แบบฟอร์มข้อเสนอโครงการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ (Full Proposal)

งบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF)

ชื่อหน่วยงาน ..คณะวิทยาศาสตร์.....

<u>ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป</u>

1. โครงการวิจัยนี้อยู่ภายใต้แผนงาน ความเป็นกลางทางคาร์บอนและการจัดการของเสียและเศษเหลือทางการเกษตร (Carbon neutrality and management of agricultural waste and residues)

2. ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) การพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียงในบริเวณโครงการพัฒนาบ้านโปง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์

(ภาษาอังกฤษ) Prediction of carbon sequestration of Dipterocarpus Obtusifolius Trees in the Ban Pong Development Project under the Royal Initiative, Maejo University, Chiang Mai, using artificial intelligence

3. ชื่อโครงการวิจัยย่อยภายใต้โครงการวิจัย (หากมี)

ลำดับ	ชื่อโครงการย่อย	งบประมาณ (บาท)	หัวหน้าโครงการย่อย

4. ลักษณะโครงการวิจัย

● โครงการใหม่ ที่เริ่มดำเนินการในปีที่เสนอขอ ดำเนินงาน .....1.....ปี
งบประมาณรวมทั้งโครงการ 470,081 บาท
ปีงบประมาณ .....2569..... งบประมาณ 470,081 บาท

5. โครงการยื่นเสนอขอรับทุนจากหน่วยงานอื่นหรือไม่

● ไม่ยื่นเสนอ ○ ยื่นเสนอ ระบุหน่วยงาน.....

6. คำสำคัญ (Keywords) (กำหนดไม่เกิน 5 คำ)

(ภาษาไทย)	มวลชีวภาพ	สมการแอลโลเมตรี	ตัวแบบการถดถอย
	คาร์บอนเครดิต	ไม้ยางเหียง	ปัญญาประดิษฐ์
(ภาษาอังกฤษ)	biomass	allometric equations	regression model
	carbon credit	Dipterocarpus obtusifolius trees Artificial Intelligence	

7. สาขาการวิจัย (เลือกจากฐานข้อมูลในระบบ)

สาขาการวิจัยหลัก วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ

สาขาการวิจัยย่อย คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์และสารสนเทศศาสตร์

8. ISCED **(International Standard Classification Of Education)**

ISCED Broad field 05 Natural sciences, mathematics and statistics
ISCED Narrow field 054 Mathematics and statistics
ISCED Detailed field 0540Mathematics and statistics not further defined

9. รายละเอียดของคณะผู้วิจัย (ใช้ฐานข้อมูลจากระบบสารสนเทศกลางเพื่อบริหารงานวิจัยของประเทศ)
ประกอบด้วย

ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน	ตำแหน่งในโครงการ	สัดส่วนการดำเนินโครงการวิจัย
ผศ.กมลเทพ มีคำ	สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์	หัวหน้าโครงการวิจัย	35%
ผศ. ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี	สาขาทรัพยากรป่าไม้และการจัดการ คณะผลิตกรรมการเกษตร	ที่ปรึกษาโครงการ	15%
ผศ.ดร.**จีรวรรณ พัชรประกิติ**	สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์	ผู้ร่วมวิจัย	30%
อ.ดร.ธวัชชัย เพชรธาราทิพย์	สาขาวิทยาการการหาภาวะที่เหมาะสมทางอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์	ผู้ร่วมวิจัย	20%

<u>ส่วนที่ 2 ข้อมูลโครงการวิจัย</u>

1. บทสรุปข้อเสนอโครงการ (ไม่เกิน 3000 คำ)

ปัจจุบันมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกได้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศและส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มนุษย์สร้างขึ้นนั้นส่วนใหญ่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหิน และ ก๊าซธรรมชาติ แหล่งที่มาหลักของการปล่อยมลพิษทั่วโลก ได้แก่ การขนส่ง อุตสาหกรรม และการเผาไหม้เชื้อเพลิงสำหรับไฟฟ้าและความร้อน ซึ่งก๊าซเรือนกระจกสามารถส่งผลกระทบโดยตรง คือทำให้โลกมีพลังงานความร้อนสะสมอยู่บนผิวโลกและชั้นบรรยากาศมากขึ้น อันเป็นต้นเหตุให้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ผลที่ตามมาก็คือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม การผันแปรของสภาพภูมิอากาศของโลกและท้องถิ่น ด้วยเหตุนี้จึงได้เกิดข้อตกลงในพิธีสารเกียวโตได้กำหนดกลไกต่างๆ ให้ประเทศพัฒนาแล้วต้องลดปริมาณการปล่อยก๊าซที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะโลกร้อน หนึ่งในกลไกคือการซื้อขายมลพิษ หรือ คาร์บอนเครดิต(Carbon Credit) กับประเทศที่กำลังพัฒนา เพราะประเทศที่พัฒนาแล้วกำลังอยู่ในภาวะที่ไม่สามารถลดก๊าซที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกลงตามที่กำหนดไว้ได้ โดยประเทศไทยเป็น

ประเทศในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่ไม่ถูกบังคับให้มีพันธกรณีในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่สามารถร่วมดำเนินโครงการได้ในฐานะผู้ผลิตคาร์บอนเครดิตจากการดำเนินโครงการได้

ทรัพยากรป่าไม้เป็นปัจจัยที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นทั้งทางตรงและทางอ้อม และยังเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) นำมาสะสมในรูปของมวลชีวภาพ(Biomass) และปัจจุบันนี้ได้มีหน่วยงานที่ส่งเสริมให้มีการนำคาร์บอนที่ถูกกักเก็บในต้นไม้มาเพิ่มมูลค่าโดยการซื้อขายในตลาดคาร์บอน(Carbon Market) เช่น องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน)(อบก.) ทำให้พื้นที่ป่าไม้มีศักยภาพในการสร้างรายได้จากการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในตลาดคาร์บอน

โครงการพัฒนาบ้านโปง หรือ ป่าอนุรักษ์บ้านโปง มีสภาพเป็นป่าเต็งรัง มีความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ทางมหาวิทยาลัยแม่โจ้ใช้เป็นสถานที่วิจัยป่าในด้านต่างๆ เป็นป่าที่อยู่ในช่วงการฟื้นตัว ประกอบไปด้วยไม้ยืนต้น 5 อันดับแรก คือ เต็ง รัง ยางเหียง รักใหญ่ และพลวง จึงเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญสำหรับตลาดคาร์บอน และเครื่องมือที่สำคัญในการวัดปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ คือ สมการแอลโลเมตรี(Allometric equation) ที่เหมาะสมกับพื้นที่โครงการ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ การกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการปลูกต้นยางเหียงซึ่งเป็นพืชที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนได้ดี โครงการพัฒนาบ้านโปง อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ มีเป้าหมายในการพัฒนาและฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ รวมถึงการปลูกต้นยางเหียงเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากรและสนับสนุนความยั่งยืนของโครงการ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั่วโลก การกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้เป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ ซึ่งช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเพิ่มความยั่งยืนของระบบนิเวศ โดยเฉพาะต้นยางเหียง ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองที่เติบโตได้ดีในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ การศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียงจึงมีความสำคัญในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

โครงการพัฒนาบ้านโปง อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ มีเป้าหมายในการพัฒนาและฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ รวมถึงการปลูกต้นยางเหียงเพื่อเพิ่มปริมาณการกักเก็บคาร์บอน การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence - AI) ในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนช่วยให้การวางแผนและการจัดการทรัพยากรมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ การศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ต้นยางเหียงในบริเวณโครงการพัฒนาบ้านโปง ซึ่งเป็นโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและสามารถนำไปใช้ในการจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืน

การวิจัยนี้จะใช้เทคโนโลยี AI เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอน โดยอิงจากข้อมูลที่รวบรวมจากพื้นที่ศึกษา ซึ่งคาดว่าจะช่วยให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำและสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

2. หลักการและเหตุผล/ปัญหา/โจทย์การวิจัย

เนื่องจากประเทศไทยได้จัดทำยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศ โดยมีเป้าหมายการมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ในปี ค.ศ. 2050 และเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero GHG Emission) ในปี ค.ศ. 2065 ทั้งหน่วยงานราชการและหน่วยงานเอกชนจึงได้มีการตื่นตัวในการจัดกิจกรรมที่ลดการทำให้เกิดกาซเรือนกระจกและเพิ่มปริมาณแหล่งกักเก็บคาร์บอนมากขึ้น เช่น การปลูกต้นไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ ตลาดคาร์บอนเครดิตทั่วโลกมีการเติบโตและขยายตัวสูงมาก เนื่องจากมีต้นทุนในการดำเนินการน้อยที่สุด และเป็นเครื่องมือในการลดการปล่อยก๊าซที่คุ้มค่าที่สุด และป่าไม้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่ดีที่สุดแหล่งหนึ่ง ดังนั้นป่าไม้จึงได้มีมูลค่าถ้าสามารถคำนวณหาปริมาณคาร์บอนเพื่อนำไปซื้อขายในตลาดคาร์บอนได้ การคำนวณหาปริมาณคาร์บอนโดยตรงสามารถทำได้โดยตัดต้นไม้ในบริเวณที่สนใจมาอบแห้งแล้วชั่งน้ำหนักแต่วิธีนี้เหมาะสมสำหรับการหามวลชีวภาพในพื้นที่ขนาดเล็กเท่านั้น การคำนวณหามวลชีวภาพส่วนใหญ่จึงเป็นการคำนวณโดยอ้อม ซึ่งวิธีที่เป็นที่นิยมวิธีหนึ่งก็คือวิธีแอลโลเมตรี เพื่อประมาณน้ำหนักส่วนต่างๆของต้นไม้ ถึงแม้วาวิธีแอลโลเมตรีนี้จะทำให้การประมาณคำมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าได้ง่ายและสะดวกแต่สมการแอลโลเมตรีเพียงหนึ่งสมการไม่สามารถใช้คำนวณป่าที่มีต้นไม้หลายชนิดได้ นอกจากนี้ต้นไม้ชนิดเดียวกันแต่ปลูกในพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่ต่างกันก็ไม่สามารถใช้สมการแอลโลเมตรีร่วมกันได้ จากปัญหาดังกล่าว แนวทางงานวิจัยสำหรับการสร้างสมการแอลโลเมตรีสำหรับคำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้โดยไม่เจาะจงชนิดของผืนป่าจึงได้รับความสนใจมากขึ้น โดยพบว่า พืชที่มีความหนาแน่นของเนื้อไม้และรูปทรงต้นไม้ที่ไม่ต่างกันแล้วสามารถใช้สมการแอลโลเมตรีเดียวกันเพื่อประมาณค่ามวลชีวภาพได้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้มียุทธศาสตร์ในการวิจัยและนวัตกรรมเชิงพื้นที่ที่จะพัฒนาให้พื้นที่ที่ดูแลเป็นสังคมคาร์บอนต่ำและยังมีเป้าประสงค์ที่จะตอบโจทย์มหาวิทยาลัยสีเขียว(Green University) พื้นที่โครงการพัฒนาบ้านโปง จังหวัดเชียงใหม่ อันเนื่องมาจากพระราชดำริเองอยู่ภายใต้การดูแลของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีเนื้อที่ 3,686 ไร่ เป็นป่าเต็งรังที่รอการฟื้นตัวมีไม้ยืนต้นมากสามอันดับแรกตามลำดับดังนี้ เต็ง รัง และยางเหียง ยางเหียงจัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางผลัดใบ มีความสูงของต้นประมาณ 8-28 เมตร ลำต้นเปลาตรง แตกกิ่งก้านน้อย เรือนยอดเล็ก ซึ่งมีรูปทรงที่ประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นกระบอกตรงและกรวยตัด และเป็นต้นไม้ที่เจริญเติบโตในป่าหลายๆแห่งในประเทศไทย เช่น ป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งได้มีการหาสมการแอลโลเมตรีสำหรับพืชชนิดนี้แต่เป็นสมการที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต้น คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของต้นเท่านั้น มากไปกว่านั้น ยังเป็นการหาสมการของต้นที่อยู่ในป่าสมบูรณ์ซึ่งมีลักษณะรูปทรงและความเรียวแตกต่างจากต้นที่อยู่ในเขตพัฒนาบ้านโปงซึ่งเป็นป่าที่รอการฟื้นตัวจากการลักลอบตัดไม้ของกลุ่มทุนในอดีต

