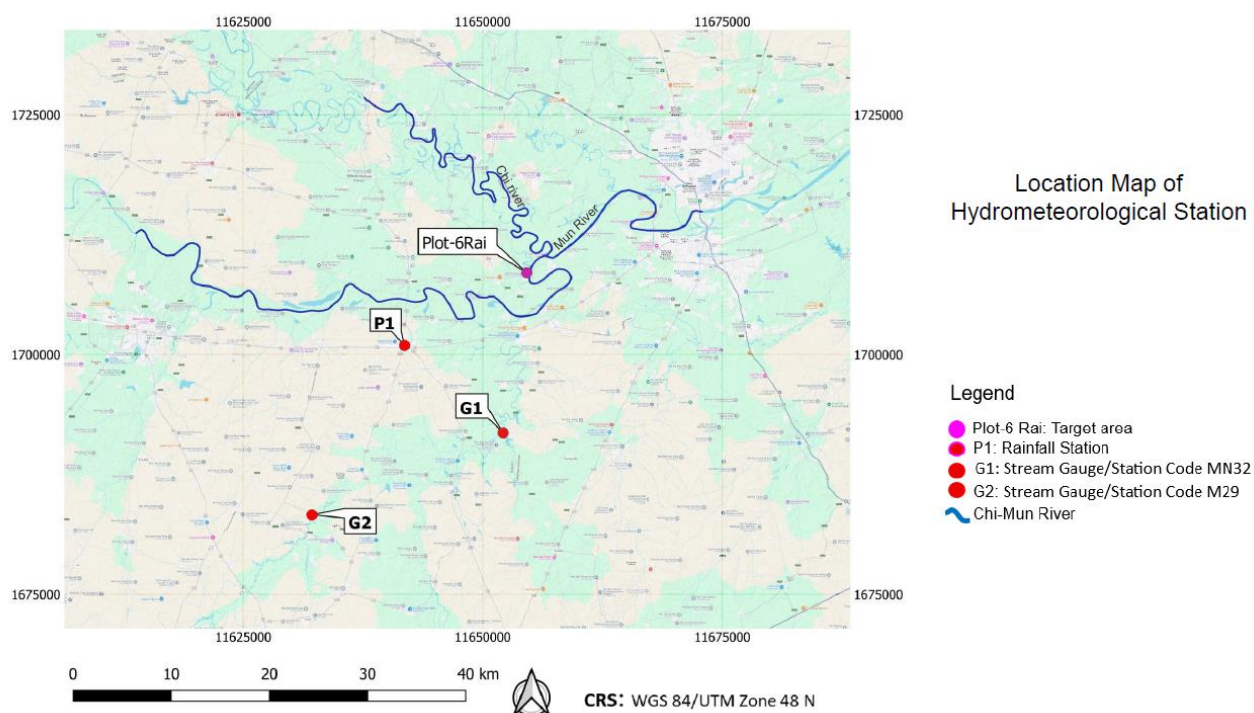


Figure 2 Location map of stream gauges and rain gauges

2.2. การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำและการวิเคราะห์สมดุลของน้ำ

แผนที่ภูมิประเทศ ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ที่แสดงเส้นชั้นความสูงทุก 0.25 เมตร ถูกสร้างจากชุดข้อมูลระดับความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Modeling, DEM) รายละเอียดจุดภาพระดับ 5 เมตร อ้างอิงแหล่งข้อมูลจากสำนักงานทรัพยากรน้ำที่ 5 ต.ท่าศาลา อ.เมือง จ.นครราชสีมา เพื่อใช้ในการหาขอบเขตและขนาดของกลุ่มน้ำของแปลงที่ดินเป้าหมาย ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff coefficient) ประมาณจากข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝน น้ำท่า จากสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดน้ำท่า ที่อยู่ใกล้แปลงที่ดินเป้าหมายมากที่สุด นำข้อมูลเหล่านี้มาประเมินปริมาณน้ำผิวดินของแปลงที่ดินเป้าหมายแต่ละแปลง

หลักการสมดุลของน้ำ นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ออกแบบสระเก็บน้ำภายในแปลงที่ดินเป้าหมาย การไหลเข้าประกอบด้วย ปริมาณน้ำผิวดินที่มาจากฝนคำนวณข้างต้น ปริมาณฝนที่ตกลงมาในสระน้ำโดยตรง การไหลออกประกอบด้วย การระเหยจากผิวน้ำของสระเก็บน้ำ การซึมของน้ำที่ก้นสระ การประมาณความต้องการน้ำชลประทาน และการนำน้ำมาใช้ประโยชน์กับการปลูกสวนป่า

การประมาณความต้องการน้ำชลประทาน พืชในพื้นที่คือการปลูกสวนป่า ปริมาณความต้องการน้ำของสวนป่า (ET_c) มีค่าเท่ากับศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืช หรือ ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (E_{tp}) แต่ละเดือน คูณกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (K_c) ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของสวนป่าคำนวณจากค่าแตกต่างระหว่างปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชและปริมาณฝนทั้งหมด ที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝน คิดเฉพาะตัวเลขที่มีค่าเป็นบวก คือปริมาณความต้องการน้ำของพืชมากกว่าปริมาณฝน หากปริมาณฝนมากกว่า ผลต่างเป็นลบ จึงพิจารณาให้ความต้องการน้ำชลประทานเป็นศูนย์

2.3. การประเมินภาษีที่ดิน

วิธีการประเมินภาษีที่ดินใช้หลักการตามพระราชบัญญัติ พระราชกฤษฎีกา และประกาศที่เกี่ยวข้อง มาตรา 3(4) พระราชกฤษฎีกากำหนดอัตราภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2564 กำหนดอัตราภาษีที่ดินทั้งร้าวว่างเปล่า มูลค่าไม่เกิน 50 ล้านบาท มีอัตราภาษี ร้อยละ 0.3

มาตรา 43 พ.ร.บ. ภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2562 ระบุว่า ที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้างที่ทิ้งไว้ว่างเปล่าหรือไม่ได้ทำประโยชน์ตามควรเป็นเวลา 3 ปี ติดต่อกัน ให้เพิ่มอัตรา

ภาษีอีกร้อยละ 0.3 ในทุก 3 ปี แต่อัตราภาษีที่เสียรวมทั้งหมดแล้วต้องไม่เกิน ร้อยละ 3.0

มาตรา 3(1) พระราชกฤษฎีกากำหนดอัตราภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2564 กำหนด กรณี ก.บุคคลธรรมดาเป็นเจ้าของที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้างที่ใช้ประโยชน์ในการประกอบเกษตรกรรม ตั้งแต่ ปี 2566 เป็นต้นไป มูลค่าที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง ไม่เกิน 75 ล้านบาท อัตราภาษี ร้อยละ 0.01

หลักเกณฑ์ขั้นต่ำที่เข้าลักษณะใช้ประโยชน์การประกอบเกษตรกรรม บัญชีแนบท้าย ก ประกาศ กระทรวงการคลังและกระทรวงมหาดไทยเรื่อง หลักเกณฑ์การใช้ประโยชน์ ในการประกอบเกษตรกรรม กำหนดความหนาแน่นของต้นไม้แต่ละประเภท เช่น มะม่วง 20 ต้น/ไร่ พืชกลุ่มให้เนื้อไม้ 100 ต้น/ไร่ เป็นต้น

2.4. การพัฒนาแผนการใช้ประโยชน์พื้นที่เป้าหมาย

กำหนดแผนการพัฒนา แบ่งออกเป็น 3 ทางเลือก คือ (1) ปลอยให้เป็นพื้นที่ที่มีการฟื้นตัวตามธรรมชาติ (2) ลงทุนสร้างสวนป่าทาม เต็มพื้นที่ ใช้น้ำจากคลองชีเผ่า ตำแหน่งของคลองแสดงใน Figure 3 (3) ปรับพื้นที่ให้มีสระเก็บน้ำในพื้นที่เพื่อเก็บน้ำผิวดินในลุ่มน้ำของพื้นที่ และสร้างสวนป่าในพื้นที่ส่วนที่เหลือทั้งหมด พื้นที่แปลงที่ดินที่เป็นป่าทามเดิม ในช่วงฤดูน้ำหลาก มีตะกอนดินจากมาแม่น้ำ ธาตุอาหารที่พัดพามากับน้ำ ช่วยปรับปรุงคุณภาพดิน จึงอาจไม่จำเป็นต้องเตรียมดินและเนินดิน ตามหลักการป่าเนเวศ

