

แบบฟอร์มข้อเสนอโครงการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ (Full Proposal)

งบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF)

ชื่อหน่วยงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

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

2. ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่วัดในเมืองสู่การเป็นเมืองสีเขียว กรณีศึกษา เทศบาลเมืองแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

(ภาษาอังกฤษ) Carbon Stock Assessment of Trees in The Temple Areas Towards Green City: Case Study Maejo Municipality, Chiang Mai Province.

3. ชื่อโครงการวิจัยย่อยภายใต้โครงการวิจัย (หากมี)

ลำดับ	ชื่อโครงการย่อย	งบประมาณ (บาท)	หัวหน้าโครงการย่อย

4. ลักษณะโครงการวิจัย

โครงการใหม่ ที่เริ่มดำเนินการในปีที่เสนอขอ ดำเนินงาน1.....ปี

งบประมาณรวมทั้งโครงการบาท

ปีงบประมาณ2569..... งบประมาณ257,000.....บาท

ปีงบประมาณ งบประมาณบาท

ปีงบประมาณ งบประมาณบาท

โครงการต่อเนื่อง จากปีงบประมาณที่ผ่านมา ดำเนินงานปี

งบประมาณรวมทั้งโครงการบาท

ใส่รหัสข้อเสนอโครงการต่อเนื่อง.....(ระบบดึงข้อมูลมาให้ :นักวิจัยสามารถปรับแก้ข้อมูลได้)

เริ่มรับงบประมาณปี..... (กรอกปีงบประมาณที่เริ่มดำเนินงาน)

ปีงบประมาณ งบประมาณบาท

ปีงบประมาณ งบประมาณบาท

ปีงบประมาณ งบประมาณบาท

โครงการต่อเนื่องที่มีข้อผูกพันสัญญา* ดำเนินงานปี

งบประมาณรวมทั้งโครงการบาท

ใส่รหัสข้อเสนอโครงการต่อเนื่อง.....(ระบบดึงข้อมูลมาให้ :นักวิจัยสามารถปรับแก้ข้อมูลได้)

เริ่มรับงบประมาณปี..... (กรอกปีงบประมาณที่เริ่มดำเนินงาน)

ปีงบประมาณ งบประมาณ บาท

ปีงบประมาณ งบประมาณ บาท

หมายเหตุ : *โครงการต่อเนื่องที่มีข้อมูลพันธสัญญา หมายถึง ข้อมูลพันธสัญญาที่ดำเนินการตามมติ ครม. หรือดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานต่างประเทศ
ผลการดำเนินงานที่ผ่านมา (กรณีที่เป็นโครงการต่อเนื่อง)

ปีงบประมาณ	ผลการดำเนินงานเทียบกับ กับแผนที่ตั้งไว้ (%)	งบประมาณที่ได้รับ จัดสรร (บาท)	งบประมาณที่ใช้ จริง (บาท)	สัดส่วนงบประมาณที่ ใช้จริง (%)

สรุปผลการดำเนินงานที่ผ่านมา โดยอธิบายกิจกรรมที่ได้ดำเนินการแล้ว และผลผลิตที่เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม

5. โครงการยื่นเสนอขอรับทุนจากหน่วยงานอื่นหรือไม่

ไม่ยื่นเสนอ ยื่นเสนอ ระบุหน่วยงาน.....

6. คำสำคัญ (Keywords) (กำหนดไม่เกิน 5 คำ)

(ภาษาไทย) การกักเก็บคาร์บอน ไม้ยืนต้น วัดในพื้นที่เมือง ฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ

(ภาษาอังกฤษ) Carbon stock, Tree, Urban Temple area, Geographic Information System

7. สาขาการวิจัย (เลือกจากฐานข้อมูลในระบบ)

สาขาการวิจัยหลัก OECD (เป็น dropdown ให้เลือก) เกษตรศาสตร์ (Agricultural Science)

สาขาการวิจัยย่อย OECD (เป็น dropdown ให้เลือก) พฤษศาสตร์

สาขาการวิจัยย่อย OECD (เป็น dropdown ให้เลือก) วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

สาขาการวิจัยย่อย OECD (เป็น dropdown ให้เลือก) เกษตรกรรม

สาขาการวิจัยย่อย OECD (เป็น dropdown ให้เลือก) ภูมิศาสตร์ทางสังคมและเศรษฐกิจ

(การวางผังเมืองและชนบท)

8. ISCED (International Standard Classification Of Education)

ISCED Broad field (เป็น dropdown ให้เลือก) Natural Science

ISCED Narrow field (เป็น dropdown ให้เลือก) Environmental Science

ISCED Detailed field (เป็น dropdown ให้เลือก) Agriculture /Architecture and construction

9. รายละเอียดของคณะผู้วิจัย (ใช้ฐานข้อมูลจากระบบสารสนเทศกลางเพื่อบริหารงานวิจัยของประเทศ)
ประกอบด้วย

ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน	ตำแหน่งในโครงการ	สัดส่วนการดำเนินโครงการวิจัย
นางสาวพรทิพย์ จันทร์ราช	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้	หัวหน้าโครงการ	50%
นางลักขณา สัมมานิธิ	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้	ผู้ร่วมโครงการ	20%
นางเยาวนิตย์ ธาราฉาย	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้	ผู้ร่วมโครงการ	20%
นายสุระพงษ์ เตชะ	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้	ผู้ร่วมโครงการ	10%

ส่วนที่ 2 ข้อมูลโครงการวิจัย

1. บทสรุปข้อเสนอโครงการ (ไม่เกิน 3000 คำ)

การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่วัดในเมืองสู่การเป็นเมืองสีเขียว กรณีศึกษาเทศบาลเมืองแม่โจ้ สืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากก๊าซเรือนกระจก และการจัดการรองรับภัยพิบัติธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยองค์ความรู้ ร่วมกับเทคโนโลยีระบบภูมิสารสนเทศเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการเสริมสร้างความสามารถในการพัฒนาเพื่อเร่งแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในชุมชนท้องถิ่น

การวิจัยนี้มีแนวคิดเสริมสร้างเมืองสีเขียวของการรักษาต้นไม้ในพื้นที่วัด (เป็นการวิจัยต่อเนื่องจากการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่วัดในเมืองสู่การเป็นเมืองสีเขียว กรณีศึกษาเทศบาลเมืองแม่โจ้) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เหนือพื้นดินของต้นไม้ในพื้นที่วัด การพัฒนาฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศต้นไม้ในพื้นที่วัด เพื่อเป็นโครงการนำร่องและดำเนินการในพื้นที่อื่น ๆ ในเมืองต่อไป และบูรณาการเสนอแนวทางปรับปรุง ส่งเสริมประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในวัด เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ การวิจัยพัฒนาโดยหลักวิชาการ แนวคิดทฤษฎีกรณีศึกษา และการทบทวนผลวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในประเด็นที่มาแนวคิดเมืองสีเขียว แนวคิดการประเมินการกัก

เก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เหนือพื้นดินของไม้ยืนต้น แนวคิดเชิงพื้นที่เทศบาลเมืองแม่โจ้ (พื้นที่
กรณีศึกษา) แนวคิดการจัดทำระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศต้นไม้ กรณีศึกษาเมืองสี่แควต่างประเทศและใน
ประเทศไทย งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเมืองสี่แควและการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับกรณี
วิจัย ผลทบทวนวรรณกรรมนำมาบูรณาการพัฒนารอบการวิจัยในแนวคิด สองระดับสี่ส่วน ได้แก่ ระดับพื้นที่
เมือง และระดับพื้นที่เอนกประโยชน์ของวัด ประกอบด้วย การวิเคราะห์บริบทพื้นที่เมืองที่ส่งเสริมเมืองสี่แคว
การวิเคราะห์ฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศต้นไม้ การวิเคราะห์สถานการณ์ต้นไม้ในวัด การวิเคราะห์เมืองและ
โรงวัด สู่อุปกรณ์ประมวลผลวิเคราะห์ผลการวิจัยเพื่อเสนอแนะแนวทางปรับปรุง ส่งเสริมประสิทธิภาพการกักเก็บ
คาร์บอนของต้นไม้ในวัดเพื่อลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ ยกกระดับสู่ภาวะสมดุล
คาร์บอนของเมือง ยุทธศาสตร์และทิศทางการพัฒนามหาวิทยาลัยแม่โจ้ (Maejo Flagships) ของสังคมเชิงนิเวศและ
สังคมสี่แคว

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ มีหน่วยของการวิเคราะห์ (unit of analysis) พื้นที่เมือง
และพื้นที่วัด จัดเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมินำมาตรวจสอบความถูกต้อง แม่นยำ การสำรวจและ
วิเคราะห์เอกสาร การสำรวจภาคสนามพื้นที่วัด สำรวจข้อมูลต้นไม้ การประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน
การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ การออกแบบและพัฒนาระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่
(spatial data) และข้อมูลอรรถาธิบาย (attribute data) การแสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคโนโลยีระบบภูมิ
สารสนเทศ ร่วมกับสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยฐานข้อมูลต้นไม้ในวัด กลไกข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาต้นไม้ในวัดและเมืองสี่แคว
เพื่อการเรียนการสอน การเผยแพร่ผลการวิจัยทางวิชาการ ผลกระทบจากการวิจัยเพื่อขับเคลื่อนสู่การเชื่อมโยง
เทคโนโลยีฐานข้อมูล การจัดเก็บฐานข้อมูลในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไปอย่างต่อเนื่อง ควบคู่กับการกำกับติดตามผล และ
ประเมินผล โดยชุมชนเมือง อันเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการเมืองและท้องถิ่นที่ส่งเสริมต่อเมืองสี่แควเพื่อ
รองรับการจัดการพิบัติภัยจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้อย่างเหมาะสม

2. หลักการและเหตุผล/ปัญหา/โจทย์การวิจัย

(แสดงถึงบริบทของพื้นที่และระบุที่ไปที่มาของปัญหาและความต้องการของพื้นที่ (Situation Review) และอธิบายความจำเป็นและความสำคัญที่
โครงการวิจัยจะเข้าไปแก้ไขปัญหาคritical/พัฒนาศักยภาพที่สำคัญ และระบุคำถามงานวิจัยของโครงการวิจัย) (ไม่เกิน 3000 คำ)

การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas) ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก (climate
change) จากการประกอบกิจกรรมในภาคต่าง ๆ ที่ก๊าซเรือนกระจกส่งผลต่อการกักเก็บความร้อนที่ได้รับจากดวง
อาทิตย์ทำให้ให้อุณหภูมิโลกเพิ่มสูงขึ้น (global warming) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากอุณหภูมิโลกที่
เพิ่มขึ้น 1.5 องศาเซลเซียส ส่งผลต่อการปรับตัวต่อสถานการณ์ในอนาคตของระบบการผลิต การใช้พลังงาน และ
การจัดการเมือง ประเทศไทยมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2562 คิดเป็น 374.3848 ล้านตัน
คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO₂e) เป็นอันดับที่ 20 ของโลก และเมืองเชียงใหม่ภายใต้โครงการพัฒนาเมือง
คาร์บอนต่ำผ่านระบบการจัดการเมืองอย่างยั่งยืน โดยความร่วมมือระหว่างองค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงใหม่
Low Carbon Demonstration Project Implementation for Chiang Mai Municipality ภายใต้โครงการ
พัฒนาเมืองคาร์บอนต่ำผ่านระบบการจัดการเมืองอย่างยั่งยืน (Achieving Low Carbon Growth in Cities
through Sustainable Urban Systems Management in Thailand Project) โครงการที่ดำเนินการร่วมกัน

ระหว่างองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก และโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ (UNDP) โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานจากกองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (GEF) มีเป้าหมายเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในเขตเมืองเชียงใหม่ให้ได้ไม่ต่ำกว่า 70,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO₂e) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2566)

เทศบาลเมืองแม่โจ้ เมืองสีเขียว (green city) ภายใต้บริบทการวิจัยพื้นที่สีเขียว สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองด้านการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมต่อการลดปัญหาโลกร้อนและการปรับตัวให้พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (เทศบาลเมืองแม่โจ้, 2565) สู่เป้าหมายเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable development goals: SDGs) ของ SDGs 11 (Sustainable cities and communities: เมืองและถิ่นฐานมนุษย์ที่ยั่งยืน) เพื่อการจัดการเมืองและการตั้งถิ่นฐานมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย ยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงและอย่างยั่งยืน และ SDGs 13 (Climate action: การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ) ปฏิบัติการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น

ประเด็นปัจจัยสำคัญการยกระดับสู่การเป็นเมืองสีเขียว เมืองยั่งยืน ด้วยการรักษาต้นไม้ในพื้นที่วัดในเมืองเพื่อรักษาและเพิ่มพื้นที่สีเขียว ช่วยลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ การรักษาแหล่งกักเก็บคาร์บอนของเมือง สนับสนุนการยกระดับเมืองสู่ภาวะสมดุลคาร์บอน (Carbon Neutralization) และการวิจัยนี้เป็นโครงการต่อเนื่องมาจากการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่วัดในเมืองสู่การเป็นเมืองสีเขียว กรณีศึกษาเทศบาลเมืองแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ดำเนินการในปี พ.ศ.2568 จึงเป็นที่มาของการวิจัยนี้ ก่อนขยายผลไปยังพื้นที่ส่วนอื่น ๆ ของเมือง เช่น พื้นที่สาธารณะ และพื้นที่อื่น ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันเทศบาลเมืองแม่โจ้ มีพื้นที่ 12,162.6 ไร่ (19.46 ตารางกิโลเมตร) มีพื้นที่วัดทั้งสิ้น 9 แห่ง พื้นที่ศาสนสถานจำนวนทั้งสิ้น 522.04 ไร่ (0.84 ตารางกิโลเมตร) คิดเป็นร้อยละ 4.29 ของพื้นที่เมือง

