

การศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนประเภทสวนสาธารณะ

พื้นที่ขยายเมืองใหม่ : กรณีศึกษา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม

จิรกานต์ กวินธร, จิรทยา เริ่มมนตรี, อرنัย ศรีรัตน ทาบุญานอน และ มณฑิรา ยุติธรรม*

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

* Corresponding author: monthira.yut@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในสวนสาธารณะภายในพื้นที่ขยายตัวของเมือง และความเพียงพอของขนาดพื้นที่สีเขียว อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม โดยวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา และวิเคราะห์ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่สีเขียวสาธารณะขนาดใหญ่ของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สวนพุทธมณฑล โดยใช้พื้นที่สีเขียวของสวน คิดเป็นเกณฑ์พื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมกับขนาดประชากรในพื้นที่ที่เหมาะสมกับเมืองตามองค์การอนามัยโลก (WHO)

จากการสำรวจข้อมูลพบว่า ต้นไม้ที่พบในแปลงสำรวจมีจำนวน 704 ต้น 34 ชนิด ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บได้แปลงสำรวจ 133,688.39 kgC ต่อขนาดพื้นที่ 12 แปลง คิดเป็นพื้นที่ 30,000 ตร.ม. (3 ไร่) ปริมาณคาร์บอนต่อพื้นที่ของสวนพุทธมณฑล (600 ไร่) เท่ากับ 4.25 ตันคาร์บอน/ไร่ จากขนาดพื้นที่ของ อ.พุทธมณฑล 52.30 ตร.กม. (130,750 ไร่) ตามเกณฑ์พื้นที่สีเขียวของ WHO อ.พุทธมณฑล ควรมีพื้นที่สีเขียวอย่างน้อย 373,158 ตร.ม. (933 ไร่) จากสถิติ อ.พุทธมณฑล มีจำนวนประชากร 41,462 คน ผลการศึกษาเมื่อใช้พื้นที่สวนพุทธมณฑลเป็นเกณฑ์ของขนาดพื้นที่สีเขียวสาธารณะ พบว่า อ.พุทธมณฑล มีพื้นที่สีเขียวให้ประชากรในพื้นที่ 5.79 ตร.ม./คน ซึ่งมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวที่ยังไม่เพียงพอต่อประชากร นอกจากนี้ พื้นที่สวนยังต้องสามารถรองรับกิจกรรมของประชาชนได้อย่างเหมาะสม สะท้อนถึงบทบาทสำคัญของพื้นที่สีเขียวในการสนับสนุนการพัฒนาเมืองที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ขยายเมือง ซึ่งการศึกษาศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน สามารถนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาเมืองที่ยั่งยืนในอนาคต

คำสำคัญ: การกักเก็บคาร์บอน / พื้นที่สีเขียวสาธารณะ / พื้นที่เมืองขยาย / การใช้ประโยชน์ที่ดิน / อำเภอพุทธมณฑล

The Study of Carbon Stock in Expansion Development Area Focusing on Public Park: A Case Study in Phutthamonthon District, Nakhon Pathom Province

Jeerakan Kawinthon, Jirataya Roemmontri, Allan Sriratana Tabucanon and Monthira Yuttitham*

Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Salaya, Phutthamonthon District, Nakhon Pathom

* Corresponding author: monthira.yut@mahidol.ac.th

Abstract

This study examines the potential for carbon sequestration within public parks situated in urban expansion areas, as well as the adequacy of green space in Phutthamonthon District, Nakhon Pathom Province. The primary objectives are to analyze land use changes within the study area and to assess the carbon sequestration capacity of a major public green space, namely Phutthamonthon Park. The green area of the park is evaluated against the World Health Organization (WHO) standard for the appropriate ratio of green space per capita in urban environments.

Field surveys identified a total of 704 trees, comprising 34 species, across 12 sampling plots covering an area of 30,000 square meters (approximately 3 rai). The total amount of carbon sequestered within these plots was estimated at 133,688.39 kilograms of carbon (kgC), resulting in an average sequestration rate of 4.25 metric tons of carbon per rai for Phutthamonthon Park, which spans approximately 600 rai. Based on the total area of Phutthamonthon District (52.30 square kilometers or 130,750 rai) and its population of 41,462, the WHO's recommended green space provision suggests a minimum of 373,158 square meters (933 rai) of green space should be available. Using Phutthamonthon Park as a benchmark, the district currently offers approximately 5.79 square meters of green space per capita—an amount that remains insufficient according to international standards.

Furthermore, public parks must be capable of accommodating diverse recreational and social functions to adequately serve the community. The findings underscore the essential role of green spaces in enhancing urban quality of life and promoting sustainable urban development, particularly in areas undergoing rapid urban expansion. The assessment of carbon sequestration potential offers valuable insights for future urban planning and policy formulation aimed at achieving long-term environmental sustainability.

Keywords: Carbon Sequestration / Public Green Space / Urban Expansion / Land Use / Phutthamonthon District

1. บทนำ

พื้นที่ปริมณฑลรอบกรุงเทพฯ ได้มีการพัฒนา เพื่อรองรับการขยายตัวของเมืองหลวงในหลาย ๆ ด้าน ทั้งโครงสร้างพื้นฐาน หรือการขยายพื้นที่พาณิชยกรรมเพื่อประกอบธุรกิจ แนวโน้มส่วนใหญ่ก่อให้เกิดการลดลงของพื้นที่สีเขียว หรือเกิดการพัฒนาพื้นที่ที่มุ่งเน้นด้านเศรษฐกิจ และสังคม การศึกษานี้จึงมีความสนใจศึกษาพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ปริมณฑล จากเดิมเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ที่มีแนวทางการพัฒนาเพื่อให้เป็นพื้นที่อยู่อาศัย และเส้นทางคมนาคม โดยเฉพาะรถไฟฟ้าที่กำลังจะขยายตัวสู่พื้นที่ปริมณฑล หรือมีโครงการที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่มากมาย

