

นิพนธ์ต้นฉบับ

การกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้น บริเวณสวนสาธารณะในเขตเทศบาลเมืองตาก จังหวัดตาก

Trees Carbon Storage Potential of Tak Municipal Parks, Tak Province

ฉมา นวลศรี^{1,2}ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง^{1*}สมพร แม่ลิ้ม¹Chama Nualsri^{1,2}Chakrit Na Takuathung^{1*}Somporn Maelim¹¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900¹Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand²กรมป่าไม้ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900²Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: chakit.n@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 13 มกราคม 2567

รับแก้ไข 18 เมษายน 2567

รับลงพิมพ์ 26 เมษายน 2567

ABSTRACT

Carbon storage in trees was assessed in 3 public parks of Tak province, Thailand: Krathong Sai Park, Mae Ping Tak Park, and Her Majesty the Queen's 60th Birthday Anniversary (Chaloem Phrakiat) Park. In addition, green area management guidelines were proposed for increasing their carbon storage potential. The diameter at breast height (DBH) and height of the trees were recorded during January–May 2023. Then, biomass (both aboveground and belowground) and carbon storage were evaluated based on allometric equations and the carbon fraction. The results indicated that on all 3 areas, there were 423 trees in 52 species and 24 families. The total carbon storage was 129 ton with 9.8, 61.4, and 57.6 trees for Krathong Sai Park, Mae Ping Tak Park, and Chaloem Phrakiat Park, respectively. Burmese rosewood (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.) was the tree with the highest total carbon storage equal to 28.7 trees. Management guidelines to optimize tree density and increase carbon storage potential should promote planting 108, 148, and 480 additional trees in Krathong Sai Park, Mae Ping Tak Park, and Chaloem Phrakiat Park, respectively. These trees should be from fast-growing and long-lived species, such as Thai copper pod (*Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barneby), Burmese rosewood, and Golden shower (*Cassia fistula* L.), as well as provincial trees, such as Ironwood (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) W.Theob. var. *kerrii* (Craib & Hutch.) I.C.Nielsen). Planting trees also increases biodiversity habitat, especially for insects, birds, and small reptiles. In addition, the extra trees should attract more people to visit and use the area, stimulating the economy and giving local entrepreneurs more business opportunities. However, it is important to not damage any structures when planting trees. Furthermore, all developments should seek the opinions of both the direct and indirect users in order to ensure sustainable development that best meets the needs of urban residents.

Keywords: Carbon storage; Diameter at breast height; Biomass; Tak Municipal; Burmese rosewood

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นบริเวณสวนสาธารณะในเขตเทศบาลเมืองตาก ได้แก่ สวนกระทิงสาย สวนสาธารณะแม่ปิงตาก และสวนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ ครบ 60 พรรษา และเสนอแนวทางจัดการพื้นที่สีเขียวเพื่อเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน โดยเก็บข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงของต้นไม้ในช่วงเดือนมกราคม - เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2566 คำนวณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยใช้สมการแอลโลเมตรี และคำนวณการกักเก็บคาร์บอนรวมของต้นไม้ทั้งเหนือดินและใต้ดินโดยใช้สัดส่วนของคาร์บอนในมวลชีวภาพ ผลการศึกษา พบว่า ทั้ง 3 พื้นที่มีพรรณไม้รวม 423 ต้น จำแนกได้ 52 ชนิด 24 วงศ์ โดยการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ทั้ง 3 สวน มีค่ารวมประมาณ 129 ตัน โดยสวนกระทิงสาย สวนสาธารณะแม่ปิงตาก และสวนเฉลิมพระเกียรติฯ มีค่าการกักเก็บคาร์บอนประมาณ 9.8 61.4 และ 57.6 ตัน ตามลำดับ โดยประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.) เป็นพรรณไม้ที่มีค่าการกักเก็บคาร์บอนรวมมากที่สุด เท่ากับ 28.7 ตัน คณะผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการจัดการเพื่อเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน โดยสวนกระทิงสาย สวนสาธารณะแม่ปิงตาก และสวนเฉลิมพระเกียรติฯ สามารถปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มความหนาแน่นที่เหมาะสม ประมาณ 108 148 และ 480 ต้น ตามลำดับ โดยควรปลูกเป็นไม้ที่โตเร็ว อายุยืน เช่น จีเหล็กบ้าน (*Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barneby) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) และรวมถึงต้นไม้ประจำจังหวัด คือ ต้นแดง (*Xylocarpus xylocarpa* (Roxb.) W.Theob. var. *kerrii* (Craib & Hutch.) I.C.Nielsen) การปลูกต้นไม้ยังช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ไม่ว่าจะเป็นแมลง นก สัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็กที่จะเข้ามาอาศัย และดึงดูดให้มีผู้คนเข้ามาใช้ประโยชน์ กระตุ้นเศรษฐกิจให้ผู้ประกอบการโดยรอบพื้นที่มีโอกาสทางการค้ามากขึ้น ทั้งนี้การปลูกต้นไม้ต้องระวังไม่ทำให้สิ่งปลูกสร้างเสียหาย นอกจากนี้การพัฒนาต่างๆ ควรขอความคิดเห็นผู้มาใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนและตอบสนองผู้อยู่อาศัยในเขตเมืองมากที่สุด

คำสำคัญ: การกักเก็บคาร์บอน เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก มวลชีวภาพ เทศบาลเมืองตาก ประดู่ป่า

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อทำให้โลกมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ระบบนิเวศแปรปรวน ส่งผลต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิตอย่างมาก โดย Mutchimwong (2013) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เกิดได้จากทั้งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่ทำให้องค์ประกอบเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น การเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิล การทำลายป่า ในระดับโลกมีแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง ในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2021 การประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change Conference of the Parties: UNFCCC COP) สมัยที่ 26 นายกรัฐมนตรีของประเทศไทย ในขณะนั้น ในฐานะหัวหน้าคณะผู้แทนไทย ประกาศเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน ภายในปี ค.ศ. 2050 และประเทศไทยได้มีแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกโดยการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในแผนยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี ค.ศ. 2018–2037 ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประเด็นยุทธศาสตร์สร้างการเติบโต

อย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ มุ่งเน้นลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสร้างสังคมคาร์บอนต่ำ ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก พัฒนารูปแบบ แนวทางการจัดการเมืองเพื่อมุ่งสู่เมืองคาร์บอนต่ำ และพื้นที่สีเขียวในทุกรูปแบบ รวมทั้งสนับสนุนการจัดการด้านการเกษตรที่มีผลประโยชน์ ร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก เร่งฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ส่งเสริมการเพิ่มพื้นที่ป่าเพื่อกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (Office of the National Economic and Social Development Board, 2017)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซเรือนกระจกที่อยู่รอบตัวของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิต โดยพืชทำการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศเข้าไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง และปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมาให้สิ่งมีชีวิตได้หายใจ เท่ากับว่าคาร์บอนจำนวนมหาศาลถูกกักเก็บไว้ในผืนดิน และในทางกลับกัน การสูญเสียป่าก็เท่ากับเราสูญเสียแหล่งกักเก็บคาร์บอนและยังปล่อยคาร์บอนจำนวนมหาศาลออกมาสู่ชั้นบรรยากาศเช่นเดียวกัน (Bovornkitti, 2015) นอกจากนี้การศึกษาของ Yousofpour *et al.* (2024) พบว่า ต้นไม้ยังมีส่วนช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์และมลพิษอื่น ๆ ในชั้น

บรรยากาศ บริเวณพื้นที่ในเขตเมืองที่มีมลพิษมาก ซึ่งอาศัยหลายปัจจัยทั้งความหนาแน่นของต้นไม้ อายุการปลูกของต้นไม้ ลักษณะและขนาดพื้นผิวของใบ ซึ่งจะช่วยลดและกรองมลพิษต่างๆให้เข้าถึงมนุษย์น้อยที่สุด ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ การเพิ่มของทรัพยากรป่าไม้ และพื้นที่สีเขียว การศึกษาเรื่องดังกล่าวในต่างประเทศ Nowak and Crane (2002) ได้ศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ 10 เมือง ของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า เมืองนิวยอร์กมีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ที่ 1.2 ล้านตัน มีน้อยที่สุดในเมืองนิวยอร์กซิตี ที่ 19,300 ตัน Shadman *et al.* (2022) ศึกษาพรรณพืชและการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ สวนและสนามเด็กเล่น Shaheed Zayan Chowdhury ในเมืองบานานี ประเทศบังคลาเทศ พบว่า มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมมากถึง 660.8 ตัน หรือคิดเป็น 39 ตันต่อเฮกตาร์ นอกจากนี้ Gralani *et al.* (2016) ได้ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของพืชทุกกลุ่มภายในพื้นที่สวนสาธารณะ 4 แห่งในกรุงโรม ประเทศอิตาลี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีมลพิษและการปลดปล่อยคาร์บอนเป็นจำนวนมาก อาศัยข้อมูลความโต ความสูง ร่วมกับ ดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index) พบว่า พรรณไม้ที่มีการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ประกอบด้วย ไม้จำพวกสน (*Pinus*) ก่อ (*Quercus*) และไม้เนื้อแข็งประเภทอื่น ๆ ที่เป็นไม้พื้นถิ่น และยังมีการศึกษาของ Fini *et al.* (2023) เปรียบเทียบความแตกต่างของศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในเขตเมืองบริเวณสวนสาธารณะและริมถนน ในเมือง โรมินี ประเทศอิตาลี และ เมืองคราโคว ประเทศโปแลนด์ พบว่า ความแตกต่างของสภาพพื้นที่ไม่มีผลต่อศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ ดังนั้นพื้นที่สวนสาธารณะซึ่งเป็นแหล่งรวมตัวและจัดกิจกรรมของผู้คน จะช่วยลดซับคาร์บอนและจะช่วยลดฝุ่นมลพิษท่ามกลางผู้คนได้