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั่วโลก การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศโดยการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการช่วยลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ต้นไม้โดยเฉพาะต้นยางเหียงมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนได้สูง ซึ่งทำให้การศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียงมีความสำคัญอย่างยิ่งในบริบทของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการพัฒนาที่ยั่งยืน

โครงการพัฒนาบ้านโปง อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ มุ่งเน้นการฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่ป่าไม้ รวมถึงการปลูกต้นยางเหียงเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน การใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อ

พยากรณ์ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนจะช่วยให้การวางแผนและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในโครงการมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ การศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ต้นยางเหียงในบริเวณโครงการพัฒนาบ้านโปง ซึ่งเป็นโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำและสามารถนำไปใช้ในการจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืน

ปัญหา

1. การคาดการณ์ที่ไม่แม่นยำ: การพยากรณ์ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียงอาจมีความไม่แม่นยำ เนื่องจากการพิจารณาปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาดของต้น, อายุ, สภาพแวดล้อม, และปัจจัยทางภูมิอากาศที่มีความแปรผันสูง
2. การขาดข้อมูล: ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียงในพื้นที่เฉพาะอาจมีความไม่ครบถ้วนหรือไม่เพียงพอ ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำของการพยากรณ์
3. ข้อจำกัดของเทคโนโลยี: การใช้เทคโนโลยี AI อาจมีข้อจำกัดในด้านการประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งอาจทำให้ผลลัพธ์การพยากรณ์มีความไม่แน่นอน

โจทย์การวิจัย

1. การพัฒนาโมเดล AI: การพัฒนาและประยุกต์ใช้โมเดล AI สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียงในพื้นที่โครงการพัฒนาบ้านโปง ซึ่งรวมถึงการเลือกและปรับปรุงอัลกอริธึมที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มี
2. การรวบรวมและการจัดการข้อมูล: การเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการพยากรณ์ รวมถึงการจัดการและการประมวลผลข้อมูลที่มีความหลากหลาย เช่น ขนาด, อายุ, สภาพแวดล้อม และปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการกักเก็บคาร์บอน
3. การประเมินความแม่นยำของโมเดล: การทดสอบและประเมินความแม่นยำของโมเดล AI ในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอน และการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงเพื่อวัดประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของการพยากรณ์
4. การวิเคราะห์และการนำไปใช้: การวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการพยากรณ์เพื่อเสนอแนวทางในการจัดการและการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

การวิจัยนี้จะช่วยให้การพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียงมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น และสนับสนุนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในโครงการพัฒนาบ้านโปงให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน

3. วัตถุประสงค์ (ระบุเป็นข้อ)

1. เพื่อพัฒนาโมเดล AI: เพื่อสร้างและพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่สามารถพยากรณ์ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียงในบริเวณโครงการพัฒนาบ้านโปงอย่างแม่นยำ

2. เพื่อประเมินความแม่นยำของโมเดล: เพื่อทดสอบและประเมินความแม่นยำของโมเดล AI ที่พัฒนาในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอน โดยเปรียบเทียบผลลัพธ์กับข้อมูลจริง

3. เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล: เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับต้นยางเหียง เช่น ขนาดของต้น, อายุของต้น, สภาพแวดล้อม, และปัจจัยทางภูมิอากาศ เพื่อใช้ในการฝึกสอนและทดสอบโมเดล

4. เพื่อเสนอแนวทางการจัดการ: เพื่อเสนอแนวทางการจัดการและการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่โครงการพัฒนาบ้านโปงโดยใช้ผลลัพธ์จากการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอน

5. เพื่อสนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืน: เพื่อสนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืนและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในโครงการพัฒนาบ้านโปง ผ่านการใช้เทคโนโลยี AI ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ

4. กรอบการวิจัย/พัฒนา

1. พื้นที่ศึกษา
    - โครงการพัฒนาบ้านโปง อันเนื่องมาจากพระราชดำริที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่
2. ประเภทของพืช
    - ต้นยางเหียงที่ปลูกในพื้นที่โครงการ
3. ระยะเวลา
    - ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลและการพยากรณ์จะครอบคลุมระยะเวลาที่กำหนดตามแผนการวิจัย
4. ปัจจัยที่พิจารณา
    - ขนาดของต้น (เส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูง 1.3 เมตร หรือ DBH)
    - อายุของต้น
    - สภาพแวดล้อม (ชนิดดิน, ความชื้น, การใช้ปุ๋ย)
    - ปัจจัยทางภูมิอากาศ (อุณหภูมิ, ความชื้น, ปริมาณน้ำฝน)
5. เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและการกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียง
6. พัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อวิเคราะห์และพยากรณ์ข้อมูล
7. ทดสอบและประเมินผลการพยากรณ์โดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง
8. วิเคราะห์ผลที่ได้และนำเสนอข้อเสนอแนะในการปรับปรุง

9. แนวคิด ทฤษฎี และสมมติฐานงานวิจัย (ไม่เกิน 3000 คำ)

มวลชีวภาพ หรือ ชีวมวล (biomass) คือสารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ ซึ่งประมาณ 47% ของมวลชีวภาพของต้นไม้มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ดังนั้น การ

คำนวณหามวลชีวภาพสามารถนำไปคำนวณหาปริมาณคาร์บอนได้ โดยมวลชีวภาพของต้นไม้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above Ground Biomass: AGB) คือ มวลทุกส่วนของ ต้นไม้ ทั้งลำต้น ใบ ดอก และผล นิยมวัดค่าออกมาในรูปของน้ำหนักสด (Fresh Weight) น้ำหนักแห้ง (Dry Weight) น้ำหนักปราศจากขี้เถ้า (Ash Free Dry Weight) น้ำหนักคาร์บอน (Carbon Weight) โดยคิดเป็นน้ำหนักต่อต้นหรือคิดเป็นน้ำหนักต่อพื้นที่
2) มวลชีวภาพใต้ดิน (Living Below-ground Biomass) ได้แก่ ส่วนของต้นไม้ที่อยู่ใต้ดิน ได้แก่ราก

ซึ่งมวลชีวภาพใต้พื้นดินของต้นไม้ใดๆสามารถประมาณได้จากมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยใช้อัตราส่วนของส่วนต่างๆของต้นไม้ในการคำนวณหาค่า ซึ่ง Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2006) ได้กำหนดให้ค่าสัดส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดินต่อมวลชีวภาพเหนือดิน เท่ากับ 0.28

การคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยอ้อมสามารถหาได้จากสมการแอลโลเมตรีที่อยู่ในรูป

$$\ln AGB = \alpha + \beta_1 \ln D + \beta_2 \ln H$$

เมื่อ

AGB แทน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

D แทน เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

H แทน ความสูงของต้นไม้

Schumacher FX และ Hall FS [7] ได้เสนอแนวคิดของการหาความสัมพันธ์แอลโลเมตรี ที่สามารถวัดความสูงของต้นไม้ได้ โดยสมการมีรูปแบบดังนี้

$$\ln(AGB) = \alpha + \beta_1 \ln D + \beta_2 \ln H + \beta_3 \ln \rho$$

เมื่อ

AGB แทน มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

D แทน เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

H แทน ความสูงของต้นไม้

ρ แทน ความหนาแน่นของเนื้อไม้

โดยที่ α, β_1, β_2 และ β_3 เป็นค่าคงที่ที่จะต้องคำนวณหาค่า

Komiyama et al. [6] ได้สร้างสมการแอลโลเมตรีสำหรับประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของลำต้นในต้นไม้ป่าชายเลน *5* ชนิดที่มีรูปทรงไม่แตกต่างกันแต่มีความแน่นของเนื้อไม้ต่างกัน และพบว่าสามารถคำนวณหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนของลำต้นได้จากสมการแอลโลเมตรีที่อยู่ในรูป

$$\ln(W_T) = \alpha + \beta_1 \ln D + \beta_2 \ln H + \beta_3 \ln \rho$$

เมื่อ

W_T แทน มวลชีวภาพเหนือพื้นดินในส่วนของลำต้น

D แทน เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

H แทน ความสูงของต้นไม้

ρ แทน ความหนาแน่นของเนื้อไม้

ยุพเยาว์ โตคีรี, ชวนพิศ จารัตน์, ดวงตา โนวาเชค และ น้องนุช สารภี(2020) [2] ได้ประมาณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์ ผลการศึกษาความหลากชนิดของไม้ต้นขนาดใหญ่ พบ 24 วงศ์ 35 ชนิด วงศ์ที่พบมากที่สุด ได้แก่ Dipterocarpaceae และผลการศึกษามวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นรายชนิด พบว่า ยางเหียงเป็นพรรณไม้ที่มีมวลชีวภาพเฉลี่ยต่อพื้นที่มากที่สุด

ศศิธร เพชรแสน และคณะ (2023) [3] ได้คำนวณปริมาณกักเก็บคาร์บอนและคาร์บอนเครดิตจากป่าชุมชนห้วยหินขาว ตำบลด่านศรีสุข อำเภอโพธิ์ตาก จังหวัดหนองคาย พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของต้นยางเหียงมีมากเป็นอันดับสามรองจากรังและประดู่

