

นิพนธ์ต้นฉบับ

การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางสังคมจากมูลค่านิเวศบริการในสวนสาธารณะที่ออกแบบแบบบูรณาการ
กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย: อุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอารีรัตน์ ญาณวุฒิ¹ นิสา เหล็กสูงเนิน² จงรัก วัชรินทร์รัตน์³ พันธนา ตอเงิน⁴ ศุภลักษณ์ ศิริวิ
ยุวดี พลพิทักษ์ สุธีระ เข็มอิก⁶ วุฒิพงษ์ นั้วตระกูล⁷ ปณิดา กาจันะ⁸ และ สุวพร ผาสุก⁹

รับต้นฉบับ: 11 พฤศจิกายน 2567

ฉบับแก้ไข: 18 ธันวาคม 2567

รับลงพิมพ์: 20 ธันวาคม 2567

บทคัดย่อ

หลักการและวัตถุประสงค์: การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางสังคมจากการประเมินมูลค่าทางการเงินของการบริการระบบนิเวศในอุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อุทยานฯ)

วิธีการ: เก็บรวบรวมข้อมูลทุกมิติด้านการให้บริการเชิงนิเวศจากงานวิจัยเชิงประจักษ์ และแปลงมูลค่าเป็นหน่วยเงินโดยใช้หลักวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (Cost-Benefit analysis) เพื่อวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value) และผลตอบแทนทางสังคม (Social return on investment) การประเมินผลประโยชน์การให้บริการเชิงนิเวศ ประกอบด้วย 1) ด้านการเป็นแหล่งผลิต โดยใช้มูลค่าของไม้ 2) ด้านการควบคุมมลพิษของระบบ โดยใช้มูลค่าในการเลี้ยงการไหลบ่าของน้ำ และการกักเก็บและสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ 3) การบริการด้านวัฒนธรรม โดยใช้ข้อมูลความเต็มใจจะจ่าย และ 4) การบริการสนับสนุนด้วยมูลค่าการเป็นที่อยู่อาศัยของนก โดยประเมินในกรอบระยะเวลา 20 ปี (พ.ศ. 2563 – 2582) ซึ่งมูลค่าในแต่ละด้านจะต้องถูกปรับค่าด้วยตัวแปรทางการเงิน เช่น อัตราเงินเฟ้อ และอัตราคิดลด (ร้อยละ 4)

ผลการศึกษา: การบริการระบบนิเวศตลอดระยะเวลา 20 ปี เมื่อพิจารณาการให้บริการระบบนิเวศใน 2 กรณี คือ กรณีแรกเป็นการประเมินผลประโยชน์การบริการระบบนิเวศสูงสุดที่เป็นไปได้ โดยมีสมมติฐานกำหนดให้ต้นไม้เจริญเติบโตเต็มที่ มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ณ ปี พ.ศ. 2567 เท่ากับ 65,240,382 บาทต่อปี คิดเป็นผลตอบแทนทางสังคมเท่ากับ 1.24 (ทุกเงินลงทุน 1 บาทพื้นที่สีเขียวจะได้รับผลตอบแทน 1.24 บาท) ซึ่งคุ้มค่าต่อการลงทุน และในการประเมินผลประโยชน์การบริการระบบนิเวศต่ำสุดที่เป็นไปได้ มีสมมติฐานกำหนดให้ต้นไม้ตายทุกต้น มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิน้อยกว่าศูนย์ และมีผลตอบแทนทางสังคมเท่ากับ 0.74 แสดงให้เห็นว่าผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

สรุป: การศึกษานี้แสดงให้เห็นผลเชิงประจักษ์ของความคุ้มค่าต่อการลงทุนเพื่อประโยชน์ในการบริการระบบนิเวศ ภายใต้ข้อจำกัดของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวขนาดเล็กในเมืองให้มีประสิทธิภาพสูงสุด แก่สัตว์และความเป็นอยู่