งานวิจัยฉบับนี้จึงทำการศึกษการใช้ประโยชน์ที่ดิน และศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ประเภทพื้นที่สีเขียวสาธารณะ ใน อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม ซึ่งเป็นพื้นที่ปริมณฑลที่เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจจากกรุงเทพฯ ด้วยการมีศักยภาพทางกายภาพที่ติดต่อกับทิศตะวันตก เป็นพื้นที่ไร้รอยต่อจากเมืองหลวง โดยมีถนนหลัก และถนนตัดใหม่ที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดหมู่บ้านจัดสรรที่สามารถรองรับจำนวนประชากรจำนวนมาก ตามมาด้วยการพัฒนาพื้นที่ให้เป็นย่านการค้า ที่มีห้างสรรพสินค้ามากมาย เกิดขึ้นในพื้นที่ และยังมีสถานศึกษาขนาดใหญ่อย่างมหาวิทยาลัยมหิดลฯ ที่ดึงดูดให้ผู้คนนอกพื้นที่เข้ามาอาศัยอยู่จำนวนมาก ทั้งนี้การศึกษานี้ เพื่อหาแนวทางพัฒนา และยกระดับคุณภาพชีวิตในพื้นที่เมืองของประชากร ให้เป็นสังคมคาร์บอนต่ำ และเป็นการพัฒนาแบบยั่งยืน (Sustainability Urban Development)

2. วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลง การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา (อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม)
2. ศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนพื้นที่สวนพุทธมณฑล พื้นที่สีเขียวสาธารณะใน อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม

3. ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลด้านแนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัย เช่น การกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่สีเขียว
2. ศึกษาสภาพทั่วไปของ อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม เช่น สภาพเศรษฐกิจ สังคม และเส้นทางคมนาคม เป็นต้น รวมไปถึงการศึกษาแผนงาน นโยบายยุทธศาสตร์
3. ศึกษาบทบาทของพื้นที่สีเขียวสวนสาธารณะที่มีผลต่อประชาชนในพื้นที่ศึกษา

4. วิธีการศึกษา

4.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา ได้แก่ อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินของเมือง และสวนพุทธมณฑล พื้นที่สีเขียวสาธารณะ (รูปที่ 1) ปัจจุบันการใช้ประโยชน์ของพื้นที่คือ สวนขนาดใหญ่ ที่เป็นพื้นที่ประกอบกิจกรรมทางพุทธศาสนาเป็นหลัก และเป็นสวนสาธารณะให้ประชาชนเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ ภายในพื้นที่ประกอบด้วยการใช้ประโยชน์อย่างชัดเจน แบ่งเป็นพื้นที่อาคาร และสิ่งก่อสร้าง เส้นทางคมนาคม รวมองค์ประกอบที่จอดรถ และพื้นที่ธรรมชาติ อย่างพื้นที่น้ำ และพื้นที่สีเขียว ที่ประกอบไปด้วยสนามหญ้า และพื้นที่ปลูกต้นไม้ เป็นพื้นที่ศึกษาสำหรับงานวิจัยฉบับนี้ ในการศึกษาพื้นที่สีเขียวสาธารณะในการกักเก็บคาร์บอนของเมืองพุทธมณฑล



รูปที่ 1 แสดงพื้นที่ศึกษา อ.พุทธรณทล จ.นครปฐม และสวนพุทธรณทล

4.2 รวบรวมข้อมูล

1. การศึกษาทบทวนงานวิจัย รวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่เคยประเมินการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ โดยอ้างอิงจากสวนสาธารณะในกรุงเทพฯ แผนพัฒนา และแนวทางการพัฒนาทั้งระดับอำเภอ และจังหวัด รวมถึงการรวบรวมข้อมูลประชากรในพื้นที่ศึกษา

2. ศึกษาข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน โครงสร้างพื้นฐาน โครงข่ายคมนาคม เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพพื้นที่ศึกษาในภาพรวมของ อ.พุทธรณทล ก่อนจะเข้าสู่พื้นที่สวนสาธารณะที่ต้องศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน

4.3 การสำรวจพื้นที่

1. เก็บข้อมูลต้นไม้ โดยแบ่งพื้นที่เป็นตาราง (Grid) เพื่อแบ่งโซนการเก็บข้อมูล โดยทำการสุ่มตัวอย่างการเก็บต้นไม้ ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบสม่ำเสมอ (Systematic Sampling) ให้แต่ละกลุ่มมีระยะห่าง (Spacing) เท่ากัน จำนวน 12 แปลง โดยแต่ละแปลง มีขนาด 50 x 50 ม. (รูปที่ 2)

2. เก็บข้อมูลต้นไม้ในแปลงตัวอย่างทั้ง 12 แปลง (รูปที่ 2) โดยการเก็บรายละเอียดตำแหน่งต้นไม้เดิม, ชนิด, ความสูง, ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของไม้ยืนต้นที่มีขนาด DBH มากกว่า 20 ซม. โดย DBH วัดที่ความสูง 1.30 ม. จากระดับดิน

3. วิเคราะห์ข้อมูลจากขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล และการสำรวจพื้นที่ เพื่อรวบรวมข้อมูลพืชพรรณของพื้นที่ศึกษาที่เน้นเป็นพื้นที่สีเขียวของสวนพุทธรณทล เพื่อคำนวณปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ที่ได้เก็บข้อมูลมา ในการศึกษาครั้งนี้

3.1 ใช้สมการแอลโลเมตรี [1] (ตารางที่1) เพื่อการประมาณค่ามวลชีวภาพของไม้ยืนต้น และหาค่าคาร์บอนที่สะสมอยู่ในมวลชีวภาพโดยคูณด้วยค่า Conversion factor ซึ่งมีค่า 0.47 [2]