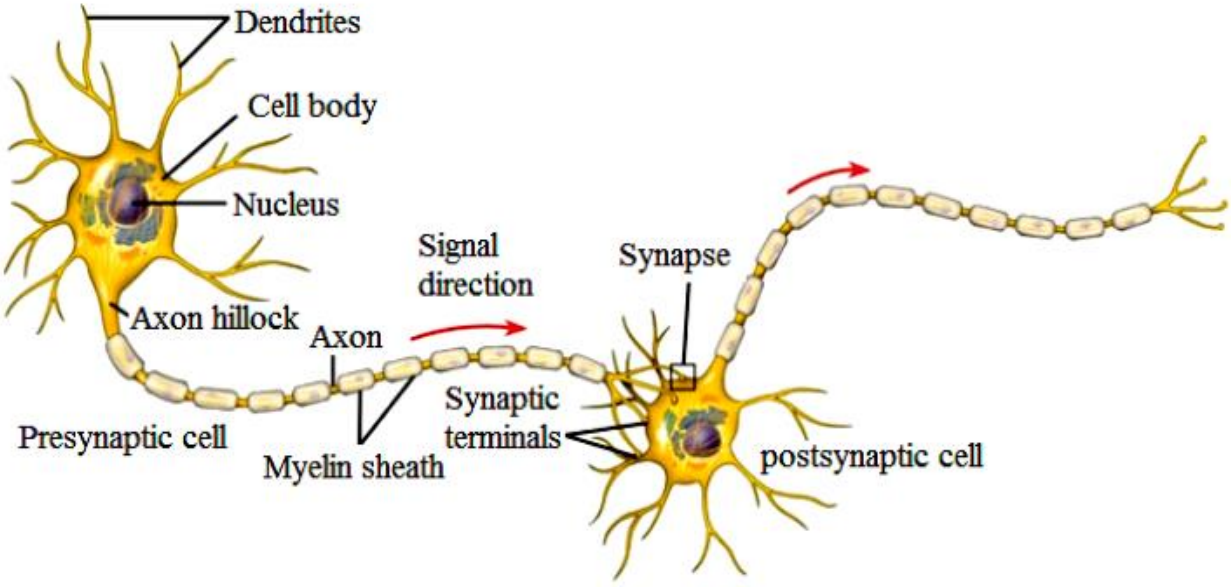
งานวิจัยที่มีการคำนวณมวลชีวภาพของทั้งสองชิ้นใช้สมการแอลโลเมตรีที่ขึ้นอยู่กับค่าเส้นผ่านศูนย์กลางสูงเพียงอกและความสูงของต้นที่อ้างอิงจากงานวิจัยของ Ogawa et al. (1965) [8]

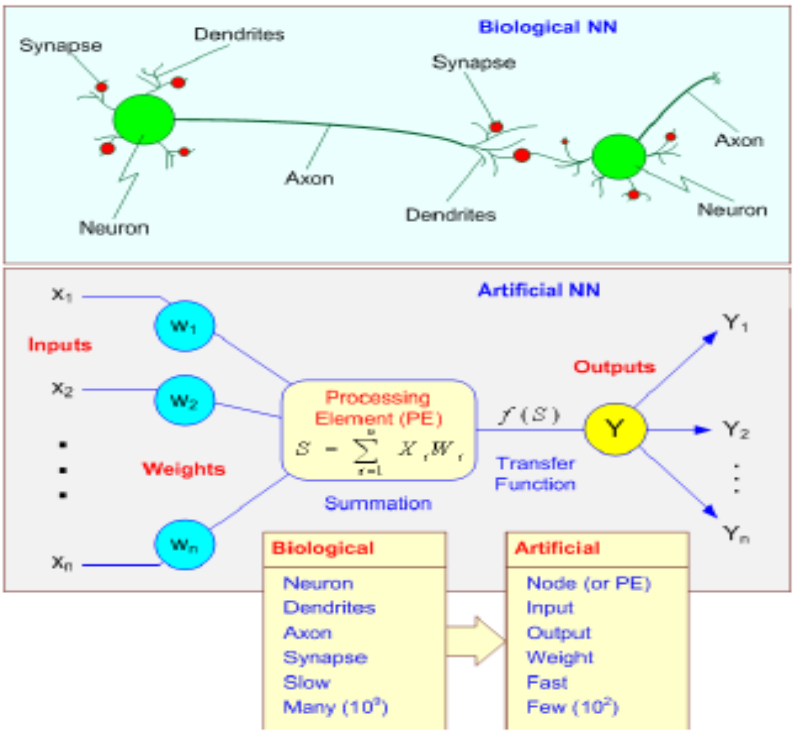
องค์การบริหารการจัดการก๊าซเรือนกระจก(อบก.) [9] ได้กำหนดสมการแอลโลเมตรีสำหรับประเมินมวลชีวภาพของป่าเต็งรังไว้ซึ่งขึ้นกับตัวแปร D และ H และเป็นสมการที่ไม่เจาะจงชนิดของต้นไม้ และยังไม่การันตีว่าจะเหมาะสมกับการนำมาคำนวณป่าบริเวณโครงการพัฒนาบ้านโปงซึ่งเป็นป่าเต็งรังที่รอการฟื้นตัวและมีจำนวนของชนิดพันธุ์ไม้แตกต่างจากป่าเต็งรังทั่วไป

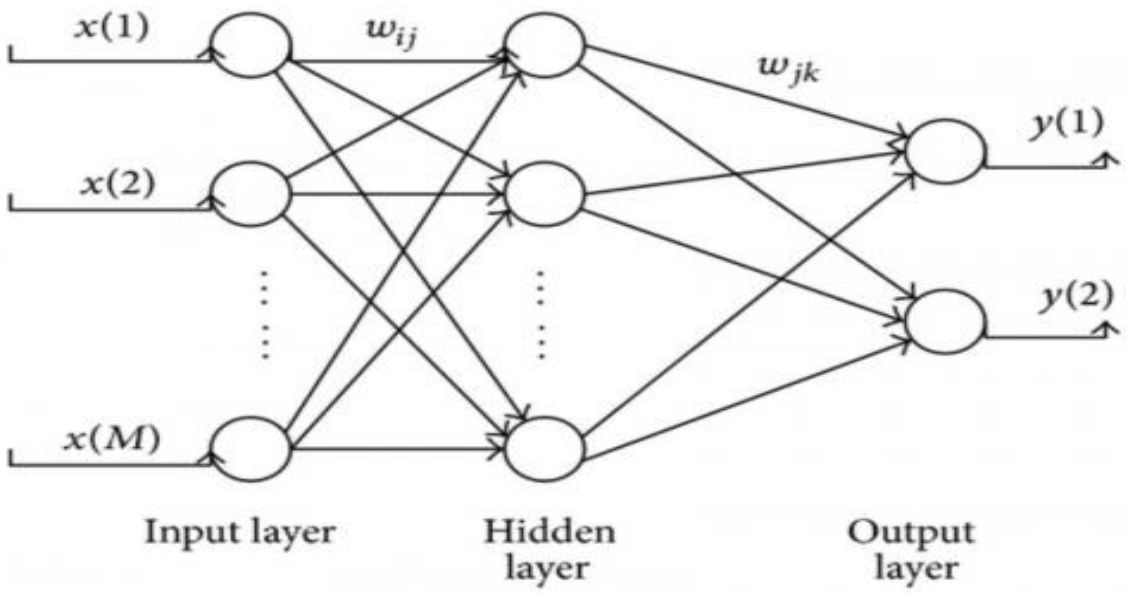
วิรวัฒน์ มาตรทอง, วิชญ์ภาส สังพาลี และคณะ [4] ได้ศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมป่าเต็งรังบริเวณโครงการพัฒนาบ้านโปงอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าต้นเหียงเป็นไม้ยืนต้นที่มีจำนวนประชากรมากเป็นอันดันดับสามรองจากเต็งและรัง

เยาวลักษณ์ วงศ์สิงห์ และคณะ [5] ได้สร้างสมการแอลโลเมตรีในการหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินสำหรับต้นอย่างเหียงที่ขึ้นอยู่กับตัวแปร D และ H ซึ่งไม่ได้นำตัวแปรความหนาแน่นของเนื้อไม้ซึ่งเป็นหนึ่งในตัวแปรที่สำคัญบรรจุเข้าไปในตัวแบบ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเชื่อมต่อแบบผสม สามารถอธิบายได้เป็นสมการเชิงอนุพันธ์เป็นดังนี้


Dendrites
Cell body
Nucleus
Axon hillock
Axon
Signal direction
Synapse
Synaptic terminals
Presynaptic cell
Myelin sheath
postsynaptic cell


Biological NN
Synapse
Dendrites
Synapse
Axon
Axon
Neuron
Dendrites
Neuron
Artificial NN
Inputs
Weights
Processing Element (PE)
Summation
Transfer Function
Outputs
Biological
Neuron
Dendrites
Axon
Synapse
Slow
Many (10^3)
Artificial
Node (or PE)
Input
Output
Weight
Fast
Few (10^2)



$$\dot{x}_i(t) = -Dx_i(t) + Af\big(x_i(t)\big) + Bf\left(x_i\big(t-\tau(t)\big)\right) + I(t) + \sum_{j=1}^{N} c_{ij}\Gamma_1 x_j(t)$$
$$+ \sum_{j=1}^{N} d_{ij}\Gamma_2 x_j(t-\tau), \quad i = 1,2,\dots,N \tag{1}$$

โดยที่ $x_i(t) = [x_{i,1}(t), x_{i,2}(t), \dots, x_{i,n}(t)]^T \in \mathbb{R}^n, i = 1,2,\dots,N$ เป็นสถานะของเซลล์ประสาทเทียมของโครงข่ายที่ i, N เป็นจำนวนของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการเชื่อมต่อ, $A = \{a_{ij}\}, B = \{b_{ij}\}$ เป็นเมทริกซ์ถ่วงน้ำหนักของตัวเชื่อมต่อ, $f\big(x_i(t)\big)$ เป็นฟังก์ชันกระตุ้นของเซลล์ประสาท, I_i เป็นตัวใส่ข้อมูลสัญญาณ, τ เป็นตัวหน่วงที่เป็นค่าคงที่, $\Gamma_1 = \mathrm{diag}\{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n\}$ และ $\Gamma_2 = \mathrm{diag}\{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}$ เป็นตัวเชื่อมต่อภายในระหว่างโครงข่าย i และ $j(j \neq i), 1 \leq i \cdot j \leq N$ และ $C = (c_{ij})_{N\times N}$ เป็นตัวเชื่อมต่อภายนอกระหว่างโครงข่ายโดยมีเงื่อนไขดังนี้

$$c_{ij} \geq 0, i \neq j,\ c_{ij} = -\sum_{j=1, j\neq i}^{N} c_{ij}$$

$$d_{ij} \geq 0, i \neq j, d_{ij} = -\sum_{j=1, j\neq i}^{N} d_{ij}$$

และเงื่อนไขของ $f\big(x_i(t)\big)$ ได้กำหนดเงื่อนไขไว้ดังนี้

กำหนด $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$ และค่าคงที่ σ_r^-, σ_r^+, ฟังก์ชันกระตุ้นของเซลล์ประสาทสอดคล้องกับ

$$\sigma_r^- \leq \frac{f_r(x_1) - f_r(x_2)}{x_1 - x_2} \leq \sigma_r^+, \quad r = 1,2,\dots,n \tag{2}$$