ผลการศึกษาของ Phuphat et al. [3] แบ่งประเภทของพันธุ์ไม้ตามพื้นที่เขตรดับความลึกของน้ำ/ระบบนิเวศย่อยของป่าทุ่งป่าทาม และพืชที่สำคัญ มีดังนี้

(1) เขตสังคมพืชในบึง/พื้นที่ชุ่ม เป็นเขตที่มีน้ำท่วมยาวนาน ไม่สามารถปลูกป่าได้ ให้ปลอยให้พรรณไม้ป่าเข้ามาปกคลุมตามธรรมชาติ

(2) เขตป่าทาม เป็นเขตที่มีน้ำท่วมสูงปกติ 1-5 เมตร เป็นประจำทุกปีและจะท่วมอยู่ยาวนาน 1-3 เดือน ได้แก่ พื้นที่ราบที่อยู่ด้านหลังคันดินธรรมชาติริมฝั่งแม่น้ำ ต้นไม้ที่โตเร็วและเหมาะสม เช่น คางสุก/คาง, แก/สะแกนา, พุ่ม/กระพุ่มนา, กระโดนน้ำ/จิก, เปียนน้ำ/ตะแบกนา, สะมิง/เฉียงพรวางแอ, ฝ่ายน้ำ, ฝ่ายาย, หวานา เป็นต้น

(3) เขตที่ดอนหรือรอยต่อกับป่าบก เป็นเขตที่มีน้ำท่วมสูงปกติไม่เกิน 1 เมตร และไม่เกิน 1 เดือน ได้แก่ บนคันดินธรรมชาติริมฝั่งแม่น้ำหรือพื้นที่ป่าทุ่งป่าทาม ที่ต่อกับป่าบกชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมในเขตนี้นี้เหมือนกับ ชนิดที่กล่าวไปใน

เขตป่าทาม และที่เพิ่มเติมอีก เช่น ตะเคียน, ยางนา, อะราง, หมี่/หมี่เหม็น, หว้า, หวดชา/มะหวด, โก/ตะโกนา, มะเกลือ เป็นต้น

(4) ปลูกพืชหายาก การปลูกป่านอกจากการเลือกชนิดไม้เบิกนำ/ไม้โตเร็ว เพื่อการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ให้ป่าอย่างรวดเร็วแล้ว หากเลือกปลูกชนิด พันธุ์ไม้หายากเพิ่มลงไป ในถิ่นอาศัยเดิม จะเป็นการช่วยอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชหายากของแต่ละท้องถิ่นได้อีกด้วย พรรณไม้บางชนิดนอกจากเป็นพืชหายากแล้ว ยังมีทรงต้น-พุ่ม สวยงาม หรือดอกสวยงามกลิ่นหอมเหมาะสมที่จะปลูกเป็นไม้ประดับตามบ้านเรือน สถานที่ราชการ หรือข้างถนนในชุมชน เช่น ตะเคียน, ยางนา, ทะลอก, กะสิน/รวงผึ้ง, ขี้เถ้า/แดงสะแง, แสง/ชุมแสง, แสงคำทาม, เปียนน้ำศรีสงคราม, แต้/สะตือ, แหน้อย, มันปลา/กันเกรา เป็นต้น

รูปแบบการปลูกป่าทาม [10] ได้นำเสนอรูปแบบวนเกษตรที่เหมาะสมกับพื้นที่ต่าง ๆ ทั้งหมด 10 รูปแบบ การศึกษานี้ ได้เลือกรูปแบบที่ 9 คือการปลูกผสมไม้ 3 ชั้น เรือนยอด เพื่อการใช้ประโยชน์แบบเนกประสงค์และยั่งยืน เพราะมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกับระบบนิเวศของป่าทาม ปลูกต้นไม้ 3 ประเภทสลับกันในแต่ละแถวด้วยระยะปลูก 2 x 8 เมตร รวมทั้งหมด 100 ต้นต่อไร่

2.5. การประเมินคาร์บอนเครดิต

การคำนวณปริมาตรเนื้อไม้และค่าคาร์บอนเครดิต ใช้สูตร ปริมาตรเนื้อไม้ (ลูกบาศก์เมตร) = เส้นรอบวง (ซม) x เส้นรอบวง (ซม) x ความสูง (เมตร) x (7.96/1000000) ลูกบาศก์เมตร หรือ $C^2H(7.96/1000000)$ โดย C = เส้นรอบวงต้นไม้ (เซนติเมตร) วัดที่ระยะ 1.30 เมตร จากพื้นวัด, H = ความสูงของต้นไม้จากพื้นดินถึงเรือนยอด (เมตร) D = เส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้ (เซนติเมตร) วัดที่ระยะ 1.30 เมตร จากพื้นวัด, $D = C/\pi$ สมมุติ ต้นไม้เป็นทรงกระบอก (มิใช่กรวยยอดแหลม) ปริมาตรเนื้อไม้ $= (\pi/4)D^2H = (\pi/4) \times (C/\pi)^2H = C^2H/(4\pi) = (100/(4\pi)) \times C^2H/(10^6) = 7.96C^2H/(10^6)$ ลูกบาศก์เมตร การคิดอย่างละเอียด ต้องเป็นการหาปริมาตรหรือน้ำหนักรวมของ ลำต้น กิ่งก้าน และ ใบ วิธีนี้เป็นการประมาณปริมาตรลำต้นเท่านั้น โดยสมมุติเป็นทรงกระบอก เพื่อให้ชดเชยกับ กิ่งก้านและใบ ที่ไม่ได้แยกคิด [11] ความสูงของต้นไม้ H เท่ากับ H_1+H_2 เมื่อ H_1 คือระยะห่างจากผู้วัดถึงต้นไม้ คุณ ค่า $\tan\theta$ มุม θ เป็นมุมเงยจากแนวราบระดับสายตาของผู้วัดไปยังยอดของต้นไม้ H_2 คือความสูงจากพื้นถึงแนวราบระดับสายตาของผู้วัด [12]

ตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อ-กับผู้ขายในการซื้อ ขาย คาร์บอนเครดิต ประจำปี พ.ศ.2568 อัตราการซื้อ-ขาย กิโลตัน คาร์บอน ตันละ 400 บาท จากค่าคำนวณค่าคาร์บอนเครดิต พื้นฐานแล้วคูณด้วยจำนวนเท่าของต้นไม้แต่ละชนิด [13] ตลาดคาร์บอน (Carbon Market) ราคาขายเดือนกุมภาพันธ์ 2568 ประเภทโครงการ การลด ดูดซับ และการกักเก็บก๊าซ เรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเกษตร ราคาต่ำสุด 300 บาท/TonCO₂eq. ราคาสูงสุด 500 บาท/TonCO₂eq. [14]

2.6. การประเมินค่าใช้จ่ายการลงทุน

ราคากลับไม้ปลูกสวนป่าใช้ราคาในท้องตลาด ตัวอย่างเช่น จาก สวน ThaiG สามพราน ถนนพุทธมณฑลสาย 6 ซอยวัดดอนหวาย วัดไร่ขิง ฝั่งถนนบรมราชชนนี (1) ต้น ตะเคียนทอง ต้นสูง 90-100 ซม ราคา 70 บาท (2) ต้น มะเกลือ ต้นสูง 90-100 ซม ราคา 80 บาท (3) ต้นตะโกนา 30-60 ซม ราคา 50 บาท (4) ต้นยางนา ต้นสูง 90-100 ซม