ทำให้การศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนมีความสำคัญต่อผู้คน โดยเฉพาะพื้นที่สวนสาธารณะต่าง ๆ ในประเทศไทยที่อยู่ท่ามกลางแหล่งมลพิษและยังมีการศึกษาที่จำกัด

สวนสาธารณะในเขตเทศบาลเมืองตาก ได้แก่ สวนกระทิงสาย สวนสาธารณะแม่ปิงตาก และสวนเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ ครบ 60 พรรษา เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจของประชาชน เดินทางเข้าถึงสะดวก ทำกิจกรรมได้หลากหลาย และยังเป็นสถานที่จัดกิจกรรมต่าง ๆ เช่น กิจกรรมลานเยาวชนคนสร้างสรรค์ กิจกรรมกาตกระทิงสาย ชมรมแอโรบิค เป็นต้น จากการประเมินเบื้องต้น พบว่า สวนทั้ง 3 แห่งนี้ มีศักยภาพในการพัฒนาพื้นที่สีเขียวทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของไม้ต้นภายในสวนสาธารณะดังกล่าว และนำเสนอโดยทำการศึกษารพรรณไม้ วัดความโตและความสูงของต้นไม้ หาค่ามวลชีวภาพ และค่าการกักเก็บคาร์บอน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการบริหารจัดการต้นไม้ในระยะยาว ตลอดจนนำเสนอมาตรการแนวทางในการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนภายในสวนสาธารณะ และส่งเสริมการเรียนรู้แก่ประชาชนในชุมชนเทศบาลเมืองตาก และประชาชนที่มาใช้บริการสวนสาธารณะจากพื้นที่อื่น ๆ ได้ตระหนักถึงคุณค่าความสำคัญของพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

สวนสาธารณะที่ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลเมืองตาก อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก จำนวน 3 สวน รายละเอียดดัง Table 1

Table 1 General information on 3 Tak municipal parks

Park name	Area (ha)	UTM zone47 WGS1984
Krathong Sai Park (สวนกระทิงสาย)	0.64	513099 E 1866899 N
Mae Ping Tak Park (สวนสาธารณะแม่ปิงตาก)	1.44	513204 E 1864997 N
Chaloem Phrakiat Park (สวนสาธารณะเฉลิมพระเกียรติฯ)	3.04	512740 E 1866437 N

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

สำรวจต้นไม้ภายในสวนทั้ง 3 สวน ในช่วงเดือนมกราคม-เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2566 โดยการจำแนกและบันทึกพรรณไม้ ตามวิธีของ Forest Botany Division (2014) โดยวัดขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงของต้นไม้ทุกต้นที่มีความสูง 1.30 เมตรจากพื้นดิน ใช้เทปวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter tape) พร้อมวัดความสูงของต้นไม้ (height, H) ด้วยเครื่องมือวัดความสูง (Leica laser distance) และเก็บข้อมูลค่าพิกัดตำแหน่งของต้นไม้ด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก Global Navigation Satellite System (GNSS)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. จัดเตรียมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์โดยทำบัญชีพรรณไม้ ที่ประกอบด้วยชื่อวงศ์ ชื่อชนิด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ความสูง (height) และพิกัด ซึ่งข้อมูลนี้สามารถใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของต้นไม้ในอนาคตได้

2. ทำการคำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้ในพื้นที่ โดยใช้สมการแอลโลเมตริก (allometric equation) ดัง Table 2

3. การคำนวณมวลชีวภาพรวม (ส่วนเหนือพื้นดินและใต้ดิน) ของต้นไม้ ดังนี้ $W_T = W_A + (W_A B)$ โดยที่ W_T = มวลชีวภาพรวม (กิโลกรัม/ต้น) W_A = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม/ต้น) B = อัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพใต้ดินและมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (root/shoot ratio) โดยพรรณไม้ในเขตเมือง เท่ากับ 0.28 และ พรรณไม้วงศ์ปาล์ม เท่ากับ 0.41 (Faculty of Forestry, 2010)

4. ประเมินการกักเก็บคาร์บอนรวมของต้นไม้ทั้งหมด โดยใช้สัดส่วนของคาร์บอนในมวลชีวภาพตามที่ IPCC (2006) กำหนดไว้เท่ากับ 0.47 ดังนี้ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (กิโลกรัม) = มวลชีวภาพของต้นไม้ (กิโลกรัม) $\times$ 0.47

5. การเสนอแนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน โดยเสนอแนะพรรณไม้ที่เหมาะสม ในการปลูก และความหนาแน่นของต้นไม้ ตามหลักเกณฑ์แนวทางการกำหนดระยะปลูกในไม้ยืนต้นของกรุงเทพมหานคร ใช้ระยะปลูกตั้งแต่ 4 -8 เมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้ (Public Parks Office, 2010) จะสามารถปลูกต้นไม้เพิ่มเติมมากที่สุด 100 ต้นต่อไร่ และน้อยที่สุด 25 ต้นต่อไร่ คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 62.5 ต้นต่อไร่ (390 ต้นต่อเฮกตาร์)

Table 2 Allometric equations used for estimating biomass of trees planted in 3 Tak municipal parks, Tak province, Thailand

Forest type/species	Allometric equations	References
Dry evergreen forest	$W_S = 0.0509 (D^2H)^{0.919}$	Tsutsumi <i>et al.</i> (1983)
	$W_B = 0.00893 (D^2H)^{0.977}$	
	$W_L = 0.0140 (D^2H)^{0.669}$	
	$W_T = W_S + W_B + W_L$	
Dry dipterocarp forest and mixed deciduous forest	$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$	Ogawa <i>et al.</i> (1965)
	$W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.03}$	
	$W_L = (28 / (W_S + W_B + 0.025))^{-1}$	
	$W_T = W_S + W_B + W_L$	
Tropical rain forest or common plants	$W_S = 0.0396 (D^2H)^{0.933}$	Tsutsumi <i>et al.</i> (1983)
	$W_B = 0.00349 (D^2H)^{1.030}$	
	$W_L = (28 / (W_S + W_B + 0.025))^{-1}$	
	$W_T = W_S + W_B + W_L$	

Table 2 (continued)

Forest type/species	Allometric equations	References
<i>Dolichandrone serrulata</i> (DC.) Seem.	$Y = e^{[-2.289 + 2.649 (\ln (\text{DBH}) - 0.021 (\ln \text{DBH}))^2]}$	IPCC (2003)
<i>Mimusops elengi</i> L.		
<i>Plumeria rubra</i> L.		
<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda		
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels		
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.		
<i>Cassia fistula</i> L.	$Y = 0.1142 (\text{DBH})^{2.4451}$	Hung <i>et al.</i> (2012)
<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.) Backer ex K. Heyne	$Y = 0.1245 (\text{DBH})^{2.4163}$	Hung <i>et al.</i> (2012)
<i>Polyalthia longifolia</i> (Benth.) Hook. f.	$Y = 0.2270 (\text{DBH})^{2.3519} (\text{WD})^{1.2211}$	Dung <i>et al.</i> (2012)
<i>Lagerstroemia loudonii</i> Teijsm & Binn.	$Y = 0.1277 (\text{DBH})^{2.3943}$	Hung <i>et al.</i> (2012)
<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.		
Species in Arecaceae	$Y = 6.666 + 12.826(H)^{0.5} \times \ln (H)$	Pearson <i>et al.</i> (2005)

Remarks: 1) Y: Total above ground biomass (kg), WD: Wood density (0.51 g/cm⁻³), DBH = Diameter at breast height over bark (cm), H = Height (m)
 Wb = Biomass of branches (kg tree⁻¹), Wl = Biomass of leaves (kg tree⁻¹),
 Ws = Biomass of stems (kg tree⁻¹), Wtc = Biomass of stems and branches (kg tree⁻¹).
 2) Modified from Singkran (2022) and Kliangsard (2019)

ผลและวิจารณ์

การจำแนกชนิดและจำนวนของพรรณไม้

จากการเก็บข้อมูลภาคสนามในพื้นที่ทั้ง 3 สวน พบว่ามีพรรณไม้รวมทั้งหมด 423 ต้น จำแนกได้ 52 ชนิด 24 วงศ์