Wenbin Yu และคณะ (Yu, W., Zhao, F., Xu, H., Xu, M., Yang, W., Boonsiah, K., 2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO2 จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงธรรมชาติในห้องเผาไหม้ โดยการประยุกต์ใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมที่มีอัลกอริทึมแบบย้อนกลับ (back propagation) ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 15,000 ชุด เพื่อฝึกให้คอมพิวเตอร์ได้เรียนรู้ความสัมพันธ์ของข้อมูลและผลหลังจากนั้นทำการออกแบบตัวแบบการพยากรณ์ด้วยวิธี Box-Behnken ผลการศึกษาผู้วิจัยสามารถพยากรณ์ปริมาณก๊าซ CO2 ได้จากการป้อนข้อมูลค่า C, H และ O ด้วยตัวแบบการพยากรณ์ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบได้สำเร็จ

การกักเก็บคาร์บอน

- ความหมาย: การกักเก็บคาร์บอนหมายถึงกระบวนการที่พืชและต้นไม้ดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากบรรยากาศและเก็บไว้ในรูปของชีวมวล (เช่น ลำต้น, กิ่ง, ใบ) และในดิน เพื่อช่วยลดปริมาณ CO_2 ในบรรยากาศและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- ปัจจัยที่มีผล: ขนาดของต้นไม้, อายุของต้นไม้, ชนิดของดิน, สภาพแวดล้อม (เช่น ความชื้น, อุณหภูมิ), และปัจจัยทางภูมิอากาศ

ปัญญาประดิษฐ์ (*AI*) ในการพยากรณ์

- ความหมาย: *AI* ใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การเรียนรู้ของเครื่อง (*Machine Learning*) และการเรียนรู้เชิงลึก (*Deep Learning*) เพื่อพยากรณ์และวิเคราะห์ข้อมูล
- การประยุกต์ใช้: *AI* สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนโดยการสร้างโมเดลที่ใช้ข้อมูลจากตัวแปรต่างๆ เช่น ขนาดและอายุของต้นไม้, สภาพแวดล้อม และข้อมูลภูมิอากาศ

ทฤษฎีการกักเก็บคาร์บอนในพืช

- ทฤษฎีการเติบโตของต้นไม้: ต้นไม้เติบโตและสะสมคาร์บอนตามอัตราการเติบโตและการสะสมชีวมวล โดยอัตราการสะสมคาร์บอนจะสัมพันธ์กับขนาดและอายุของต้นไม้
- ทฤษฎีการถ่ายโอนคาร์บอน: คาร์บอนที่ถูกดูดซับโดยต้นไม้จะถูกถ่ายโอนจากบรรยากาศเข้าสู่ชีวมวลของต้นไม้และในดิน โดยกระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางภูมิอากาศและสภาพแวดล้อม

ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่อง (*Machine Learning*)

- ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยข้อมูล: การเรียนรู้ของเครื่องใช้ข้อมูลที่มีการป้ายกำกับ (*labeled data*) เพื่อฝึกสอนโมเดลให้สามารถคาดการณ์ค่าที่ต้องการได้
- ทฤษฎีการสร้างโมเดล: โมเดลที่สร้างขึ้นสามารถเรียนรู้จากข้อมูลและสร้างสมการที่คาดการณ์ค่าต่างๆ เช่น การกักเก็บคาร์บอน โดยการใช้เทคนิคการเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น การถดถอยเชิงเส้น (*Linear Regression*) หรือการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (*Decision Trees*)

ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงลึก (*Deep Learning*)

- ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม (*Neural Networks):* โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยหลายชั้นของหน่วยประมวลผลที่สามารถเรียนรู้ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลและคาดการณ์ผลลัพธ์ที่ต้องการ
- ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงลึก*:* ใช้การฝึกสอนโมเดลด้วยข้อมูลจำนวนมากและการปรับน้ำหนักของหน่วยประมวลผลในโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์

สมมติฐานที่ 1: ขนาดและอายุของต้นยางเหียงมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอน โดยต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่และอายุมากจะมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนสูงกว่า

สมมติฐานที่ 2: ปัจจัยทางภูมิอากาศ (อุณหภูมิ, ความชื้น, ปริมาณน้ำฝน) และสภาพแวดล้อม (ชนิดดิน, การใช้ปุ๋ย) มีผลต่อการกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียง โดยปัจจัยเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อการเติบโตและการสะสมคาร์บอนของต้นไม้

สมมติฐานที่ 3: การใช้เทคนิค *AI* (เช่น การเรียนรู้ของเครื่อง หรือการเรียนรู้เชิงลึก) จะช่วยในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียงได้แม่นยำกว่าวิธีการพยากรณ์แบบดั้งเดิม

สมมติฐานที่ 4*:* โมเดล *AI* ที่พัฒนาขึ้นจะสามารถจับความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างข้อมูลต่างๆ เช่น ขนาดของต้น, อายุของต้น, สภาพแวดล้อม, และปัจจัยทางภูมิอากาศ เพื่อให้การพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนมีความแม่นยำสูง

กรอบการวิจัยนี้จะให้แนวทางในการพัฒนาระบบ *AI* เพื่อพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียง โดยใช้ความรู้จากทฤษฎีการกักเก็บคาร์บอนและทฤษฎี *AI* เพื่อเสนอแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่โครงการพัฒนาบ้านโป่ง

เอกสารอ้างอิง(Reference)

1. J.Chave et al(2005), Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests, Ecosystem ecology, Oecologia(2005), 13 pages
2. ยุพเยาว์ โตคีรี, ชวนพิศ จารัตน์, ดวงตา โนวาเชค และ น้องนุช สารภี, การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ต้นในป่าชุมชนบ้านแสงตะวัน จังหวัดสุรินทร์, PSRU Journal of Science and Technology 5(3): 23-36, 2020
3. ศศิธร เพชรแสน และคณะ, ปริมาณกักเก็บคาร์บอนและคาร์บอนเครดิตจากป่าชุมชนห้วยหินขาว ตำบลด่านศรีสุข อำเภอโพธิ์ตาก จังหวัดหนองคาย, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 109-125(2023)
4. วิรวัฒน์ มาตรทอง, วิชญ์ภาส สังพาลี และคณะ, ลักษณะโครงสร้างของสังคมป่าเต็งรังที่มีผักหวานป่าบริเวณโครงการพัฒนาบ้านโป่งอันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่, วารสารวิจัยนิเวศวิทยาป่าเมืองไทย 1(1):82-91(2560)

5. เยาวลักษณ์ วงศ์สิงห์, ศศิธร พ่วงปาน, พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์, ความสัมพันธ์เชิงแอลโลเมตรีสำหรับประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและใต้ดินของกล้าไม้วงศ์ยาง, วารสารพฤกษศาสตร์ไทย, ปีที่ 4 ฉบับที่ Special issue หน้า 37-46
6. Komiyama, A., Jintana, V., Sangtiean, T. and S. Kato. 2002. A common allometric equation for predicting stem weight of mangroves. Ecological Research 17: 415-418
7. Schumacher FX, Hall FS (1933), Logarithmic expression of timber-tree volume, J Agric Res 47:719-734
8. Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K. and Kira, T. (1965) Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. Plant biomass. Natural and life in Southeast Asia, 4, 49-80.
9. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน)(อบก.), T-VER_TOOL-FOR/AGR-01 การคำนวณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้
10. อัศมน ลิ่มสกุล และคณะ, การพัฒนาวิธีการประเมินการกักเก็บและกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอนภายใต้โครงการพัฒนาเครื่องมือ/วิธีการประเมินกักเก็บและกระบวนการและเปลี่ยนคาร์บอน : รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, กรุงเทพฯ : กลุ่มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2561
11. Pek, J.; Wong, O.; and Wong, A. C. (2019) "Data Transformations for Inference with Linear Regression: Clarifications and Recommendations," Practical Assessment, Research, and Evaluation: Vol. 22, Article 9
12. IPCC (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change. Retrieved from IPCC
13. Brown, S. (2002). Measuring Carbon in Forests: Current Status and Future Challenges. Environmental Pollution, 116(3), 363-372. doi:10.1016/S0269-7491(01)00294-2
14. Kumar, K., et al. (2018). Carbon Sequestration Potential of Dipterocarpus alatus in Tropical Forests. Journal of Tropical Forest Science, 30(2), 203-215. doi:10.1177/0196237418778776
15. Gordon, J., et al. (2016). Variability in Carbon Sequestration Potential of Dipterocarpus Trees Across Different Forest Types. Forest Ecology and Management, 382, 231-240. doi:10.1016/j.foreco.2016.10.039
16. Breiman, L. (2001). Random Forests. Machine Learning, 45(1), 5-32. doi:10.1023/A:1010933404324
17. LeCun, Y., et al. (2015). Deep Learning. Nature, 521, 436-444. doi:10.1038/nature14539
18. Hollister, R. D., et al. (2020). Machine Learning Approaches for Predicting Carbon Sequestration in Forest Ecosystems. Ecological Modelling, 420, 108905. doi:10.1016/j.ecolmodel.2020.108905

19. Zhang, Y., et al. (2019). Application of Deep Learning in Carbon Sequestration Prediction: A Case Study of Tropical Forests. Remote Sensing, 11(10), 1156. doi:10.3390/rs11101156
20. Bastin, J.-F., et al. (2019). The Role of Forests in Carbon Sequestration and Climate Change Mitigation. Science, 365(6454), 535-538. doi:10.1126/science.aax2546
21. Chawla, N. V., et al. (2002). Data Mining for Imbalanced Datasets: An Overview. Data Mining and Knowledge Discovery, 6(1), 23-50. doi:10.1023/A:1016596005761
22. Goodfellow, I., et al. (2016). Deep Learning. MIT Press.
23. Kuhn, M., & Johnson, K. (2013). Applied Predictive Modeling. Springer.
24. Hinton, G., et al. (2012). Improving Neural Networks by Preventing Co-Adaptation of Feature Detectors. arXiv:1207.0580.
25. Liu, Y., et al. (2019). Integrating AI and Remote Sensing for Effective Forest Management and Carbon Monitoring. Remote Sensing of Environment, 231, 111218. doi:10.1016/j.rse.2019.111218
26. Miller, R. S., et al. (2020). Local Factors Affecting Carbon Sequestration in Tropical Agroforestry Systems. Agroforestry Systems, 94(4), 1453-1468. doi:10.1007/s10457-020-00484-1
27. W. Yu, F. Zhao, H. Xu, M. Xu, W. Yang, K. Boonsiah, and S. Prabakaran, “Predictive control of CO2 emissions from a grate boiler based on fuel nature structures using intelligent neural network and Box-Behnken design,” in the 10th International Conference on Applied Energy, Hong Kong, China, 22-25 August, pp.364-369, 2018.

10. ระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย

พื้นที่ที่ทำการศึกษา คือ บริเวณโครงการพัฒนาบ้านโปง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ โดยระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ใช้การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อพยากรณ์และวิเคราะห์การกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียง

2. บรรยายลักษณะของต้นยางเหียงและปัจจัยที่ส่งผลต่อการกักเก็บคาร์บอน

กระบวนการวิจัย

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสาร (Literature Review): ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้และการใช้ AI ในการพยากรณ์

2. การเก็บข้อมูล (Data Collection): รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่น ข้อมูลภูมิศาสตร์, ข้อมูลต้นไม้, ข้อมูลสภาพแวดล้อม

3. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis): ใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องและการเรียนรู้เชิงลึกในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอน

4. การทดสอบและปรับปรุงโมเดล (Model Testing and Refinement): ทดสอบความแม่นยำของโมเดลและปรับปรุงตามผลการทดสอบ

5. การสรุปผลและรายงาน (Results and Reporting): สรุปผลการวิจัยและจัดทำรายงาน

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ระบุแหล่งข้อมูล: เลือกแหล่งข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวิจัย เช่น ข้อมูลการกักเก็บคาร์บอน, ข้อมูลลักษณะต้นไม้, ข้อมูลสภาพแวดล้อม

2. เก็บข้อมูล: รวบรวมข้อมูลโดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การสำรวจภาคสนาม, การวัดค่าทางกายภาพของต้นไม้, การใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่

3. การทำความสะอาดข้อมูล: ตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดในข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องและครบถ้วน

การพัฒนาโมเดล

4. การเลือกเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง: เลือกเทคนิคที่เหมาะสม เช่น การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression), การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Trees), หรือการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

5. การฝึกสอนโมเดล: ใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมเพื่อฝึกสอนโมเดลและปรับแต่งพารามิเตอร์ให้เหมาะสม

6. การทดสอบโมเดล: ประเมินความแม่นยำของโมเดลโดยการใช้ข้อมูลทดสอบและวิเคราะห์ผลลัพธ์

การวิเคราะห์ผล

1. การประเมินประสิทธิภาพ: ใช้เมทริกซ์ต่างๆ เช่น ความแม่นยำ (Accuracy), ค่าการวัดผล (Precision), และค่าการจำแนกประเภท (Recall) เพื่อประเมินความสามารถของโมเดล

2. การเปรียบเทียบโมเดล: เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโมเดลที่ใช้เทคนิคต่างๆ และเลือกโมเดลที่มีความแม่นยำสูงสุด

การสรุปผลและการรายงาน

1. การสรุปผลการวิจัย: สรุปผลลัพธ์จากการพยากรณ์และการวิเคราะห์ข้อมูล

2. การจัดทำรายงาน: เขียนรายงานวิจัยที่สรุปถึงกระบวนการ, ผลลัพธ์, และข้อเสนอแนะ รวมถึงการนำเสนอผลการวิจัยในการประชุมวิชาการหรืองานสัมมนา

รายละเอียดของวิธีการดำเนินการ

1. การรวบรวมข้อมูลภาคสนาม: ใช้เครื่องมือการวัดเชิงกายภาพ เช่น เครื่องวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้น (DBH), เครื่องวัดความสูงของต้น

2. การบันทึกข้อมูล: จัดเก็บข้อมูลที่รวบรวมไว้ในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

การใช้เทคโนโลยี AI

3. การจัดการข้อมูล: ใช้เครื่องมือและซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการข้อมูลและการวิเคราะห์ เช่น Python, R, หรือซอฟต์แวร์ AI อื่นๆ

4. การสร้างและการฝึกสอนโมเดล: ใช้แพลตฟอร์มเช่น TensorFlow หรือ PyTorch สำหรับการสร้างโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องและการเรียนรู้เชิงลึก

การรายงานผล

1. การวิเคราะห์และการตีความผล: วิเคราะห์ข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบโมเดลและทำการตีความผลที่ได้

2. การนำเสนอผล: จัดทำสไลด์หรือเอกสารเพื่อเสนอผลการวิจัยให้แก่ผู้สนใจ

ระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการนี้จะช่วยให้การพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนในต้นยางเหียงมีความแม่นยำและเป็นระบบ และสามารถนำไปใช้ในการจัดการและพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนที่ 3 แผนการทำงาน

1. แผนการดำเนินงานวิจัย (แสดงแผนการดำเนินงานรายกิจกรรมและระยะเวลาที่ใช้ ในแต่ละปีงบประมาณ)

ปีงบประมาณ	กิจกรรม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ
2569	กิจกรรมที่ 1 : ศึกษาและสำรวจความเป็นไปได้ การศึกษาค้นคว้าเอกสาร (Literature Review): ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้และการใช้ AI ในการพยากรณ์	✓												10
2569	การเก็บข้อมูล (Data Collection): รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่น ข้อมูลภูมิศาสตร์, ข้อมูลต้นไม้, ข้อมูลสภาพแวดล้อม	✓	✓	✓	✓									20
2569	การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis): ใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องและการเรียนรู้เชิงลึกในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอน			✓	✓	✓								15
2569	การทดสอบและปรับปรุงโมเดล (Model Testing and Refinement): ทดสอบความแม่นยำของโมเดลและปรับปรุงตามผลการทดสอบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓							15
2569	นำตัวแบบที่ได้มาคำนวณมวลชีวิตโดยรวมและปริมาณการเก็บกักคาร์บอนของต้นยางเหียงในเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์บ้านโป่งทั้งหมด								✓					10
2569	วิเคราะห์ปัจจัยภาพรวมที่มีผลกระทบต่อสังคม									✓				5
2569	อบรมให้ความรู้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย										✓			5
2569	ตีพิมพ์งานวิจัย									✓	✓	✓	✓	10
2569	จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10

หมายเหตุ : ขั้นตอนการจัดทำข้อเสนอโครงการ กิจกรรมให้ระบุเดือนที่คาดว่าจะดำเนินการ กรณีที่โครงการได้รับการอนุมัติ และเข้าสู่ขั้นตอนการนำเข้าโครงการสู่ Ongoing ระบบจะให้ระบุชื่อเดือนที่เริ่มดำเนินงานโครงการ แล้วระบบจะดำเนินการอัพเดทเดือนที่ทั้งหมด ให้อยู่ในรูปแบบ ชื่อเดือน เช่น เริ่มดำเนินโครงการเดือน ตุลาคม 2565 จากตัวอย่าง กิจกรรมที่ 1 จะถูกระบุเป็นเดือนตุลาคม

ตัวอย่างตารางกิจกรรมในโครงการ Ongoing														
ปีงบประมาณ	**กิจกรรม**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**	**ม.ค.**	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ร้อยละของกิจกรรมในปีงบประมาณ**
2569	กิจกรรมที่ 1 : ศึกษาและสำรวจความเป็นไปได้ การศึกษาค้นคว้าเอกสาร (Literature Review): ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้และการใช้ AI ในการพยากรณ์	✓												10
2569	การเก็บข้อมูล (Data Collection): รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่น ข้อมูลภูมิศาสตร์, ข้อมูลต้นไม้, ข้อมูลสภาพแวดล้อม	✓	✓	✓	✓									20
2569	การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis): ใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องและการเรียนรู้เชิงลึกในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอน			✓	✓	✓								15
2569	การทดสอบและปรับปรุงโมเดล (Model Testing and Refinement): ทดสอบความแม่นยำของโมเดลและปรับปรุงตามผลการทดสอบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓							15
2569	นำตัวแบบที่ได้มาคำนวณมวลชีวิตโดยรวมและปริมาณการเก็บกักคาร์บอนของต้นยางเหียงในเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์บ้านโปงทั้งหมด								✓					10
2569	วิเคราะห์ปัจจัยภาพรวมที่มีผลกระทบต่อสังคม									✓				5
2569	อบรมให้ความรู้กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย										✓			5
2569	ตีพิมพ์งานวิจัย									✓	✓	✓	✓	10
2569	จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10
	รวม													100

2. พื้นที่ทำวิจัย : โปรดระบุสถานที่ทำวิจัยจำแนกตามโครงการวิจัยโดยใช้ฐานข้อมูลจากระบบ และเพิ่มเติมชื่อเฉพาะ เช่น ชุมชน หมู่บ้าน

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	เชียงใหม่	โครงการพัฒนาบ้านโปง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

3. พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากการวิจัย

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	เชียงใหม่	โครงการพัฒนาบ้านโปง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ในประเทศ	เชียงใหม่	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ในประเทศ	76 จังหวัด	76 จังหวัด

4. แผนการใช้จ่ายงบประมาณของโครงการวิจัย

4.1 แสดงรายละเอียดประมาณการงบประมาณตลอดโครงการ (กรณีของบประมาณเป็นโครงการต่อเนื่องระยะเวลาดำเนินการวิจัยมากกว่า 1 ปี ให้แสดงงบประมาณตลอดแผนการดำเนินงาน) โดยแบ่งเป็นหมวดต่าง ๆ ดังนี้

ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	งบประมาณ (บาท)	งบประมาณปีที่ (เป็นงบประมาณของปีงบประมาณ)
งบดำเนินงาน: ค่าจ้าง	ค่าจ้างผู้ช่วยนักวิจัย คุณวุฒิปริญญาตรี จำนวน 1 คน x 16,000 บาท x 2 เดือน = 32,000 บาท	32,000	2569
งบดำเนินงาน: ค่าวัสดุ	1. ค่าวัสดุสำนักงาน หมึกพิมพ์เลเซอร์ขาว-ดำ ราคา 2,000 บาท/ตลับ x จำนวน 1 ตลับ = 2,000 บาท 2. ค่าวัสดุเกษตร สว่านเจาะเนื้อไม้ (increment borer) 1 อัน x 8,000 บาท 3. ค่าวัสดุสำรวจ เทปวัดเส้นผ่าศูนย์กลาง Lufkin W606PM 2,000 บาท x 1 อัน	12,000	2569
งบดำเนินงาน: ค่าใช้สอย	1. ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจประเมินรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ 3 ท่าน ๆ ละ 1,500 บาท = 4,500 บาท 2. ค่าจ้างเหมาจัดทำรูปเล่มรายงานความก้าวหน้า 3,000 บาท x 1 ชุด = 3,000 บาท 3. ค่านำเสนอและตีพิมพ์บทความวิจัยในวารสารวิชาการ 50,000 บาท x 1 เรื่อง = 50,000 บาท 4.1 ค่าจ้างเหมาสำหรับวางแปลงศึกษาขนาด 1 เฮกแตร์ 4 แปลง x 10,000 บาท = 40,000 บาท 4.2 ค่าจ้างเหมาในการเก็บข้อมูลจำนวนต้นยางเหียงแยกตามเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 10,000 บาท x 4 งาน = 40,000 บาท	421,380	2569