ราคา 70 บาท (5) ต้นกันเกรา ต้นสูง 90-100 ซม ราคา 70 บาท (6) ต้นตะแบก ต้นสูง 90-100 ซม ราคา 70 บาท (7) จิกนา จิกน้ำ ต้นสูง 90-100 ซม ราคา 70 บาท [15]

งานปลูกป่า สำนักงบประมาณได้กำหนด อัตราราคา ต่อหน่วยดังนี้ งานปลูกป่า อัตราไร่ละ 4,230 บาท งานบำรุงป่า (อายุ 2-6 ปี) อัตราไร่ละ 1,140 บาท งานบำรุงป่า (อายุ 7-10 ปี) อัตราไร่ละ 540 บาท งานขุดสระน้ำ กรณีน้ำมันดีเซลราคา 34-35 บาท/ลิตร อัตราค่าจ้างเหมา 19.38 บาทต่อลูกบาศก์ เมตร ตามประกาศกรมบัญชีกลาง เรื่อง ตาราง Factor F สำหรับงานก่อสร้างอาคาร ลงวันที่ 28 สิงหาคม 2566 สำหรับ งานก่อสร้างชลประทาน กรณี ค่างานน้อยกว่า 5 ล้านบาท ดอกเบี้ยเงินกู้ 7 % ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 % ไม่จ่ายเงินล่วงหน้า และไม่หักเงินประกันผลงาน ใช้ Factor F เท่ากับ 1.3392 ดังนั้นอัตราค่าจ้างเหมาขุดสระรวม Factor F เท่ากับ ประมาณ 26 บาทต่อลูกบาศก์เมตร [16]

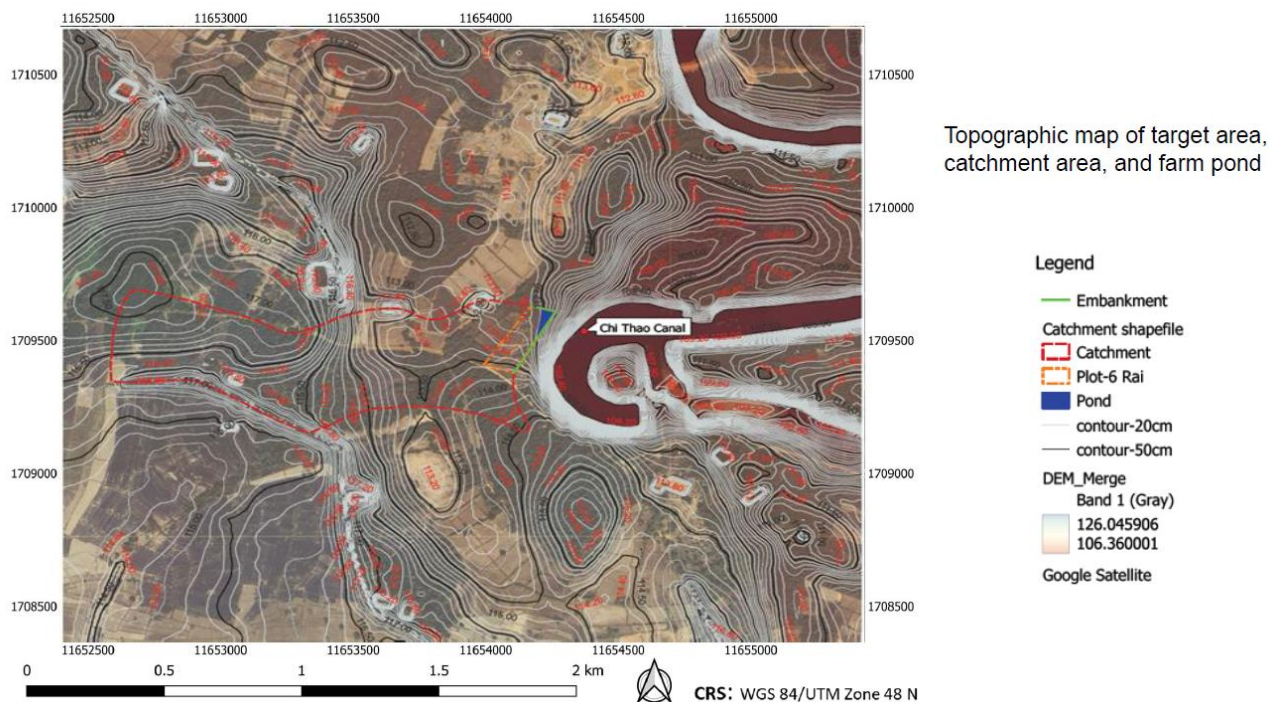


Figure 3 Topographic map of target area (orange) catchment area (red) and farm pond (blue)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

3.1. ลักษณะทางอุทกวิทยา

เนื่องจากไม่มีข้อมูลอุทกวิทยาของกลุ่มแม่น้ำชี ที่เป็นลุ่มน้ำขนาดเล็กและอยู่ใกล้พื้นที่ศึกษา พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ใกล้จุดบรรจบที่แม่น้ำชีไหลลงแม่น้ำมูล ด้วยข้อจำกัดนี้จึงมีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางอุทกวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กในกลุ่มแม่น้ำมูลที่อยู่ใกล้พื้นที่ศึกษาที่สุด ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าและฝนแสดงใน Figure 2

ข้อมูลอ้างอิงจาก EGAT [17] ใช้สถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ใกล้พื้นที่ศึกษามากที่สุด เป็นลำน้ำห้วยชะยุ้ง ไหลผ่าน อ. กันทรารมย์ ก่อนไหลลงสู่แม่น้ำมูล สถานีน้ำท่า MN23 Huai Khayung River, Ban Sopphan Huai Khayung (G1) พิกัด 15-00-18 N, 104-38-18 E ขนาดลุ่มน้ำ 2,900 km² จำนวนข้อมูล 11 ปี (พ.ศ. 2521-2531) ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 1,103.17 MCM (380.6 mm.) สถานีวัดฝน 57032 A. Kanthararom (P1) ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย 1,236.4 mm (พ.ศ. 2495-2531) ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff coefficient) 30.8% $((380.6/1236.4) \times 100)$

ข้อมูลอ้างอิงจากกรมชลประทาน [18] ลำน้ำห้วยชะยุ้ง ลุ่มน้ำมูล สถานีน้ำท่า M.98 บ้านพยุห์ อ.พยุห์ จ.ศรีสะเกษ (G2) พิกัด 14-52-39 N, 104-26-16 E ขนาดลุ่มน้ำ 1,150 km² จำนวนข้อมูล 27 ปี (พ.ศ. 2522-2548) ปริมาณน้ำท่ารายปี

เฉลี่ย 297.6 MCM (258.8 mm) ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย 1,325.5 mm ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า 19.5 % ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าจากสองสถานีมีค่าต่างกันไม่มาก จึงใช้ค่าเฉลี่ย 25.2 %

3.2. ผลวิเคราะห์สมดุลของน้ำ

จากวิธีการวิเคราะห์ความต้องการน้ำของพืช และสมดุลของน้ำในหัวข้อ 2.2. สรุปสวนป่ามีความต้องการน้ำชลประทาน 768 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ต่อปี หรือ ทั้งแปลง 3,840 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ต้องการในช่วง 6 เดือน ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน ถึง เมษายน การประมาณค่าเฉลี่ยรายเดือนแสดงใน Table 1 มีปริมาณน้ำผิวดินจากลุ่มน้ำของแปลงที่ดินขนาด 128.57 ไร่ ขอบเขตลุ่มน้ำแสดงใน Figure 3 ที่น้ำไหลจากลุ่มน้ำผ่านพื้นที่แปลงที่ดินเป้าหมาย ปริมาณเฉลี่ย 64,074 ลูกบาศก์เมตรต่อปี $((1,236/1,000) \times 128.57 \times 1,600 \times 0.252)$ เพียงพอกับการใช้กับระบบน้ำหยดของสวนป่า 6.31 ไร่ แต่ต้องยอมเสียพื้นที่ดินบางส่วนกักเก็บน้ำผิวดินไว้ในฤดูแล้ง