ที่ดีของมนุษย์ การศึกษานี้ยังชี้ให้เห็นถึงมูลค่าของต้นไม้ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างความคุ้มค่า ดังนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องควรดูแลรักษาต้นไม้ให้มีอายุยาวนาน และยังช่วยให้ผู้กำหนดนโยบายเกิดความเข้าใจด้านการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางสังคมจากมูลค่านิเวศบริการในสวนสาธารณะเพื่อจัดการแผนแม่บทพื้นที่สีเขียวของประเทศอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ผลตอบแทนทางสังคม มูลค่าปัจจุบันสุทธิ การบริการระบบนิเวศ ป่าในเมือง สวนสาธารณะ

¹ เครือข่ายวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ประเทศไทย คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

² ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

³ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

⁴ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

⁵ สาขาวิชาการป่าไม้ โครงการจัดตั้งวิทยาลัยการป่าไม้มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ แพร่ 54140

⁶ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

⁷ คณะพัฒนาการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

⁸ ภาควิชาเกษตรที่สูงและทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

⁹ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

***Corresponding author:** suvaporn.p@ku.th

<https://doi.org/10.34044/j.tferj.2024.8.08>

ORIGINAL ARTICLE

Social Return on Investment Analysis from Values of Ecosystem Services in an Urban Park Designed in Bangkok, Thailand: The Chulalongkorn University Centenary Park

Arerut Yarnvudhi¹, Nisa Leksungnoen², Chongrak Wachrinrat³, Pantana Tor-ngern⁴, Supalak Siri⁵, Yuwadee Ponpithuk⁵, Sutheera Hermhuk⁶, Wutthipong Chuatrakul⁷, Panida Kachina⁸, and Suvaporn Phasuk^{9*}

Received: 11 November 2024

Revised: 18 December 2024

Accepted: 20 December 2024

ABSTRACT

Background and Objectives: This study focused on social return on investment by monetizing the ecosystem services of Chulalongkorn University Centenary Park (CU 100 park).

Methodology: Collecting secondary data of ecosystem services from empirical studies and then monetizing the data by using the concept of cost-benefit analysis to analyze net present value and social return on investment. Evaluating the benefits of ecosystem services consist of 1) provisioning services using the timber values 2) regulating services using the value of avoided runoff as well as carbon storage and sequestrations 3) cultural services using the willingness-to-pay data and 4) supporting services using the value of bird habitats. These four suspects were estimated in 20 years (2020 – 2039), and hence the values must be adjusted by monetary variables such as inflation rate and discount rate (4%).

Main Result: The CU 100 park could provide ecosystem services in the length of 20 years. This study monetizing the services in two scenarios. First, the best-case scenarios, assuming fully grown trees, show the net present value (NPV) of 65,240,382 Baht in 2024 terms and social return on investment (SROI) is equal to 1.24 indicating that every 1 Baht invested yields a return of 1.24 Baht. The best-case scenario highlights that investing in the CU 100 park is worthwhile. On the contrary, the worst-case scenario, assuming zero grown trees, provides a negative NPV and SROI is equal to 0.63. This scenario indicates that the investment is not worthwhile.

Conclusion: This study provides empirical evidence on the cost-effectiveness of investments in ecosystem service benefits under the constraints of optimizing small urban green spaces for maximum efficiency in supporting wildlife and human well-being. The findings highlight the significant value of trees, which play a pivotal role in enhancing cost-effectiveness. Therefore, stakeholders are encouraged to maintain and extend the

lifespan of trees. Additionally, the study contributes to policymakers' understanding of social return analysis derived from the ecosystem service values of urban parks, supporting the sustainable development of the nation's green space master plan.

Keywords: Social return on investment, net present value, ecosystem services, urban forest, public park.