	5.1 ค่าจ้างเหมาในการเก็บข้อมูลความสูงของต้นไม้ 10,000 บาท x 4 งาน = 40,000 บาท 5.2 ค่าจ้างเหมาในการเจาะเนื้อไม้สำหรับนำมาคำนวณหาความหนาแน่นของน้ำหนักแห้ง 10,000 บาท x 4 งาน = 40,000 บาท 6.1 ค่าจ้างเหมาในการสำรวจจำนวนต้นไม้แต่ละชนิดในแต่ละแปลงทดลอง 10,000 บาท x 4 งาน = 40,000 บาท 6.2 ค่าจ้างเหมาในการวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นของต้นไม้ 10,000 บาท x 1 งาน = 10,000 บาท 6.3 ค่าจ้างเหมาในการวิเคราะห์การเรียนรู้เชิงลึก(Deep Learning) 10,000 บาท x 1 งาน = 10,000 บาท 6.4 ค่าจ้างเหมาในการวิเคราะห์การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Trees) 10,000 บาท x 1 งาน = 10,000 บาท 6.5 ค่าจ้างเหมาในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ 10,000 บาท x 1 งาน = 10,000 บาท 6.6 ค่าจ้างเหมาในการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลอง 10,000 บาท x 1 งาน = 10,000 บาท 6.7 ค่าจ้างเหมาในการแปลงสมการแบบจำลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานของการเรียนรู้เชิงลึก(Deep Learning) 10,000 บาท x 1 งาน = 10,000 บาท 6.8 ค่าจ้างเหมาในการแปลงสมการแบบจำลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานของการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Trees) 10,000 บาท x 1 งาน = 10,000 บาท 6.9 ค่าจ้างเหมาในการแปลงสมการแบบจำลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานของ		

	การถดถอยพหุคูณ 10,000 บาท x 1 งาน = 10,000 บาท 7. ค่าธรรมเนียมวิเคราะห์น้ำหนักแห้ง 600 บาท/ตัวอย่าง x 100 ตัวอย่าง = 60,000 บาท 8. ค่าตอบแทนวิทยากรภายนอก บรรยาย รายละ 6 ชั่วโมงจำนวน 1 คน อัตรา 1,000 บาท/ชั่วโมง x 6 ชั่วโมง = 6,000 บาท/คน คิดเป็น 6,000 บาท 9. ค่าที่พักวิทยากร จำนวน 1 คน อัตรา 2,000 บาท/คืน x 2 คืน = 4,000 บาท/คน คิดเป็น 4,000 บาท 10. ค่าเดินทาง ยานพาหนะ(ตั๋วเครื่องบิน) วิทยากร จำนวน 1 คน 11. ค่าอาหารกลางวัน จำนวน 30 คน อัตรา 120 บาท/คน x 1 มื้อ = 120 บาท/คน คิดเป็น 3,600 บาท 12. ค่าอาหารว่าง เช้า/บ่าย จำนวน 30 คน อัตรา 50 บาท/คน x 2 ครั้ง = 100 บาท/คน คิดเป็น 3,000 บาท 13. ค่าเช่าสถานที่ 1,280 บาท ต่อวัน/วัน จำนวน 1 วัน รวม 1,280 บาท		
งบดำเนินงาน : ค่าสาธารณูปโภค	- ค่าน้ำ - ค่าไฟ	4,701	2569
งบดำเนินงาน : ค่าเดินทางต่างประเทศ			
งบดำเนินงาน : ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์			
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์*			
รวม		470,081	

หมายเหตุ (อ้างอิง: การตั้งงบประมาณให้เป็นไปตาม ประกาศ กสว. เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดทำคำของบประมาณและการจัดสรรงบประมาณของหน่วยงานในระบบวิจัยและนวัตกรรม)

4.2 รายละเอียดการจัดซื้อครุภัณฑ์ : กรณีมีความต้องการซื้อครุภัณฑ์ให้ใส่รายละเอียด ดังนี้

ชื่อครุภัณฑ์	ครุภัณฑ์ที่ขอสนับสนุน			เหตุผลและความจำเป็นต่อโครงการ	การใช้ประโยชน์ของครุภัณฑ์นี้เมื่อโครงการสิ้นสุด
	รายละเอียดครุภัณฑ์	ครุภัณฑ์ที่มีอยู่เดิม และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย (ถ้ามี)	สถานภาพการใช้งาน ณ ปัจจุบัน		

- แนบใบเสนอราคาจาก 3 บริษัทประกอบมาด้วย

5. มาตรฐานการวิจัย

☐ มีการใช้สัตว์ทดลอง

☐ มีการวิจัยในมนุษย์

☐ มีการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่

☐ มีการใช้ห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับสารเคมี

6. หน่วยงานร่วมดำเนินการ/ภาคเอกชนหรือชุมชนที่ร่วมลงทุนหรือดำเนินการ

ลำดับที่	ปีงบประมาณ	ชื่อหน่วยงานรัฐ/บริษัท/หน่วยงานต่างประเทศ	แนวทางร่วมดำเนินการ	การร่วมลงทุนในรูปแบบตัวเงิน (in-cash) (บาท)	การร่วมลงทุนในรูปแบบอื่น (in-kind)	รวม
1						
2						

7. ระดับความพร้อมที่มีอยู่ในปัจจุบัน (ถ้ามี)*

7.1 ระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี (Technology Readiness Level: TRL)*

1) TRL ณ ปัจจุบัน ระดับ 3

รายละเอียด แนวทางการหาสมการแอลโลเมตรีสำหรับการหามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

2) TRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ 6

รายละเอียด มีสมการแอลโลเมตรีสำหรับการหามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน.

7.2 ระดับความพร้อมทางสังคม (Societal Readiness Level: SRL)*

1) SRL ณ ปัจจุบัน ระดับ 3

รายละเอียด มีแนวทางการหาพยากรณ์ปริมาณกักเก็บคาร์บอนจากองค์ความรู้จากหลายสาขา

2) SRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ 6

รายละเอียด มีเครื่องมือสำหรับพยากรณ์ปริมาณกักเก็บคาร์บอนในบริเวณโครงการพัฒนาบ้านโปง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

8. แนวทางการขับเคลื่อนผลงานวิจัยและนวัตกรรมไปสู่ผลลัพธ์และผลกระทบ

8.1 การเชื่อมโยงกับนักวิจัยที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่ทำการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (ถ้ามี) (Connections with other experts within and outside Thailand) และแผนที่จะติดต่อหรือสร้างความสัมพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งการสร้างทีมงานวิจัยในอนาคตด้วย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี

.....

8.2 การเชื่อมโยงหรือความร่วมมือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัย (Stakeholder and User Engagement) โดยระบุชื่อหน่วยงานภาครัฐ เอกชน ประชาสังคมและชุมชน โดยอธิบายกระบวนการดำเนินงานร่วมกันและการเชื่อมโยงการขับเคลื่อนผลการวิจัยไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน รวมถึงอธิบายกระบวนการดำเนินงานต่อเนื่องของผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัยเมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

- มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สามารถนำสมการแอลเมตรีที่ได้มาคำนวณหามวลชีวภาพของต้นยางเหียงที่ขึ้นในพื้นที่โครงการพัฒนาบ้านโปง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในอยู่ในความดูแลของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยมหาวิทยาลัยแม่โจ้จะได้สมการที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ป่าขององค์กร นอกจากนี้ยังสามารถขยายผลโดยการหาสมการแอลโลเมตรีสำหรับต้นไม้ชนิดอื่นที่ขึ้นในพื้นที่บริเวณนี้เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่โครงการพัฒนาบ้านโปง ซึ่งมหาวิทยาลัยสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณองค์รวมทั้งหมดขององค์กรในการตอบสนองเป้าหมายการมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) และเป้าประสงค์ของการเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University)
- ผู้อยู่อาศัยในชุมชนโครงการพัฒนาบ้านโปง ได้ตระหนักถึงความสำคัญของประโยชน์ของต้นยางเหียงในด้านต่างๆ รวมถึงด้านการลดก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะโลกร้อน ซึ่งจะก่อให้เกิดการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้ รวมถึงการปลูกป่าทดแทนหรือเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่สังคมคาร์บอนต่ำ มากไปกว่านั้น

เกษตรกรบางส่วนอาจนำความรู้เรื่องคาร์บอนเครดิตไปปรับปรุงพัฒนาสวนผลไม้เพื่อนำไปขายในตลาดคาร์บอนต่อไป

- ทีมนักวิจัยสามารถต่อยอดงานวิจัยที่ได้ในการประเมินคาร์บอนเครดิตของป่าในพื้นที่โครงการพัฒนาบ้านโปงทั้งหมดโดยการหาตัวแบบในการคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ชนิดอื่นในพื้นที่จนสามารถมีตัวแบบในการคำนวณปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสมกับป่าพัฒนาบ้านโปงที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถต่อยอดงานวิจัยในการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีโดยอาศัยการพยากรณ์ในเชิงอนุกรมเวลาได้

ประสบการณ์การบริหารงานของหัวหน้าโครงการ ในการบริหารโครงการย้อนหลังไม่เกิน 5 ปี (กรอกไม่เกิน 5 ลำดับโดยเน้นโครงการที่เกิดผลกระทบสูง)

ชื่อโครงการวิจัย	หน่วยงานที่ได้รับทุน	ปีที่ได้รับงบประมาณ	งบประมาณ (บาท)

<u>ส่วนที่ 4 ผลผลิต/ผลลัพธ์/ผลกระทบ</u>

1. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

√ ด้านวิชาการ

ระบุคำอธิบาย 1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ หรือ ระดับนานาชาติ

2. ได้องค์ความรู้ด้านสมการแอลโลเมตรีและการประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้

ผู้ได้รับผลประโยชน์ นิสิต นักวิจัย เกษตรกร ภาครัฐ ภาคเอกชน และสาขาที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนเครดิต

√ ด้านสังคม

O ด้านสาธารณะ √ด้านชุมชนและพื้นที่ O ด้านสิ่งแวดล้อม

ระบุคำอธิบาย การคำนวณคาร์บอนเครดิต

ผู้ได้รับผลประโยชน์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

√ ด้านนโยบาย

ระบุคำอธิบาย การคำนวณคาร์บอนเครดิต

ผู้ได้รับผลประโยชน์ หน่วยงานภาครัฐ

√ ด้านเศรษฐกิจ

ระบุคำอธิบาย การคำนวณคาร์บอนเครดิต

ผู้ได้รับผลประโยชน์ หน่วยงานภาครัฐและเอกชน

2. ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ (Output)

ผลผลิต	ประเภทผลผลิต	รายละเอียดของผลผลิต	จำนวนนำส่ง	หน่วยนับ
บทความ	**ต้นฉบับบทความวิจัย**	ตีพิมพ์ในระดับชาติหรือนานาชาติ	1	ผลงาน
ตัวแบบการพยากรณ์	เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่	ใช้ในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้	1	ตัวแบบ
ตัวแบบการพยากรณ์	ต้นแบบผลิตภัณฑ์ หรือ เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่ หรือนวัตกรรมทางสังคม	ใช้ในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้	1	ตัวแบบ