ตำแหน่งสระเก็บน้ำควรตั้งอยู่ที่จุดต่ำที่สุดของพื้นที่ก่อนน้ำไหลออกนอกพื้นที่ จุดที่เหมาะสมอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของแปลงที่ดิน และนำดินขุดสระ ถมเป็นคันดิน ดักน้ำทางทิศเหนือและทิศตะวันออกของแปลง เพื่อให้ทำให้น้ำผิวดินในลุ่มน้ำถูกผันให้ไหลเข้าเก็บในสระน้ำ

Table 1 Estimation of irrigated water requirement for forest plantation (used Etp Ubon Ratchathani)

List of data	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Etp (mm/d)	4.02	5.18	5.35	5.59	5.01	4.66	4.52	4.15	4.30	4.32	4.40	3.87	-
Kc	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	-
ETc (mm/d)	3.02	3.89	4.01	4.19	3.76	3.50	3.39	3.11	3.23	3.24	3.30	2.90	-
ETc (mm/M)	93.47	108.8	124.4	125.8	116.5	104.9	105.1	96.5	96.8	100.4	99.0	89.98	1,216
Mean rainfall (mm/M)	2.20	10.70	35.60	79.30	166.7	178.2	226.4	249.2	247.7	131.5	32.8	0.70	1,361
Irrigated water (mm/M)	91.27	98.08	88.79	46.48	0	0	0	0	0	0	66.20	89.28	480.1
Irrigated water (m ³ /Rai)	146.0	156.9	142.1	74.4	0	0	0	0	0	0	105.9	142.8	768.1

3.3. การออกแบบสระเก็บน้ำ

จากพื้นที่ทั้งหมด 6.31 ไร่ เป็นพื้นที่สำหรับการปลูกสวนป่า 5 ไร่ มีความต้องการน้ำชลประทาน 3,840 ลูกบาศก์เมตร/ปี ออกแบบขนาดปากสระน้ำ กว้าง 25 เมตร ยาว 75 เมตร (1.17 ไร่) ความลึก 6 เมตร Slope ของผนังสระ 1 (ตั้ง) : 1.5 (นอน) ที่ความลึก 3 เมตร มี Berm กว้าง 2.5 เมตร โดยรอบสระน้ำ ความจุน้ำผิวดิน (ปริมาตรดินขุด) 5,559 ลูกบาศก์เมตร ประมาณเบื้องต้นการสูญเสียในสระ ลดลง 1 เมตรต่อปี ประมาณจากผลรวมระหว่างผลต่างของการระเหย

1,803 มิลลิเมตร/ปี กับฝน 1,435 มิลลิเมตร/ปี [19] และการซึมประมาณ 632 มิลลิเมตร/ปี ทำให้ปริมาตรน้ำในสระเหลือ 3,803 ลูกบาศก์เมตร ใกล้เคียงกับ ปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องการ 3,840 ลูกบาศก์เมตร/ปี

3.4. ค่าใช้จ่ายภาษีที่ดิน

จากราคาประเมินที่ดินตารางวาละ 180 บาท ขนาดพื้นที่ 2,528 ตารางวา เป็นมูลค่า 455,040 บาท กรณี เป็นที่ดินว่างเปล่าไม่ใช้ประโยชน์ ในระยะเวลา 15 ปี ภาษีที่ดินจะ

เพิ่มจากปีที่ 1 จำนวน 1,365 บาท เป็น 6,826 บาทในปีที่ 15 รวมเป็นภาษีสะสม 61,430 บาท ภาษีที่ดินแต่ละปีกรณีไม่ดำเนินการอะไรเป็นที่ดินที่ทิ้งไว้ว่างเปล่า แสดงใน Table 2 แต่กรณี ที่ดินใช้ทำประโยชน์ปลูกสวนป่าตามเศรษฐกิจ มีภาษีเพียง 46 บาท/ปี ($0.01 \times 455,040/100$)

Table 2 Annual land tax assessment

Year	Tax on vacant land		
	Percentage	Baht/y	Accumulate
1	0.3	1,365	1,365
2	0.3	1,365	2,730
3	0.3	1,365	4,095
4	0.6	2,730	6,826
5	0.6	2,730	9,556
6	0.6	2,730	12,286
7	0.9	4,095	16,381
8	0.9	4,095	20,477
9	0.9	4,095	24,572
10	1.2	5,460	30,033
11	1.2	5,460	35,493
12	1.2	5,460	40,954
13	1.5	6,826	47,779
14	1.5	6,826	54,605
15	1.5	6,826	61,430
Total		61,430	

Remark: Land appraisal price 455,040 Baht

3.5. การออกแบบวิธีการปลูกป่าตาม

มีแนวคิดในการออกแบบวิธีการปลูกป่าตามมีดังนี้

1. บริษัทฯ ลงทุนปรับปรุงพื้นที่โดยใช้เงินภาษีที่ดินที่ประหยัดได้ ไม่ต้องเสียให้ อบท ในปัจจุบันและอนาคต หากปล่อยให้พื้นที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ลงทุนให้มีแหล่งน้ำ จัดหากำไรไม่ตามรูปแบบสวนป่าเศรษฐกิจ ที่กำหนด เมื่อมีการปรับปรุงใช้ประโยชน์แปลงที่ดินเหล่านี้ ทำให้จ่ายภาษีที่ดินน้อยลง และนำเงินนี้มาลงทุนปลูกป่า จ้างคนปลูกสวนป่า ตามรูปแบบที่กำหนด

2. จากการตรวจสอบรายการต้นไม้ที่ใช้ทำคาร์บอนเครดิตได้ประจำปี 2568 จำนวน 330 รายการ พบว่า มีต้นไม้ที่เป็นชนิดพันธุ์ไม้ดั้งเดิมในเขตป่าตาม และเขตที่ดอนหรือ

รอยต่อกับป่าบก จำนวน 11 รายการ เช่น ตะแบกนา กันเกรา เอื้องพ้านางแอ ตะโก เป็นต้น

3. หากผู้ดูแลแปลงที่ดิน (อาจเป็นเจ้าของเดิมที่ขายให้ เพราะอยู่ใกล้พื้นที่) อาจจ้างให้ปลูกตามข้อ 1 ไปด้วย และต่อเนื่องจ้างดูแลสวนป่า ในระยะ 3 ปีแรก รดน้ำ กำจัดวัชพืช ป้องกันไฟป่า และสัตว์เลื้อย เพื่อให้ป่าตามฟื้นตัวเป็นสวนป่าที่สมบูรณ์

4. ในปีที่ 4 เป็นต้นไป บริษัทฯ ไม่ต้องจ่ายค่าดูแลรักษา แต่ผู้ดูแลแปลงที่ดิน ยังดูแลแปลงที่ดินต่อไป ขณะนั้นป่าตามเริ่มฟื้นตัว มีระบบนิเวศที่สมบูรณ์ขึ้น เริ่มมีผลผลิตจากป่าตาม ผู้ดูแลสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตจากพื้นที่ได้ แทนการได้รับค่าจ้างดูแลรักษา เช่น หน่อไม้ไผ่ ไม้พุ่ม เถาวัลย์ ไม้ล้มลุก เห็ด หรือแมลงต่าง ๆ