¹ Cooperating Centre of Thai Forest Ecological Research Network, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, 10900 Thailand

² Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, 10900 Thailand

³ Department of Environmental Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University. Bangkok, 10900 Thailand

⁴ Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, 10900 Thailand

⁵ Program in Forestry, the Established Project of College of Forestry, Maejo University Phrae Campus. Phrae 54140 Thailand

⁶ Faculty of Agricultural Production, Maejo University. Chiang Mai, 50210 Thailand

⁷ School of Tourism Development, Maejo University. Chiang Mai, 50210 Thailand

⁸ Department of Highland Agriculture and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. Chiang Mai, 50210 Thailand

⁹ Department of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University. Bangkok, 10900 Thailand

***Corresponding author:** suvaporn.p@ku.th

<https://doi.org/10.34044/j.tferj.2024.8.08>

คำนำ (Introduction)

การขยายตัวของเมืองได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในทุกทวีปของโลก โดยเฉพาะในทวีปเอเชีย จากร้อยละ 59 ของประชากรทั้งหมด คาดว่าจะสูงถึงร้อยละ 65 ภายในปี พ.ศ. 2593 (United Nation, 2024) เกือบร้อยละ 70 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas: GHG) เกิดจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นในเขตเมือง ได้แก่ การขนส่งและการก่อสร้าง (IPCC, 2022) เป็นสาเหตุของปัญหาเกาะความร้อนในเมือง (Urban heat island: UHI) จากมลพิษทางอากาศ และมลพิษทางเสียง (Chen & You, 2020) ดังนั้น การมีพื้นที่สีเขียวอาจช่วยบรรเทาการเกิด UHI ในบริเวณเมืองได้ เช่น จากการศึกษาของ Fang & Ling (2003) พบว่าในประเทศไทยได้หวน พื้นที่สีเขียวช่วยบรรเทาผลกระทบจากเกาะความร้อนในเมืองสามารถดูดซับมลพิษและลดมลพิษทางเสียงได้

ประชากรไทยมากกว่าครึ่งหนึ่งอาศัยอยู่ในเขตเมือง โดยกรุงเทพฯ มีความหนาแน่นของประชากรในเขตเมือง (ไม่รวมปริมณฑล) โดยรวมอยู่ที่ประมาณ 3,500 คนต่อตารางกิโลเมตร (Department of City Planing and Urban Development, 2017) กรุงเทพมหานครมีพื้นที่สีเขียวสาธารณะจำนวน 8,922 แห่ง ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ทั้งหมด 26,329 ไร่ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจำนวนประชากรที่จดทะเบียนของเมืองมากกว่า 5.5 ล้านคน ผู้อยู่อาศัยมีพื้นที่สีเขียวเพียง 6.7 ตร.ม. ต่อคน (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2017) คำว่า

มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ที่ได้กำหนดให้มีพื้นที่สีเขียว 9 ตร.ม. ต่อคน (Rivera, 2018) ดังนั้น การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองจึงเป็นประเด็นสำคัญเร่งด่วน

ในปี พ.ศ. 2558 อุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (อุทยานฯ) เป็นโครงการที่ตอบสนองต่อนโยบายด้านการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเป้าหมายของประเทศไทยในการลดก๊าซเรือนกระจก ร้อยละ 20-33 ภายในปี พ.ศ. 2573 (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2017) อุทยานฯ มีมูลค่าการลงทุนกว่า 200 ล้านบาท เริ่มก่อสร้างในปี พ.ศ.2558 และเปิดให้บริการในปี พ.ศ. 2563 พื้นที่บริเวณนี้เดิมเป็นลานทิ้งขยะและร้านขายอะไหล่รถประเภทต่าง ๆ อุทยานฯ ได้ถูกปรับปรุงให้เป็นสวนสาธารณะภายใต้แนวคิด “ป่าในเมือง” มีเป้าหมายเพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกในระดับเขตเมืองเพื่อให้บริการคนในชุมชนโดยมีทางเดินเท้าสำหรับการวิ่งหรือเดินออกกำลังกาย สนามเด็กเล่น และลานเพื่อการจัดกิจกรรมสันทนาการ