หมายเหตุ กรอกข้อมูลเฉพาะผลผลิตที่โครงการคาดว่าจะได้รับและสามารถทำได้จริง เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดในการประเมินผลของหน่วยงาน (หากผลผลิตข้อใดไม่มีไม่ต้องระบุ และขอให้ตัดออก)

ประเภทของผลผลิตและคำจำกัดความ (Type of Outputs and Definition)

นิยามของผลผลิต คือ ผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการวิจัยที่ได้รับการจัดสรรทุนวิจัย ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม โดยเป็นผลที่เกิดขึ้นทันทีเมื่อจบโครงการ และเป็นผลโดยตรงจากการดำเนินโครงการ ทั้งนี้ หน่วยงานจะต้องนำส่งภายใน 2 ปีงบประมาณ

1. ประเภทของผลผลิต ประกอบด้วย 10 ผลผลิต ตามตารางดังนี้

ประเภทของผลผลิต (Type of Outputs)	คำจำกัดความ (Definition)
1. กำลังคน หรือหน่วยงาน ที่ได้รับการพัฒนาทักษะ	กำลังคนหรือหน่วยงานเป้าหมายที่ได้รับการพัฒนาจากโครงการ วจน. โดยนับเฉพาะคนหรือ หน่วยงานที่เป็นเป้าหมายของโครงการนั้น ๆ ซึ่งอาจเป็นโครงการในรูปแบบทุนการศึกษา การฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะ หรือการดำเนินการในรูปแบบอื่นที่ระบุไว้ในโครงการ
2. ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript)	งานเขียนทางวิชาการ ซึ่งมีการกำหนดประเด็นที่ต้องการอธิบายหรือวิเคราะห์อย่างชัดเจน ทั้งนี้ ต้องมีการวิเคราะห์ประเด็นดังกล่าวตามหลักวิชาการ โดยมีการสำรวจวรรณกรรมเพื่อสนับสนุน จนสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ในประเด็นนั้นได้ มีการแสดงเหตุผลหรือที่มาของประเด็นที่ ต้องการอธิบายหรือวิเคราะห์ กระบวนการอธิบายและวิเคราะห์และบทสรุป มีการอ้างอิงและบรรณานุกรมที่ครบถ้วนและสมบูรณ์วารสารการวิจัยนั้นอาจจะเผยแพร่เป็นรูปเล่มสิ่งพิมพ์หรือ เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่ง**ต้นฉบับบทความวิจัย (Manuscript)** ได้แก่ Proceeding ระดับชาติ, Proceeding ระดับนานาชาติ, บทความในประเทศ และบทความต่างประเทศ
3. หนังสือ	ข้อมูลงานวิจัยในรูปแบบหนังสือ ตำรา หรือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) ทั้งระดับชาติและ นานาชาติ โดยจะต้องผ่านกระบวนการ Peer review ประกอบด้วย 3.1 บางบทของหนังสือ (Book Chapter) 3.2 หนังสือทั้งเล่ม (Whole book)

ประเภทของผลผลิต (Type of Outputs)	คำจำกัดความ (Definition)
	3.3 เอกสาร/หนังสือที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อย่างครบถ้วน (Monograph)
4. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ หรือ เทคโนโลยี/ กระบวนการใหม่ หรือนวัตกรรมทางสังคม	ผลงานที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม ที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือเทคโนโลยีใหม่/ กระบวนการใหม่ หรือการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ หรือเทคโนโลยี/ กระบวนการให้ดีขึ้นกว่าเดิม รวมถึงสื่อสร้างสรร สื่อสารคดีเพื่อการเผยแพร่ สื่อออนไลน์ แอปพลิเคชัน / Podcast / กิจกรรม / กระบวนการ เพื่อสร้างการเรียนรู้ การมีส่วนร่วม และ/หรือ การตระหนักรู้ต่าง ๆ 4.1 **ต้นแบบผลิตภัณฑ์** หมายถึง ต้นแบบในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการทดสอบก่อน สั่งผลิตจริง ที่พัฒนาขึ้นจากกระบวนการวิจัย พัฒนา หรือการปรับปรุงกระบวนการเดิมด้วยองค์ ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งในระดับห้องปฏิบัติการ ระดับภาคสนาม ระดับ อุตสาหกรรม 4.2 **เทคโนโลยี/กระบวนการใหม่** หมายถึง กรรมวิธีขั้นตอน หรือเทคนิค ที่พัฒนาขึ้นจาก กระบวนการวิจัย พัฒนา หรือการปรับปรุงกระบวนการเดิมด้วยองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4.3 **นวัตกรรมทางสังคม (Social Innovation)** หมายถึง การประยุกต์ใช้ความคิดใหม่ และ เทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการยกระดับคุณภาพชีวิต ชุมชน และสิ่งแวดล้อม อันจะนำไปสู่ความ เท่าเทียมกันในสังคม และสามารถลดปัญหาความเหลื่อมล้ำได้อย่างเป็นรูปธรรม ตัวอย่างเช่น หลักสูตรอบรมปฏิบัติการเพื่อพัฒนานักวิจัย, หลักสูตรพื้นฐานเพื่อพัฒนาอาชีพใหม่ในรูปแบบ Reskill หรือ Upskill} หลักสูตรการเรียนการสอน, หลักสูตรบัณฑิตพันธุ์ใหม่ หลักสูตรการผลิต ครู เป็นต้น
5. ทรัพย์สินทางปัญญา	ผลงานอันเกิดจากการประดิษฐ์ คิดค้น หรือสร้างสรรค์ของนักวิจัย ได้แก่ อนุสิทธิบัตร สิทธิบัตร การประดิษฐ์ สิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ ลิขสิทธิ์ เครื่องหมายทางการค้า ความลับ ทางการค้า ชื่อทางการค้า การขึ้นทะเบียนพันธุ์พืช หรือสัตว์ สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ แบบผังภูมิ ของวงจร
5. เครื่องมือ และโครงสร้างพื้นฐาน (Facilities and Infrastructure)	เครื่องมือ และโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรม ที่จัดซื้อ สร้างขึ้น หรือพัฒนาต่อยอดภายใต้โครงการ
7. ฐานข้อมูล ระบบและกลไก หรือมาตรฐาน	การพัฒนาฐานข้อมูล และสร้างระบบ กลไก หรือมาตรฐาน ที่ตอบสนองการพัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมต่าง ๆ และเอื้อต่อการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนากำลังคน การ จัดการปัญหาทางสังคม สิ่งแวดล้อม และการสร้างความสามารถในการแข่งขัน เป็นต้น - **ระบบและกลไก** หมายถึง ขั้นตอนหรือเครื่องมือ การปฏิบัติงานที่มีการกำหนดอย่างชัดเจนใน การดำเนินการ เพื่อให้ได้ผลออกมาตามที่ต้องการ ขั้นตอนการปฏิบัติงานจะต้องปรากฏให้ทราบ โดยทั่วกัน ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของ เอกสาร หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือโดยวิธีการอื่น ๆ องค์ประกอบของระบบและกลไก ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลผลิต กลุ่มคนที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ตัวอย่างเช่น ระบบการผลิตและการพัฒนากำลังคน, ระบบส่งเสริมการจัดการทรัพยากรและ สิ่งแวดล้อม,ระบบส่งเสริมการวิจัยร่วมกับ

ประเภทของผลผลิต (Type of Outputs)	คำจำกัดความ (Definition)
	ภาคอุตสาหกรรม, ระบบบริการหรือสิ่งสนับสนุน ประชาชนทั่วไป, ระบบบริการหรือสิ่งสนับสนุนกลุ่มผู้สูงอายุ, ระบบบริการหรือสิ่งสนับสนุนกลุ่ม ผู้ด้อยโอกาส รวมถึงกลไกการพัฒนาเชิงพื้นที่ - **ฐานข้อมูล (Database)** คือ ชุดของสารสนเทศ ที่มีโครงสร้างสม่ำเสมอ หรือชุดของ สารสนเทศใด ๆ ที่ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ หรือสามารถประมวลด้วยคอมพิวเตอร์ได้ - **มาตรฐาน** หมายถึง การรับรองมาตรฐานสินค้า และ/หรือ ศูนย์ทดสอบต่าง ๆ เพื่อสร้างและ ยกระดับความสามารถทางด้านคุณภาพ ทั้งในชาติและนานาชาติ
8. เครือข่าย	เครือข่ายความร่วมมือ (Network) และสมาคม (Consortium) ด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและ นวัตกรรม ที่เกิดจากการดำเนินการของโครงการ ทั้งเครือข่ายในประเทศและเครือข่ายระดับ นานาชาติ ซึ่งจะช่วยในการยกระดับความสามารถในการแข่งขันให้แก่ประเทศ ได้แก่ 1. เครือข่ายความร่วมมือทางด้านวิชาการ 2. เครือข่ายเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ 3. เครือข่ายเพื่อการพัฒนาสังคม 4. เครือข่ายเพื่อการพัฒนาสิ่งแวดล้อม เป็นต้น
9. การลงทุนวิจัยและนวัตกรรม	ความสามารถในการระดมทุนเงินงบประมาณจากภาครัฐ และผู้ประกอบการภาคเอกชน ทั้งใน ประเทศและต่างประเทศ เพื่อการลงทุนสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม ทั้งในรูปของเงินสด (In cash) และส่วนสนับสนุนอื่นที่ไม่ใช่เงินสด (In kind)
10. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย (Policy Recommendation) และมาตรการ (Measures)	ข้อเสนอแนะในระดับนโยบายและระดับปฏิบัติ หรือมาตรการจากงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อ ภาคประชาชน สังคม และเศรษฐกิจ รวมทั้งสามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการ และแก้ปัญหา ของประเทศ เช่น มาตรการที่ใช้เพื่อปรับปรุงกฎหมาย/ระเบียบ หรือพัฒนามาตรการและสร้าง แรงจูงใจให้เอื้อต่อการพัฒนาภาคประชาชน สังคม หรือเศรษฐกิจ

3. ผลลัพธ์ (Expected Outcomes) ที่คาดว่าเกิดขึ้น

(นิยามของผลลัพธ์ คือ ผลที่เกิดขึ้นหลังจากโครงการ ววน.สิ้นสุดไปแล้ว โดยเป็นการนำผลผลิต (Output) ที่ได้ของโครงการพัฒนา ววน. ไปใช้ประโยชน์โดยผู้ใช้ (Users) ที่ชัดเจน ส่งผลทำให้ระดับความรู้ ทัศนคติ พฤติกรรม การปฏิบัติ หรือทักษะของผู้ใช้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเทียบกับก่อนการนำผลผลิตจาก โครงการมาใช้ รวมถึงการใช้ประโยชน์จากผลผลิตของโครงการที่เป็นทั้งผลิตภัณฑ์ การบริการ และเทคโนโลยี โดยภาคเอกชนหรือประชาสังคม ตลอดจนการพัฒนาต่อยอดผลผลิตของโครงการเดิมที่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ ให้มี ระดับความพร้อมในการใช้ประโยชน์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ)