5. ในระยะปีที่ 10-15 บริษัทฯ จะได้รายได้จากการขายคาร์บอนเครดิต

6. แนวปฏิบัติการดูแลพื้นที่ปลูกสวนป่าบุ่งป่าตาม (1) ห้ามตัดต้นไม้ทุกกรณีจนกว่าป่าจะฟื้นตัวตัวเองได้ แต่สำหรับไม้ไผ่ ไม้พุ่ม เถาวัลย์ ไม้ล้มลุก เห็ด หรือแมลงต่าง ๆ ยังคงให้เก็บมาใช้ได้ แต่ให้กำหนดปริมาณต่อครอบครัว (2) งดการปล่อยสัตว์ลงไปหากิน เช่น ช่วงเดือนกันยายน-กุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงฤดูน้ำท่วมและต่อไปอีกประมาณ 3 เดือนหลังฤดูน้ำลดต่ำกว่าตลิ่ง จะเป็นช่วงที่พรรณไม้ต่าง ๆ ได้เจริญเติบโตแตกยอดใหม่ (3) มีการป้องกันไฟป่า [3]

3.6. หลักการปลูกป่าตาม

1. เตรียมกล้าไม้ที่เป็นชนิดพันธุ์ไม้ป่าบุ่งป่าตาม เลือกปลูกชนิดไม้ที่เหมาะสมกับระดับความลึกปกติของน้ำในฤดูน้ำหลาก และช่วงเวลาการปลูกที่เหมาะสมคือไม่ควรเกินระยะเวลา 1 เดือนหลังน้ำลดเพื่อยังคงมีความชื้นในดินเพียงพอ และต้นไม้มีช่วงเวลายืดก้านให้สูงพ้นระดับน้ำก่อนฤดูน้ำหลากในปีต่อไป ทั้งนี้กล้าไม้ที่จะนำมาปลูกจะต้องมีความสูงมากกว่า 1 เมตร [3]

2. สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือ ห้ามการไถพรวนและการตัดฟันต้นไม้หรือตอ ไม้ต้น-ไม้พุ่ม และกล้าไม้ที่ขึ้นอยู่เดิมออกไป เพราะพรรณไม้เหล่านี้ตั้งตัวได้แล้ว พร้อมจะเจริญเติบโตได้ อย่างรวดเร็วกว่าต้นไม้ที่ปลูกลงไปใหม่ ป่าบุ่งป่าตามริมแม่น้ำมูล ที่ อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี ที่เคยถูกทำนาข้าวแล้วปล่อยให้ทิ้งร้าง ไว้ประมาณ 10 ปี โดยไม่มีการรบกวนจากการเลี้ยงสัตว์ สามารถฟื้นตัวตัวเองให้กลับมาเป็นป่า

หนาแน่นได้สูง 4-6 เมตร [3] กล้าไม้ใหม่ให้ปลูกโดยวิธีการ
ชุดหลุมแทรกตามพื้นที่โล่ง

3.7. ผังการปลูกสวนป่าทาม

เพื่อให้การเข้า-ออกแปลงที่ดินเพื่อการปลูกกล้าไม้
การบำรุงรักษาสวนป่าทาม การป้องกันไฟป่าทำได้สะดวก จึง
ออกแบบให้เว้นที่ว่างเป็นทางลำลองกว้าง 2.5 เมตร โดยรอบ
แปลงที่ดิน มีทางลำลองกลางแปลงในแนวเหนือ-ใต้อีก 1 เส้น
ตั้งฉากกับทางลำลองโดยรอบ มีทางในแนวขวางตะวันตก-ออก
ทุกระยะ 40 เมตร อีก 3 เส้น ทางลำลองเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการขนส่งกล้าไม้เข้าไปปลูกและการเข้าไปบำรุงรักษา
สวนป่า จึงเป็นค่าใช้จ่ายรวมอยู่กับการปลูกและการดูแลรักษา
สวนป่า

การปลูกสวนป่าแถวแรกวัดจากเขตที่ดินทางทิศ
ตะวันออก ห่างจากเขตที่ดิน 6 เมตร ปลูกแถวที่สองห่าง
ออกไป 8 เมตร เป็นทั้งหมด 7 แถว แต่แถวที่ 7 ได้ไม่เต็มแถว

แต่ละแถวปลูกไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ทุกระยะ 8 เมตร และ
ปลูกไม้ยืนต้นขนาดกลาง ทุกระยะ 8 เมตร ระหว่างไม้ยืนต้น
ทั้งสองขนาด ปลูกไม้พุ่มทุกระยะ 2 เมตร Figure 4 แสดง
แผนผังการปลูกสวนป่า ทำให้ปลูกไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ได้ 132
ต้น ไม้ยืนต้นขนาดกลางได้ 113 ต้น และ ไม้พุ่ม 260 ต้น

รายการต้นไม้

รายการไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ไม้ยืนต้นขนาดกลาง และ
ไม้พุ่ม ที่ปลูกในแปลงที่ดิน ให้เลือกชนิดต้นไม้ในสังคมพืช
ป่าทาม ตามหลักการป่านิเวศ (Eco-forest) พันธุ์ไม้ที่ปลูก
จะต้องเป็นชนิดพันธุ์ไม้ดั้งเดิม (Native species) และ ควร
เป็นไม้ยืนต้นในรายการต้นไม้ที่ใช้ทำคาร์บอนเครดิตได้
ประจำปี 2568 แสดงใน Table 3

3.8. การประมาณค่าใช้จ่ายการลงทุน

ทางเลือกที่ 1 มีเพียงค่าใช้จ่ายภาษี 61,430 บาท
ในช่วง 15 ปี

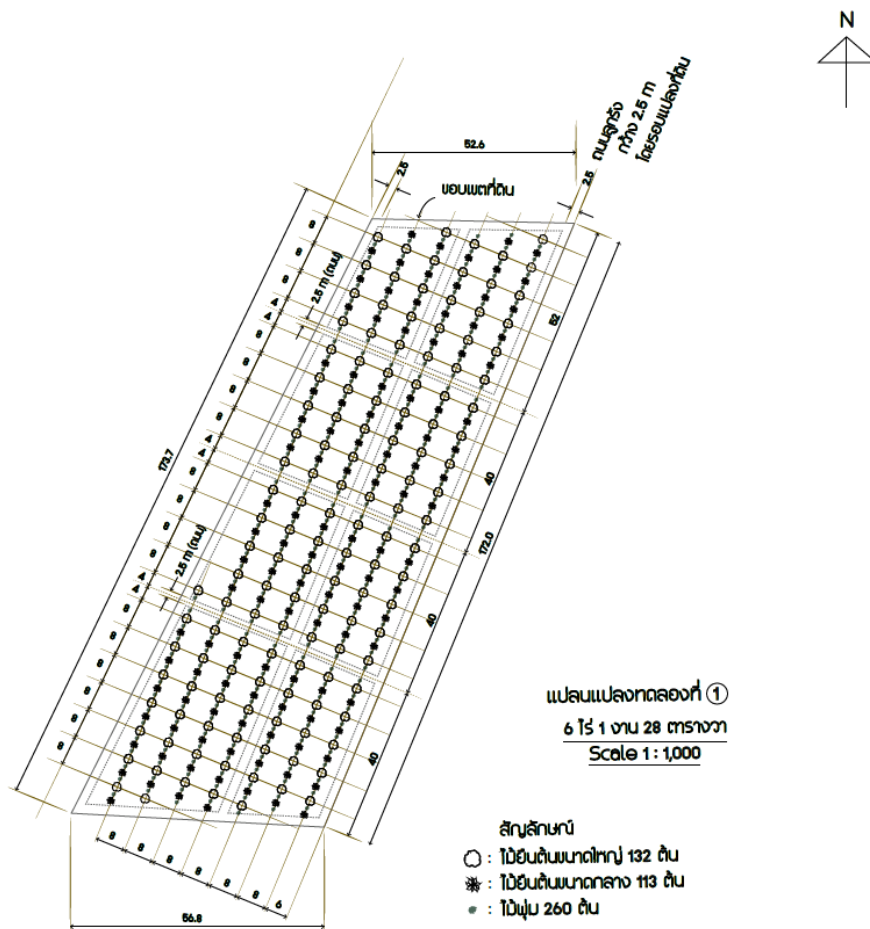


Figure 4 Plan for forest plantation of study area Plot 1

Table 3 The list of plants in the lowland floodplain forest includes trees, climbing shrubs and ivy