พรรณไม้ที่พบมากที่สุดในพื้นที่ ได้แก่ ลั่นทมขาว (*Plumeria obtusa* L.) จำนวน 68 ต้น รองลงมา คือ ราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) จำนวน 63 ต้น และประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) ตามลำดับ (Figure 1)

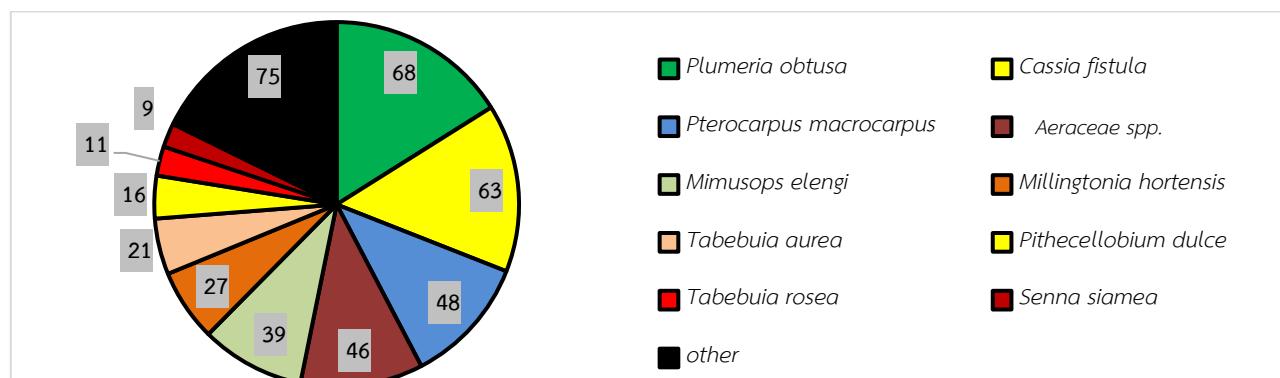


Figure 1 Numbers of trees by species in study area

เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายสวน มีรายละเอียดดังนี้

1. สวนกระทงสาย มีต้นไม้ทั้งหมด 36 ต้น จำแนกได้ 3 ชนิด 2 วงศ์ ลั่นทมขาว มีจำนวนมากที่สุด 23 ต้น มีความหนาแน่นของต้นไม้ต่อพื้นที่รวม 7 ต้นต่อไร่ (44 ต้นต่อเฮกตาร์)
2. สวนสาธารณะแม่ปิงตาก มีต้นไม้ทั้งหมด 224 ต้น จำแนกได้ 27 ชนิด 13 วงศ์ พรรณไม้ในวงศ์ปาล์ม (*Arecaceae*) พบมากที่สุด จำนวน 41 ต้น และไม้ต้นที่พบมาก

ที่สุด ได้แก่ ลั่นทมขาว 37 ต้น มีความหนาแน่นของต้นไม้ต่อพื้นที่รวม 24 ต้นต่อไร่ (149 ต้นต่อเฮกตาร์)

3. สวนเฉลิมพระเกียรติฯ มีต้นไม้ทั้งหมด 163 ต้น จำแนกได้ 35 ชนิด 20 วงศ์ ประดู่ป่า มีจำนวนมากที่สุด 39 ต้น มีความหนาแน่นของต้นไม้ต่อพื้นที่รวม 9 ต้นต่อไร่ (54 ต้นต่อเฮกตาร์) (Table 2)

Table 2 Top-5 tree species in 3 Tak municipal parks, Tak province, Thailand

Park	Family	Scientific name	Count
Krathong Sai Park	APOCYNACEAE	<i>Plumeria obtusa</i> L.	23
	FABACEAE	<i>Cassia fistula</i> L.	12
	FABACEAE	<i>Albizia lebbeck</i> (L.) Benth.	1
Mae Ping Park	ARECACEAE	spp.	41
	APOCYNACEAE	<i>Plumeria obtusa</i> L.	37
	FABACEAE	<i>Cassia fistula</i> L.	30
	BIGNONIACEAE	<i>Millingtonia hortensis</i> L.f.	26
	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	20
Chaloem Phrakiat Park	FABACEAE	<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz	39
	SAPOTACEAE	<i>Mimusops elengi</i> L.	36
	FABACEAE	<i>Cassia fistula</i> L.	21
	APOCYNACEAE	<i>Plumeria obtusa</i> L.	8
	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	8

หากเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Shadman *et al.* (2022) ศึกษาพรรณไม้ในพื้นที่สนามเด็กเล่น Shaheed Zayan Chowdhury Playground ในเมืองบานานี ประเทศบังกลาเทศ เนื้อที่ประมาณ 1 เฮกตาร์ เนื้อที่ใกล้เคียงกับสวนแม่ปิงตาก และพบต้นไม้ 156 ต้น 21 ชนิด ความหนาแน่นของต้นไม้ต่อพื้นที่รวม 100 ต้นต่อเฮกตาร์ และเปรียบเทียบกับ Fini *et al.* (2023) ศึกษาความแตกต่างของศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในเขตเมืองบริเวณสวนสาธารณะ และริมถนนในเมือง रिमि ประเทศอินเดีย เนื้อที่ประมาณ 250 เฮกตาร์ พบว่ามีต้นไม้ถึง 44,680 ต้น คิดเป็นความหนาแน่นประมาณ 181 ต้นต่อเฮกตาร์ และเมืองคราโคว ประเทศโปแลนด์ เนื้อที่ประมาณ 472 เฮกตาร์ มีต้นไม้ถึง 50,073 ต้น คิดเป็นความหนาแน่นประมาณ 106 ต้นต่อเฮกตาร์ ซึ่งมากกว่าสวนกระทงและสวนเฉลิมพระเกียรติ เช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาจากพรรณไม้และจำนวนต้นของพรรณไม้ทั้งหมด พบว่า ลั่นทมขาว เป็นพรรณไม้ที่มีจำนวนมากที่สุดในพื้นที่ศึกษา จำนวน 68 ต้น หรือคิดเป็นร้อยละ 16 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด เนื่องจากเป็นไม้ประดับ มีลักษณะเป็นพุ่มสวยงาม ปลูกเต็มพื้นที่ของสวนกระทงสาย ซึ่งติดกับถนนใหญ่ ใกล้ศาลากลางจังหวัดและหน่วยงานราชการ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมทัศนียภาพให้ผู้คนที่ผ่านมา สำหรับสวนสาธารณะแม่ปิงตาก มีการปลูกตามแนวชายขอบที่ติดกับถนนเรียบแม่น้ำปิง และติดกับลานกิจกรรมเพื่อเพิ่มทัศนียภาพที่สวยงามแก่ผู้ที่เข้ามาใช้ประโยชน์เช่นกัน ส่วนชนิดอื่นที่พบรองลงมาส่วนใหญ่กระจายอยู่ตามใจกลางของพื้นที่ศึกษา เพราะเป็นที่ให้ร่มเงาสำหรับบริเวณที่มีจุดพัก เส้นทางวิ่งออกกำลังกาย และลานกิจกรรม

ข้อมูลความสูงและขนาดความโต

ประดู่ป่า ในสวนเฉลิมพระเกียรติฯ มีขนาดของ DBH มากที่สุด เท่ากับ 80 เซนติเมตร และ ประดู่ป่า ในสวนแม่ปิงตาก มีความสูงมากที่สุด ที่ 21.20 เมตร เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายสวน พบว่า

1. สวนกระทิงสาย ต้นไม้ส่วนใหญ่มีขนาดของ DBH ในช่วง 10-20 เซนติเมตร และมีความสูงในช่วง 0-5 เมตร
2. สวนสาธารณะแม่ปิงตาก ต้นไม้ส่วนใหญ่มีขนาดของ DBH ในช่วง 0-10 เซนติเมตร และมีความสูงอยู่ในช่วง 0-5 เมตร
3. สวนเฉลิมพระเกียรติฯ ต้นไม้ส่วนใหญ่มีขนาดของ DBH ในช่วง 10-20 เซนติเมตร และมีความสูง อยู่ในช่วง 5-10 เมตร

พิจารณาขนาดของ DBH เฉลี่ย และความสูงเฉลี่ยพบว่า หว้า (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) พะยอม (*Shorea roxburghii* G.Don) สะเดา (*Azadirachta indica* A.Juss.) นนทรี (*Peltophorum pterocarpum* (DC.) Backer ex K. Heyne) และพญาสัต (Albizia lebbek (L.) Benth). มีจำนวนชนิดละ 1 ต้น ทำให้ทั้งค่าเฉลี่ยของ DBH และความสูง เท่ากับค่าที่ได้จากการวัด และในช่วงระหว่างเก็บข้อมูลได้มีภัยธรรมชาติ พายุฝนใหญ่ภายในเขตเมืองตาก ทำให้ต้นไม้หักล้มโค่นเป็นจำนวนมาก หลังจากพายุสงบก็มีการตัดแต่งกิ่งให้มีความสวยงามและปลอดภัยมากขึ้น ทำให้ช่วงชั้นของ DBH และช่วงชั้นความสูงอยู่ในช่วง 0-10 เซนติเมตร และ 0-5 เมตร (Figure 2 และ 3, Table 3 และ 4)