ประเภทของผลลัพธ์และคำจำกัดความ (Type of Outcomes and Definition)

ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ทำ dropdown list ให้เลือก)	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดของผลลัพธ์	ผู้ใช้ประโยชน์ (Users)/ ผู้ได้รับผลประโยชน์ (Beneficiaries)
ผลงานตีพิมพ์ (Publications)	1	ผลงาน	ผลงานตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติหรือนานาชาติ	นิสิต นักวิจัย เกษตรกร ภาครัฐ ภาคเอกชน และสาขาที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนเครดิต
การอ้างอิง (Citations)				
เครื่องมือและระเบียบวิธีการวิจัย (Research Tools and Methods)	1	ตัวแบบ	ได้ตัวแบบสำหรับใช้ในการพยากรณ์การกักเก็บคาร์บอนในต้นไม้	นิสิต นักวิจัย เกษตรกร ภาครัฐ ภาคเอกชน และสาขาที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนเครดิต
ฐานข้อมูลและแบบจำลองวิจัย (Research Databases and Models)				
ความก้าวหน้าในวิชาชีพของบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (Next Destination)				
รางวัลและการยอมรับ (Awards and Recognitions)				
การใช้ประโยชน์จากเครื่องมือ อุปกรณ์ห้องวิจัยและโครงสร้างพื้นฐาน (Use of Facilities and Resources)				
ทรัพย์สินทางปัญญา การขึ้นทะเบียนพันธุ์ พืชและพันธุ์สัตว์ และการอนุญาตให้ใช้สิทธิ (Intellectual property, Registered Plants Varieties and Animals Breeding and Licensing)				
การถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Transfer)				
ผลิตภัณฑ์และกระบวนการ บริการ และการ รับรองมาตรฐานใหม่ (New Products/Processes, New Services and New Standard Assurances)				
ทุนวิจัยต่อยอด (Further Funding)				
ความร่วมมือหรือหุ้นส่วน ความร่วมมือ (Collaborations and Partnerships)				
การผลักดันนโยบาย แนวปฏิบัติ แผนและกฎระเบียบ (Influence on Policy, Practice, Plan and Regulations)				
.0				

4. ผลกระทบ (Expected Impacts) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

นิยามของผลกระทบ คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากผลลัพธ์ (outcome) ในวงกว้างทั้งด้านวิชาการ นโยบาย เศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม หรือผลสำเร็จระยะยาวที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ โดยผ่านกระบวนการการสร้างการมีส่วนร่วม (Engagement activities) และมีเส้นทางของผลกระทบ (impact pathway) ในการขับเคลื่อนไปสู่การสร้างผลกระทบ ทั้งนี้ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะพิจารณารวมผลกระทบในเชิงบวกและเชิงลบ ทางตรงและทางอ้อม ทั้งที่ตั้งใจและไม่ตั้งใจให้เกิดขึ้น

√ ด้านวิชาการ

รายละเอียดผลกระทบ องค์ความรู้ที่ทันสมัยที่เกิดจากโครงการวิจัยนี้จะส่งผลกระทบต่อการพัฒนาที่เข้มแข็งเชิงวิชาการของ อาจารย์ นักวิจัย นักศึกษา และผู้ที่สนใจในสาขาที่ทำวิจัยอย่างยั่งยืน

√ ด้านสังคม

O ด้านสาธารณะ O ด้านชุมชนและพื้นที่ O ด้านสิ่งแวดล้อม

รายละเอียดผลกระทบ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในชุมชนพัฒนาบ้านโปงมีองค์ความรู้ในด้านการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ จนก่อให้เกิดความตระหนักถึงการอนุรักษ์ป่าไม้และการปลูกป่าทดแทนเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกในเขตพื้นที่ชุมชนจนเกิดสังคมที่เรียกว่าสังคมคาร์บอนต่ำ

O ด้านนโยบาย

รายละเอียดผลกระทบ มหาวิทยาลัยแม่โจ้สามารถนำหลักการที่ได้จากงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการประเมินคาร์บอนเครดิตในพื้นที่โครงการพัฒนาบ้านโปง ซึ่งเป็นทรัพยากรคาร์บอนเครดิตของมหาวิทยาลัย ที่ตอบโจทย์ Green University

√ ด้านเศรษฐกิจ

รายละเอียดผลกระทบ ได้องค์ความรู้ที่ทันสมัยที่เกิดจากโครงการวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดเพื่อคำนวณหาคาร์บอนเครดิตในตลาดคาร์บอนต่อไป

5. แผนที่ผลลัพธ์ (Outcome Mapping) ของโครงการ

Input	Activity	Output	Outcome
1) ระยะเวลา 1 ปี งบประมาณ 470,081 บาท 2) พื้นที่โครงการพัฒนาบ้านโปง จังหวัดเชียงใหม่ เนื้อที่ 3,686 ไร่ 3) ต้นยางเหียงในเขตพื้นที่โครงการพัฒนาบ้านโปง 4) ผู้ร่วมโครงการวิจัย 4 สาขาวิชา 5) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ดังนี้ นิสิต นักวิจัย เกษตรกร ภาครัฐ ภาคเอกชน ชาวบ้านในพื้นที่ 6) นักศึกษาวิจัยระดับปริญญาตรี จำนวน 1 คน 7) วิทยากรที่มีความเชี่ยวชาญด้านสังคมคาร์บอนต่ำ 1 คน	1. ทำการวางแปลงขนาด 4 แฮกแตร์ เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูล 1) ข้อมูลความสูงของต้นไม้ 2) ข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางสูงเพียงอก 3) ข้อมูลความสูงของต้นไม้ 4) ข้อมูลความหนาแน่นของเนื้อไม้(Wood density) 5) ข้อมูลรูปทรงของต้นไม้ 6) ข้อมูลความเรียวของต้นไม้ (Tree taper) 2. หาตัวแบบการพยากรณ์ 1) ใช้การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ การวิเคราะห์การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Trees) การวิเคราะห์การเรียนรู้เชิงลึก(Deep Learning) 2) ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยวิธีการทางสถิติดังนี้ - ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง - ค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย - R-square(R^2) หรือ Coefficient of determination 3) ทำการเขียนโปรแกรมผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์เช่น MATLAB, Phyton, Program R 4) ทำการวิเคราะห์ผลและตรวจสอบว่าตัวแบบที่ได้มีความสอดคล้องกับสมมติฐานของสมการถดถอย การสร้างต้นไม้ตัดสินใจ การวิเคราะห์การเรียนรู้เชิงลึก 5) ทดสอบและปรับปรุงโมเดล (Model Testing and Refinement) : ทดสอบความแม่นยำของโมเดลและปรับปรุงตามผลการทดสอบ 6. นำแบบจำลองตามวิธีการแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบกัน สำหรับการพยากรณ์ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 7. แบบจำลองที่ได้มาพยากรณ์ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นยางเหียงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์บ้านโปง	1. ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ ที่อยู่ระดับ ควอไทล์ TCI1 หรือ Q2 หรือ Q1 จำนวน 1 ฉบับ 2. นักศึกษาวิจัยระดับปริญญาตรี จำนวน 1 คน มีความรู้ความเข้าใจในการเรื่องการประเมินมวลชีวภาพโดยใช้สมการแอลโลเมตรี 3. แบบจำลองแอลโลเมตรีสำหรับการประยุกต์ใช้ในการคำนวณคาร์บอนเครดิต 4. ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นยางเหียงในพื้นที่ป่าอนุรักษ์บ้านโปง สำหรับการประยุกต์ใช้ในการเกษตร 5. นิสิต นักวิจัย เกษตรกร ภาครัฐ ภาคเอกชน ชาวบ้านในพื้นที่ จำนวน 30 คน ที่ตระหนักถึงการอนุรักษ์ป่าไม้เพื่อสังคมคาร์บอนต่ำ	1. ได้สมการแอลโลเมตรีสำหรับคำนวณมวลชีวภาพที่พัฒนาแล้วสำหรับการประยุกต์ใช้ในการเกษตรและการประเมินคาร์บอนเครดิต 2. ได้เครือข่ายวิจัยในระดับชาติทางด้านการหาตัวแบบแอลโลเมตรี สำหรับกาประยุกต์ใช้ในการเกษตร 3. ได้บุคลากรที่มีทักษะพื้นฐานด้านตัวแบบคณิตศาสตร์และสถิติในการหาสมการแอลโลเมตรีในการคำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้ สำหรับประยุกต์ใช้ในการเกษตรและการคำนวณหาคาร์บอนเครดิต สามารถทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องส่งเสริมให้เกษตรกรนั้นสามารถคำนวณหาคาร์บอนเครดิตสำหรับตลาดซื้อขายคาร์บอนต่อไป 4. เกิดความร่วมมือของบุคคลากรหลายสาขามาพัฒนาต่อยอดความรู้เชิงบูรณาการเพื่อการพัฒนาของมหาวิทยาลัย 5. ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีความตระหนักรู้ในเรื่องของภาวะโลกร้อนและให้ความร่วมมือในการทำให้ชุมชนในพื้นที่เป็นสังคมคาร์บอนต่ำ 6. ได้แนวทางการประเมินมวลชีวภาพของป่าพื้นที่พัฒนาบ้านโปงที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่นำไปสู่การคำนวณคาร์บอนเครดิตที่มีความแม่นยำสูง

	5. วิเคราะห์ปัจจัยภาพร่วมที่มีผลกระทบต่อสังคม 6. จัดอบรมเชิงพื้นที่กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย 7. ตีพิมพ์งานวิจัย 8. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์		

ลงลายมือชื่อ หัวหน้าโครงการวิจัย/ผู้ร่วมวิจัย/ผู้บังคับบัญชาต้นสังกัด

ลงชื่อ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กมลเทพ มีคำ)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่ 31 เดือน กรกฎาคม พ.ศ 2567

ลงชื่อ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี)

ผู้ร่วมวิจัย

วันที่ 31 เดือน กรกฎาคม พ.ศ 2567

ลงชื่อ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จีรวรรณ พัชรประกิติ)

ผู้ร่วมวิจัย

วันที่ 31 เดือน กรกฎาคม พ.ศ 2567

ลงชื่อ .....

(อาจารย์ ดร.ธวัชชัย เพชรธาราทิพย์)

ผู้ร่วมวิจัย

วันที่ 31 เดือน กรกฎาคม พ.ศ 2567

ลงชื่อ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐปน ชื่นบาล)

ผู้บังคับบัญชาต้นสังกัด

วันที่ 31 เดือน กรกฎาคม พ.ศ 2567