Type	List of plants
Large trees (upper canopy is 7-20 meters high)	คางคัง/คาง*, จาน/ทองกวาว*, แก/สะแกนา* ¹ , เปื่อยน้ำ/ตะแบกนา* ¹ , ทม/กระทุ่มนา*, กระโดนน้ำ/จิกนา* ¹ , หวานา* ¹ , คำไก่/ประคำไก่, ก้านเหลือง, แสง/ชุมแสง*, แห่/สะตือ*, สะมิง/เฌียงพ้านางแอ* ¹ , กระเบา* ¹ , คั่นกิ่ง/สีเสียดน้ำ, แดงสะแก, เปื่อยกระแตง*, หมากเม่าทาม, ขี้กะลุ่ม*, หมากแขว/มะกอกน้ำ, ทองหลางน้ำ*, กะสิน/รวงผึ้ง*
Medium trees (upper canopy is 1-7 meters high)	ไผ่ป่า* ¹ , เปื่อยน้ำ/ตะแบกนา* ¹ , กระโดนน้ำ/จิกนา* ¹ , ฝ้ายน้ำ*, หูลิง/แพบน้ำ*, ข่อย, ข่อยน้ำ, ขามแป/มะขามแขก*, อินถวาน้อย*, เบ็นน้ำ*, หมากกะดัน/มะดัน*
Climbing shrubs	ไผ่กะชะ*, คัดเค้า*, นาวน้ำ*, เครือกระพี*, เขทาม*, กระจับเครือ*, เครือตายดิบ*, ตีปลาขอ*, เสียน้อย*, ตาไก่/กำแพงเจ็ดชั้น
Ivy	เครือตาปลา/เถาวัลย์เปรียง, ฝั่วน้ำ, เบ็นน้ำ*, เครือทะมอง/ถอบแถบน้ำ, หนามกระทิง*, ตีนชันเหียน*, เครือปลอก, หมากขี้ฮั่น, เครือชูด, เครือไฟสง*, ฮั่นแฮด/รสสุคนธ์, เครือไล่ไก่, มันแขง*, เครือตายดิบ*, หวายน้ำ*

Remark:

*Plants with a high level of fidelity to the lowland floodplain forest, like to grow or are found only in the forest.

¹It is included in the list of trees that can be used to generate carbon credits in 2024.

ทางเลือกที่ 2 ค่าใช้จ่ายการลงทุนประกอบด้วย ค่าต้นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ค่าไม้ยืนต้นขนาดกลาง และ ค่าไม้พุ่ม รวม 23,820 บาท ค่าแรงเป็นค่าจ้างจัดวัชพืช พรุนดิน ขุดหลุมปลูก ตามแนวที่จะปลูกกล้าไม้ 3,750 บาท และค่าบำรุงรักษา ปีละ 1,140 บาท/ไร่ รวม 3 ปี เป็นเงิน 21,546 บาท คาดว่าหลังปีที่ 4 เป็นต้นไป จะมีผลผลิตจากป่าที่ปลูก ที่เกษตรกรผู้ดูแลสามารถใช้ประโยชน์ได้ทดแทนการจ่ายค่าบำรุงรักษา รวมเป็นค่าลงทุนและบำรุงรักษา 49,116 บาท หรือ 7,796 บาท/ไร่ รายละเอียดแสดงใน Table 4

ทางเลือกที่ 3 ต่างจากทางเลือกที่ 2 ที่ลดพื้นที่ปลูกเหลือ 5 ไร่ จึงทำให้ค่าใช้จ่ายการลงทุนลดลงตามสัดส่วนพื้นที่ที่ลดลง รวมเป็นค่าลงทุนและบำรุงรักษา 39,010 บาท หรือ 7,802 บาท/ไร่ รายละเอียดแสดงใน Table 5

3.9. การประมาณคาร์บอนเครดิต

ทางเลือกที่ 2 หากต้นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ จำนวน 132 ต้น มีขนาดเส้นรอบวงเฉลี่ย 50 เซนติเมตร สูงเฉลี่ย 15 เมตร ประเมินเป็นมูลค่าคาร์บอนเครดิต 20,930 บาท ต้นไม้ยืนต้นขนาดกลาง จำนวน 113 ต้น มีขนาดเส้นรอบวงเฉลี่ย 70 เซนติเมตร สูงเฉลี่ย 7 เมตร ประเมินเป็นมูลค่าคาร์บอนเครดิต 18,042 บาท รวมเป็นมูลค่าคาร์บอนเครดิต 38,973

บาท ทั้งนี้ยังไม่คิดค่าใช้จ่ายของผู้ประเมิน

ทางเลือกที่ 3 มีจำนวนต้นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ลดลงตามสัดส่วนของพื้นที่ปลูกที่ลดลง จำนวน 102 ต้น ใช้ขนาดต้นเหมือนกับทางเลือกที่ 2 ประเมินเป็นมูลค่าคาร์บอนเครดิต 16,649 บาท ต้นไม้ยืนต้นขนาดกลาง จำนวน 90 ต้น ขนาดต้นเหมือนกับทางเลือกที่ 2 ประเมินเป็นมูลค่าคาร์บอนเครดิต 14,370 บาท รวมเป็นมูลค่าคาร์บอนเครดิต 31,019 บาท รายละเอียดแสดงใน Table 6

ส่วนทางเลือกที่ 1 การปล่อยให้พื้นที่ที่มีการฟื้นตัวตามธรรมชาติ ยังไม่มีผลการศึกษาที่ชัดเจนว่าการขยายพันธุ์และเติบโตของป่าทาม จากสภาพเดิมที่เป็นไร่อ้อยรกร้าง ในระยะ 10-15 ปี เป็นอย่างไร จึงไม่สามารถประเมินมูลค่าคาร์บอนเครดิตได้

3.10. ความคุ้มค่าในการลงทุน

ราคาประเมินของแปลงที่ดินนี้ ประมาณ 455,040 บาท (180 บาท/ตารางวา) หากถูกจัดเป็นประเภทที่ 4 ที่ดินรกร้างว่างเปล่า จะเสียภาษีที่ดิน 0.3 % ปี และจะเพิ่มขึ้นอีก 0.3 % ในทุก ๆ 3 ปี แต่หากถูกจัดเป็นประเภทที่ 3 ที่ดินเพื่อการเกษตร จะเสียภาษีที่ดิน 0.01% (เจ้าของที่ดินหลายแปลง มูลค่ามากกว่า 50 ล้านบาท)

Table 4 Estimating the cost of forest plantation, option 2

No.	List	Unit	Number	Material cost (Baht)		Wages (Baht)		Total (Baht)
				Unit cost	Total	Unit cost	Total	
1	Large tree sprout	Tree	132	70	9,240	10	1,320	10,560
2	Medium tree sprout	Tree	113	60	6,780	10	1,130	7,910
3	Shrubs sprout	Tree	260	30	7,800	5	1,300	9,100
4	Maintenance for 3 years	Rai	6.3	0	0	3,240	21,546	21,546
Total					23,820		25,296	49,116

Table 5 Estimating the cost of forest plantation, option 3

No.	List	Unit	Number	Material cost (Baht)		Wages (Baht)		Total (Baht)
				Unit cost	Total	Unit cost	Total	
1	Large tree sprout	Tree	105	70	7,350	10	1,050	8,400
2	Medium tree sprout	Tree	90	60	5,400	10	900	6,300
3	Shrubs sprout	Tree	206	30	6,180	5	1,030	7,210
4	Maintenance for 3 years	Rai	5	0	0	3,240	17,100	17,100
Total					18,930		20,080	39,010