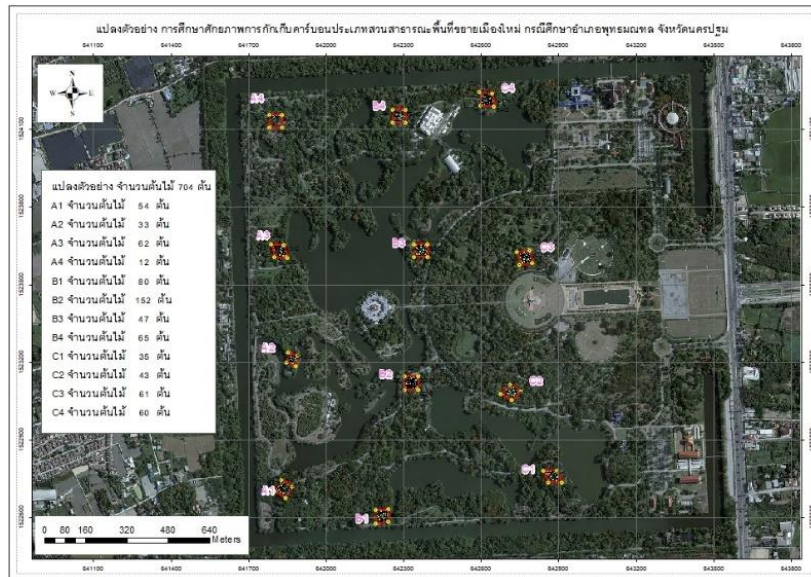
ตารางที่ 1 สมการแอลโลเมตรี [1]

ลักษณะของพื้นที่สีเขียว	สมการ	อ้างอิง
กลุ่มพรรณไม้ทั่วไป	$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$ $W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.030}$ $W_L = (28 / (W_S + W_B + 0.025))^{-1}$	Ogawa et al. (1965)

H_s = ความสูงลำต้นของต้นไม้ (ม.)

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นมากกว่า 4.5 ซม. ขึ้นไป โดยวัดที่ระดับความสูง 1.30 ม. จากพื้นดิน

W_s W_b W_L = มวลชีวภาพ (กก.) ของลำต้น กิ่ง และใบ ตามลำดับ



รูปที่ 2 แสดงแปลงเก็บข้อมูลต้นไม้ 12 แปลง ในพื้นที่สวนพุทธมณฑล

3.2 สมการวิเคราะห์องค์ประกอบของมวลชีวภาพของพรรณไม้: $W_T = W_s + W_b + W_L$ โดยที่ W_T คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด (กก.) และ W_s W_b W_L คือ มวลชีวภาพ (กก. ของต้นไม้ กิ่ง ใบ ตามลำดับ [1])

3.3 วิเคราะห์มวลชีวภาพรวมของพรรณไม้จากอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือดิน และมวลชีวภาพใต้ดิน [3] ได้กำหนดอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดิน และมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (root/shoot ratio) ของพรรณไม้ที่ปลูกในเขตเมืองเท่ากับ 0.27: มวลชีวภาพใต้ดิน = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน $\times$ 0.27 โดยมวลชีวภาพรวม (กก./ต้น), มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กก./ต้น) และ 0.27 คือ อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพเหนือดินและมวลชีวภาพเหนือใต้ดิน

3.4 ประเมินการกักเก็บคาร์บอนใต้พื้นดิน และเหนือดินของต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา โดยใช้ค่าสัดส่วนของคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ย [2] โดย การกักเก็บคาร์บอน (กก.) = มวลชีวภาพของต้นไม้ $\times$ 0.47 (สัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพเฉลี่ย)

3.5 วิเคราะห์ขนาดของพื้นที่สีเขียวสาธารณะในสวนพุทธมณฑล กับขนาดประชากรของ อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม เพื่อเป็นพื้นที่ตัวอย่างในการประเมินพื้นที่สีเขียวสาธารณะขนาดใหญ่ ใน อ.พุทธมณฑล ว่าเพียงพอต่อจำนวนประชากรในพื้นที่มากน้อยเพียงใด โดยเกณฑ์การให้คะแนนขนาดพื้นที่สีเขียวที่ดี และเพียงพอต่อการดำรงชีวิตบนคุณภาพชีวิตที่ดี จากสัดส่วนพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมกับเมือง 9-15 ตร.ม./คน ตามองค์การอนามัยโลก (WHO) [4]

3.6 เปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในสวนสาธารณะระหว่างพื้นที่กรุงเทพฯ และพื้นที่ อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม โดยวิเคราะห์จากข้อมูลงานวิจัยฉบับนี้ที่วิเคราะห์ได้ และข้อมูลจากงานศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่สวนสาธารณะ

3.7 สรุปศักยภาพของพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มขึ้นของพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ศึกษา

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

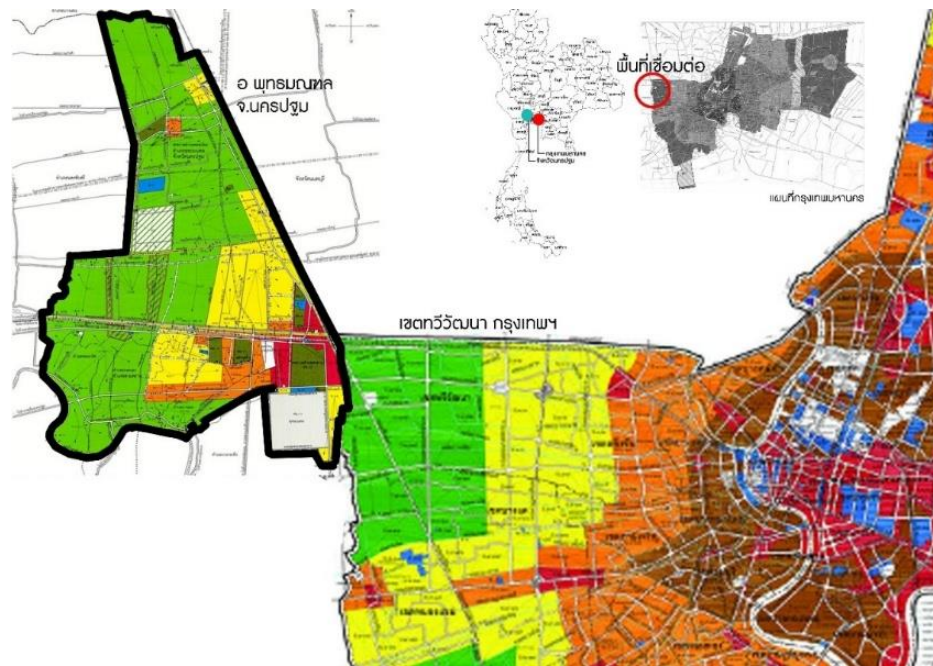
5.1 การวิเคราะห์พื้นที่ภาพรวมตามผังเมือง