เช่นเดียวกับการสร้างความเติบโตอย่างยั่งยืนสู่ภาวะสมดุลคาร์บอนบนสังคมเมืองที่เป็นมิตรกับภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมที่มุ่งเน้นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง การพัฒนารูปแบบและจัดการเมืองมุ่งสู่เมืองคาร์บอนต่ำ (low carbon city) เมืองสีเขียว (green city) และภาวะสมดุลคาร์บอน (Carbon Neutralization) ของการวิจัยนี้ด้วยคำถามวิจัยที่ว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และการผลิตออกซิเจนเหนือพื้นดินของต้นไม้ ในสถาบันศาสนาประเภทวัดของเทศบาลเมืองแม่โจ้เป็นอย่างไร? เพื่อนำไปสู่แนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่วัด เพื่อลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ด้วยการรักษาต้นไม้ การเพิ่มพื้นที่สีเขียว การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจต่อการจัดการเมืองได้อย่างแม่นยำ มีประสิทธิภาพต่อการป้องกันและลดผลกระทบ รับมือต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างเหมาะสมกับภูมิสังคมของพื้นที่ การสร้างขีดความสามารถของชุมชนเมืองในการรับมือและปรับตัวต่อผลกระทบจากภัยพิบัติเกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม และการส่งเสริมการมุ่งสู่ภาวะสมดุลคาร์บอน จึงเป็นประเด็นมุ่งหมายของการวิจัยนี้

3. วัตถุประสงค์ (ระบุเป็นข้อ)

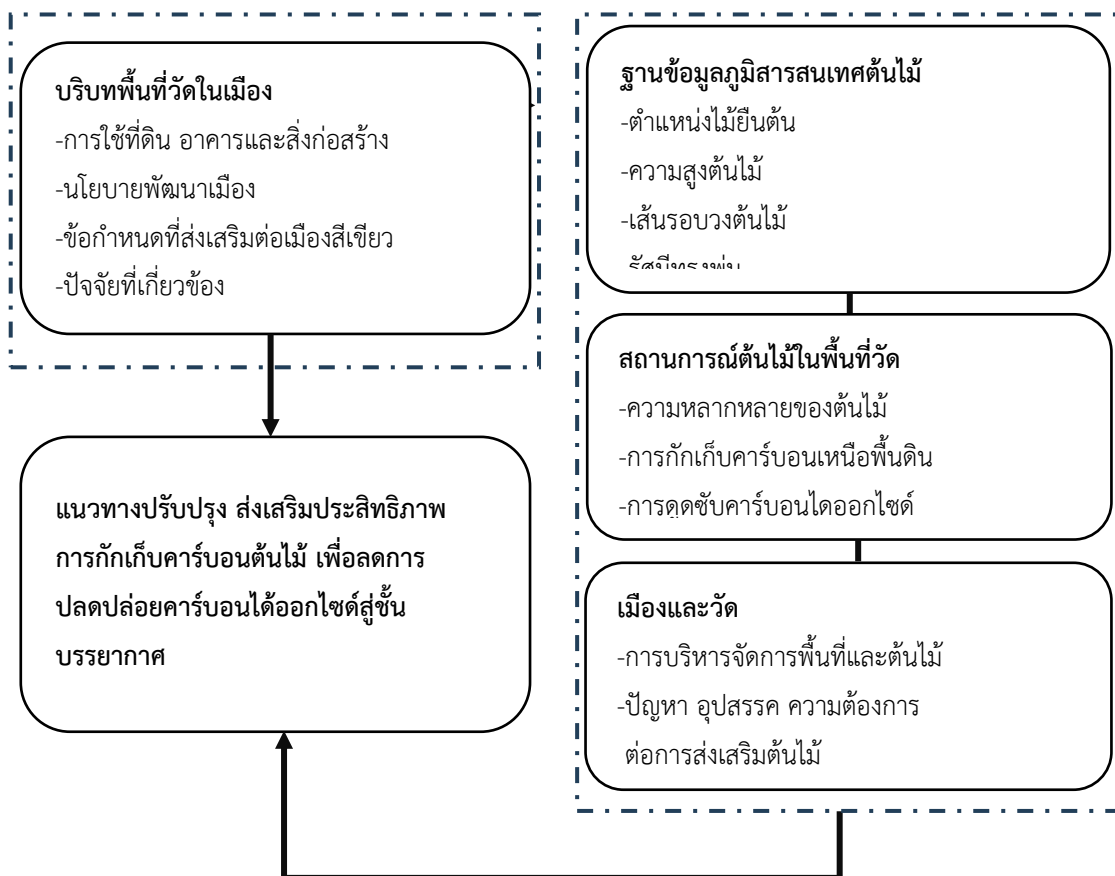
1. ประเมินการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เหนือพื้นดินของต้นไม้ในพื้นที่วัด
2. พัฒนาระบบข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศต้นไม้ในพื้นที่วัด

3. เสนอแนวทางปรับปรุงส่งเสริมประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในวัด เพื่อลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ และสนับสนุนการขับเคลื่อนเมืองสู่ภาวะสมดุลคาร์บอน

4. กรอบการวิจัย/พัฒนา

(คำนิยาม กรอบการวิจัย/พัฒนา (Conceptual Framework) หมายถึง การประมวล ความคิดรวบยอดของงานวิจัยที่แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปรที่ศึกษา ทั้งนี้ หลักสำคัญในการเขียนกรอบแนวคิด คือ จะต้องอิงแนวคิด หลักการหรือ ทฤษฎีที่นำมาใช้เป็นกรอบการทำวิจัย และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ที่ศึกษา ลักษณะการกรอกข้อมูล แผนผังภาพแสดงถึงเป้าหมายและตัวชี้วัดของโครงการ และมีการแสดงความเชื่อมโยงโครงการย่อยเพื่อตอบเป้าหมายร่วมกัน (หากมีโครงการย่อย))

กรอบการวิจัยพัฒนาจากการทบทวนวรรณกรรม หลักการ แนวคิด ทฤษฎี กรณีศึกษา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พัฒนาการแนวคิดเมืองสีเขียว แนวคิดเมืองสีเขียว แนวคิดการประเมินการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เหนือพื้นดินของไม้ยืนต้น แนวคิดเชิงพื้นที่เทศบาลเมืองแม่โจ้ แนวคิดการจัดทำระบบภูมิสารสนเทศต้นไม้ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พัฒนารอบแนวคิดการวิจัย “สองระดับสี่ส่วน” อธิบายระดับพื้นที่เมือง 1) บริบทพื้นที่วัดในชุมชนเมืองที่เป็นความสัมพันธ์กับชุมชนและสังคม อธิบายระดับพื้นที่วัด 2) พัฒนาระบบข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศต้นไม้ 3) สถานการณ์ต้นไม้ในวัด ด้านความหลากหลายของต้นไม้ การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ 4) เมืองและวัด ปัจจัยการบริหารจัดการพื้นที่และต้นไม้ ปัญหา อุปสรรค ความต้องการต่อการส่งเสริมต้นไม้ และปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ผลวิจัยอันเป็นผลวิเคราะห์ผ่านกรอบแนวคิดสองระดับสี่ส่วน บูรณาการสู่แนวทางปรับปรุงและส่งเสริมประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้เพื่อลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ อย่างเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บติดตามผล และประเมินผล อันเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการเมืองที่ส่งเสริมเมืองสีเขียว สู่ภาวะสมดุลคาร์บอนได้อย่างเหมาะสมต่อไป (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. แนวคิด ทฤษฎี และสมมติฐานงานวิจัย (ไม่เกิน 3000 คำ)

ที่มาแนวคิดเมืองสีเขียวสืบเนื่องมาจากภาวะโลกร้อนอันเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือการปล่อยคาร์บอน (carbon emission) ส่งผลให้อุณหภูมิผิวโลกสูงขึ้นจากปรากฏการณ์เรือนกระจก (greenhouse effect) และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate change) ส่งผลให้สภาพอากาศแปรปรวน มีแนวโน้มรุนแรงขึ้นของภัยธรรมชาติ พิธีสารเกียวโต (Kyoto protocol) เมื่อ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2548 เริ่มการส่งเสริมความร่วมมือดำเนินกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) ส่งเสริมประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนาลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศและสามารถขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ หรือคาร์บอนเครดิต เพื่อให้ประเทศพัฒนาแล้วนำไปใช้บรรลุเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และส่วนขยายเพิ่มเติมโดยอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change Conference : UNFCCC) ของข้อตกลงที่สำคัญจากการประชุมรัฐภาคี อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สมัยที่ 21 (Conference of Parties 21 : COP21) ของความตกลงปารีส (Paris agreement) ในปี พ.ศ.2558 ในการจัดการปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกให้ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals หรือ SDGs) โดยองค์การสหประชาชาติ วาระการพัฒนาหลังปี ค.ศ. 2015 (Inter-governmental Negotiations on Post-2015 Development Agenda: IGN Post 2015) ของกระบวนการทัศน์ “การพัฒนาที่ยั่งยืน” เป็นกรอบการดำเนินการของประชาคมโลก โดยมีเป้าหมายที่ 13 Climate action ดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และผลกระทบ ที่มุ่งเน้นชุมชนเมืองและชุมชนท้องถิ่น ของการดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจก และเป้าหมายที่ 11 Sustainable cities and communities ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย มีภูมิต้านทานและยั่งยืน สำหรับประเทศไทยเข้าร่วมความตกลงปารีสเมื่อ 21 กันยายน พ.ศ.2559 สถานการณ์ประเทศไทยมีแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงขึ้นจากภาคพลังงาน ภาคเกษตรกรรม กระบวนการทางอุตสาหกรรมและของเสีย และประเทศไทยมีความเสี่ยงสูงจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่กรมอุตุนิยมวิทยา เสนอข้อมูลว่าในอีก 20 ปี ข้างหน้า (พ.ศ.2559-2578) ประเทศไทยจะมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยมากกว่า 35 องศาเซลเซียส ในช่วงฤดูร้อน ส่งผลต่อปริมาณน้ำ อุทกภัย ภัยแล้ง การจัดการน้ำในภาคเกษตรและเมือง (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2566) เช่นเดียวกันประเทศไทยแสดงเจตจำนงการมีส่วนร่วมตามความตกลงปารีสต่อการมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกและการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภายหลัง พ.ศ. 2563 อย่างสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ.2566-2570) ภายใต้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและการพัฒนาที่ยั่งยืน กำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจก ในปี 2573 ไว้ที่ร้อยละ 20–25 การขับเคลื่อนการดำเนินงานโดยภาครัฐ และการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน ความเชื่อมโยงสถานการณ์ดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งสู่ความเชื่อมโยงกรอบแนวคิดของการวิจัยนี้

แนวคิดเมืองสีเขียว (green city) ในอดีตถูกนำเสนอและพัฒนาให้เกิดขึ้นในช่วงเวลาการปฏิวัติอุตสาหกรรม ด้วยเมืองอุทยานนคร หรือ Garden city โดย Howard Ebenezer ในปี ค.ศ.1898 การจัดสรรพื้นที่สีเขียวของต้นไม้ในเมืองในที่อยู่อาศัย ริมหาดสมุทร พื้นที่ผลิตอาหาร และพื้นที่ริ้วสีเขียวของเมือง (green belt) อย่างสัมพันธ์กับประชากร การใช้ที่ดิน และโครงข่ายเมือง เพื่อต่อต้านปัญหามลภาวะจากอุตสาหกรรม แนวคิดถ่ายทอดส่งต่อสู่การออกแบบเมืองในช่วงเวลาดังกล่าว เช่น Letchwort garden city และ Welwyn garden city ในปี ค.ศ. 1920 ประเทศอังกฤษ (Simonds, 1994) แนวคิดนี้ถ่ายทอดสู่แนวคิดการพัฒนาชุมชนเมืองในเวลาต่อมา อาทิ แนวคิดเมืองสวย (Beautiful movement) แนวคิดเมืองในรูปแบบชีวิตเกษตรกรรมในชนบท (Broadacre city) โดย Frank Lloyd Wright ในปี ค.ศ.1935 เพื่อแก้ปัญหาความแออัดของเมืองในยุคอุตสาหกรรม ออกแบบพื้นที่หน่วยครัวเรือน และพื้นที่ส่วนอื่น ๆ ในเมือง ให้มีการใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตอาหาร และพื้นที่เกษตรกรรม แนวคิดเมืองยั่งยืน (Sustainable city) ในปี ค.ศ.1992 และเมืองในยุคสมัยใหม่เมื่อเมืองมีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นพัฒนาสู่แนวคิดเมืองกระชับ (Compact city) โดยการใช้ที่ดินใจกลางเมืองให้เกิดประสิทธิภาพให้มากที่สุด ลดการขยายตัวของชานเมือง รักษาพื้นที่เกษตรกรรมแหล่งอาหารเมือง แนวคิดการเติบโตอย่างชาญฉลาด (Smart growth) ด้วยการกำหนดเขตพื้นที่พัฒนาเมืองเพื่อพิทักษ์สิ่งแวดล้อม ยกระดับคุณภาพชีวิต รักษาพื้นที่เปิดโล่ง พัฒนาพื้นที่ว่างเปล่าในเมือง และสร้างความร่วมมือของผู้อยู่อาศัยในชุมชนเมือง แนวคิดการพัฒนาพื้นที่ในเมืองแบบผสมผสาน (Mixed use development) สร้างรูปแบบการพัฒนาชุมชนเมืองที่ประสานประโยชน์ของย่านต่าง ๆ ในชุมชนเมืองไว้ด้วยกันอย่างผสมผสาน และแนวคิดชุมชนเมืองยุคใหม่ (New urbanism) ให้ความสนใจในด้านการเชื่อมต่อ การผสมผสานของกลุ่มคน ความหลากหลายของที่อยู่อาศัย ความเป็นละแวกบ้าน และโครงข่ายสีเขียว เพื่อความยั่งยืนและคุณภาพชีวิตของประชาชนในชุมชนเมือง

อย่างไรก็ดีแนวคิดเมืองสีเขียวภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกปัจจุบันคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ประชาชนในเมืองตระหนักและมีจิตสำนึกร่วมกันถึงระบบนิเวศและดำเนินชีวิตบนแนวคิดของความยั่งยืน ลดการพึ่งพาการใช้ทรัพยากร ลดการปลดปล่อยของเสียในระบบนิเวศ เป็นเมืองที่สามารถดำรงอยู่ด้วยโดยการใช้ทรัพยากรภายในพื้นที่ มุ่งเน้นการสร้างคุณภาพให้เกิดขึ้นภายในพื้นที่เมือง มีหลักการสำคัญในการลดขนาดรอยเท้านิเวศ (Ecological footprint) ที่ลดผลกระทบของกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศเมือง การลดการปล่อยมลพิษให้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การวางแผนการใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ประชากรที่อาศัยในเมืองมีคุณภาพชีวิตที่ดี แนวคิดเมืองสีเขียว (Green city development) มีขั้นตอนสำคัญเพื่อปกป้องสิ่งแวดล้อมและสังคม ให้มีการดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพลดความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม เป็นไปตามความต้องการร่วมกันของเมืองและประชาชน โดย Global Green Growth Institute : GGGI (2022) องค์การระหว่างรัฐบาลระหว่างประเทศตามสนธิสัญญาที่อุทิศตนเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ยั่งยืนในประเทศกำลังพัฒนาและประเทศเศรษฐกิจใหม่ ที่ประเทศไทยเป็นสมาชิก ได้เสนอแนวคิดการพัฒนาเมืองสีเขียวไว้ว่าประกอบไปด้วยสามส่วนแปดขั้นตอน (ภาพที่ 2)