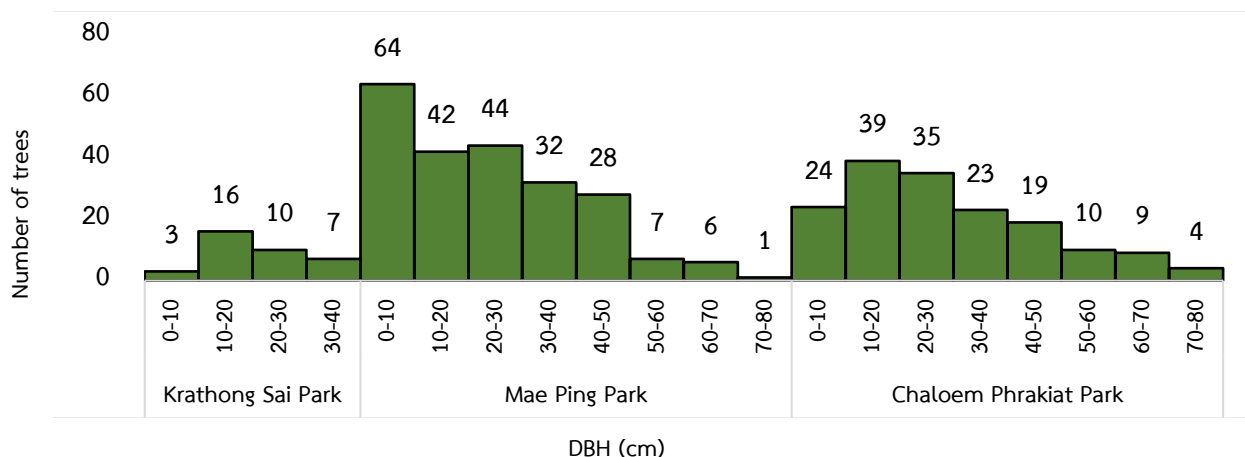


Figure 2 Distribution of diameter at breast height of trees in Tak municipal parks, Tak province

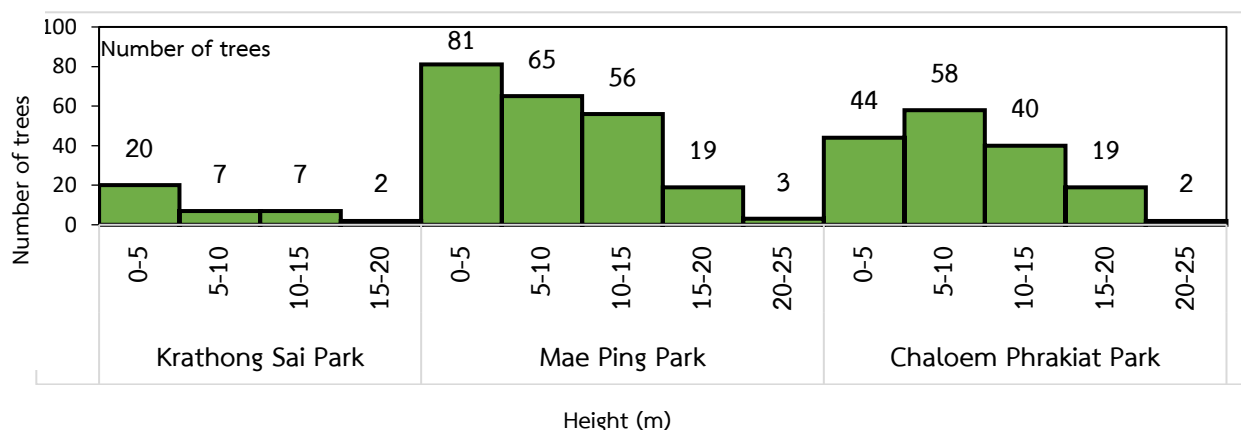


Figure 3 Distribution of tree height in 3 Tak municipal parks, Tak province, Thailand

Table 3 Ranking based on average diameter at breast height over bark of trees in 3 Tak municipal parks, Tak province, Thailand

Place	Count	Diameter at breast height over bark (cm)		
		Mean	Max	Min
Krathong Sai Park				
<i>Albizia lebbeck</i> (L.) Benth.	1	39.55	39.55	39.55
<i>Cassia fistula</i> L.	12	28.09	35.67	18.34
<i>Plumeria obtusa</i> L.	23	17.53	28.66	8.60
Mae Ping Park				
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	3	65.91	67.13	63.54
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	1	64.97	64.97	64.97
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	1	62.74	62.74	62.74
<i>Bauhinia purpurea</i> L.	1	45.16	45.16	45.16
<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz	9	43.60	71.66	28.03
Chaloem Phrakiat Park				
<i>Butea monosperma</i> (Lam.) Taub.	5	63.89	72.29	54.46
<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.) Backer ex K.Heyne	1	62.42	62.42	62.42
<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz	39	47.28	79.94	9.55
<i>Millingtonia hortensis</i> L.f.	1	42.04	42.04	42.04
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	8	41.59	57.32	23.89

Table 4 Ranking based on height of trees in 3 Tak municipal parks, Tak province

Place	Count	Height (m)		
		Mean	Max	Min
Krathong Sai Park				
<i>Albizia lebbeck</i> (L.) Benth.	1	16.40	16.40	16.40
<i>Cassia fistula</i> L.	12	10.51	16.20	3.70
<i>Plumeria obtusa</i> L.	23	4.10	6.50	2.00
Mae Ping Park				
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	1	19.80	19.80	19.80
<i>Shorea roxburghii</i> G.Don	1	17.80	17.80	17.80
<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz	9	17.63	21.20	13.10
<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br.	2	16.40	19.30	13.50
<i>Senna siamea</i> (Lam.) Irwin & Barneby	9	15.10	21.00	9.20
Chaloem Phrakiat Park				
<i>Pterocarpus macrocarpus</i> Kurz	39	14.47	20.20	5.50
<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.) Backer ex K.Heyne	1	14.40	14.40	14.40
<i>Tectona grandis</i> L.f.	2	13.10	16.00	10.20
<i>Millingtonia hortensis</i> L.f.	1	12.50	12.50	12.50
<i>Butea monosperma</i> (Lam.) Taub.	5	10.78	14.70	6.20

หากพิจารณาจากพรรณไม้และลักษณะทางกายภาพ เปรียบเทียบกับสวนสันติภาพ เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร โดย Sanpop (2011) พบว่า มีลักษณะคล้ายกันในพรรณไม้ที่มีจำนวนต้นมากที่สุด ของสวนสันติภาพ คือ โอศอกเซนกาเบรียล (*Monoon longifolium* (Sonn.) B. Xue & R.M.K. Saunders) ซึ่งมีการปลูกในลักษณะเป็นไม้ประดับที่ทำให้มีภูมิทัศน์สวยงาม โดยปลูกเป็นแนวรั้ว แนวสวน ซึ่งจะคล้ายกับพื้นที่ศึกษาที่มี ลั่นทมขาว ปลูกตามแนวสวนโดยรอบด้านที่ติดกับถนน และทั้งสองชนิด ก็ไม่ได้เป็นพรรณไม้ที่มีความสูงและขนาด DBH มากที่สุดเช่นเดียวกัน

หากพิจารณาของต้นไม้ในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีความสอดคล้องเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของสวนสันติภาพ เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร โดยต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ จามจุรี (*Albizia saman* (Jacq.) Merr.) มีขนาดของ DBH เท่ากับ 115.30 เซนติเมตร และมีความสูง 18.50 เมตร พรรณไม้ที่มีขนาด DBH เฉลี่ยมากที่สุด คือ จามจุรี ประมาณ 85 เซนติเมตร รองลงมาคือ มะกอกป่า (*Spondias bipinnata* Airy Shaw & Forman) ประมาณ 56 เซนติเมตร และหูกวาง (*Terminalia catappa* L.) ประมาณ 53 เซนติเมตร ตามลำดับ และพรรณไม้ที่มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดในสวนสันติภาพ คือ จามจุรี ประมาณ 17.7 เมตร รองลงมาคือ นนทรี ประมาณ

17.6 เมตร และ ปาล์ม (Arecaceae) ประมาณ 15 เมตร ซึ่งสวนสันติภาพ เริ่มก่อสร้างในปี 2540 (Kliangsard, 2019) เป็นเวลามากกว่า 20 ปีมาแล้ว ซึ่งใกล้เคียงกับสวนสาธารณะในเขตเทศบาลเมืองตาก ถึงแม้ว่าจะไม่ปรากฏข้อมูลปีที่ก่อตั้งและดำเนินการปลูกต้นไม้แน่ชัด หากตรวจสอบจากภาพถ่ายเทียมพบว่า สวนกระทังสาย อาจเริ่มก่อสร้างราว ๆ 15 ปีที่แล้ว สวนสาธารณะแม่ปิงตากกับสวนเฉลิมพระเกียรติฯ อาจถูกก่อสร้างมากกว่า 15 ปีมาแล้ว

มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน

จากการศึกษา พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพรวม (W_T) และการกักเก็บคาร์บอนรวมทั้ง 3 สวน มีค่าเท่ากับ 98,736.31 และ 129,022.77 กิโลกรัม ตามลำดับ และ พบว่า ประดู่ป่า เป็นพรรณไม้ที่มีมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมมากที่สุด เท่ากับ 61,160.98 และ 28,745.66 กิโลกรัม รองลงมา คือ ลั่นทมขาว เท่ากับ 46,009.42 และ 21,624.43 กิโลกรัม ปีน (*Millingtonia hortensis* L.f) เท่ากับ 37,968.89 และ 17,845.38 กิโลกรัม ชมพูพันธุ์ทิพย์ (*Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC.) เท่ากับ 34,617.85 และ 16,270.39 กิโลกรัม และราชพฤกษ์ เท่ากับ 26,278.28 และ 12,350.79 กิโลกรัม ตามลำดับ (Figure 4)

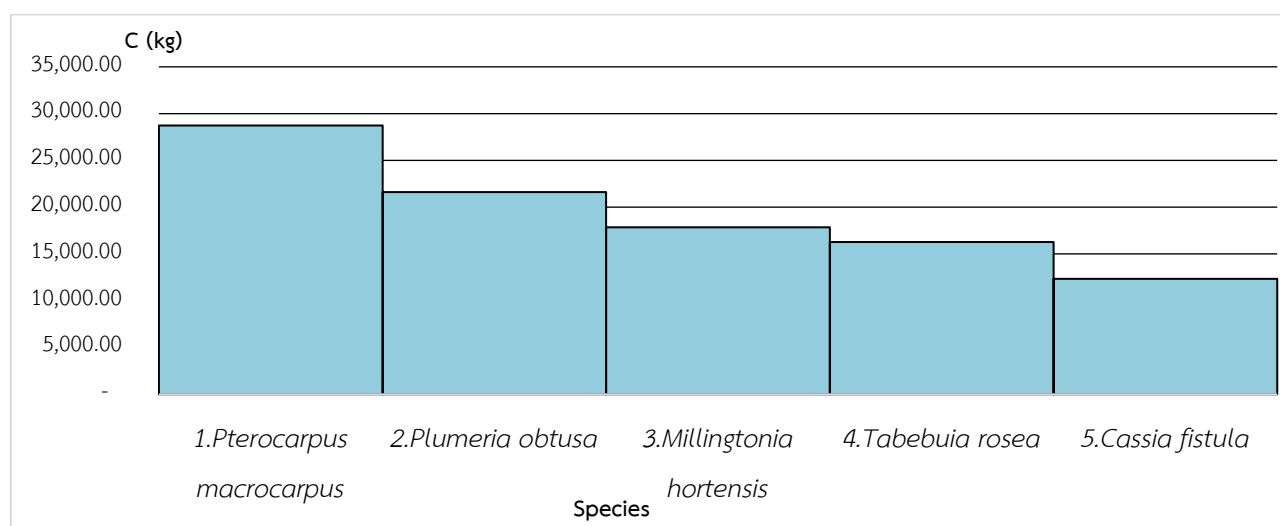


Figure 4 Top-5 trees for carbon storage in all 3 studied parks

เมื่อพิจารณาเป็นรายสวน จะพบว่า

1. สวนกระทงสาย มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวม เท่ากับ 9.8 ตัน ลั่นทมขาว มีมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมมากที่สุด เท่ากับ 12,692.61 กิโลกรัม และ 5.9 ตัน

2. สวนสาธารณะแม่ปิงตาก มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวม เท่ากับ 61.4 ตัน ปีบ มีมวลชีวภาพและปริมาณ

การกักเก็บคาร์บอนรวมมากที่สุด เท่ากับ 36,033.93 กิโลกรัม และ 16.9 ตัน

3. สวนเฉลิมพระเกียรติฯ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวม เท่ากับ 57.6 ตัน ประดู่ป่า มีมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมมากที่สุด เท่ากับ 50,009.77 และ 23,504.59 กิโลกรัม (Figure 5 และ 6)