การศึกษาการใช้ที่ดินระดับ อ.พุทธมณฑล นั้นเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาพื้นที่เมืองขยายใน อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม ด้วยศักยภาพพื้นที่ศึกษานั้น อยู่ติดทางตะวันตกของกรุงเทพฯ แบบเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งมีการเชื่อมต่อด้วยเส้นทางคมนาคมอย่าง ถนนบรมราชชนนี และสะพานพระราม 8 ที่สามารถเข้าสู่พื้นที่ใจกลางเมืองอย่าง CBD ของกรุงเทพฯ ได้ มีถนนตัดใหม่หลายสายเพื่อรองรับการขยายตัวของประชากร และเศรษฐกิจของ อ.พุทธมณฑล มีศักยภาพในการรองรับการขยายตัวเมืองจากกรุงเทพฯ ทั้งสะดวกด้วยเส้นทางคมนาคมที่สามารถเข้าสู่พื้นที่เมืองหลวงได้ทันที อีกทั้งยังเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่ที่ต้องรองรับนักศึกษา และบุคลากรมหาลัย หรือกลุ่มบุคคล ที่ประกอบกิจกรรมเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ที่เข้ามาอาศัยอยู่ในพื้นที่ ด้วยเหตุนี้ ทางสำนักโยธาธิการและผังเมือง จ.นครปฐม ได้กำลังดำเนินการจัดทำผังเมืองรวมชุมชน อ.พุทธมณฑล โดยมีแนวคิดให้ อ.พุทธมณฑล เป็นย่านที่อยู่อาศัยชั้นดีที่เชื่อมต่อกับกรุงเทพฯ อย่างไร้รอยต่อ เป็นแนวทางการพัฒนาพื้นที่ และรองรับการเป็นอยู่ของประชาชน โดยกำหนดให้พื้นที่อยู่อาศัยใช้ FAR เหมือนกับกรุงเทพฯ เพื่อเป็นการวางแผนที่อยู่อาศัย หรือพื้นที่พาณิชยกรรมในอนาคต ให้เมืองโตไปตามแนวทางที่ถูกวางแผนไว้ นอกจากการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินที่อ้างอิงจากการจัดทำผังเมืองกรุงเทพฯ แล้วนั้น ในอนาคตเส้นทางรถไฟฟ้ามหานครสายจะขยายเข้าสู่พื้นที่ อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม ทำให้เกิดแผนพัฒนากลุ่มเมืองเป็นกลุ่มพื้นที่พาณิชยกรรม หรือ Transit-Oriented Development (TOD) โดยมุ่งพัฒนาบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยมหิดล โดยมีแผนพัฒนาให้เป็นรูปแบบเดียวกันกับแนวทางการพัฒนาของพื้นที่ขยายที่ใช้ในบริเวณ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัดปทุมธานี ทั้งนี้ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาการจราจรของพื้นที่ขยายตัวเมืองด้วยรถขนส่งสาธารณะ ลดการใช้พาหนะส่วนบุคคล ผลที่เกิดขึ้นคือการลดมลพิษในสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

การวางแผนพัฒนาพื้นที่ปริมณฑลนั้น ได้ใช้แนวทางจากการร่างผังเมืองรวมกรุงเทพมหานครฉบับปรับปรุงครั้งที่ 4 เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นของประชากร เห็นได้จากพื้นที่กรุงเทพฯ ชั้นใน ซึ่งมีแผนพัฒนาที่เปลี่ยนสีผังเมืองจากการใช้ประโยชน์ที่ดินจากที่อยู่อาศัยระดับปานกลางเป็นที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ทำให้พื้นที่กรุงเทพฯ ชั้นนอก หรือพื้นที่ที่ติดจังหวัดปริมณฑลมีแผนเปลี่ยนสีตามการพัฒนาเมือง (รูปที่ 3) โดยพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม แผนพัฒนาผังเมืองกรุงเทพฯ ฉบับใหม่ถูกเปลี่ยนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบพื้นที่ชนบท และเกษตรกรรม

เมื่อทำการศึกษารูปแบบของ อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม (รูปที่ 3) พบว่ามีการขยายตัวของที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นด้านอสังหาริมทรัพย์ที่ขยายตัวที่อยู่อาศัยจากกรุงเทพฯ ทั้งเป็นแหล่งท่องเที่ยวใกล้กรุงเทพฯ ทั้งเชิงเกษตร และเชิงวัฒนธรรม อีกทั้งยังเป็นที่ตั้งของสถานศึกษาหลายแห่ง ซึ่งต้องมีการขยายตัวของที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับนักเรียน นักศึกษา และบุคลากรของสถานศึกษา ส่วนพื้นที่อื่นของ จ.นครปฐม นั้นภาคอุตสาหกรรมขับเคลื่อนจังหวัดที่เป็นรายได้หลัก ทำให้มีโรงงานอุตสาหกรรมที่สำคัญมากมาย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากแผนพัฒนาจังหวัดนครปฐม 5 ปี (พ.ศ.2566-2570) คาดว่าจะเกิดการ

เปลี่ยนแปลงด้วยการมีการขยายพื้นที่อยู่อาศัยอย่างต่อเนื่องภายในพื้นที่ อ.เมือง และอ.พุทธมณฑล ตลอดจนถึง อ.สามพราน ที่เป็นที่อยู่อาศัยควบคู่ไปกับโรงงานอุตสาหกรรม ด้านคมนาคม มีโครงข่ายระบบรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนที่ต่อเนื่องจากกรุงเทพฯ และมีการขยายตัวของระบบโครงสร้างพื้นฐานคมนาคมขนส่งโลจิสติกส์ของภาคอุตสาหกรรม เป็นพื้นที่โครงการทางหลวงพิเศษ สายบางใหญ่-กาญจนบุรี ซึ่งจะกระตุ้นการขยายเมือง การค้าและบริการ จากกรุงเทพฯ และจังหวัดปริมณฑล