-การศึกษาและประเมินผลกระทบสีเขียว (Diagnosis and green impact assessment) ประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การทบทวนแผน นโยบายในระดับมหภาคของประเทศ รวมถึงทางด้านสังคม เพื่อประเมินผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย บทบาทที่เกี่ยวข้องกับภูมิทัศน์เมือง ได้แก่ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการเมืองในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเมืองสีเขียว 2) การระบุภาคีเครือข่ายที่เกี่ยวข้องกับเมือง องค์การภาคประชา

สังคม และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในภาคเอกชน เช่น นักพัฒนา นักวางแผนและออกแบบเมือง เป็นต้น และการตรวจสอบกระบวนการทำความเข้าใจระบบในภาพรวมและระดับเมือง เพื่อนำไปสู่การออกแบบกลยุทธ์และสร้างความเชื่อมั่นต่อผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดในเมือง

-ยุทธศาสตร์การวางแผนและพัฒนา (Sector / Subsector strategy and planning) การสร้างยุทธศาสตร์หลักและยุทธศาสตร์รองในการวางแผนและการพัฒนาอย่างสอดคล้องกัน ได้แก่ 3) การประเมินกรอบนโยบาย ยุทธศาสตร์ และแผน ในระดับชาติและระดับเมือง การวางแผนจัดการพัฒนาเมือง ลดทอนปัญหาและอุปสรรค การจัดหาพื้นที่และสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนต่อกรอบนโยบาย ยุทธศาสตร์ และแผน 4) การประเมินปัจจัยพื้นฐานเมืองทางด้านพื้นที่ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมเมือง ความต้องการของเมือง และความท้าทายในประเด็นสำคัญ รวมถึงความสามารถในการลงทุนโครงสร้างพื้นฐาน ฐานข้อมูล และระบบการติดตามประเมินผล 5) การระบุวิสัยทัศน์และเป้าหมายของเมืองที่ชัดเจน โดยเฉพาะเป้าหมายการพัฒนาเมืองสีเขียว ผลลัพธ์ที่ต้องการ รวมถึงกิจกรรมการพัฒนาเมืองสีเขียว การสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมสู่ภาคีเครือข่ายที่เกี่ยวข้องและภาคประชาชน และ 6) จัดลำดับความสำคัญของโครงการพัฒนาเมืองสีเขียว ระยะเวลา กระบวนการ การลงทุน โครงการนำร่อง การทดสอบนวัตกรรมใหม่ ๆ ในการจัดการเมืองสีเขียว

-การออกแบบ การจัดหาแหล่งทุน และดำเนินการ (Design financing and implementation) เป็นกระบวนการศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้น และการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ งบประมาณ และความ ต้องการ ต่อการสนับสนุนทางการเงิน เช่น ลักษณะภูมิอากาศท้องถิ่น โครงสร้างพื้นฐาน ข้อกำหนดกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ความเป็นไปได้ทางเทคนิค การสำรวจ การสร้างระบบฐานข้อมูล และแผนที่ ควบคู่ไปกับการสำรวจทางสังคม สภาพแวดล้อม และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย รวมถึงกระบวนการติดตามและประเมินผล



ภาพที่ 2 แนวคิดการพัฒนาเมืองสีเขียว (Green city development guidelines)

ที่มา: Global Green Growth Institute : GGGI, 2022.

เช่นเดียวกันกรุงเทพมหานครและศูนย์บริการวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2566) ภายใต้โครงการ Green Bangkok City 2030 เสนอผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยที่วัดความเป็นเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของทุกทวีปทั่วโลก พบว่าในทวีปเอเชียการพิจารณาองค์ประกอบของการเป็นเมืองสีเขียว แบ่งออกเป็นด้านต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางพัฒนานำร่องกรุงเทพมหานครเมืองสีเขียว (สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน), 2566) สอดคล้องกับมาตรฐานการเป็นเมืองสีเขียว หรือ European Green City Index ที่กลุ่มประเทศสมาชิกแห่งยุโรป ร่วมกันกำหนดการออกแบบและวางผังให้เป็นไปตามยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองให้มีความร่มรื่นและรื่นรมย์ และนำไปสู่การเป็นเมืองสีเขียว (Economist Intelligence Unit, 2009) ประกอบด้วยการกำหนดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ระดับการใช้พลังงาน (energy) จำนวนอาคารที่ออกแบบโดยคำนึงถึงสภาพแวดล้อม (buildings) ปริมาณของระบบขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (transport) ระบบการจัดการขยะและของเสีย (waste and land-use) ปริมาณการใช้น้ำและระบบบำบัดน้ำเสีย (water) ปริมาณไนโตรเจนในอากาศ ซึ่งแสดงถึงคุณภาพของอากาศ (air quality) และระบบการจัดการบริหารเมือง (environmental governance) โดยเกณฑ์การวัดความเป็นเมืองสีเขียวของกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย ได้แก่

1. ด้านการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน และปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยผลิตภัณฑ์รวมของประเทศ
2. ด้านการใช้ที่ดินและอาคาร การคำนวณสัดส่วนพื้นที่สีเขียวต่อประชากร (ตารางเมตรต่อคน) ความหนาแน่นของประชากร (คนต่อตารางเมตร) นโยบายด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและอาคารเขียว
3. ด้านการขนส่งและจราจร พิจารณาจากนโยบายการให้บริการรถขนส่งสาธารณะ เครือข่ายการให้บริการรถขนส่งสาธารณะ และนโยบายการลดปัญหาจราจรติดขัด
4. ด้านของเสีย การคำนวณอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อประชากร (กิโลกรัมต่อคน) สัดส่วนของขยะมูลฝอยที่สามารถเก็บขนได้และได้รับการกำจัดอย่างถูกหลักสุขาภิบาล นโยบายการลดของเสียใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่ รวมถึงนโยบายการเก็บขนและการกำจัดของเสียของเมือง
5. ด้านน้ำ การคำนวณอัตราการใช้น้ำต่อคน (ลิตรต่อคน) สัดส่วนปริมาณน้ำสูญเสียของระบบจ่ายน้ำประปา นโยบายด้านคุณภาพน้ำผิวดินและน้ำดื่ม และนโยบายด้านการจัดการแหล่งน้ำอย่างยั่งยืน
6. ด้านการสุขาภิบาล การคำนวณสัดส่วนของประชาชนที่เข้าถึงระบบสุขาภิบาล เช่น มีระบบจัดการน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลที่ถูกสุขลักษณะ สัดส่วนปริมาณน้ำเสียที่สามารถรวบรวมและบำบัดได้ และนโยบายด้านการสุขาภิบาลของเมือง
7. ด้านคุณภาพอากาศ การคำนวณระดับความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ อนุภาคฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) ในอากาศ รวมถึงนโยบายการรักษาคุณภาพอากาศ
8. ด้านธรรมาภิบาลสิ่งแวดล้อม พิจารณาจากนโยบายและแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อม แนวทางการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม และการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ดีการวิจัยนี้ได้ทบทวนแนวคิดการเป็นเมืองสีเขียวในแนวทางที่ส่งเสริมต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากภาวะโลกร้อน กรณีศึกษาพื้นที่เทศบาลเมืองแม่โจ้ ซึ่งเป็นเมืองขนาดกลาง ด้วยการปรับใช้แนวคิดเมืองสีเขียวร่วมกับแนวทางและเกณฑ์จากการทบทวนแนวคิดข้างต้นในการส่งเสริมรักษาต้นไม้ในพื้นที่

สถาบันการศึกษาของเมือง การประเมินการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การนำร่องพัฒนาฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศต้นไม้ในพื้นที่สถาบันการศึกษาต่อเมืองเพื่อเป็นแนวทางบริหารจัดการเมือง การวางแผนเชิงนโยบาย โครงการ และการขับเคลื่อนสู่การเป็นเมืองสีเขียว ตลอดจนเพื่อเสนอแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในวัด เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ และการเข้าสู่ภาวะสมดุลคาร์บอนของเมืองต่อไป

แนวคิดประเมินการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เหนือพื้นดินของไม้ยืนต้น แนวคิดของการวิจัยนี้อยู่บนพื้นฐานว่าด้วยการประเมินการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของไม้ยืนต้น ว่าด้วยแนวคิดการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้เป็นผลมาจากการสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์แสงและนำมาเก็บในรูปแบบของมวลชีวภาพ (biomass) ในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ ใช้การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ส่วนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass) ของส่วนที่เป็นลำต้น กิ่งก้าน และใบ โดยปกติแล้วส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้จะมีสัดส่วนหรือปริมาณของคาร์บอนสะสมอยู่ในมวลชีวภาพประมาณร้อยละ 47-50 ทั้งนี้การคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ของกลุ่มพรรณไม้ชนิดต่าง ๆ ถูกจำแนกไว้ ได้แก่ กลุ่มพรรณไม้ทั่วไป กลุ่มพรรณไม้ป่าชายเลน กลุ่มปาล์ม กลุ่มไผ่ และกลุ่มเถาวัลย์ คำนวณจากสมการคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของกลุ่มพรรณไม้ชนิดดังกล่าวข้างต้น ทั้งนี้ข้อมูลของไม้ยืนต้นที่จำเป็นต้องจัดเก็บที่นำมาคำนวณประมาณก๊าซเรือนกระจกที่กักเก็บได้ ได้แก่ ชนิดไม้ ประเภทพรรณไม้ ความสูงของต้นไม้ (เมตร) ความโต (เส้นรอบวงระดับเพียงอก) (องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมมหาชน), 2564) รายละเอียดของกลุ่มพรรณไม้โดยองค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมมหาชน) เป็นดังนี้ (อภิสิทธิ์ เสนาวงค์, 2564)

1. กลุ่มพรรณไม้ยืนต้นทั่วไป เป็นไม้เนื้อแข็งขนาดใหญ่ มีลำต้นหลักตั้งตรงแล้วมีการแตกกิ่งก้าน ใบบริเวณยอด มีทรงพุ่มขนาดใหญ่ เมื่อโตเต็มที่มีกึ่งมีความสูงเกินสามเมตร และมีอายุยืนยาวหลายปี เช่น ทองกวาว คุณ ชมพูพันทิพย์ นนทรี อินทนิล สน เต็ง รั้ง สัก ประดู่ จามจุรี คุณ แดง มะขาม เป็นต้น
2. กลุ่มพรรณไม้ป่าชายเลน พรรณไม้บริเวณชายฝั่งทะเลที่มีกระแสน้ำขึ้น-ลง น้ำมีความเค็มสูง พืชจำเป็นต้องปรับตัวโดยสรีระและโครงสร้าง เช่น การมีรากค้ำจุนจำนวนมากแตกออกบริเวณโคนต้น ทำหน้าที่พยุงลำต้นและหายใจ พืชยืนต้นชนิดเด่นของป่าชายเลน เช่น แสมทะเล ลำพูทะเล โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ชลู่ ตะบูน พังกาหัวสุมดอกแดง จาก เป็นต้น
3. กลุ่มปาล์ม ปาล์มเป็นกลุ่มพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นมักมียอดเดี่ยวและไม่แตกกิ่ง ใบขนาดใหญ่ แผ่นใบรูปมือหรือรูปขนนก มีกาบและก้านใบชัดเจน ใบมักออกเป็นกลุ่มใหญ่ที่ปลายยอด เช่น ปาล์ม มะพร้าว ตาล ลาน เต่าร้าง หมาก อินทผลัม เป็นต้น
4. กลุ่มไผ่ โดยไผ่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว วงศ์เดียวกับหญ้า ลำต้นตรงและกลวงตรงกลาง มีข้อปล้อง เพื่อเสริมความแข็งแรงของต้น ใบรูปแถบหรือรูปใบหอกแคบ ช่อดอกออกที่ปลายยอด เมื่อออกดอกแล้วต้นจะตาย เรียกว่า ไผ่ตายชุก เมล็ดมีขนาดเล็กเรียวยาวคล้ายเมล็ดข้าว
5. เถาวัลย์ เป็นกลุ่มพืชพันธุ์ไม้เลื้อย ดำรงชีวิตโดยเปลี่ยนแปลงอวัยวะส่วนหนึ่งไปพันกับหลักหรือต้นไม้อื่น ๆ ต้องการสิ่งยึดเกาะ ไม่สามารถทรงตัวได้โดยลำพัง มักเลื้อยพันต้นไม้ใหญ่ หรือสิ่งพุงเป็นที่ยึดเกาะเพื่อให้ลำต้นเจริญอยู่ได้

ทั้งนี้ความสูงต้นไม้ต้องไม่น้อยกว่า 1.30 เมตร (จากพื้นดิน) เส้นรอบวงมากกว่า 15 เซนติเมตร (ที่ความสูง 1.30 เมตร) สำหรับรูปแบบการปลูกต้นไม้แบบกระจัดกระจายทั่วไปในพื้นที่และมีพื้นที่ปลูกไม่น้อยกว่า 1.0 ไร่ รูปแบบการประเมินการกักเก็บจำเป็นต้องจัดเก็บข้อมูลต้นไม้ทุกต้นในพื้นที่ ข้อมูลที่จัดเก็บนำมาคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (aboveground biomass) ของกลุ่มพรรณไม้ชนิดต่าง ๆ ดังตารางที่ 1 โดยภายหลังการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินแล้ว ยังเชื่อมโยงไปสู่การคำนวณปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินของต้นไม้รายต้น การคำนวณปริมาณคาร์บอนทั้งหมดของระบบนิเวศเป็นการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ absorption) เป็นผลรวมของปริมาณกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไป

ตารางที่ 1 สมการคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของกลุ่มพรรณไม้ชนิดต่าง ๆ

กลุ่มพรรณไม้	สมการ	อ้างอิง
1.กลุ่มพรรณไม้ทั่วไป	$W_s = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$ $W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.030}$ $W_L = (28/ W_s + W_B + 0.025))^{-1}$ $W_T = W_s + W_B + W_L$	Ogawa et al. (1965)
2.กลุ่มพรรณไม้ป่าชายเลน	$W_s = 0.05466 (D^2H)^{0.945}$ $W_B = 0.01579 (D^2H)^{0.9124}$ $W_L = 0.0678 (D^2H)^{0.5806}$ $W_T = W_s + W_B + W_L$	Komiyama et al. (1987)
3.กลุ่มปาล์ม	$W_T = 6.666 + 12.826 (H)^{0.5}(\ln H)$	Peason et al. (2005)
4.กลุ่มไผ่		
ไผ่บงป่า	$W_T = 0.1466 (D)^{0.7187}$	อิทธิพงศ์ (255)
ไผ่บงดำ	$W_T = 0.49522 (D)^{0.8726}$	Kutintara (1995)
ไผ่ข้าวหลาม	$W_T = 0.17446(D)^{1.0437}$	Kutintara (1995)
ไผ่ไร่และไผ่ผาก	$W_T = 0.2425 (D)^{1.0751}$	Kutintara (1995)
5.กลุ่มเถาวัลย์	$W_T = 0.8622 (D)^{2.0210}$	ชิงชัยและคณะ (2554)

ที่มา: องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน), 2564.