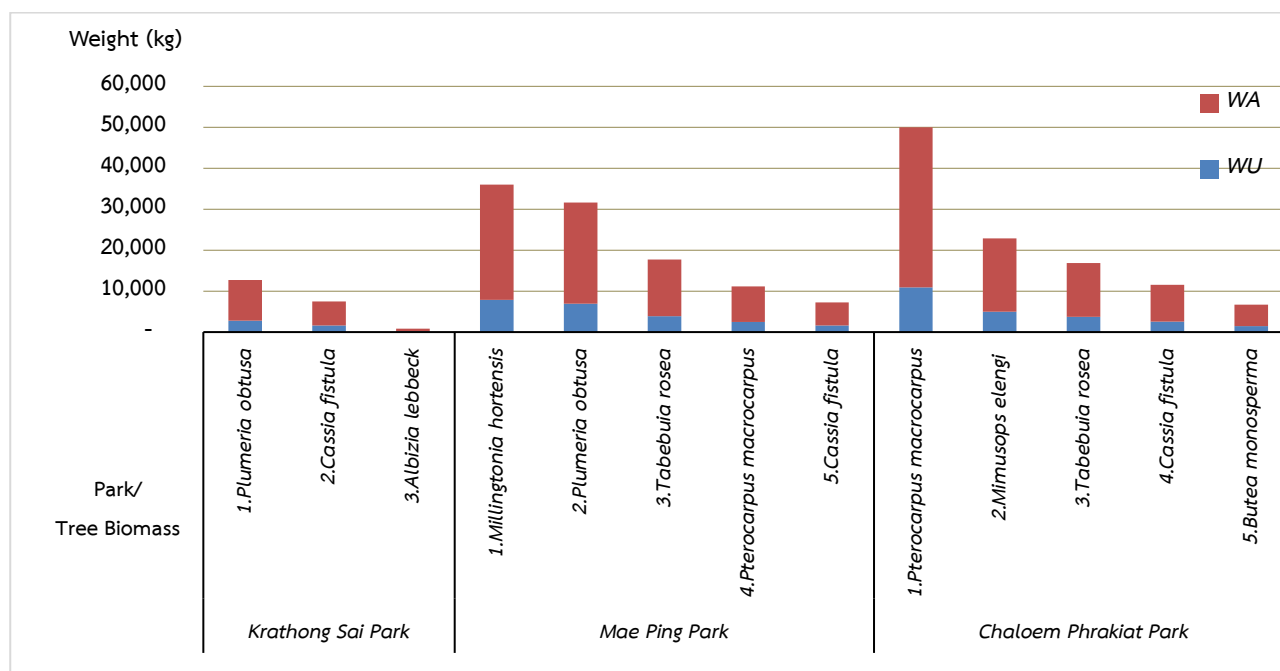


Figure 5 Top-5 trees for biomass in 3 Tak municipal parks

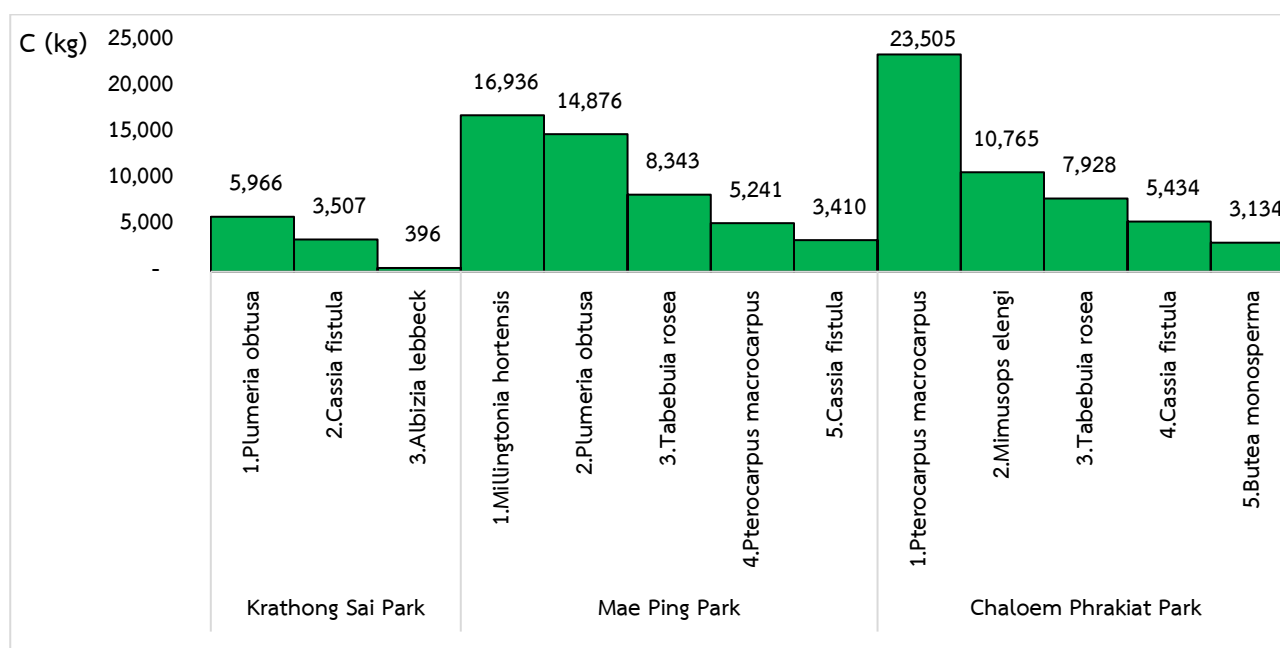


Figure 6 Top-5 trees for carbon storage by park location

หากพิจารณาปริมาณมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนรวม เปรียบเทียบกับปริมาณมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยรายต้น พบว่า มีความแตกต่างกัน ในกรณีของประดู่ป่า มีปริมาณมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนรวมอยู่ในลำดับที่ 1 เมื่อพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยรายต้น จะพบว่าอยู่ในลำดับที่ 7 ทั้งที่มีจำนวน 48 ต้น แต่เนื่องมาจากประดู่ป่ามีความหลากหลายของขนาดลำต้นและความสูง เมื่อนำไปคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยรายต้นทำให้ค่าที่ได้ออกมาน้อย ในทำนองเดียวกัน กรณีของหว้า มีปริมาณมวลชีวภาพ และการกักเก็บคาร์บอนรวม อยู่ในลำดับที่ 9 เมื่อพิจารณาเป็นค่าเฉลี่ยรายต้น จะพบว่า อยู่ในลำดับที่ 1 เพราะว่ามีเพียงต้นเดียว และจากค่าการกักเก็บคาร์บอนรายสวน จะพบว่า สวนกระทังสายสวนสาธารณะแม่ปิงตาก และสวนเฉลิมพระเกียรติฯ มีค่าการกักเก็บคาร์บอนรวมเท่ากับ 9.8 ต้น 61.4 ต้น และ 57.6 ต้นตามลำดับ เมื่อคำนวณเนื้อที่โดย ไม่นับรวมอาคารสิ่งปลูกสร้างทางเดิน และลานกิจกรรมถาวร เท่ากับ 2.30 5.95 10.29 ไร่ (0.3, 0.9 1.64 เฮกตาร์) ตามลำดับ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.26, 0.32, 5.60 ต้นต่อไร่ (32.6, 68.2, 35.1 ต้นต่อเฮกตาร์) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการกักเก็บคาร์บอนรวมของพรรณไม้ในสวนสันติภาพ โดย Sanpop (2011) พบว่าสวนสันติภาพมีค่าการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ เท่ากับ 64.74 ต้น หรือคิดเป็น 4.8 ต้นต่อไร่ หรือ 30 ต้นต่อเฮกตาร์ (พื้นที่ปลูกต้นไม้ประมาณ 13.5 ไร่) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสวนเฉลิมพระเกียรติฯ แต่มีค่ามากกว่าสวนกระทังสาย และน้อยกว่าสวนแม่ปิงตาก เนื่องจากต้นไม้ในสวนกระทังสายมีจำนวนน้อย และเป็นต้นไม้ขนาดเล็ก และสวนแม่ปิงตากเนื้อที่ที่น้อยกว่าแต่มีความหนาแน่นของต้นไม้ที่มากกว่า

สอดคล้องกับการศึกษาของ Singkran (2023) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่สวนสาธารณะ 25 แห่งในกรุงเทพมหานคร พบว่า สวนศิริกฤษฎีฯ แม้มีพื้นที่รวมมากกว่า 3.2 เฮกตาร์ มีพื้นที่สีเขียวประมาณ 2.24 เฮกตาร์ แต่มีการกักเก็บคาร์บอนเพียง 2.6 ต้น หรือว่าเพียง 1.2 ต้นต่อเฮกตาร์เท่านั้น เนื่องจากต้นไม้ส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก เช่นเดียวกับสวนบางแคภิรมย์ มีพื้นที่ราว 11.2 เฮกตาร์ พื้นที่สีเขียวราว 8 เฮกตาร์ มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเพียง 18.6 ต้น คิดเป็นประมาณ 2.3 ต้นต่อเฮกตาร์เท่านั้น ซึ่งมีต้นไม้กว่า 70% ที่มี DBH น้อยกว่า 15 เซนติเมตร

หากเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Gao et al. (2023) ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนบริเวณพื้นที่สีเขียวที่กระจายตัวอยู่ในเมืองเซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน เนื้อที่รวมมากกว่า 3,000 ไร่ พบว่าเนื้อที่ทั้งหมดมีการกักเก็บคาร์บอน 300.57 ต้น หากคิดเป็นค่าเฉลี่ยพบว่า มีค่า 16.34 ต้นต่อเฮกตาร์ หรือ 2.6 ต้นต่อไร่ จะเห็นได้ว่า เมื่อคำนวณกับขนาดพื้นที่ที่มีค่าที่น้อยกว่าสวนสาธารณะทั้งสามสวนของเขตเทศบาลเมืองตาก เนื่องมาจากพื้นที่ศึกษาในเมืองเซี่ยงไฮ้พื้นที่ที่เป็นบ่อน้ำขนาดใหญ่รวมอยู่ด้วย แต่ถึงกระนั้นแหล่งน้ำก็มีส่วนสำคัญในการช่วยคายความชื้น ซึ่งจะช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้เช่นเดียวกัน

แนวทางการจัดการ

จากการศึกษาการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 แห่ง การเพิ่มความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนสามารถดำเนินการได้โดยการปลูกต้นไม้เพิ่มเติม โดย Public Parks Office (2007) ได้เสนอแนะการปลูกไม้ยืนต้นเพื่อให้ร่มเงา ได้แก่ นนทรี ปิบ อโศกเขนคาเปี๊ยะ แควขาว (*Dolichandrone serrulate* (Wall. ex DC.) Seem.) ราชพฤกษ์ ชีเหล็กบ้าน (*Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barneby) พิกุล (*Mimusops elengi* L.) อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers.) หูกระจง (*Terminalia ivorensis* A. Chev.) ชงโค (*Bauhinia purpurea* L.) และหางนกยูง (*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.) เป็นต้น แต่สำหรับการปลูกเพื่อวัตถุประสงค์ในการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน ควรปลูกเป็นพรรณไม้ที่เติบโตเร็ว หรือมีอายุยืนนาน เนื่องจากมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนสูง (Diloksumpun, 2007) ได้แก่ ชีเหล็กบ้าน ประดู่ป่า อินทนิลน้ำ (*Lagerstroemia speciosa* (L.) Pers.) และราชพฤกษ์ เป็นต้น ด้วยว่าพรรณไม้เหล่านี้หาง่ายและมีการปลูกไว้อยู่แล้วในพื้นที่ นอกจากนั้นพรรณไม้เหล่านี้มีรูปทรงและดอกที่สวยงามเหมาะแก่การปลูกในสวนสาธารณะเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน (Faculty of Forestry, 2010) การปลูกต้นไม้ในพื้นที่สวนสาธารณะยังสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยและอาหารสำหรับสัตว์หลากหลายชนิด ทั้ง นก แมลง กิ้งก่า และสัตว์เลื้อยคลานด้วยขนาดเล็ก และบางชนิดมีผล เมล็ด ดอก หรือใบ ที่เป็นแหล่งอาหารสำคัญสำหรับมนุษย์และสัตว์ได้อีกด้วย (Jantaraporn, 2023) นอกจากนี้การปลูกต้นไม้ยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม ลดมลพิษและป้องกันการพังทลายของดิน และควรเลือกพรรณไม้ที่ไม่มียางและผลไม่เปื้อนอันตรายต่อผู้คน ได้แก่ กระติง

(*Calophyllum inophyllum* L.) ช่อย (*Streblus asper* Lour.) คอเดีย (*Cordia sebestena* L.) จำปาจำปี (*Michelia spp.*) ชงโค ตะแบก ปับ และไม้ตระกูลหมาก เป็นต้น (Sommechai, 2016) อย่างไรก็ตาม ต้องพิจารณาสภาพพื้นที่และตำแหน่งที่เหมาะสมในการปลูกต้นไม้ด้วย

สำหรับแนวทางการจัดการพื้นที่เพื่อเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนนั้น พบว่า ทั้ง 3 สวน มีพื้นที่รวมกันประมาณ 33.5 ไร่ (5.35 เฮกตาร์) ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่ได้เป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่ที่เป็นสิ่งก่อสร้างและสิ่งอำนวยความสะดวก ได้แก่ อาคาร สิ่งปลูกสร้าง ทางเดิน ลานกิจกรรม ลานสเก็ตบอร์ด ลานจอดรถ เป็นต้น อีกส่วนหนึ่งคือ พื้นที่สีเขียว ได้แก่ พื้นที่ที่เป็นต้นไม้ หญ้า พื้นที่โล่ง เป็นต้น จากข้อมูลดังกล่าว ตามหลักเกณฑ์แนวทางการกำหนดระยะปลูกต้นไม้ยืนต้นของกรุงเทพมหานคร ใช้ระยะปลูกตั้งแต่ 4-8 เมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้ (Public Parks Office, 2010) จะสามารถปลูกต้นไม้