รูปที่ 3 แสดงผังการใช้ที่ดินระหว่างผังการใช้ประโยชน์ที่ดินกรุงเทพมหานครและ อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม

ทั้งนี้ นโยบายสำคัญของการผังเมืองนั้น คือการใช้ประโยชน์ที่ดินได้หลากหลายมากยิ่งขึ้นตามการพัฒนาเมืองตามระบบ เศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ด้วยการศึกษาดังเมืองนั้น ประโยชน์การใช้ที่ดินมีผลกับพื้นที่สีเขียวของจังหวัดนั้น ๆ เนื่องจากนักลงทุน หรือเจ้าของกิจกรรมพาณิชย์กรรม หรือโรงงานอุตสาหกรรมสามารถเข้ามาพัฒนาธุรกิจภายในพื้นที่ได้ จากการศึกษาดังเมือง และแนวทางการพัฒนาของจังหวัด จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการศึกษาพื้นที่สีเขียว และแนวทางการพัฒนา เมืองที่ควบคู่กับสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

5.2 ความหลากหลายชนิด และความหนาแน่นของต้นไม้

จากการเก็บตัวอย่างต้นไม้ในแปลงตัวอย่างทั้ง 12 แปลง ขนาดแปลง 50 x 50 ม. รวมพื้นที่แปลงตัวอย่างทั้งสิ้น 600 ตร.ม. (จากพื้นที่สวนพุทธมณฑล 600 ไร่ หรือ 2,400,000 ตร.ม.) พบว่ามีต้นไม้ที่นับจำนวนมีทั้งหมด 704 ต้น ต้นไม้ที่พบในแปลงสำรวจ ได้แก่ นนทรี 68 ต้น สาละ 56 ต้น สัก 53 ต้น หางนกยูง 48 ต้น พิกุล 49 ต้น ราชพฤกษ์ 41 ต้น พันชาติ 25 ต้น ไทร 22 ต้น ยางนา 21 ต้น ตะแบก 18 ต้น ขี้เหล็ก 17 ต้น สะเดา 11 ต้น มะค่าโมง 10 ต้น พะยอม 8 ต้น มะกอกป่า 7 ต้น แคป่า 6 ต้น มะขาม และกระถินณรงค์ 4 ต้น ยูคา, กระถิน, มะขามเทศ, พญา, จั้ว, ลำดวน, พัดชาด และถ่อน 3 ต้น มะขามป่า, มะหวด และสน 2 ต้น สัตบรรณ, ก้ามปู, ช่อย, ตะเคียนทอง และตาล 1 ต้น และต้นไม้ไม่ทราบชื่อจำนวน 8 ต้น (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้แต่ละชนิด

ต้นไม้	ปริมาณกักเก็บคาร์บอนของ 12 แปลง (kgC /ตร.ม.)	ปริมาณกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่ (kgC /ตร.ม.)	ปริมาณกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่ (ตันคาร์บอน/ไร่)
พิกุล	6,107.82	122.1564	0.19545024
นนทรี	1,5372.6	307.451	0.4919216
ขี้เหล็ก	1,721.06	34.4212	0.05507392
โพธิ์	3,910.83	78.2166	0.12514656
มะฮอกกานี	6,999.27	139.9854	0.22397664
สะเดา	385.59	7.7118	0.01233888
ยูคา	2,567.49	51.3498	0.08215968
ประดู่	17,208.3	344.1668	0.55066688
สัตบรรณ	14.36	0.2872	0.00045952
กระถิน	186.97	3.7394	0.00598304
แคป้า	850.11	17.0022	0.02720352
สะเดา	204.77	4.0954	0.00655264
หางนกยูง	4,366.96	87.3392	0.13974272
ไทร	10,530.3	210.6056	0.33696896
พินชาด	16,270.1	325.4012	0.52064192
ขี้เหล็ก	325.46	6.5092	0.01041472
มะขาม	1,264.38	25.2876	0.04046016
ตะแบก	1,313.69	26.2738	0.04203808
มะขามเทศ	945.08	18.9016	0.03024256
ก้ามปู	521.71	10.4342	0.01669472
แคนา	242.54	4.8508	0.00776128
พยูง	182.2	3.644	0.0058304
พิกุล	136.58	2.7316	0.00437056
กระถินณรงค์	1,943.46	38.8692	0.06219072
สาละ	3,131.43	62.6286	0.10020576
สัก	1,989.58	39.7916	0.06366656
ข่อย	38.14	0.7628	0.00122048
หมาก	411.22	8.2244	0.01315904
ยางนา	963.99	19.2798	0.03084768
มะขามป้า	153.35	3.067	0.0049072
ตะเคียนทอง	25.42	0.5084	0.00081344
สะเดา	1,298.47	25.9694	0.04155104
มะขาม	46.01	0.9202	0.00147232
คูณ	1,655.57	33.1114	0.05297824

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้แต่ละชนิด (ต่อ)

ต้นไม้	ปริมาณกักเก็บคาร์บอนของ 12 แปลง (kgC /ตร.ม.)	ปริมาณกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่ (kgC /ตร.ม.)	ปริมาณกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่ (ตันคาร์บอน/ไร่)
มะค่าโมง	121.43	2.4286	0.00388576
ต้นไม้ไม่ทราบชื่อ	1,362.58	27.2516	0.04360256
จืด	614.7	12.294	0.0196704
หว้า	117.22	2.3444	0.00375104
ถ่อน	553.22	11.0644	0.01770304
มะกอกป่า	412.25	8.245	0.013192
มะหาด	36.8	0.736	0.0011776
สน	106.71	2.1342	0.00341472
มะเดื่อ	328.05	6.561	0.0104976
ลำตวน	1,245.48	24.9096	0.03985536
ราชพฤกษ์	2,323.22	46.4644	0.07434304
ตาล	651.52	13.0304	0.02084864
พะยอม	1,741.35	34.827	0.0557232
เสลา	137.63	2.7526	0.00440416
รวม	113,037	2,260.738	3.618