หมายเหตุ:

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้ที่มีความสูง 1.30 เมตร

H = ความสูงทั้งหมดของต้นไม้

W_s = มวลชีวภาพของลำต้น

W_B = มวลชีวภาพของกิ่ง

W_L = มวลชีวภาพของใบ

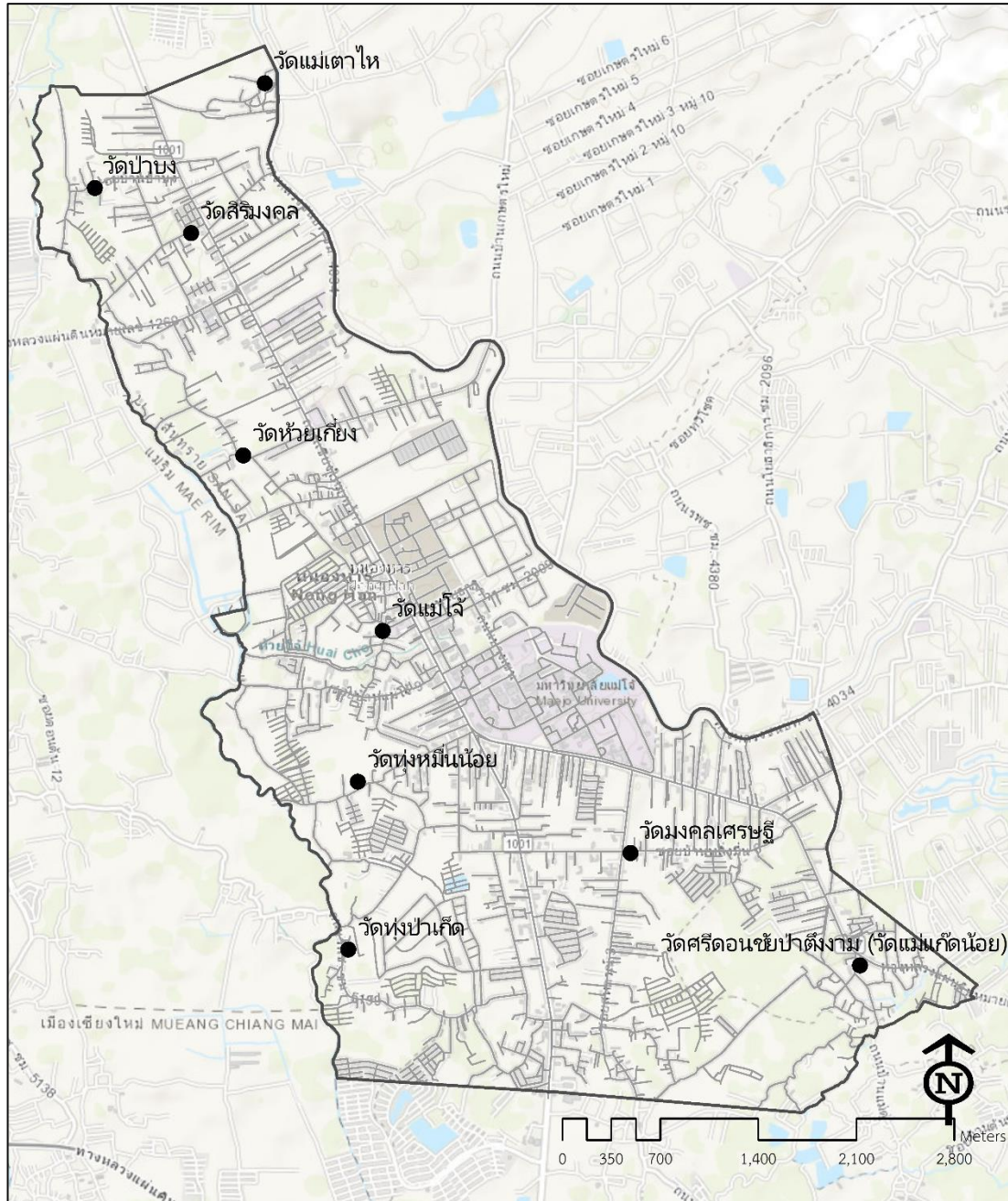
W_T = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

แนวคิดเชิงพื้นที่เทศบาลเมืองแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่มุ่งเป้าของการวิจัยนี้ โดยที่ปัจจุบันเมืองมีวิสัยทัศน์มุ่งสู่การเป็นเมืองสีเขียว “แม่โจ้เมืองน่าอยู่ ร่วมใจพัฒนา คุณิถีชีวิตชุมชนอย่างยั่งยืน” โดยพันธกิจที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การส่งเสริมชุมชนในการพึ่งพาตนเอง การพัฒนาระบบบริหารจัดการที่ดีและการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม การพัฒนาชุมชนให้น่าอยู่มีความเข้มแข็ง การได้รับบริการสาธารณะโครงสร้างพื้นฐานที่สะดวกและเสมอภาค ภายใต้จุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนาภาครัฐที่ดีบูรณาการและมีส่วนร่วม การจัดการมลภาวะและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองแม่โจ้เป็นชุมชนเมืองขนาดกลาง มีที่ตั้งทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของเมืองเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ต่อเนื่องเพื่อประเมินการกักเก็บก๊าซคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่วัดในเมืองสู่การเป็นเมืองสีเขียวของการวิจัยนี้ด้วยการพัฒนาฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศต้นไม้ในพื้นที่วัดการสร้างแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ เพื่อลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ และสนับสนุนการเข้าสู่ภาวะสมดุลคาร์บอน ชุมชนเทศบาลเมืองแม่โจ้เป็นเมืองในบริบทของสถาบันการศึกษามีศาสนสถานทั้งสิ้น 13 แห่ง จำแนกเป็น วัด 9 แห่ง มีที่ตั้งในพื้นที่ตำบลหนองหาร ตำบลป่าไผ่ และตำบลหนองจ่อม อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งนี้คริสตจักร 4 แห่ง (ตารางที่ 2 และภาพที่ 3) โดยคริสตจักรเกือบทั้งหมดมีลักษณะที่ตั้งอยู่ภายในอาคาร จึงไม่ถูกนำมารวมในการวิจัยนี้

ตารางที่ 2 วัดในพื้นที่เทศบาลเมืองแม่โจ้

ศาสนสถาน	ที่ตั้ง
1.วัดแม่เตาไห	หมู่ 1 บ้านแม่เตาไห ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย
2.วัดทุ่งป่าเกิด	หมู่ 6 บ้านทุ่งป่าเกิด ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย
3.วัดทุ่งหมื่นน้อย	หมู่ 9 บ้านทุ่งหมื่นน้อย ตำบลหนองหารอำเภอสันทราย
4.วัดห้วยเกียง	หมู่ 3 บ้านห้วยเกียง ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย
5.วัดศิริมงคล	หมู่ 12 บ้านไร่สหกรณ์ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย
6.วัดป่าบง	หมู่ 2 ชุมชนบ้านป่าบง ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย
7.วัดศรีดอนชัยป่าดิงงาม (วัดแม่แก้ดน้อย)	หมู่ 5 บ้านหนองทราย ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย
8.วัดแม่โจ้	หมู่ 4 บ้านแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย
9.วัดมงคลเศรษฐี	หมู่ 7 บ้านศรีสหกรณ์ ตำบลหนองจ่อม อำเภอสันทราย

ที่มา: เทศบาลเมืองแม่โจ้, 2566.



ภาพที่ 3 พื้นที่เทศบาลเมืองแม่ใจและที่ตั้งวัด
ที่มา: เทศบาลเมืองแม่ใจ, 2566.

แนวคิดการจัดทำระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศต้นไม้ การวิจัยนี้ใช้แนวคิดเมืองสีเขียวเพื่อพัฒนาฐานข้อมูลด้วยแนวความคิดของระบบภูมิสารสนเทศ ที่ว่าระบบภูมิสารสนเทศเป็นระบบสารสนเทศที่นำเอาข้อมูลมารวบรวม จัดเก็บ และวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ สามารถทำการสืบค้นข้อมูลและปรับปรุงข้อมูล รวมไปถึงการนำเอาข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ข้อมูลที่นำมารวบรวมและจัดเก็บในระบบที่สามารถนำไปจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) โดยข้อมูลเชิงพื้นที่ยังมีการเชื่อมโยงเข้ากับข้อมูลลักษณะประจำ หรือที่เรียกว่าข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) ที่ใช้อธิบายรายละเอียดของ

ปรากฏการณ์และคุณลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น ๆ ที่จะทำให้การนำข้อมูลไปใช้มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น (สำนักพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2556) องค์ประกอบของระบบภูมิสารสนเทศประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ได้แก่ 1) บุคลากร (people) บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในระบบภูมิสารสนเทศ ได้แก่ ผู้ใช้ ซึ่งจะใช้ฐานข้อมูลสำหรับการประกอบการตัดสินใจและวางแผนเฉพาะเรื่อง ได้ในปัจจัยที่สำคัญ อาทิเช่น พื้นที่สำคัญ ตำแหน่งต้นไม้ คุณลักษณะของต้นไม้ รูปถ่าย และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ผ่านกระบวนการนำเข้าสู่ข้อมูล จัดเก็บ และแก้ไขข้อมูล รวมถึงนำมาวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ การออกแบบระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่จะช่วยให้การทำงานของระบบภูมิสารสนเทศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถบูรณาการร่วมกับการบริหารจัดการเมืองได้ต่อไป 2) ข้อมูล (data) แหล่งข้อมูลของระบบภูมิสารสนเทศได้มาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลจากดาวเทียม รูปถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นอยู่ในรูปแบบของข้อมูลกระดาษและข้อมูลเชิงเลข 3) ซอฟต์แวร์ (software) ใช้เพื่อทำหน้าที่จัดการควบคุมการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ 3.1) ซอฟต์แวร์ที่ใช้งานร่วมกับระบบภูมิสารสนเทศ เรียกว่าซอฟต์แวร์ระบบ (system software) หรือ ระบบปฏิบัติการ (operating system) ทำหน้าที่ควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นยังประกอบด้วยซอฟต์แวร์สำเร็จ (software package) ที่เหมาะสมกับการใช้งานในด้านต่าง ๆ เช่น การจัดทำฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Ms Debase Access เป็นต้น 3.2) ซอฟต์แวร์ระบบภูมิสารสนเทศ ที่สามารถใช้งานในระบบภูมิสารสนเทศ ในด้านการนำเข้าสู่ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลข้อมูล อาทิเช่น QGIS และ Arc Map เป็นต้น 4) ฮาร์ดแวร์ (hardware) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบภูมิสารสนเทศ หน่วยความจำหลัก จอภาพ เครื่องพิมพ์ เป็นต้น และ 5) กระบวนการ (procedure) เป็นกระบวนการเพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ดำเนินงาน ให้ได้สารสนเทศตามเป้าหมาย ซึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบและองค์ความรู้ต่างๆ ตามศาสตร์ที่ต้องการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของงาน (Aronoff, 1989)

แนวคิดการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศของการวิจัยการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่วัดในเมืองสู่การเป็นเมืองสีเขียว กรณีศึกษาเทศบาลเมืองแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ใช้แนวคิดรวบยอดบูรณาการผลข้อมูลจากการวิเคราะห์จัดเก็บสู่ระบบภูมิสารสนเทศ ในรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลอธิบาย ซึ่งเป็นข้อมูลคุณลักษณะของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ฐานข้อมูลบริบทพื้นที่วัดในชุมชนเมือง ฐานข้อมูลต้นไม้ ผลประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้แต่ละต้น รวบรวมไว้ในระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศต้นไม้ เพื่อให้ฐานข้อมูลถูกนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการเมืองเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวของต้นไม้ การติดตามตรวจสอบปรับปรุงการประเมินตามรอบระยะเวลา เพื่อให้มีข้อมูลต่อเนื่องในการวางแผนการดูแลรักษา การปลูกต้นไม้ในพื้นที่ และการปรับปรุงส่งเสริมประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ เพิ่มออกซิเจนในพื้นที่เมือง และขับเคลื่อนเมืองสู่ภาวะสมดุลคาร์บอน

กรณีศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แนวคิดเมืองสีเขียวในกลุ่มประเทศในทวีปยุโรปจำนวนกว่า 30 เมือง เริ่มต้นในปี ค.ศ.2009 โดยดัชนีเมืองสีเขียว The European green city index (2009) ของตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม ธรรมชาติสิ่งแวดล้อมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของเมือง 8 กลุ่ม 30 ตัวชี้วัด ได้แก่ ด้านการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การใช้พลังงาน อาคาร การขนส่ง น้ำ ของเสียและการใช้ที่ดิน คุณภาพอากาศ และธรรมชาติสิ่งแวดล้อมของเมือง จำนวน 8 กลุ่มบ่งชี้ พัฒนาโดยองค์กรเมืองเพื่อให้คะแนนเมืองต่าง ๆ เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของเมืองผ่านปริมาณพลังงานที่ใช้ ของเสียที่ผลิต ระดับมลพิษทาง