เพิ่มเติมมากที่สุด 100 ต้นต่อไร่ และน้อยที่สุด 25 ต้นต่อไร่ คิดเป็นค่าเฉลี่ย เท่ากับ 62.5 ต้นต่อไร่ (390 ต้นต่อเฮกตาร์) เมื่อพิจารณาเป็นรายสวน จะพบว่า

1. สวนกระทังสาย มีพื้นที่ประมาณ 0.8 เฮกตาร์ เป็นพื้นที่สีเขียวประมาณ 0.4 เฮกตาร์ มีต้นไม้ 36 ต้น คิดเป็นจำนวนประมาณ 6 ต้นต่อเฮกตาร์ จะสามารถปลูกต้นไม้เพิ่มได้อีกประมาณ 108 ต้น รายละเอียดดัง Figure 7a

2. สวนสาธารณะแม่ปิงตาก มีพื้นที่ประมาณ 1.5 เฮกตาร์ เป็นพื้นที่สีเขียวประมาณ 0.9 เฮกตาร์ มีต้นไม้ 224 ต้น คิดเป็นจำนวนประมาณ 34 ต้นต่อเฮกตาร์ จะสามารถปลูกต้นไม้เพิ่มได้อีกประมาณ 148 ต้น รายละเอียดดัง Figure 7b

3. สวนเฉลิมพระเกียรติฯ มีพื้นที่ประมาณ 3 เฮกตาร์ เป็นพื้นที่สีเขียวประมาณ 1.6 เฮกตาร์ มีต้นไม้ 163 ต้น คิดเป็นจำนวนประมาณ 26 ต้นต่อเฮกตาร์ สามารถปลูกต้นไม้เพิ่มได้อีกประมาณ 480 ต้น แสดงใน Figure 7a

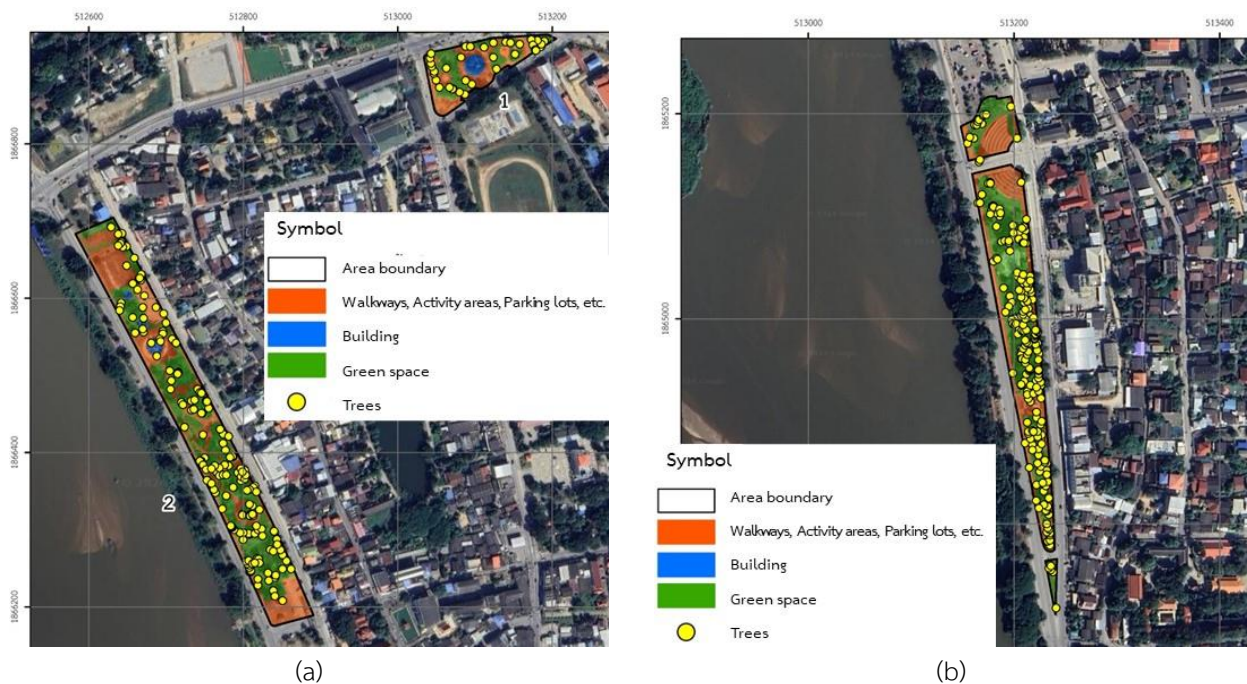


Figure 7 Classification of areas: (a) in Krathong Sai Park and Chaloem Phrakiat Park (b) Mae Ping Tak Park

จากการคำนวณ พบว่า ต้องปลูกต้นไม้เพิ่มเป็นจำนวนมาก ซึ่งสาเหตุมาจากการศึกษาครั้งนี้เก็บข้อมูลเฉพาะต้นไม้ที่มีขนาดความสูงมากกว่า 1.30 เมตร ทำให้มีต้นไม้บางต้นที่ได้มีการปลูกไว้แล้ว แต่ความสูงยังไม่ถึง 1.3 เมตร รวมถึงพรรณไม้ขนาดเล็ก จำพวกไม้พุ่ม ไม้ประดับที่ทางสำนักงานเทศบาลเมืองตากได้ปลูกไว้เพื่อจัดแสดงดอกไม้ตามฤดูกาลอยู่เป็น

ประจำ ดังนั้นกระบวนการในเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในไม้ต้นของสวนทั้ง 3 สวน จึงต้องคำนึงถึงสภาพพื้นที่และการใช้ประโยชน์พื้นที่ในปัจจุบัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Wang et al. (2021) โดยศึกษาออกแบบการพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนอย่างยั่งยืนในพื้นที่สีเขียวบางประเภท ตัวอย่างเช่น พื้นที่สีเขียวที่มีสิ่งปลูกสร้างปะปน

ควรพัฒนาพื้นที่กิจกรรมให้เพียงพอกับพื้นที่ที่มีอย่างจำกัด และต้องไม่ทำให้สิ่งปลูกสร้างเสียหายจากการปลูกและการเติบโตของต้นไม้ ทั้งยังแนะนำให้มีการเปิดให้มีส่วนร่วมหรือความคิดเห็นจากผู้เข้ามาใช้บริการสวนสาธารณะทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อให้ได้แนวทางพัฒนาที่ยั่งยืนมากที่สุด

จากการสังเกตพบว่ายังมีพื้นที่ว่างสำหรับการปลูกต้นไม้เพิ่มเติม ที่สำนักงานเทศบาลเมืองตาก จะสามารถจัดกิจกรรมเพื่อปลูกและบำรุงรักษาต้นไม้ โดยเฉพาะในพื้นที่สวนเฉลิมพระเกียรติฯ โดยมุ่งเน้นที่พรรณไม้ยืนต้นเติบโตเร็ว หรือมีอายุยืนนาน เช่น ชี้เหล็กบ้าน ชงโค แควขาว ประดู่ป่า อินทนิลน้ำ และราชพฤกษ์ เป็นต้น หรืออาจจะเป็นต้นแดง (*Xylocarpus xylocarpa* (Roxb.) W.Theob. var. *kerrii* (Craib & Hutch.) I.C. Nielsen) ซึ่งเป็นต้นไม้ประจำจังหวัดตาก เป็นไม้ยืนต้นอายุยืนนาน มีดอกสวยงาม ให้ร่มเงาและยังเพิ่มเอกลักษณ์ให้กับสวนสาธารณะทั้ง 3 สวน และการเพิ่มขึ้นของต้นไม้ยังมีโอกาสเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและสัตว์ในเขตเมือง ไม่ว่าจะเป็นแมลง นก สัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก สำนักงานเทศบาลยังสามารถจัดกิจกรรมเพื่อส่องสัตว์ ดูนกในพื้นที่ได้อีกด้วย นอกจากนั้นพื้นที่สีเขียวยังมีส่วนช่วยในการกรองฝุ่น ช่วยลดมลพิษในเขตเมือง เหมาะแก่การออกกำลังกายและพักผ่อนหย่อนใจเป็นอย่างมาก คณะผู้วิจัยจะได้ส่งผลการวิจัยทั้งหมดให้สำนักงานเทศบาลเมืองตาก ใช้ประกอบเป็นฐานข้อมูลต้นไม้และการเติบโตของต้นไม้ เพื่อวางแผนการจัดการพัฒนาในอนาคต ไม่ว่าจะเป็นการตัดป้ายชื่อต้นไม้ การปรับแต่งกิ่ง การปรับปรุงภูมิทัศน์ การประชาสัมพันธ์เสริมสร้างการเรียนรู้ให้คนในพื้นที่ และคนที่เข้ามาใช้ประโยชน์ ได้เห็นคุณค่าและบำรุงรักษาพื้นที่สีเขียวในเขตเทศบาล ซึ่งยังเป็นการกระตุ้นเศรษฐกิจให้ผู้ประกอบการค้าขายบริเวณโดยรอบพื้นที่ศึกษาได้มีโอกาสในการค้ามากขึ้น และยังเป็นการสร้างเอกลักษณ์สำคัญในการท่องเที่ยวให้อำเภอเมืองตากได้อีกด้วย