Table 6 Carbon credit assessment, options 2 and 3

Parameters	Large sized tree	Medium sized tree
Tree circumference (cm)	50	70
Height of the measurer H ₂ (m)	1.6	1.6
Distance from trees (m)	15	12
Angle of treetop (Degree)	45	30
Height H ₁ (m)	15.0	6.9
Wood volume (m ³ /tree)	0.3303	0.3326
Carbon content (Kcarbon/tree)	99.10	99.79
Basic carbon credit (Baht/tree)	39.64	39.92
Total carbon credits (Baht/tree)	158.56	159.66
Number of trees - Option 2	132	113
Total Carbon Credits - Option 2 (Baht)	20,930	18,042
Total	38,973	
Number of trees - Option 3	105	90
Total Carbon Credits - Option 3 (Baht)	16,649	14,370
Total	31,019	

ทางเลือกที่ 1 ที่ดินยังถูกจัดเป็นประเภทที่ 4 ที่ดินรกร้างว่างเปล่า จากปัจจุบันไปอีก 15 ปี จะเสียภาษีที่ดิน 61,430 บาท ทางเลือกที่ 2 ถ้างลงทุนทำเป็นสวนป่าทาม จะเสียภาษี 683 บาท ทำให้ประหยัดค่าภาษี 60,748 บาท นำเงินภาษีที่ประหยัดได้ในอนาคต ไปลงทุนสร้างสวนป่าเศรษฐกิจ เป็นกล้าไม้ 27,570 บาท ค่าบำรุงรักษา 27,546 บาท สร้างรายได้ให้ผู้ดูแลสวนป่าทามนี้สูงสุดประมาณ 6,000 บาท/ปี รวม 15 ปี เป็นเงิน 59,000 บาท รวมกับภาษีที่ประหยัดได้ 60,748 บาท ทำให้เป็นเงินสะสม 70,632 บาท เมื่อปีที่ 15 เมื่อคิดสมมูลระหว่างรายรับและรายจ่าย จะมีตัวเลขสะสมเป็นบวกได้ตั้งแต่ปีที่ 10 เป็นต้นไป รายละเอียดรายปีแสดงใน Table 7 ทั้งนี้ยังไม่รวมคาร์บอนเครดิตที่เป็นตัวเงิน

ทางเลือกที่ 3 เพิ่มการลงทุนขุดสระน้ำ ทำให้เกิดความสะดวกและลดความเสี่ยงการขาดน้ำ เพราะมีแหล่งน้ำ

ชลประทานในพื้นที่เป็นของตนเอง แต่ทำให้พื้นที่ปลูกสวนปาลดลง เนื่องจากมีแหล่งน้ำที่สะดวกมากกว่าทางเลือกที่ 2 จึงทำให้รายได้จากสวนป่าของผู้ดูแลสวนป่าไม่ต่างจาก ทางเลือกที่ 2 เงินภาษีที่ประหยัดได้ในอนาคตรวมแล้วยังน้อยกว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนตัวเลขสะสมจึงยังติดลบ เมื่อคิดสมมูลระหว่างรายรับและรายจ่าย จะมีตัวเลขสะสมเป็นบวกได้หลังจากปีที่ 15 รายละเอียดรายปี แสดงใน Table 8

ทั้งนี้การลงทุนดูแลรักษาสวนป่าในช่วง 3 ปี หากดำเนินการไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้ต้นกล้าเสียหายต้องปลูกทดแทน และหรือต้นไม้ในสวนป่าทามไม่สามารถเติบโตได้ตามศักยภาพ อาจทำให้รายได้จากพืชพรรณในสวนป่าตั้งแต่ปีที่ 4 เป็นต้นไปลดลง ต้นไม้โตช้าลง ส่งผลให้มูลค่าคาร์บอนเครดิตอาจลดลงกว่าที่คาดการณ์ จึงเป็นความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการดูแลรักษาสวนป่า

Table 7 Assessment of the balance of income and expenses of the forest plantation, option 2, WACC = 10.0%

Year	Expense (Baht)		Income (Baht)		Balance (Baht)	Accumulation (Baht)
	Sprout	Maintenance	Save on taxes	Plants in the forest		
1	27,570	7,182	1,320	0	-33,432	-33,432
2	0	7,182	1,320	0	-5,862	-39,295
3	0	7,182	1,320	0	-5,862	-45,157
4	0	0	2,685	2,000	4,685	-40,472
5	0	0	2,685	2,000	4,685	-35,788
6	0	0	2,685	3,000	5,685	-30,103
7	0	0	4,050	4,000	8,050	-22,053
8	0	0	4,050	6,000	10,050	-12,003
9	0	0	4,050	6,000	10,050	-1,953
10	0	0	5,415	6,000	11,415	9,462
11	0	0	5,415	6,000	11,415	20,877
12	0	0	5,415	6,000	11,415	32,292
13	0	0	6,780	6,000	12,780	45,072
14	0	0	6,780	6,000	12,780	57,852
15	0	0	6,780	6,000	12,780	70,632
Total	27,570	27,546	60,748	59,000		

Remark:

Balance = Income-Expense, for example year 1 = (1,320+0) - (27,570+7,182) = -33,432

NPV = 5,414 Baht, IRR = 11.6 %, WACC = Weighted average cost of capital

Table 8 Assessment of the balance of income and expenses of the forest plantation, option 3

Year	Expense (Baht)			Income (Baht)		Balance (Baht)	Accumulation (Baht)
	Digging pond	Sprout	Maintenance	Save on taxes	Plants in the forest		
1	144,560	21,910	5,700	1,320	0	-170,850	-170,850
2		0	5,700	1,320	0	-4,380	-175,231
3		0	5,700	1,320	0	-4,380	-179,611
4		0	0	2,685	2,000	4,685	-174,926
5		0	0	2,685	2,000	4,685	-170,242
6		0	0	2,685	3,000	5,685	-164,557
7		0	0	4,050	4,000	8,050	-156,507
8		0	0	4,050	6,000	10,050	-146,457
9		0	0	4,050	6,000	10,050	-136,407
10		0	0	5,415	6,000	11,415	-124,992
11		0	0	5,415	6,000	11,415	-113,577
12		0	0	5,415	6,000	11,415	-102,162
13		0	0	6,780	6,000	12,780	-89,382
14		0	0	6,780	6,000	12,780	-76,602
15		0	0	6,780	6,000	12,780	-63,822
Total	144,560	21,910	17,100	60,748	59,000		

Remark:

Balance = Income-Expense, for example year 1 = (1,320+0) - (144,560+21,910+5,700) = -170,850

NPV = -129,432 Baht, IRR = -4.4 %

4. บทสรุป

ทางเลือกที่ 1 กรณีที่ดินถูกปล่อยให้พื้นที่มีการฟื้นตัวตามธรรมชาติ ถูกจำแนกเป็นประเภทที่ดินรกร้างว่างเปล่าเจ้าของที่ต้องเสียภาษีในอัตราก้าวหน้า เป็นรายจ่ายที่ไม่มีรายรับที่สามารถประเมินได้อย่างชัดเจน ชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อมไม่ได้รับประโยชน์

ทางเลือกที่ 2 นำที่ดินมาใช้ประโยชน์ ลงทุนปลูกสวนป่าเต็มพื้นที่ สามารถใช้น้ำจากแหล่งน้ำใกล้เคียง นำภาษีที่ดินที่ประหยัดได้ มาลงทุนสร้างสวนป่าตาม ใช่วิธีการปลูกแบบป่านิเวศ เพื่อให้ต้นไม้มีอัตราการรอดตายสูง และร่นระยะเวลาการเติบโตของสวนป่าให้เร็วขึ้น พืชในสวนป่านอกจากมีมูลค่าที่ตัวเนื้อไม้แล้ว ยังเป็นแหล่งอาหารทั้งคนและสัตว์ สมุนไพร เชื้อเพลิง วัสดุ ให้กับผู้ดูแลสวนป่าและชุมชนตามกติกาที่ตกลงกัน ต้นไม้เหล่านี้ยังดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถนำมาขึ้นทะเบียนโครงการคาร์บอนเครดิตได้อีกด้วย ปีที่ 15 สมดุลของรายได้-รายจ่ายเป็นบวกที่ 70,632 บาท