อากาศ เป้าหมายของเมืองในด้านการผลิต การบริโภค พลังงานหมุนเวียน การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เป็นต้น ผลการจัดอันดับกลุ่มประเทศที่มีค่าดัชนีเมืองสีเขียวดีที่สุดในอันดับแรก ได้แก่ เมืองโคเปนเฮเกน สตอกโฮล์ม ออสโล เวียนนา อัมสเตอร์ดัม ซูริก เฮลซิงกิ เบอร์ลิน บรัสเซล และปารีส เป็นต้น โดยตัวชี้วัดด้านพื้นที่สีเขียวอยู่ในกลุ่มน้ำและการใช้ที่ดินที่ส่งเสริมต่อการเพิ่มขึ้นของพื้นที่สีเขียว (green land use and policy) และกลุ่มธรรมชาติสิ่งแวดล้อม ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมโครงการส่งเสริมพื้นที่สีเขียว การจัดการสิ่งแวดล้อม และการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่อนโยบายเมืองสีเขียว

เมืองสีเขียวและเมืองอุทยานนครประเทศสิงคโปร์ ที่ถูกประกาศวิสัยทัศน์การพัฒนาเมืองอย่างเป็นทางการมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2510 และการขับเคลื่อนให้การปลูกต้นไม้เป็นวาระแห่งชาติมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2514 ร่วมกับการบังคับใช้พระราชบัญญัติสวนสาธารณะและต้นไม้ พ.ศ.2515 การส่งเสริมหน่วยงานต่าง ๆ ของเมืองที่เกี่ยวข้องกับต้นไม้ ได้แก่ Park and Recreation Department การเริ่มขึ้นทะเบียนมรดกต้นไม้ (heritage tree) มาตั้งแต่ปี พ.ศ.2559 ควบคู่ไปกับการจัดทำแผนพัฒนาเมืองสำหรับปี พ.ศ.2557-2573 แผนแม่บทการลงทุนของประเทศภายใต้แนวคิด More Land, More homes, More Greenery ส่งผลให้สิงคโปร์เป็นเมืองที่มีความหนาแน่นของพื้นที่สีเขียวมากที่สุดในเอเชีย มากถึงร้อยละ 29.3 ของพื้นที่เมือง มีสวนสาธารณะ 423 แห่ง ในปัจจุบัน (National Park Board Singapore. 2023) กล่าวได้ว่าเมืองมีวิสัยทัศน์ เป้าหมาย ยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองมุ่งสู่การเป็นเมืองสีเขียวของอุทยานนคร ดังคำกล่าวของ นายลี กวนยู ในวันปลูกต้นไม้แห่งชาติเมื่อปี ค.ศ.1999 ที่ว่า “...ผมเชื่อเสมอว่า เมืองที่เต็มไปด้วยป่าคอนกรีต จะทำลายจิตวิญญาณความเป็นมนุษย์ สิ่งที่เราต้องการคือธรรมชาติที่เต็มไปด้วยพื้นที่สีเขียว เพื่อยกระดับจิตวิญญาณของเรา...” นอกจากนั้นยังมีกรณีตัวอย่างเมืองสีเขียวที่ถูกออกแบบและวางผังเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของเมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หรือ World’s First ‘Forest City’ With One Million Plants Liuzhou Forest City; China Forest City มณฑล Guangxi ประเทศจีน รองรับประชากรเมืองกว่า 30,000 คน การปลูกต้นไม้ในเมืองกว่าหนึ่งร้อยสายพันธุ์ มุ่งเน้นพันธุ์ไม้ที่ดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์และมลพิษในเมืองได้กว่า 10,000 ต้นต่อปี ดูดซับฝุ่นละอองในอากาศในเมืองได้กว่า 57 ตันต่อปี และผลิตออกซิเจนได้กว่า 9,000 ตันต่อปี (Arc daily, 2022) เป็นเมืองที่ส่งเสริมการปรับปรุงคุณภาพอากาศและความหลากหลายทางชีวภาพของพันธุ์ไม้ท้องถิ่นซึ่งเป็นเมืองที่ถูกออกแบบวางผังมาเพื่อภารกิจนี้โดยตรง

โครงการเมืองสีเขียวกรุงเทพมหานคร 2030 แห่งเป้าหมายเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals) เป้าหมายเมืองและชุมชนที่ยั่งยืน (SDGs Goal 11) เป้าหมายย่อยที่ 11.2 การเพิ่มพื้นที่สีเขียว พื้นที่สาธารณะ และโอกาสในการเข้าถึง เป้าหมายย่อยที่ 11.3 ยกระดับการพัฒนาเมืองและขีดความสามารถให้ครอบคลุมและยั่งยืน เป้าหมายย่อย 11.7 จัดให้มีการเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียวที่ปลอดภัย ครอบคลุมและเข้าถึงได้ และ SDG17 โดยเฉพาะเป้าหมายย่อยที่ 17.14 ยกระดับความสอดคล้องเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน มุ่งสู่การเป็นมหานครสีเขียวและเป็นพื้นที่ต้นแบบสำหรับเมืองอื่น ๆ ในประเทศไทย (SDG Move, 2023) โดยมีเป้าหมายทั้งปริมาณพื้นที่ร่มไม้ต่อเมือง การเข้าถึงพื้นที่สีเขียว และการเพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียวต่อประชาชนภายในปี พ.ศ.2573 ได้แก่ เพิ่มการเข้าถึงพื้นที่สาธารณะสีเขียวในระยะ 400 เมตร ให้มีพื้นที่ร้อยละ 50 ของเมือง การเพิ่มสัดส่วนพื้นที่สีเขียวต่อจำนวนประชากรเมืองให้ได้ 10 ตารางเมตรต่อคน และการเพิ่มพื้นที่ร่มไม้ต่อพื้นที่เมืองให้ได้ร้อยละ 30 ของพื้นที่เมือง (ณัฐวุฒิ วรรณิกา และกรวรรณ, 2564) โครงการ

ดังกล่าวส่งผลสู่การขับเคลื่อนพื้นที่สีเขียวและต้นไม้ในเมืองอย่างยั่งยืนด้วยการคัดเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมกับพื้นที่เมือง ลดผลกระทบของต้นไม้ต่อแนวโครงสร้างพื้นฐาน ตลอดจนการขับเคลื่อนไปสู่การขับเคลื่อนข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องกำหนดลักษณะของอาคารและพื้นที่ว่างนอกรอาคารเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม (ร่างข้อบัญญัติพื้นที่สีเขียว พ.ศ.2565) มีสาระสำคัญ กำหนดให้ผู้ที่สร้าง ซ่อมแซม หรือต่อเติมอาคารใหม่ จะต้องมีพื้นที่สีเขียวไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่างนอกรอาคาร นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมพรรณไม้ไม่ริมถนน ทางเท้า ด้วยทรงพุ่มธรรมชาติ กิ่งก้านเหนียว ทนต่อโรคแมลง รากแข็งแรง หลีกเสี่ยงไม้ผลัดใบ ดูดซับฝุ่นได้ดี เช่น พิกุล อินทนิลน้ำ ทองอุไร เหลืองปรีดิยาธร ราชพฤกษ์ แคแสด อโศกเซนคาเบรียล และลำดวน เป็นต้น

จิราภา และลักษณา (2564) เสนอผลวิจัยการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเมืองในศาสนสถานประเภทวัดกรณีศึกษาเทศบาลนครเชียงใหม่ เสนอว่าการเติบโตและการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อการลดลงของพื้นที่สีเขียว หากแต่โอกาสต่อการพัฒนาเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองยังมีอยู่ในพื้นที่ศาสนสถานประเภทวัดที่มีการกระจายตัวอยู่ทั่วทุกชุมชนจึงสมควรได้รับการส่งเสริมให้มีการรักษาและเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเมือง สถานการณ์พื้นที่สีเขียวปัจจุบันของพื้นที่เมือง พบว่าเมืองมีพื้นที่สีเขียวเพื่อบริการนันทนาการและความงามทางภูมิทัศน์ 0.47 ตารางกิโลเมตร พื้นที่สีเขียวยั่งยืน ได้แก่ พื้นที่สีเขียวเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ 0.03 ตารางกิโลเมตร โดยที่สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เสนอว่าเมืองควรมีอัตราส่วนที่เหมาะสมของพื้นที่สีเขียวเพื่อให้บริการอย่างน้อย 4.0 ตารางเมตรต่อคน และอัตราส่วนพื้นที่สีเขียวยั่งยืนต่อจำนวนประชากร คือ 12.0 ตารางเมตรต่อคน ซึ่งปัจจุบันพื้นที่เมืองมีพื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ 3.47 ตารางเมตรต่อคน พื้นที่สีเขียวที่ยั่งยืน 6.48 ตารางเมตรต่อคน ซึ่งน้อยกว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับเมือง การส่งเสริมการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในศาสนสถานประเภทวัดด้วยการรักษาต้นไม้ในพื้นที่และการส่งเสริมกิจกรรมนันทนาการจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับเมืองอีกแนวทาง

สรศักดิ์ และธันวา (2563) เสนอผลวิจัยมลพิษชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและคืนสัตว์สู่ป่าในมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ (พื้นที่นามน) วิเคราะห์ปริมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ยืนต้น โดยการวางแผนศึกษาวัดขนาดไม้ยืนต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก ผลวิจัยพบว่าลักษณะสังคมป่าในพื้นที่ศึกษาเป็นป่าเบญจพรรณ พบไม้เด่น เช่น ไม้ประดู่ ไม้แดง พันธุ์ไม้ที่พบในแปลงตัวอย่าง 26 ชนิด 16 วงศ์ 26 สกุล มีปริมาณมวลชีวภาพรวม 12,375.43 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวม 6,187.72 กิโลกรัมคาร์บอนต่อไร่ และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ยืนต้น 22,708.92 กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์ต่อไร่ โดยมีข้อเสนอแนะอันเป็นผลจากการวิจัยต่อพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและคืนสัตว์สู่ป่าในมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ควรได้รับการสนับสนุนให้มีการอนุรักษ์และคงไว้ซึ่งระบบนิเวศของป่า และเป็นโครงการนำร่องเพื่อเป็นแนวปฏิบัติแก่พื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชตลอดจนชุมชนต่าง ๆ ทั่วประเทศให้มีการอนุรักษ์ป่าไม้ต่อไป

นวลจันทร์ สิงห์คราญ (2564) เสนอผลวิจัยการประเมินการกักเก็บคาร์บอนและการผลิตออกซิเจนของต้นไม้ในสวนสาธารณะของกรุงเทพมหานคร เพื่อการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน และลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ โดยประเมินการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และการผลิตออกซิเจนเหนือพื้นดินของต้นไม้ในสวนสาธารณะกรุงเทพมหานคร 25 แห่ง เพื่อเสนอแนวทางปรับปรุงประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของสวนสาธารณะเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ

ผลวิจัยพบว่าสวนสาธารณะมีกลุ่มพรรณไม้หลักเป็นกลุ่มพรรณไม้ทั่วไปมากที่สุด 2.48 ต้นคาร์บอน/เฮกตาร์ 9.75 ต้นคาร์บอนไดออกไซด์/เฮกตาร์ และ 662.9 ต้นออกซิเจน/เฮกตาร์ ความหนาแน่นเฉลี่ยต้นไม้ทั้งหมดต่อพื้นที่สีเขียว 256 ต้น/เฮกตาร์ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นที่ของต้นไม้ในสวนสาธารณะ คือ กลุ่มและชนิดต้นไม้ เส้นรอบวงและความสูงของต้นไม้ ข้อกำหนดในการปลูกต้นไม้และการวางแผนการปลูกต้นไม้ที่เหมาะสม ซึ่งโดยรวมควรเพิ่มการปลูกต้นไม้ในกลุ่มพรรณไม้ทั่วไป ที่มีลำต้น การแผ่กิ่งก้านสาขา และใบจำนวนมาก เมื่อโตเต็มที่ เพื่อเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน และควรเพิ่มพื้นที่สีเขียวอย่างน้อยร้อยละ 50 ของพื้นที่สวนสาธารณะ นอกจากนี้ควรมีการวิจัยเพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในสวนสาธารณะอย่างต่อเนื่องทุก 3-5 ปี เพื่อให้มีข้อมูลต่อเนื่องสำหรับการปรับปรุง วางแผนการปลูกต้นไม้ในสวนสาธารณะ เพื่อเพิ่มศักยภาพโดยต้นไม้ในสวนต่อไป

ผลทบทวนวรรณกรรมพบว่าแนวคิดการมุ่งสู่ความเป็นเมืองสีเขียว ในการลดปัญหาผลกระทบจากภาวะโลกร้อน ด้วยแนวทางการประเมินการกักเก็บคาร์บอน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และการผลิตออกซิเจนเหนือพื้นดินของต้นไม้ ในบริบทพื้นที่เมืองการศึกษาอย่างส่งเสริมต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียว การดูแลรักษาไม้ยืนต้นในพื้นที่สถาบันการศึกษา ด้วยการบูรณาการสร้างระบบฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ ในการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณในฐานข้อมูลเพื่อมุ่งสู่การเป็นเมืองสีเขียว เป็นแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในวัดเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ และสามารถทำการประเมินได้อย่างต่อเนื่องบนระบบฐานข้อมูล สำหรับเป็นแนวทางในการบริหารจัดการเมือง การวางแผนการปลูกต้นไม้และสร้างพื้นที่สีเขียวได้อย่างส่งเสริมต่อศักยภาพของต้นไม้ในเมืองได้อย่างเหมาะสม

กรอบแนวคิดการวิจัยที่พัฒนาจากการทบทวนวรรณกรรมแยกเป็นระดับพื้นที่เมือง และระดับพื้นที่วัด อธิบายในสี่ส่วนสำคัญ ส่วนแรกระดับพื้นที่เมือง อธิบายบริบทพื้นที่วัดในชุมชนเมืองที่ส่งเสริมเมืองสีเขียว ปัจจัยการใช้ที่ดิน อาคารและสิ่งก่อสร้าง นโยบายพัฒนาเมือง ข้อกำหนดที่ส่งเสริมต่อเมืองสีเขียว และปัจจัยอื่น ๆ ระดับพื้นที่วัด ประกอบด้วยสามส่วน ส่วนแรกการพัฒนาฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศต้นไม้ ตำแหน่งต้นไม้ ความสูง เส้นรอบวง และรัศมีทรงพุ่ม ส่วนที่สองสถานการณ์ต้นไม้ในวัด วิเคราะห์ความหลากหลายของต้นไม้ การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ และการผลิตออกซิเจนเหนือพื้นดินของต้นไม้ ส่วนสุดท้ายเมืองและวัด วิเคราะห์การบริหารจัดการพื้นที่วัดและต้นไม้ ปัญหา อุปสรรค ความต้องการต่อการส่งเสริมต้นไม้ในวัด และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ผลวิจัยนำมาสังเคราะห์และประมวลเพื่อเสนอแนะแนวทางปรับปรุงและส่งเสริมประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในวัดเพื่อลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ อย่างเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บ ติดตามผล และประเมินผล อันเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการเมืองที่ส่งเสริมเมืองสีเขียวได้อย่างเหมาะสม

6. ระเบียบวิธีวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ มีหน่วยการวิเคราะห์ (unit of analysis) คือ พื้นที่วัดและต้นไม้ในวัด วิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย ประชากรของการวิจัย คือ วัดในพื้นที่เทศบาลเมืองแม่โจ้ 9 พื้นที่ ได้แก่ วัดแม่เตาไห วัดทุ่งป่าเกิด วัดทุ่งหมื่นน้อย วัดห้วยเกียง วัดศิริมงคล วัดป่าบาง วัดศรีดอนชัยป่าติงงาม

(วัดแม่แก้คน้อย) วัดแม่โจ้ และวัดมงคลเศรษฐี อยู่ในพื้นที่ 3 ตำบล คือ ตำบลหนองหาร ตำบลหนองจ้อม และ ตำบลป่าไผ่

วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (non-probability sampling) ของกลุ่มตัวอย่างที่ เฉพาะเจาะจง (purposive selection) ของไม้ยืนต้นในวัด อันเป็นประเด็นหลักของการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของ การประเมินการกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เหนือพื้นดินของต้นไม้ในพื้นที่วัด โดยศึกษา เฉพาะไม้ยืนต้นเท่านั้น

2) แหล่งข้อมูล ได้แก่ แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ จากการสำรวจพื้นที่ บริบทพื้นที่วัดในชุมชนเมือง การสำรวจ ต้นไม้และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ จากเอกสาร หนังสือ รายงานวิจัย สื่อสารสนเทศออนไลน์ แผนที่ ภาพถ่าย แผนงานและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมือง และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3) สสำรวจและวิเคราะห์เอกสาร (Content analysis) ที่เกี่ยวข้องกับชุมชนเมือง วัด แผนที่ ฐานข้อมูล พื้นฐาน ปัจจัยการใช้ที่ดิน อาคารและสิ่งก่อสร้าง นโยบายพัฒนาเมือง ข้อกำหนดที่ส่งเสริมต่อเมืองสีเขียว และ ปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

4) สสำรวจภาคสนาม (surveying) และสังเกตการณ์พื้นที่วัดอย่างไม่มีส่วนร่วม (non-participate observation) ของปัจจัยการใช้พื้นที่วัด อาคารและสิ่งก่อสร้าง สสำรวจและจัดเก็บข้อมูลพรรณไม้ ได้แก่ ตำแหน่ง ต้นไม้ ข้อมูลพรรณไม้ ความสูง เส้นรอบวง รัศมีทรงพุ่ม และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

5) การวิเคราะห์สถานการณ์ต้นไม้ของวัด ประกอบด้วย

5.1 การอธิบายความหลากหลายของต้นไม้ในวัด ใช้วิธีการอธิบายเชิงพรรณนาจากข้อมูลที่สำรวจ และสังเกตการณ์ได้จากภาคสนามร่วมกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

5.2 การประเมินมวลชีวภาพต้นไม้เหนือพื้นดิน ประกอบด้วย การประเมินมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ ของกลุ่มพรรณไม้ทั่วไป กลุ่มพาล์ม กลุ่มไผ่ และกลุ่มเถาวัลย์

5.3 การคำนวณปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินของไม้ต้นรายต้น และไม้ โดยนำค่ามวลชีวภาพเหนือ พื้นดินของต้นไม้รายต้นที่หาได้คูณด้วยร้อยละปริมาณคาร์บอน เป็นการคำนวณปริมาณคาร์บอนทั้งหมด ของของระบบนิเวศของการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้ยืนต้นในวัด

6) พัฒนาระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศต้นไม้ในวัด (Geo-Informatics System database) ได้แก่ ปัจจัย เชิงพื้นที่ (spatial data) ของชั้นข้อมูลพื้นที่วัด อาคารและสิ่งก่อสร้าง ตำแหน่งต้นไม้ ปัจจัยเชิงอรรถาธิบาย (attribute data) ได้แก่ ปัจจัยชนิดพืช ภาพถ่าย ความสูง และเส้นรอบวงต้นไม้ และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ด้วยการ ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล การนำเข้าข้อมูล การวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลจากฐานข้อมูล

7) สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้ที่เกี่ยวข้องกับวัด โดยการสัมภาษณ์ทางลึก (in-depth interview) ใช้การสุ่ม ตัวอย่างเฉพาะเจาะจง (purposive selection) ในส่วนของเมืองและวัด ประชากร คือ ภาครัฐหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง กับวัด และผู้บริหารเมือง จำนวนทั้งหมด 9 วัด ของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แนวทางบริหารจัดการพัฒนาพื้นที่ ต่อ การส่งเสริมต้นไม้ แนวทางบริหารจัดการไม้ยืนต้นในวัดของเมือง ปัญหาอุปสรรคและความต้องการต่อการดูแล รักษาต้นไม้ และปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

8) บูรณาการผลวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางปรับปรุงและส่งเสริมประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในวัดเพื่อลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ อย่างเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บ ติดตามผล และประเมินผล อันเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการเมืองที่ส่งเสริมเมืองสีเขียว ช่วยขับเคลื่อนเมืองสู่ภาวะสมดุลคาร์บอนได้อย่างเหมาะสม

เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่สำคัญ

1. การประเมินมวลชีวภาพต้นไม้เหนือพื้นดิน การคำนวณปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินของไม้ต้นรายต้น และไม้ การคำนวณปริมาณคาร์บอนทั้งหมดของของระบบนิเวศเป็นการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนี้

1.1. การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above-ground biomass) ประกอบด้วย การประเมินมวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ ของกลุ่มพรรณไม้ทั่วไป กลุ่มปาล์ม กลุ่มไม้ และกลุ่มเถาวัลย์ ต้นไม้ที่สำรวจพบในพื้นที่

1) กลุ่มพรรณไม้ทั่วไป Ogawa et al. (1965)

$$\text{มวลชีวภาพของลำต้น } W_s = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$$

$$\text{มวลชีวภาพของกิ่ง } W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.030}$$

$$\text{มวลชีวภาพของใบ } W_L = (28 / (W_s + W_B + 0.025))^{-1}$$

$$\text{มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน } W_T = W_s + W_B + W_L$$

2) กลุ่มปาล์ม Peason et al. (2005)

$$\text{มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน } W_T = 6.666 + 12.826 (H)^{0.5} (\ln H)$$

3) กลุ่มไม้

$$\text{ไม้บงป่า มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน } W_T = 0.1466 (D)^{0.7187} \quad \text{อิทธิพงษ์ (255)}$$

$$\text{ไม้บงดำ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน } W_T = 0.49522 (D)^{0.8726} \quad \text{Kutintara (1995)}$$

$$\text{ไม้ข้าวหลาม มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน } W_T = 0.17446 (D)^{1.0437} \quad \text{Kutintara (1995)}$$

$$\text{ไม้ไร่และไม้ผาก มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน } W_T = 0.2425 (D)^{1.0751} \quad \text{Kutintara (1995)}$$

4) กลุ่มเถาวัลย์

$$\text{มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน } W_T = 0.8622 (D)^{2.0210} \quad \text{ชิงชัยและคณะ (2554)}$$

1.2. การคำนวณปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินของไม้ต้นรายต้น และไม้ นำมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรายต้นของไม้ต้น คูณด้วยร้อยละปริมาณคาร์บอน คือ ร้อยละ 50 (Haghdooost et al., 2013; Teerakunpisut et al., 2007) ดังสมการที่ (14) ดังนี้

$$\text{ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน} = \text{ปริมาณมวลชีวภาพ} \times 0.50 \quad (\text{ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์})$$

1.3. การคำนวณปริมาณคาร์บอนทั้งหมดของของระบบนิเวศเป็นการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ absorption) เป็นผลรวมของปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศ (Ecosystem carbon stock: EC stock) คูณด้วยค่าสัดส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ : มวลโมเลกุล = 44) และคาร์บอน (C : มวลโมเลกุล = 12) คือ 44/12 หรือ 3.67 (Girma *et al.*), ดังนี้

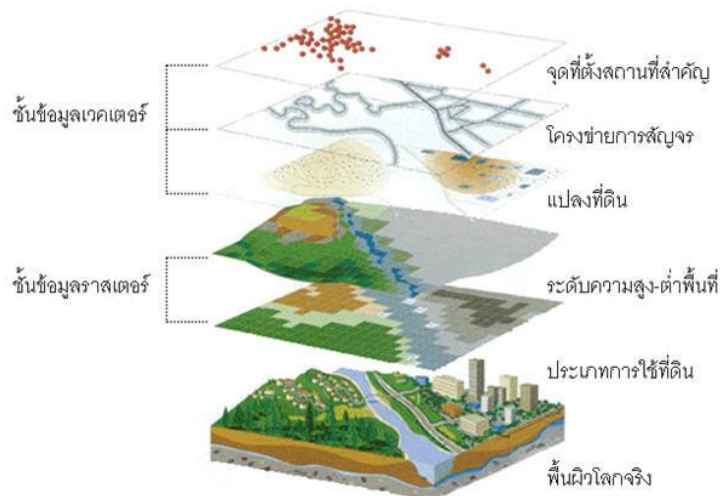
$$\text{CO}_2 \text{ absorption} = \text{EC}_{\text{stock}} \times \text{CO}_2 \text{ CF}$$

โดย CO₂ absorption = ปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ของระบบนิเวศ (tCO₂e/ไร่)

EC_{stock} = ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศ (tC/ไร่)

CO₂ CF = ค่าสัดส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอน หรือ 3.67

2. เทคนิควิเคราะห์การซ้อนทับชั้นข้อมูล (Overlay analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีตำแหน่งอ้างอิงบนพื้นที่ (Geospatial data) ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ (GIS : Geo-Informatics System) ซึ่งส่วนหนึ่งของเทคนิคการวิเคราะห์โดยระบบนี้คือการซ้อนทับชั้นข้อมูล (Layer) เพื่อการวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งต่างๆ บนพื้นที่ ร่วมกับการวิเคราะห์พื้นที่ในสิ่งที่มนุษย์คาดการณ์ผ่านระบบแผนที่บนคอมพิวเตอร์ รวมถึงการคำนวณ การวิเคราะห์และแสดงผลวิเคราะห์ (สุเพชร จิรขจรกุล, 2560 และชิงชัย หุมห่อง, 2563) การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer assisted approach) โดยการจัดทำฐานข้อมูลต่าง ๆ ด้วยการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในกระบวนการนำเข้า จัดเก็บ เปลี่ยนแปลง และแสดงผลข้อมูล แล้วจึงทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการซ้อนทับชั้นข้อมูล ทั้งข้อมูลแบบเชิงเส้น หรือ เวกเตอร์ (Vector) ข้อมูลภาพ หรือ ราสเตอร์ (Raster) (Environmental Systems Research Institute.[ESRI], 2018.) (ภาพที่ 4) ใช้หลักการคณิตศาสตร์และตรรกะในการวิเคราะห์ ผลการวิเคราะห์อยู่ในรูปของตัวเลข รูปภาพ แผนภูมิ และแผนที่แสดงผลวิเคราะห์ สำหรับการวิจัยนี้ใช้เทคนิควิเคราะห์การซ้อนทับชั้นข้อมูลบนระบบภูมิสารสนเทศเพื่อวิเคราะห์จากฐานข้อมูลในปัจจุบันและความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ผ่านฐานข้อมูลที่พัฒนาขึ้น



ภาพที่ 4 เทคนิควิเคราะห์การซ้อนทับชั้นข้อมูล.

ที่มา: ดัดแปลงจาก GIS Wiki at gis.com <http://wiki.gis.com/wiki/index.php/Overlay>, 2021.

เอกสารอ้างอิง

กองประสานการเปลี่ยนแปลงการจัดการสภาพภูมิอากาศ. 2566. **ประเทศไทยกับการเปลี่ยนแปลงสภาพ**

ภูมิอากาศ. จาก <https://climate.onep.go.th> [24 กรกฎาคม 2566].

จิราภา สุนันตะ และลักขณา สัมมานิติ. 2564. **การเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเมืองในศาสนสถานประเภทวัด กรณีศึกษา เทศบาลนครเชียงใหม่.** วารสารสารศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2564 (1) หน้า 236-249.

ชิงชัย หุมห้อง. **คู่มือการใช้งาน QGIS อย่างมืออาชีพ.** พิษณุโลก. ร้านพิษณุโลกดอทคอม.

ชิงชัย วิริยะปัญญา และคณะ. (2554). **การปรับสมการเพื่อประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสวนป่าสักในประเทศไทย.** สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ณัฐวุฒิ อัสวโตวิทวงศ์ กรรณิกา สงวนสินธุกุล และ กรวรรณ หวานฉ่ำ. 2564. **โครงการกรุงเทพเมืองสีเขียว 2030': กรณีศึกษาของการกระจายภารกิจสู่การจัดการพื้นที่สาธารณะระดับละแวกบ้านบนที่ดินเอกชน.** วารสารสิ่งแวดล้อมสร้างสรรค์วินิจฉัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 20(2) หน้า 1-13.

เทศบาลเมืองแม่โจ้. 2566. **แผนพัฒนาท้องถิ่นเทศบาลเมืองแม่โจ้ (พ.ศ.2566-2570).**

จาก <http://www.maejocity.go.th/about.php?id=88> [20 กรกฎาคม 2566].

นวลจันทร์ สิงห์คราญ. 2564. **การประเมินการกักเก็บคาร์บอนและการผลิตออกซิเจนของต้นไม้ในสวนสาธารณะของกรุงเทพมหานครเพื่อการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน และลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ.** จาก <http://www.ias.chula.ac.th/wp-content/uploads/2022/01/โครงการวิจัย63-รศด-นวลจันทร์-รายงานฉบับสมบูรณ์.pdf>. [2 สิงหาคม 2566].

สรศักดิ์ เต็มวุฒิ และธันวา ใจเที่ยง. 2564. **มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและคืนสัตว์ป่าในมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ (พื้นที่นามน).** วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 12(1). หน้า 150-159.