สรุป

จำนวนพรรณไม้ที่พบภายในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 423 ต้น 52 ชนิด 24 วงศ์ วงศ์ที่พบต้นไม้มากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Fabaceae 162 ต้น ต้นไม้ที่พบมากที่สุดในพื้นที่ ได้แก่ ลั่นทมขาว จำนวน 68 ต้น ถัดมา คือ ราชพฤกษ์ จำนวน 63 ต้น และ ประดู่ป่า จำนวน 48 ต้น

การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ พบว่า ค่าการกักเก็บคาร์บอนรวมทั้ง 3 สวน มีค่าประมาณ 129 ตัน แบ่งเป็น สวนกระทิงสาย ประมาณ 9.8 ตัน สวนสาธารณะแม่ปิงตาก ประมาณ 61.4 ตัน และสวนเฉลิมพระเกียรติฯ ประมาณ 57.6 ตัน ประดู่ป่า เป็นพรรณไม้ที่มีค่าการกักเก็บคาร์บอนรวมมากที่สุด ประมาณ 28.7 ตัน

หากต้องการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อการกักเก็บคาร์บอน ประเมินจากค่าความหนาแน่นของต้นไม้ในปัจจุบัน สวนกระทิงสาย สามารถปลูกต้นไม้เพิ่มได้อีกประมาณ 108 ต้น สวนสาธารณะแม่ปิงตาก สามารถปลูกต้นไม้เพิ่มได้อีกประมาณ 148 ต้น สวนเฉลิมพระเกียรติฯ สามารถปลูกต้นไม้เพิ่มได้อีกประมาณ 480 ต้น ซึ่งการปลูกมากกว่าหรือน้อยกว่าต้องคำนึงถึงสภาพพื้นที่ในแต่ละบริเวณ และการปลูกต้นไม้เพิ่มเติมต้องไม่ทำให้สิ่งปลูกสร้างในพื้นที่เสียหายได้ สำหรับชนิดที่ควรปลูกต้นไม้ ได้แก่ ชี้เหล็กบ้าน แควขาว ประดู่ป่า อินทนิลน้ำ และราชพฤกษ์ เนื่องจากมีศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนสูง และต้นแดง เพราะเป็นต้นไม้ประจำจังหวัดตาก จะสามารถเพิ่มเอกลักษณ์ให้กับจังหวัดตากได้ และจะช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพทั้งพืชและสัตว์ นอกจากนี้การพัฒนาควรขอความคิดเห็นจากผู้ใช้ประโยชน์พื้นที่ดังกล่าวเพื่อให้มีการใช้ประโยชน์พื้นที่อย่างยั่งยืนมากที่สุด

คำนิยาม

ขอขอบคุณภรรยา บุตรสาว บิดา มารดา พี่ชาย ที่สนับสนุนทุน และให้กำลังใจตลอดมา ขอขอบคุณสำนักงานเทศบาลเมืองตากที่อนุเคราะห์ให้ศึกษาวิจัย และขอบคุณน้องเต้ ที่ช่วยการเก็บข้อมูลภาคสนาม

REFERENCES

- Bovornkitti, S. 2015. *The Warming Earth*. Bangkok Medical Publisher, Bangkok, Thailand (in Thai)
- Diloksumpun, S. 2007. Carbon sequestration of forests and global warming. *Journal of Soil and Water Conservation*, 22: 40-49. (in Thai)
- Dung, N.T., Toai, P.M., Hung, V.T., Anh, L.T., Khoa, P.V. 2012. Tree allometric equations in the North Central region, Vietnam. In A. Inoguchi, M. Henry, L. Birigazzi and G. So eds. *Tree Allometric Equation Development for Estimation of*

- Forest Above-ground Biomass in Vietnam. UN-REDD Programme, Hanoi, Vietnam.
- 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 (Public Organization)**. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Fini, A., Irene, V., Denise, C., Wezyk, P., Bajorek-Zydron, K., Osvaldo, F., Cagnolati, E., Mielczarek, L., Comin, S., Gibin, M., Pasquinelli, A., Ferrini, F., Viskanic, P. 2023. CO₂-assimilation, sequestration, and storage by urban woody species growing in parks and along streets in two climatic zones. **Science of The Total Environment**, 903: 166198. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166198
- Forest Botany Division. 2014. **Thai Plant Names**. <https://www.dnp.go.th/botany/mplant/search.html?group=speciesgenus>, 23 January 2023. (in Thai)
- Gao, J., Han, H., Ge, S. 2023. Carbon-saving potential of urban parks in the central plain's city: A high spatial resolution study using a forest city, Shangqiu, China, as a lens. **Land**, 12(7):1383. doi.org/10.3390/land12071383
- Gratani, L., Varone, L., Bonito, A. 2016. Carbon sequestration of four urban parks in Rome. **Urban Forestry & Urban Greening**, 19: 184-193. doi.org/10.1016/j.ufug.2016.07.007
- Hung, N.D., Bay, N.V., Binh, N.D., Tung, N.C. 2012. Tree allometric equations in evergreen broadleaf, deciduous, and bamboo forest in the Southeast region, Vietnam. In Inoguchi, A., Henry, M., Birigazzi, L., Sola, G. eds. **Tree Allometric Equation Development for Estimation of Forest Above-ground Biomass in Vietnam**. UN-REDD Programme, Hanoi, Vietnam.
- IPCC. 2003. **Good Practice Guidance for Land Use, Land – Use Change and Forestry**. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES, Hayama, Japan.
- IPCC. 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, c/o Institute for Global Environmental Strategies IGES, 2108 - 11, Kamiyamaguchi, Hayama, Kanagawa (Japan), Japan.
- Jantaraporn, L. 2023. **“When Trees are More than Shadows” 5 Benefits of Planting Trees**. <https://www.statwing.com>, 1 April 2024. (in Thai)
- Kiangsaard, T. 2019. **Carbon Dioxide Sequestration and Carbon Storage of Trees in Santiphap Park, Bangkok**. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Mutchimwong, A. 2013. Global warming and climate change. **Journal of Energy and Environment Technology of Graduate School, Siam Technology College**, 1(1-2):7-9. (in Thai)
- Nowak, D.J., Crane, D.E. 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. **Environmental Pollution**, 16(3): 381-389. doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7.
- Office of The National Economic and Social Development Board. 2017. **National Strategy 2018 - 2037**. Office of The National Economic and Social Development, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K., Kira, T. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand, Plant biomass II. **Nature and Life in Southeast Asia**, 4: 49-80.
- Pearson, T., Walker, S., Brown, S. 2005. **Source Book for LULUCF Projects**. Winrock International, Arlington, Virginia.
- Public Parks Office. 2007. **Garden and Trees**. Public Parks Office Environment Department, Bangkok Metropolitan Administration, Bangkok, Thailand. (in Thai)

- Public Parks Office. 2010. Design of urban green spaces and parks. In: **Training Documents to Promote Knowledge for Personnel Agriculture and Parks for Office Official Parks and district offices at Lumpini Park, Bangkok.** 28-29 January 2010. Public Parks Office Lumpini Park, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Sanpop, C. 2011. **Carbon Storage in Biomass of Trees Planted in Santiphap Park, Bangkok.** M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Shadman, S., Khalid, P.A., Hanafiah, M.M., Koyande, A.K., Islam, Md.A., Bhuiyan, S.A., Woon, K.S., Show, P. 2022. The carbon sequestration potential of urban public parks of densely populated cities to improve environmental sustainability. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, 52(A): 102064. doi.org/10.1016/j.seta.2022.102064.
- Singkran, N. 2022. Carbon sink capacity of public parks and carbon sequestration efficiency improvements in a dense urban landscape. **Environmental Monitoring and Assessment**, 194: 750 doi.org/10.1007/s10661-022-10432-x
- Singkran, N. 2023. Evaluating urban park ecosystem services and modeling improvement scenarios. **Heliyon**, 9(12): e22002. doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22002.
- Sommeechai, M. 2016. **Lecture Document on the Topic of Cities**, Selection of tree species and management of trees urban. Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Tsutsumi, T., Yoda, K., Sahunalu, P., Dhanmanonda, P., Prachaiyo, B. 1983. Forest: burning and regeneration. In K. Kyuma and C. Pairintra, eds. **Shifting Cultivation, An Experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand, and Its Implications for Upland Farming in the Monsoon Tropics.** A report of a cooperative research between Thai-Japanese University, Japan.
- Wang, Y., Chang, Q., Li, X. 2021. Promoting sustainable carbon sequestration of plants in urban greenspace by planting design: A case study in parks of Beijing. **Urban Forestry & Urban Greening**, 64: 127291. doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127291.
- Yousoufpour, Y., Abolhassani, L., Hirabayashi, S., Burgess, D., Sabouhi, M., Daneshvarkakhki, M. 2024. Ecosystem services and economic values provided by urban park trees in the air polluted city of Mashhad, **Sustainable Cities and Society**, 101: 105110. doi.org/10.1016/j.scs.2023.105110