จากการสำรวจพื้นที่สีเขียวของสวนพุทธรณทล จำนวน 12 แปลงตัวอย่าง พบไม้ยืนต้นจำนวน 34 ชนิดพันธุ์ โดยมีการคำนวณปริมาณคาร์บอนที่สามารถกักเก็บได้จากแต่ละชนิดพันธุ์ไม้ในแต่ละแปลงรวมทั้งหมด จากทุกแปลงอยู่ที่ 113,037 kgC หรือเท่ากับ 3.618 ตันคาร์บอน/ไร่

5.3 พื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมของประชากรในพื้นที่

ขนาดพื้นที่ของอำเภอพุทธรณทลเท่ากับ 52.30 ตร.กม. จากการศึกษาพบว่าประชากรในพื้นที่ อ.พุทธรณทล จ.นครปฐม พบว่ามีประชากรในพื้นที่ 41,462 คน โดยมีความหนาแน่นของประชากร 792.77 คน/ตร.กม.

ตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (WHO) [4] แนะนำให้มีพื้นที่สีเขียวไม่น้อยกว่า 9 ตร.ม./คน เพื่อสุขภาพที่ดีของประชาชนในเขตเมือง โดยใช้เกณฑ์นี้ในการคำนวณพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมสำหรับ อ.พุทธรณทล ดังนี้

1. จำนวนประชากรทั้งหมดคือ 41,462 คน
2. เกณฑ์พื้นที่สีเขียวที่แนะนำคือ 9 ตร.ม./ต่อคน

พื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมคือ: 41,462 คน $\times$ 9 ตร.ม./คน = 373,158 ตร.ม. (หรือประมาณ 373.16 ไร่) อ.พุทธรณทล ควรมีพื้นที่สีเขียวอย่างน้อย 373,158 ตร.ม. หรือ 373.16 ไร่ ตามเกณฑ์ WHO เพื่อสุขภาพะของประชาชน

ด้วยพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สวนพุทธรณทล ที่มีพื้นที่สีเขียวขนาด 600 ไร่ หรือประมาณ 960,000 ตร.ม. จำนวนพื้นที่สีเขียวที่ต้องการตามเกณฑ์ WHO สำหรับประชากรใน อ.พุทธรณทล มีจำนวนประชากรประมาณ 41,462 คน ผลการศึกษาเมื่อใช้พื้นที่

สวนพุทธมณฑลเป็นเกณฑ์ของขนาดพื้นที่สีเขียวสาธารณะ พบว่า อ.พุทธมณฑล จำนวน 41,462 คน ซึ่งควรมีพื้นที่สีเขียวประมาณ 373,158 ตร.ม. ทั้งนี้ สวนพุทธมณฑลมีพื้นที่ 960,000 ตร.ม. ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่สีเขียวที่มากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ที่ WHO แนะนำ ต่อจำนวนประชนประชากรของอำเภอพุทธมณฑล 586,842 ตร.ม. พื้นที่สีเขียวในสวนพุทธมณฑลเพียงพอและเกินมาตรฐานที่แนะนำโดย WHO (9 ตร.ม./คน) สำหรับประชากรทั้ง 41,462 คน โดยมีพื้นที่สีเขียวให้ประชากรในพื้นที่ 5.79 ตร.ม./คน ซึ่งมีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวที่ยังไม่เพียงพอต่อประชากร

6. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาว่าพื้นที่ อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม พบว่า การขยายตัวของกรุงเทพฯ ที่ทำให้ อ.นครปฐม เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีการเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อรองรับการขยายตัวของเมืองหลวง โดยพื้นที่กรุงเทพฯ ในผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2565 ที่ติดกับ จ.นครปฐม จะเป็นสีเขียวชานเมืองซึ่งหมายถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่ออนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรม ปัจจุบันการร่างผังเมืองกรุงเทพมหานครฉบับปรับปรุงครั้งที่ 4 บริเวณฝั่งตะวันตกของกรุงเทพฯ ถูกวางแผนให้เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบที่อยู่อาศัยระดับปานกลางและที่อยู่อาศัยแบบหนาแน่นมาก (สีเหลือง และสีส้ม) และพื้นที่พาณิชยกรรม (รูปที่ 3) แสดงถึงการขยายตัวของพื้นที่ที่อยู่อาศัยจากพื้นที่ใจกลางเมือง และกิจกรรมประกอบอาชีพบางประเภท จากเดิมพื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นการประกอบอาชีพเกษตรกรรม และมีการกระจายตัวของที่อยู่อาศัยตามเส้นทางคมนาคมหลัก หรือการเป็นชุมชนบริเวณสถานที่ราชการ หรือสถานศึกษา ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ได้ถูกเปลี่ยนเป็นหมู่บ้านจัดสรร ที่อยู่อาศัยมากมายของประชากรจากเมืองหลวง ที่ภายในกรุงเทพฯ ที่ดินหายากมากยิ่งขึ้น และมีราคาสูงขึ้นในตลาดอสังหาริมทรัพย์ตามความต้องการของประชากร ทำให้ความสำคัญของการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่นั้นเป็นประเด็นสำคัญที่ทำให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี โดยงานวิจัยทำการศึกษากักเก็บคาร์บอนของพื้นที่สีเขียวสาธารณะพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ที่สุดใน อ.พุทธมณฑล ได้แก่ สวนพุทธมณฑล ด้วยวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่างต้นไม้ในพื้นที่สวนพุทธมณฑล เพื่อศึกษาต้นไม้และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนให้เหมาะสมต่อจำนวนประชากร สอดคล้องกับงานวิจัย [5] ที่ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากมนุษย์ ส่งผลให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ ทั้งนี้จะส่งผลต่อสุขภาพที่ดีต่อประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ดังนั้นแล้วการศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่สีเขียวจึงเป็นข้อดี ที่จะช่วยให้รู้แนวทางในการพัฒนาพื้นที่ ตัวอย่างเช่น การศึกษาพื้นที่สวนสาธารณะ Villa Torlonia ที่กรุงโรม ประเทศอิตาลี [6] แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของพื้นที่สีเขียวในเมืองที่ช่วยลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชนในเมืองได้ โดยวิเคราะห์การกักเก็บคาร์บอน และการลดอุณหภูมิในพื้นที่เมือง จากความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในเมืองที่สำคัญ ได้แก่ ความต่างชนิดของพืชกับการลดความเข้มของแสงอาทิตย์ อุณหภูมิ และการปล่อยพลังงานความร้อนจากสิ่งปลูกสร้าง โดยผลการศึกษาพบว่า กลุ่มต้นไม้ที่มีพืชปกคลุมหนาแน่น สามารถกักเก็บคาร์บอน ได้เฉลี่ย 37.5 กก./วัน กลุ่มต้นไม้ที่มีพืชปกคลุมปานกลาง สามารถกักเก็บคาร์บอนได้เฉลี่ย 5.8 กก./วัน ทำให้พื้นที่บริเวณที่มีต้นไม้ หรือพืชอยู่นั้นอุณหภูมิจะลดลงประมาณ 6–8% เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ลาดแจ้งหรือไม่มีพืช

การศึกษาพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ของ อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม ด้วยการมีศักยภาพการเป็นเมืองขยายกรุงเทพฯ งานวิจัยจึงสุ่มเก็บตัวอย่างต้นไม้แบบแปลงในสวนพุทธมณฑลเพื่อทราบถึงปริมาณการกักเก็บคาร์บอน ด้วยการเก็บแบบแปลง จำนวน 12 แปลง แต่ละแปลงมีขนาด 50 X 50 ม. พบว่า มีต้นไม้ที่นับจำนวนมีทั้งหมด 704 ต้น ต้นไม้ที่พบมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่

นนทรี 68 ต้น สาละ 56 ต้น สัก 53 ต้น หางนกยูง 48 ต้น และพิทูล 49 ต้น ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่กักเก็บได้ของ 12 แปลงสำรวจ ได้แก่ 113,037 kgC โดยคิดเป็น 0.07% ของพื้นที่สีเขียวของสวนพุทธมณฑล

ความสัมพันธ์ของต้นไม้ ได้แก่ จำนวนต้นไม้ ค่าเฉลี่ยเส้นรอบวง ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของต้นไม้ ต่อ %การกักเก็บคาร์บอนของแต่ละแปลง พบว่าจำนวนต้นไม้และความสูงของต้นไม้แปรผันตาม ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน โดยแปลงที่สามารถกักเก็บคาร์บอน (กก.) ได้สูงที่สุดในแปลงสำรวจ พบต้นไม้ 80 ต้น ประกอบไปด้วย ต้นนนทรี ต้นมะฮอกกานี และต้นหางนกยูง เป็นกลุ่มต้นไม้ที่มีจำนวนเยอะที่สุด ลำดับต่อมาคือ แปลงที่มีจำนวนต้นไม้ 54 ต้น ต้นไม้ที่มีจำนวนเยอะที่สุดในแปลง ได้แก่ ต้นนนทรี ต้นประดู่ และต้นขี้เหล็ก และลำดับที่สาม แปลงสำรวจมีต้นไม้จำนวน 62 ต้น ได้แก่ ต้นหางนกยูง ต้นประดู่ และต้นมะฮอกกานี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา [7] ที่ต้นไม้ที่สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ดี ได้แก่ ต้นนนทรี และต้นประดู่ โดยมีลักษณะเป็นต้นไม้ใหญ่ แผ่กิ่งก้านให้ร่มเงาในพื้นที่ โดยเป็นกลุ่มต้นไม้ที่ DBH สูง และการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของสวนสันติภาพ กรุงเทพฯ [8] พบว่า ต้นนนทรี มีปริมาณมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนได้สูงสุด รองลงมา ได้แก่ ปิ๊ป จามจุรี แคนขาว และหว้า ตามลำดับ ต้นนนทรีมีขนาดใหญ่ ซึ่งส่งผลกับค่า DBH และ H ของต้นไม้ ที่ใช้คำนวณการกักเก็บคาร์บอน ทำให้พบว่า ขนาดของต้นไม้ มีผลต่อการกักเก็บคาร์บอนและปริมาณมวลชีวภาพ เนื่องจากในพื้นที่สวน ต้นนนทรีที่พบมีจำนวนน้อยกว่า ต้นไม้ชนิดอื่น แต่สามารถกักเก็บคาร์บอนได้จำนวนมาก และงานวิจัยอื่น [9] ที่ได้ทำการเก็บข้อมูลต้นไม้ของพื้นที่ สีเขียวในเมือง ในลักษณะหลากหลายประเภท เช่น สวนแนวเส้น (ริมทางเท้า และถนน) สวนสาธารณะ หรือสวนป่า ผลลัพธ์ที่แสดงออกมานั้น พบว่า ต้นไม้ที่กักเก็บคาร์บอนได้มีประสิทธิภาพ คือต้นไม้สูง อีกทั้งผลการคำนวณการกักเก็บคาร์บอน พบว่าแปลงที่สำรวจพบว่าต้นนนทรี ต้นหางนกยูง ต้นมะฮอกกานี และต้นประดู่ จะมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนได้สูง ทั้งนี้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (DBH) และความสูงของต้นไม้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการกักเก็บคาร์บอน [10] อีกทั้ง พบว่าความสูงของต้นไม้เป็นตัวแปรสำคัญ โดยต้นไม้ที่มีความสูงมากจะกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่าต้นไม้ที่มีลำต้นใหญ่ และพื้นที่สีเขียวอื่น ๆ นอกจากต้นไม้ เช่น ไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน หรือสนามหญ้า สามารถกักเก็บคาร์บอนได้เช่นกัน แต่มีศักยภาพจะน้อยกว่าต้นไม้ใหญ่