สุเพชร จิรขจรกุล. (2560). **เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.5 for Desktop.**

นนทบุรี: บริษัท เอ พี กราฟิคดีไซน์และการพิมพ์ จำกัด.

สำนักพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์กรมหาชน). 2556. **ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์.** กรุงเทพฯ: บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์กรมหาชน). **Green City เมืองที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม.**

จาก <https://www.okmd.or.th/okmd-kratooktomkit/4610/> [1 สิงหาคม 2566].

องค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน). 2564. **แนวทางพัฒนาโครงการสนับสนุนกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจก General Guideline for Low Emission Support Scheme (LESS).**

จาก file:///D:/Users%20Files/Downloads/LESS%20General%20Guideline_Ver.03_Final.pdf [20 กรกฎาคม 2566].

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน). 2566. **ความรู้ด้านก๊าซเรือนกระจก.**

จาก <http://www.tgo.or.th/2020> [31 กรกฎาคม 2566].

อภิสิทธิ์ เสนาวงค์, 2564. **การประเมินการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของต้นไม้ยืนต้นและพื้นที่สีเขียวเพื่อขอรับรอง**

- จากโครงการ LESS (Low Emission Support Scheme). จาก
https://ghgreduction.tgo.or.th/images/LESS/2023/04-ลดโลกร้อนกับ_LESS_ป่าไม้.pdf
 [20 กรกฎาคม 2566].
- Arc daily. 2022. **World's First Vertical Forest City Breaks Ground in China.** Available from:
<https://www.archdaily.com/874364/worlds-first-vertical-forest-city-breaks-ground-in-china>
 [2023 July 12].
- Aronoff, S. 1989. **Geographic Information System: a management perspective.** Ottawa:
 WDL Publications.
- David Harbor. 2021. **GIS & Remote Sensing.** Available from: <https://geol260.academic.wlu.edu/course-notes/spatial-overlays-and-querying/overlay-analysis/> [2023 August 12].
- Economist Intelligence Unit, London. 2009. **European Green City Index. Online.** Available from:
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:fddc99e7-5907-49aa-92c4-610c0801659e/european-green-city-index.pdf> [2023 July 11].
- Global Green Growth Institute. 2022. **Green City Development Guidelines.** Online. Available from:
https://gggi.org/wp-content/uploads/2018/03/greencity_guide_WEB2.pdf
 [2023 August 1].
- Girma, A., T. Soromessa, and T. Bekele, 2014. Forest carbon stocks in woody plants of MOUNT Zequalla Monastery and it's variation along altitudinal gradient: Implication of managing forests for climate change mitigation. **Science, Technology and Arts Research Journal** 3(2): 132-140.
- Haghdoost, N., M. Akbarinia, and S.M. Hosseini, 2013. Land-use change and carbon stocks: A case study, Noor County, Iran. **Journal of forestry research** 24(32): 461-469.
- John Ormsbee Simonds. 1994. **Garden cities 21 Creating a livable urban environment.** McGraw-Hill, Inc. New York.
- Kutintara, U. 1999. **Ecology fundamental basics in forestry.** Kasetsart University, Bangkok (Thailand).
- National Park Board Singapore. 2023. **Explore our city and nature. Online.** Available from:
<https://www.nparks.gov.sg/gardens-parks-and-nature> [2023 August 12].
- Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino, and T. Kira, 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant Biomass. **Nature and Life in Southeast Asia** 4: 49-80.
- SDG Move. 2023. **Moving toward sustainable future.** Online. Available from:
<https://www.sdgmovement.com/2023/07/10/ssdg-spotlight-1st-week-july-2566/>

[2023 August 12].

Stephen V. Ward. 1992. **The garden city past present and future.** Alexandrine press. Oxford.

ส่วนที่ 3 แผนการทำงาน

1. แผนการดำเนินงานวิจัย (แสดงแผนการดำเนินงานรายกิจกรรมและระยะเวลาที่ใช้ ในแต่ละปีงบประมาณ)

ปีงบประมาณ	กิจกรรม	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ร้อยละของกิจกรรม ในปีงบประมาณ
ปีที่ 1 (ปีที่เริ่มดำเนินการ)	กิจกรรมที่ 1 สํารวจและวิเคราะห์เอกสาร (content analysis)	✓	✓											10
	กิจกรรมที่ 2 สํารวจภาคสนาม (surveying) ต้นไม้ในวัด และสังเกตการณ์ (observation) พื้นที่วัด		✓	✓	✓									20
	กิจกรรมที่ 3 วิเคราะห์ความหลากหลายของต้นไม้ การประมวลผล การประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน การดูดซับ คาร์บอนไดออกไซด์ และการผลิตออกซิเจนเหนือพื้นดินของต้นไม้					✓	✓	✓						15
	กิจกรรมที่ 4 ออกแบบฐานข้อมูล สร้างพจนานุกรมฐานข้อมูล (data dictionary) เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ ต้นไม้ในวัด (Geo-Informatics System database)							✓	✓	✓				10
	กิจกรรมที่ 5 นำเข้าข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลอรรถาธิบาย (attribute)								✓	✓	✓			15
	กิจกรรมที่ 6 สัมภาษณ์ทางลึก (in-depth interview) เมืองและวัด แนวทางการบริหารจัดการพัฒนาพื้นที่วัดต่อการส่งเสริมต้นไม้ในวัด ปัญหาอุปสรรค ความต้องการดูแลรักษาต้นไม้									✓	✓	✓		10
	กิจกรรมที่ 7 บูรณาการผลวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ผล ประมวลผล และสรุปผลการวิจัย											✓	✓	10
	กิจกรรมที่ 8 เขียนเล่มรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์												✓	✓

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

กิจกรรมในโครงการ 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.	ร้อยละของกิจกรรม ในปีงบประมาณ
2569	กิจกรรมที่ 1 : ศึกษาและสำรวจความเป็นไปได้	✓	✓											10
2569	กิจกรรมที่ 2 สำรวจภาคสนาม (surveying) ต้นไม้ในวัด และสังเกตการณ์ (observation) พื้นที่วัด		✓	✓	✓									20
2569	กิจกรรมที่ 3 วิเคราะห์ความหลากหลายของต้นไม้ การประมวลผล การประเมินการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน การดูดซับ คาร์บอนไดออกไซด์ และการผลิตออกซิเจนเหนือพื้นดินของต้นไม้				✓	✓	✓							15
2569	กิจกรรมที่ 4 ออกแบบฐานข้อมูล สร้างพจนานุกรมฐานข้อมูล (data dictionary) เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศ ต้นไม้ในวัด (Geo-Informatics System database)						✓	✓	✓					10
2569	กิจกรรมที่ 5 นำเข้าข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลอรรถาธิบาย (attribute)							✓	✓	✓				15
2569	กิจกรรมที่ 6 สัมภาษณ์ทางลึก (in-depth interview) เมืองและวัด แนวทางบริหารจัดการพัฒนาพื้นที่วัดต่อการส่งเสริมต้นไม้ในวัด ปัญหาอุปสรรค ความต้องการดูแลรักษาต้นไม้								✓	✓	✓			10
2569	กิจกรรมที่ 7 บูรณาการผลวิเคราะห์ข้อมูล สังเคราะห์ผล ประมวลผล และสรุปผลการวิจัย										✓	✓		10
2569	กิจกรรมที่ 8 เขียนเล่มรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์											✓	✓	10

2. พื้นที่ทำวิจัย : โปรตระบุงสถานที่ทำวิจัยจำแนกตามโครงการวิจัยโดยใช้ฐานข้อมูลจากระบบ และเพิ่มเติมชื่อเฉพาะ เช่น ชุมชน หมู่บ้าน

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	ประเทศไทย / เชียงใหม่	เทศบาลเมืองแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
ต่างประเทศ	-	-

3. พื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากการวิจัย

ในประเทศ/ต่างประเทศ	ชื่อประเทศ/จังหวัด	ชื่อสถานที่
ในประเทศ	ประเทศไทย / เชียงใหม่	เทศบาลเมืองแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่
ต่างประเทศ	-	-

4. แผนการใช้จ่ายงบประมาณของโครงการวิจัย

4.1 แสดงรายละเอียดประมาณการงบประมาณตลอดโครงการ(กรณีของงบประมาณเป็นโครงการต่อเนื่อง ระยะเวลาดำเนินการวิจัยมากกว่า 1 ปี ให้แสดงงบประมาณตลอดแผนการดำเนินงาน) โดยแบ่งเป็นหมวดต่าง ๆ ดังนี้

ประเภทงบประมาณ	รายละเอียด	งบประมาณ (บาท)	งบประมาณปีที่ (เป็นงบประมาณของ ปีงบประมาณ)
งบดำเนินงาน: ค่าจ้าง	-	-	-
งบดำเนินงาน: ค่าใช้สอย		รวม 217,730	2569
1 ถ่ายเอกสารขาว-ดำ A4	3,110 แผ่นๆ ละ 0.50 บาท	1,555	
2 ถ่ายเอกสารสี A4	245 แผ่นๆ ละ 15 บาท	3,675	
3 ค่าตอบแทนผู้ทรงคุณวุฒิอ่าน รายงาน	3 คนๆละ 1,500 บาท	4,500	
4 ค่าจ้างเหมาสำรวจภาคสนามจัดเก็บ ข้อมูลต้นไม้ในวัด	8 พื้นที่ ๆ ละ 10,000 บาท	80,000	
5 ค่าจ้างเหมาตรวจสอบพื้นที่เพื่อ พัฒนาฐานข้อมูลพื้นฐานวัด (GIS)	8 พื้นที่ ๆ ละ 3,000 บาท	24,000	
6 ค่าจ้างเหมานำเข้าฐานข้อมูลเชิง พื้นที่และอรรถาธิบาย (Saptial & Attribute data)	8 พื้นที่ ๆ ละ 8,750 บาท	70,000	
7 ค่าจ้างเหมาจัดทำแผนที่ กราฟฟิก แผนผัง ประกอบผลวิเคราะห์วิจัย	20 ไฟล์ภาพ ๆ ละ 1,000 บาท	20,000	
8 ค่าจ้างเหมาประมวลผลข้อมูลกลุ่ม ตัวอย่างสัมภาษณ์เชิงลึก	9 พื้นที่/หน่วยงาน ๆ ละ 1,000 บาท	9,000	
9 ค่าจ้างเหมาจัดทำรูปเล่มรายงาน ฉบับสมบูรณ์	5 เล่มๆ ละ 1,000 บาท	5,000	
งบดำเนินงาน: ค่าวัสดุสำนักงาน		รวม 23,700	2569
1 หมึกพิมพ์หมึกสีด้ามเลเซอร์พรีนเตอร์ Samsung SL-M3320MD	2 อัน ๆ ละ 5,500 บาท	11,000	
2 หมึกพิมพ์ Ink jet Brother BT500C (4 สี ด้ามแดง ฟ้ำ เหลือง)	2 ชุด ๆ ละ 1,600 บาท	3,200	

3 กระดาษ A4	4 กล่องๆ ละ 650 บาท	2,600	
4 ซองขนาด A4 ขยายข้าง	3 แพค ๆ ละ 300 บาท	900	
5 สมุดบันทึก	12 เล่ม ๆ ละ 100 บาท	1,200	
6 เทปวัดระยะสายใยแก้ว ขนาด 40 เมตร	6 อัน ๆ ละ 800 บาท	4,800	
งบดำเนินงาน : วัสดุคอมพิวเตอร์		13,000	
1 FLASH DRIVE (แฟลชไดรฟ์) 512 Gb	2 อัน ๆ ละ 1,500 บาท	3,000	
2 External Hard disk 3 TB	2 อัน ๆ ละ 5,000 บาท	10,000	
งบดำเนินงาน : ค่าสาธารณูปโภค		รวม 2,570	2569
1 ค่าสาธารณูปโภค เช่น ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ร้อยละ 1		2,570	
งบดำเนินงาน : ค่าเดินทางต่างประเทศ	-	-	-
งบดำเนินงาน : ค่าซ่อมแซมครุภัณฑ์	-	-	-
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์*	-	-	-
รวมทั้งสิ้น		257,000	-

หมายเหตุ (อ้างอิง: การตั้งงบประมาณให้เป็นไปตาม ประกาศ กสว. เรื่อง หลักเกณฑ์การจัดทำค่าของงบประมาณและการจัดสรรงบประมาณของหน่วยงานในระบบวิจัยและนวัตกรรม)

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

ลำดับ ที่	ปีงบประมาณ	ชื่อหน่วยงาน รัฐ/บริษัท/ หน่วยงาน ต่างประเทศ	แนวทางร่วม ดำเนินการ	การร่วมลงทุน ในรูปแบบตัว เงิน (in-cash) (บาท)	การร่วมลงทุน ในรูปแบบอื่น (in-kind)	รวม
1	-	-	-	-	-	-

7. ระดับความพร้อมที่มีอยู่ในปัจจุบัน (ถ้ามี)*

7.1 ระดับความพร้อมทางเทคโนโลยี (Technology Readiness Level: TRL)*

1) TRL ณ ปัจจุบัน ระดับ3.....

รายละเอียด มีการทดลองและวิเคราะห์หน้าที่หลัก และ/หรือ มีการพิสูจน์ความเป็นไปได้ของแนวคิด (Analytical and experimental critical function and / or characteristic proof-of concept)

2) TRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ5.....

รายละเอียด การทดสอบองค์ประกอบ และ/หรือ บอร์ดทดลองอิเล็กทรอนิกส์จำลอง (Breadboard) ในสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง (Component and / or breadboard validation in relevant environment)

7.2 ระดับความพร้อมทางสังคม (Societal Readiness Level: SRL)*

1) SRL ณ ปัจจุบัน ระดับ4.....

รายละเอียด ตรวจสอบแนวทางการแก้ปัญหาโดยการทดสอบในพื้นที่นำร่องเพื่อยืนยัน ผลกระทบตามที่คาดว่าจะเกิดขึ้น และดูความพร้อมขององค์ความรู้และ เทคโนโลยี (Problem validated through pilot testing in relevant environment to substantiate Proposed impact and societal readiness)

2) SRL เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นระดับ6.....