ส่วนทางเลือกที่ 3 เพิ่มการลงทุนขุดสระเก็บน้ำในพื้นที่ขนาด 1.17 ไร่ ที่เพียงพอต่อการกักเก็บน้ำสำหรับการปลูกสวนป่า ใช้พื้นที่ที่เหลือปลูกสวนป่าตาม แต่เป็นการลงทุนที่ใช้เงินมากกว่าเงินภาษีที่ประหยัดได้ การมีสระน้ำไม่ได้มีประโยชน์มากกว่าทางเลือกที่ 2 ปีที่ 15 สมดุลของรายได้-รายจ่ายเป็นลบที่ 63,822 บาท

ทางเลือกที่ 2 มีความเหมาะสม มากที่สุด โดยไม่ต้องลงทุนขุดสระเก็บน้ำ เนื่องจากมีแหล่งน้ำคลองชีเฒ่า อยู่ติดกับแปลงที่ดิน ที่สามารถนำน้ำมาใช้ได้ตลอดทั้งปี มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์มากที่สุด โดยช่วยลดภาระภาษีที่ดิน สร้างรายได้จากผลผลิตจากป่า และมีศักยภาพในการสร้างรายได้จากคาร์บอนเครดิตในอนาคต

หากการดำเนินการตามโครงการนำร่องนี้ประสบความสำเร็จ อาจขยายผลไปพื้นที่ป่าตามในพื้นที่แปลงอื่น ๆ ที่ จะเกิดประโยชน์ทั้งในทางเศรษฐกิจ สังคม ชุมชนและสิ่งแวดล้อม ในวงกว้างต่อไป โดยมีข้อควรคำนึงคือ โครงการ

นำร่องนี้ พื้นที่แปลงที่ดินตั้งอยู่ในเขตป่าทาม หากการสำรวจในภาคสนามพบว่า ที่ตั้งแปลงที่ดินเป็นเขตที่มีน้ำท่วมปกติไม่เกิน 1 เมตร และไม่เกิน 1 เดือน เป็นเขตที่ดินหรือรอยต่อกับป่าบก ดังนั้นชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมในเขตนี้ มีเพิ่มเติมจากเขตป่าทามได้อีก

การใช้ประโยชน์ที่ดินที่เป็นกรรมสิทธิ์ส่วนบุคคลให้ได้ประโยชน์สูงสุด ด้วยข้อจำกัดที่ตั้งแปลงที่ดินส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ลุ่มต่ำแม่น้ำชี-มูล มีช่วงเวลาที่น้ำท่วมขังในฤดูน้ำหลากไม่สามารถใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อการเกษตร เช่น ปลูกอ้อย มันสำปะหลัง ฯลฯ ไม่มีความคุ้มค่ากับการลงทุน มีความเสี่ยงต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต หากพิจารณาความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น ๆ มาแล้ว เช่น การให้เช่าที่ดินเพื่อทำการเกษตร แนวทางการใช้ประโยชน์โดยการปลูกสร้างสวนป่า จึงเป็นแนวทางที่เป็นทางเลือกที่ดี เมื่อพิจารณาถึงข้อจำกัดของพื้นที่ และไม่จำเป็นต้องรอการพัฒนาาระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานของรัฐ เช่น ถนน ไฟฟ้า ชลประทาน ฯลฯ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้บริหารและบุคลากรของ บริษัทน้ำตาลสุรินทร์ จำกัด ทั้งจากแผนกงานวิจัยและพัฒนา และแผนกหลักทรัพ์และรัฐกิจสัมพันธ์ ที่สนับสนุนการประสานงานสำรวจพื้นที่ สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการสำรวจและศึกษา ตลอดจนข้อมูลแปลงที่ดิน

6. References

- [1] Martin-Smith, K.M. 2004. Ecology : Aquatic habitats in forest ecosystem. In: Burley, J. (ed.) **Encyclopedia of Forest Sciences**. Amsterdam: Elsevier.
- [2] Chanpoorn, A. 2023. **Lowland Floodplain Forest, Lost Ecosystems**. <https://www.seub.or.th/blogging/knowledge/2023-131>. Accessed 22 February 2025. (in Thai)
- [3] Phuphat, M. and et al. 2018. **Lowland Floodplain Forest in the Northeast**. Bangkok: Forest Herbarium, Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. (in Thai)
- [4] Ahmadzai, M.R. and et al. 2023. The societal and economic impact of reforestation strategies

and policies in Southeast Asia - A review. **Forests**. 14(1): 1.

- [5] Khammongkol, K. and et al. 2013. Study of the social structure of the lowland floodplain forest in the Mun River Basin. **Journal of Forestry**. 32(Suppl.): 97-109. (in Thai)
- [6] Toyota Motor Corporation. 2016. **Toyota launches Biodiversity & Sustainability Learning Center to complement its Biotope project in Thailand**. <https://global.toyota/en/detail/12564657>. Accessed 19 March 2025.
- [7] Pacheco, P., Beatty, C. and Patel, J. 2024. Chapter 9 An economic view on the costs and benefits of forest restoration. In: Katila, P. and et al. (eds.) **Restoring Forests and Trees for Sustainable Development: Policies, Practices, Impacts, and Ways Forward**. Oxford: Oxford Academic.
- [8] Tedesco, A.M. and et al. 2022. The role of incentive mechanisms in promoting forest restoration. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**. 378(1867): 20210088.
- [9] Sigma Hydro Consultant Co., Ltd., Khon Kaen University and SNT Consultant Co., Ltd. 2021. **Environmental Assessment Study Project Strategic Level, Mun River Basin Area**. https://sea.nesdc.go.th/sea_admin/images/project/reports/10/ไฟล์เล่มรายงาน%2010/4.pdf. Accessed 25 March 2025. (in Thai)
- [10] Forestry Research Group. 2013. **Forest Planting Pattern Using Agroforestry System**. Bangkok: Royal Forest Department. (in Thai)
- [11] Agarwood Plants (Thailand) Co., Ltd. 2025. **Tree measurement and valuation**. <https://www.agarwoodapt.com/tree-measurement-and-valuation>. Accessed 18 April 2025. (in Thai)
- [12] Dumrongrojwattana, P. and et al. 2022. **Learning Base: Carbon Credit**. https://www.rspgchula.sc.chula.ac.th/activity/Udom_camp65/CHAPTER%202_%20Carbon%20Credit.pdf. Accessed 18

- April 2025. (*in Thai*)
- [13] Agarwood Plants (Thailand) Co., Ltd. 2025. **List of Trees That Can Be Used to Generate Carbon Credits in 2025**. <https://www.agarwoodapt.com/18100506/>. Accessed 9 October 2025. (*in Thai*)
- [14] Greenhouse gas management organization (Public organization). 2025. **Carbon Market**. <https://carbonmarket.tgo.or.th/>. Accessed 18 April 2025. (*in Thai*)
- [15] Thai G garden. 2024. **Thai G Rare Plant Breeding Center**. <https://www.facebook.com/profile.php?id=100057523237976>. Accessed 20 March 2025. (*in Thai*)
- [16] Budget Bureau. 2024. **Unit Price Rate**. <https://www.bb.go.th/topic-detail.php?id=17209&mid=281&catID=0>. Accessed 18 April 2025. (*in Thai*)
- [17] Electricity Generating Authority of Thailand. 1992. **Surface Runoff and Specific Yield of River Basins in Thailand**. Nonthaburi: Electricity Generating Authority of Thailand. (*in Thai*)
- [18] Royal irrigation department Thailand. 2009. **The Study of Runoff Coefficient and Relation between Mean Annual Runoff of 25 River Basins in Thailand**. Bangkok: Royal irrigation department Thailand. (*in Thai*)
- [19] Amatayakul, P. and Chomtha, T. 2014. **Agriculture Meteorology to Know for Sri Saket**. Bangkok: Meteorological Department. (*in Thai*)