งานวิจัยแสดงให้เห็นถึง ศักยภาพของพื้นที่สีเขียวในการกักเก็บคาร์บอน โดยเน้นศึกษาสวนพุทธมณฑลเป็นกรณีศึกษา พบว่า พื้นที่สีเขียวสาธารณะ มีบทบาทสำคัญ ในการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น ลดความร้อนในเมือง (Urban Heat Island) การกักเก็บคาร์บอนในดินและพืชพรรณ และช่วยปรับสมดุลอุณหภูมิในพื้นที่เมือง ระหว่างคน และสิ่งแวดล้อม โดยพื้นที่สีเขียวสาธารณะมีผลต่อการสร้างคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัย และเป็นพื้นที่สำคัญที่ช่วยลดมลพิษทางอากาศ รวมไปถึงการส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืชและสัตว์ มีบทบาทในการให้บริการระบบนิเวศ (Ecosystem Services) แก่สิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้น ประกอบกับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ขยายเมือง ช่วยให้เข้าใจผลกระทบของการขยายตัวของเมืองที่จะส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เมืองหลวงสู่พื้นที่จังหวัดปริมณฑล การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (Land Use Change) ในพื้นที่ขยายเมือง เช่น พื้นที่เกษตรกรรมที่ลดลงเมื่อพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัยหรือโครงสร้างพื้นฐาน สามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการวางแผนเมืองในอนาคตเพื่อให้เกิดการพัฒนาที่สมดุล โดยงานศึกษาและเก็บข้อมูลปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่ผ่านมาของกรุงเทพฯ [11] ผ่านการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปี 1987 และ 2015 โดยทำการประเมินผลกระทบของการเติบโตของเมืองและการลดลงของพื้นที่สีเขียวต่อสมดุลของคาร์บอน พบว่า แหล่งคาร์บอน (Carbon Sources) เกิดจากการขนส่งซึ่งปล่อยคาร์บอนสูงสุดถึง 36% ในปี 1987 และ 39% ในปี 2015 การปล่อยคาร์บอนเพิ่มขึ้น 4 เท่าจากปี 1987 ถึง 2015 แหล่งกักเก็บคาร์บอน (Carbon Sinks) ในเมืองอย่างพื้นที่สีเขียว เช่น ต้นไม้ตามทางถนน หรือสวนสาธารณะ ลดลงครึ่งหนึ่งจากปี 1987 ถึง 2015 และมีแนวโน้มลดลงต่อเนื่องในอนาคต ซึ่งแปรผันตรงกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีพื้นที่เมืองเพิ่มขึ้นจาก

21% ในปี 1987 เป็น 58% ในปี 2015 พื้นที่เกษตรกรรมลดลงจาก 65% ในปี 1987 เหลือเพียง 35% ในปี 2015 และพื้นที่สีเขียว (ต้นไม้และหญ้า) ลดลงจาก 12% ในปี 1987 เหลือเพียง 6% ในปี 2015 งานวิจัยฉบับนี้ทำให้ทราบถึงความสำคัญของการวางแผนการขยายเมืองโดยวางแผนการพัฒนาเมืองที่สมดุลระหว่างการเติบโตทางเศรษฐกิจและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เช่น การใช้ระบบขนส่งสาธารณะหรือ ส่งเสริมการขยายพื้นที่สีเขียวและสวนสาธารณะ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ogawa, H., Yoda, K. & Kira, T. (1965). Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand: II. Plant biomass. *Nature and Life in South East Asia*, 4, 49-80.
- [2] IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. International Panel on Climate Change. IGES, Hayama, Japan
- [3] Faculty of Forestry. (2010). Study of the Characteristics of Plants Greenhouse Gas Adsorption and Suitable Area Size for CDM. Final Report. *Thailand Greenhouse Gas Management Organization*, Bangkok, Thailand.
- [4] WHO. (1992). Promoting Sustainable human settlement development, Agenda21 - Chapter7, *The World Health Organization*, Rio De Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992, Retrieved on 15 February 2017 from www.who.int/mediacentre/events/indicatorsChapter3.pdf
- [5] Güneralp, B., Hutyra, L. R., & Seto, K. (2012). Global forecast of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Science*, 109, 16083–16088. <https://research.fs.usda.gov/treesearch/download/60941.pdf>
- [6] Gratani, L., Catoni, R., Puglielli, G., Varone, L., Fiore, M. C., Sangiorgio, S. & Lucchetta, F. (2016) Carbon dioxide sequestration and air temperature amelioration provided by urban parks in Rome. *Energy Procedia*, 101, P.408 – 415
- [7] วีระ ปะทะขันธ์, สุริยพร นิพัทธ์วิทยา และ ปกรณ์ เมฆแสงสวย (2557). การประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนเหนือพื้นดินของสวนสาธารณะในเมืองกรณีศึกษา: สวนลุมพินีกรุงเทพมหานคร. รวมบทความวิจัย การประชุมวิชาการระดับชาติ SMARTS ครั้งที่ 4: อัตลักษณ์แห่งเอเชีย 2014. *โครงการประชุมวิชาการระดับชาติ SMARTS ครั้งที่ 4: อัตลักษณ์แห่งเอเชีย 2014*. (หน้า 675-686). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์.
- [8] เกลี้ยงสะอาด และคณะ (2563). การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร. *วารสารวนศาสตร์ไทย*, 39(1), หน้า 86-96.
- [9] Otman, R., Suid, S., Mohd Noor, N., Baharuddin, Z., Hashim, K. S. H., & Lukman, H. M. L. (2019). Estimation of carbon sequestration rate of urban park with linear and curvilinear design landscape setting. https://www.aloki.hu/pdf/1704_80898101.pdf
- [10] Shadman, S., Ahanaf Khalid, P., Mohd Hanafiah, M., Krishna Koyande, A., Md. Atiqul Islam, Ali Bhuiyan, S., Sin Woon, K., & Pau-Loke Show (2022) The carbon sequestration potential of urban public parks of densely populated cities to improve environmental sustainability, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52, <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102064>.
- [11] Ali, G., Pumijumnong, N., & Cui, S. (2018). Valuation and validation of carbon sources and sinks through land cover/use change analysis: The case of Bangkok metropolitan area. *Land Use Policy*, 70, P.471-478.