รายละเอียด ผลการศึกษานำไปประยุกต์ใช้ในสิ่งแวดล้อมอื่น และดำเนินการกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะเบื้องต้นเพื่อให้เกิดผลกระทบ ที่เป็นไปได้ (Solution (s)

demonstrated in relevant environment and in co-operation with relevant stakeholders to gain initial feedback on potential impact)

8. แนวทางการขับเคลื่อนผลงานวิจัยและนวัตกรรมไปสู่ผลลัพธ์และผลกระทบ
- 8.1 การเชื่อมโยงกับนักวิจัยที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่ทำกรวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (ถ้ามี) (Connections with other experts within and outside Thailand) และแผนที่จะติดต่อหรือสร้างความสัมพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งการสร้างทีมงานวิจัยในอนาคตด้วย

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

-เทศบาลเมืองแม่โจ้ สร้างการรับรู้ต่อบุคลากรระดับท้องถิ่น และวัด ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัย ในการช่วยขับเคลื่อนนโยบายเมืองสีเขียว เป็นข้อมูลเพื่อการวางแผนเมืองที่ส่งเสริมต่อสิ่งแวดล้อมเมือง ลดความเสี่ยงจากความรุนแรงของภัยธรรมชาติจากภาวะโลกร้อน

-การพัฒนากำลังคนภายในมหาวิทยาลัย สนับสนุนต่อการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีหลักสูตรภูมิสถาปัตยกรรม (สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิทัศน์) รายวิชา กท323 ภูมิสารสนเทศเพื่องานภูมิทัศน์ ระดับปริญญาโทหลักสูตรการวางแผนภาคและเมือง สาขาการวางผังเมืองและสภาพแวดล้อม รายวิชา ผม514 การวางแผนโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว รายวิชา กท252-253 วัสดุพืชพรรณและการเลือกใช้ และรายวิชา ผม521 ภูมิสารสนเทศเพื่อการวางผังเมืองและสภาพแวดล้อม

-ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับ TCI1

-ฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศต้นไม้วัด ประกอบด้วย 1) ชั้นข้อมูลพื้นฐานเมือง เช่น ขอบเขตพื้นที่ การใช้ที่ดิน อาคารและสิ่งก่อสร้าง โครงข่ายถนน ทางน้ำ เป็นต้น และ 2) ชั้นข้อมูลระดับพื้นที่วัดของต้นไม้ (ตำแหน่ง ความสูง เส้นรอบวง รัศมีทรงพุ่ม) และผลประเมินการกักเก็บคาร์บอน

ประสบการณ์การบริหารงานของหัวหน้าโครงการ ในการบริหารโครงการย้อนหลังไม่เกิน 5 ปี
(กรอกไม่เกิน 5 ลำดับโดยเน้นโครงการที่เกิดผลกระทบสูง)

ชื่อโครงการวิจัย	หน่วยงานที่ได้รับทุน	ปีที่ได้รับงบประมาณ	งบประมาณ (บาท)
การศึกษาศักยภาพของพืชอาหารท้องถิ่น ในเขตชานเมืองเชียงใหม่ เพื่อการนำไปใช้ ในงานภูมิทัศน์	โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (อพ.สธ.- มจ.)	2563	120,000
การศึกษารูปแบบการใช้พืชพื้นถิ่นในการ ออกแบบสวนบำบัดในพื้นที่โรงพยาบาล กรณีศึกษาโรงพยาบาลสันทราย จังหวัด เชียงใหม่	โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (อพ.สธ.- มจ.)	2566	188,000
การวิเคราะห์สถานภาพพืชอาหารพื้นถิ่น เพื่อการอนุรักษ์อย่างยั่งยืน	โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (อพ.สธ.- มจ.)	2567	200,000

ส่วนที่ 4 ผลผลิต/ผลลัพธ์/ผลกระทบ

1. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

○ ด้านวิชาการ

ระบุคำอธิบาย : -พัฒนางานวิจัยบูรณาการกับการเรียนการสอนรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเมืองและสภาพแวดล้อม และระบบภูมิสารสนเทศ ในระดับบัณฑิต และมหาบัณฑิต

-การเผยแพร่ผลการวิจัยสู่สาธารณะผ่านการตีพิมพ์ผลวิจัยในระดับชาติ

ผู้ได้รับผลประโยชน์ : ชุมชนเมือง, ท้องถิ่น, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, ศูนย์วิจัยและนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืนทางสถาปัตยกรรมและสิ่งแวดล้อม, นักศึกษา, นักวิชาการ และผู้สนใจ

○ ด้านสังคม

○ ด้านสาธารณะ ○ ด้านชุมชนและพื้นที่ ○ ด้านสิ่งแวดล้อม

ระบุคำอธิบาย : เมืองและวัดได้รับประโยชน์ในการส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมเมือง การรักษา ส่งเสริม และปรับปรุงประสิทธิภาพ การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ เป็นพื้นที่นำร่องในวัด และขยายผลสู่พื้นที่อื่น ๆ เพื่อสร้างความเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ผู้ได้รับผลประโยชน์ : เมือง และประชาชน

○ ด้านนโยบาย

ระบุคำอธิบาย : การขับเคลื่อนเมืองสีเขียว สอดคล้องกับนโยบาย แผนงาน โครงการที่เกี่ยวข้อง ผ่านกระบวนการวิชาการ การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง และความพร้อมในการรับมือและปรับตัวต่อผลกระทบจากภัยพิบัติจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้อย่างเหมาะสม

ผู้ได้รับผลประโยชน์ : ชุมชนเมือง, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม, หลักสูตรการวางแผนภาคและเมือง และหลักสูตรภูมิสถาปัตยกรรม (เทคโนโลยีภูมิทัศน์)

○ ด้านเศรษฐกิจ

ระบุคำอธิบาย แนวทางขับเคลื่อนสู่เศรษฐกิจสีเขียวในระยะยาว ด้วยฐานข้อมูลต้นไม้ในเมืองที่ช่วยในการจัดเก็บ ประเมิน ติดตามผลการดำเนินการ การสนับสนุนการตัดสินใจต่อการจัดการเมืองได้อย่างแม่นยำ และขยายผลสู่ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการขับเคลื่อนเมืองในระยะยาว เช่น กองทุนคาร์บอนเครดิต

ผู้ได้รับผลประโยชน์ วัด เมือง และประชาชน

2. ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับ (Output)

ผลผลิต	ประเภทผลผลิต	รายละเอียดของผลผลิต	จำนวนนำส่ง	หน่วยนับ
การพัฒนา กำลังคนของ หน่วยงาน	กำลังคนหรือ หน่วยงานที่ได้รับ การพัฒนาทักษะ	การเรียนการสอนได้รับการเพิ่มทักษะ บูรณาการเทคโนโลยี เทคนิควิธีการ กับ หลักวิชาการ และพัฒนาพร้อมกับการวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา	นักศึกษาปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา รายวิชาภูมิ สารสนเทศเพื่อการ วางผังเมืองและ สภาพแวดล้อม ภูมิสารสนเทศเพื่อ งานภูมิทัศน์ รายวิชาวัสดุพืช พรรณและการ เลือกใช้ในงานภูมิ ทัศน์	นักศึกษา ปริญญาตรี 15 คน นักศึกษา บัณฑิตศึกษา 2 คน
ระบบภูมิ สารสนเทศต้นไม้	ฐานข้อมูล	- ฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศพื้นที่ เมือง และวัด และผลการประเมิน คาร์บอน คาร์บอนไดออกไซด์ และ ออกซิเจน ของข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) ข้อมูลอรรถาธิบาย (attribute data)	ไม่น้อยกว่า 7 ชั้นข้อมูล	ชั้นข้อมูล (Layer)
บทความวิจัย	ต้นฉบับ บทความวิจัย	บทความวิจัยเสนอผลวิจัย วารสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง	ผลการตีพิมพ์เผยแพร่	1 บทความ ตีพิมพ์

หมายเหตุ กรอกข้อมูลเฉพาะผลผลิตที่โครงการคาดว่าจะได้รับและสามารถทำได้จริง เนื่องจากเป็นตัวชี้วัดในการประเมินผลของ
หน่วยงาน (หากผลผลิตข้อใดไม่มีไม่ต้องระบุ และขอให้ตัดออก)

3. ผลลัพธ์ (Expected Outcomes) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

(นิยามของผลลัพธ์ คือ ผลที่เกิดขึ้นหลังจากโครงการ ววน.สิ้นสุดไปแล้ว โดยเป็นการนำผลผลิต (Output) ที่ได้ของโครงการพัฒนา ววน. ไปใช้ประโยชน์
โดยผู้ (Users) ที่ชัดเจน ส่งผลทำให้ระดับความรู้ ทักษะ ทักษะ การปฏิบัติ หรือทักษะของผู้ใช้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเมื่อเทียบกับก่อนการ
นำผลผลิตจาก โครงการมาใช้ รวมถึงการใช้ประโยชน์จากผลผลิตของโครงการที่เป็นทั้งผลิตภัณฑ์ การบริการ และเทคโนโลยี โดยภาคเอกชนหรือประชา
สังคม ตลอดจนการพัฒนาต่อยอดผลผลิตของโครงการเดิมที่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ ให้มี ระดับความพร้อมในการใช้ประโยชน์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ)

ประเภทของผลลัพธ์และคำจำกัดความ (Type of Outcomes and Definition)

ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ทำ dropdown list ให้เลือก)	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดของ ผลลัพธ์	ผู้ใช้ประโยชน์ (Users)/ ผู้ได้รับผลประโยชน์ (Beneficiaries)
ฐานข้อมูล (Research Databases and Models)	1	ฐานข้อมูล	ฐานข้อมูลระบบภูมิ สารสนเทศพื้นที่เมือง และวัด ผลประเมิน คาร์บอน คาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ของ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) ข้อมูล อรรถาธิบาย (attribute data)	คณะสถาปัตยกรรม ศาสตร์และการออกแบบ สิ่งแวดล้อม
ความก้าวหน้าในวิชาชีพของบุคลากรด้าน วิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (Next Destination)	15	คน	การเรียนการสอน ได้รับการเพิ่มทักษะ บูรณาการเทคโนโลยี เทคนิควิธีการ กับ หลักวิชาการ และ พัฒนาร่วมกับการ วิจัยระดับ บัณฑิตศึกษา	นักศึกษาสาขาวิชาการ วางแผนเมืองและ สภาพแวดล้อม และ สาขาวิชาเทคโนโลยีภูมิ ทัศน์
ผลงานตีพิมพ์ (Publications)	1	บทความ	บทความวิจัยเสนอผล วิจัย วารสารวิชาการ ที่เกี่ยวข้อง	แวดวงวิชาการที่เกี่ยวข้อง ผู้สนใจทั่วไป

4. ผลกระทบ (Expected Impacts) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

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

○ ด้านวิชาการ

รายละเอียดผลกระทบ องค์ความรู้ และผลการวิจัย เทคนิควิธีการ เทคโนโลยีระบบฐานข้อมูล ส่งผลต่อการพัฒนาบุคลากรการศึกษา นักศึกษา ในการเรียนรู้ ฝึกปฏิบัติ พัฒนาต่อยอด เรียนรู้เพิ่มพูนทักษะได้ด้วยตัวเองทั้งการเรียน การทำงาน และการเรียนรู้ตลอดชีวิต

○ ด้านสังคม

○ ด้านสาธารณะ ~~○ ด้านชุมชนและพื้นที่~~ ~~○ ด้านสิ่งแวดล้อม~~

รายละเอียดผลกระทบ สิ่งแวดล้อมเมืองและชุมชนยั่งยืน เมืองและชุมชนท้องถิ่นตระหนักรู้ ประโยชน์ คุณค่าของต้นไม้ต่อสิ่งแวดล้อม ภาวะโลกร้อน การขับเคลื่อนการลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ขยายผลไปสู่พื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

○ ด้านนโยบาย

รายละเอียดผลกระทบ ฐานข้อมูล ข้อเสนอแนะอันเป็นผลจากการวิจัย การขับเคลื่อนจากเมือง วัดสู่บ้าน และชุมชนแวดล้อม สร้างการรับรู้ การสร้างความพร้อมและเตรียมตัวรับการปรับตัวจากภาวะโลกร้อน เช่น การขับเคลื่อนนโยบายเพิ่มพื้นที่สีเขียวผ่านข้อบัญญัติท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง

○ ด้านเศรษฐกิจ

รายละเอียดผลกระทบ อาจขับเคลื่อนขยายผลต่อการสร้างเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และ เศรษฐกิจสีเขียวของเมือง ต่อไปได้ในระยะยาว

5. แผนที่ผลลัพธ์ (Outcome Mapping) ของโครงการ

Input	Activity	Output	Outcome
<ul style="list-style-type: none"> ระยะเวลา 1 ปี งบประมาณ 284,769.50 บาท 	<p>ปีที่ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> สำรวจ วิเคราะห์ เอกสาร สำรวจพื้นที่ สังเกตการณ์พื้นที่ จัดเก็บข้อมูลต้นไม้ใน วัด ตำแหน่ง ชนิด ความสูง เส้นรอบวง รัศมีทรงพุ่ม ออกแบบฐานข้อมูล ระบบภูมิสารสนเทศ นำเข้าข้อมูล วิเคราะห์ และแสดงผล สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง เฉพาะเจาะจงเมือง และ วัด สังเคราะห์สรุปผลวิจัย เขียนรายงานวิจัย 	<p>ปีที่ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> บริบทพื้นที่วัดในชุมชน เมืองที่ส่งเสริมเมืองสีเขียว ผลประโยชน์ความหลากหลายต้นไม้ การกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดิน การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ การผลิตออกซิเจนเหนือพื้นดิน ฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศต้นไม้ในวัด แนวทางปรับปรุงส่งเสริมประสิทธิภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในวัด 	<p>ปีที่ 1</p> <ol style="list-style-type: none"> ฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ แนวทางขับเคลื่อนบริหารจัดการเมือง ตระหนักรู้คุณค่าของต้นไม้ต่อสิ่งแวดล้อมเมืองและชุมชนยั่งยืน บูรณาการกับการเรียนการสอน พัฒนากำลังคนในวัด เผยแพร่ผลวิจัยผ่านการตีพิมพ์

ลงลายมือชื่อ หัวหน้าโครงการวิจัย/ผู้ร่วมวิจัย/ผู้บังคับบัญชา

ลงชื่อ.....
(อาจารย์พรทิพย์ จันทร์ราช)
หัวหน้าโครงการ
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ลักษณา สัมมานิติ)
ผู้ร่วมวิจัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เยาวินิตย์ ธาราฉาย)
ผู้ร่วมวิจัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....
(อาจารย์สุระพงษ์ เตชะ)
ผู้ร่วมวิจัย
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....
(อาจารย์ ดร. โชคอนันต์ วาณิชย์เลิศนาศาร)
ผู้บังคับบัญชาทันสังกัด
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....