การศึกษารั้วนี้ ผู้วิจัยทำการประเมินผลตอบแทนของการบริการระบบนิเวศในเขตเมืองด้วยการประเมินมูลค่าของผลประโยชน์จากการบริการระบบนิเวศ (Ecosystem services) ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเป็นแหล่งผลิตที่ผู้คนได้รับจากระบบนิเวศป่าในเมือง (Provision services) 2) ด้านการบริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ (Regulating services) เป็นกระบวนการที่ระบบ

นิเวศช่วยควบคุมสภาพแวดล้อม การสะสมและกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon storage and sequestrations) การควบคุมการกัดเซาะและควบคุมน้ำท่วม (Avoided runoff) 3) ด้านการบริการด้านวัฒนธรรม (Cultural services) จากพื้นที่สีเขียว เป็นการบริการทางอ้อมที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศผ่านการเสริมสร้างทางจิตวิญญาณ ความพึงพอใจที่ได้รับจากการพักผ่อนหย่อนใจ (McPherson *et al.*, 1994) และ 4) ด้านการบริการด้านการสนับสนุน เนื่องจากเขตเมืองคือแหล่งที่อยู่อาศัยของทั้งมนุษย์ พันธุ์พืช และสัตว์ (Müller & Werner, 2010) และระบบเมืองมีบทบาทสำคัญของการเป็นที่หลบภัยของนก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ พืช และผีเสื้อหลากหลายชนิด (Melles *et al.*, 2003) การให้บริการระบบนิเวศทั้ง 4 ด้านนี้จะถูกประเมินมูลค่าทางการเงิน ซึ่งเป็นรูปแบบของการแลกเปลี่ยนทางสากลที่สามารถสร้างความเข้าใจในคุณค่าการบริการระบบนิเวศได้ง่ายขึ้น (Kumar, 2012) โดยใช้หลักการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (Cost-Benefit analysis: CBA) แบ่งเป็น 1) การประเมินผลประโยชน์จากการบริการระบบนิเวศของอุทยานฯ 2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) แสดงผลตอบแทนสุทธิของการสร้างอุทยานฯ ในรูปของมูลค่าเงินในปัจจุบัน และ 3) การประเมินผลตอบแทนทางสังคม (Social return on investment: SROI) แสดงเป็นอัตราส่วนผลตอบแทนต่อเงินลงทุน (Burke, 2013) โดยประเมินในช่วงระยะเวลา 20 ปี (พ.ศ. 2563-2582) เนื่องจากต้นไม้ส่วนใหญ่ในเขตพื้นที่อุทยานฯ

จะเจริญเติบโตเต็มที่ในช่วงระยะเวลา 20 ปี (Sahunalu, 2010) ผลการประเมินทั้ง 3 รูปแบบแสดงให้เห็นผลประโยชน์ของการสร้างอุทยานฯ ต่อชุมชนในด้านสิ่งแวดล้อมเชิงประจักษ์ และชี้ให้เห็นความคุ้มค่าของการลงทุนในการสร้างอุทยานฯ เป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจของผู้กำหนดนโยบายเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวภายใต้ขนาดพื้นที่ที่จำกัด

อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods)

1. พื้นที่ศึกษา (Study area)

การศึกษาในครั้งนี้ ใช้กรอบการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์และการบริการทางระบบนิเวศที่ได้จากการลงทุนสร้างสวนพื้นที่ 28 ไร่ ซึ่งตั้งอยู่ใจกลางกรุงเทพฯ (Figure 1) บนพื้นที่ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในส่วนสำนักงานจัดการทรัพย์สิน เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ ความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลที่ 2 เมตร มีฤดูฝนอยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ปริมาณน้ำฝน 1,400–1,600 มิลลิเมตรต่อปี ฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28–30 °C ภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น (Thaiutsa *et al.*, 2008)

2. การเก็บข้อมูล (Data collection)

การศึกษานี้เป็นการวิจัยแบบเชิงปริมาณ ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากการทบทวนวรรณกรรมของอุทยานฯ และเอกสารงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลมาประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุน (Social return on investment: SROI) ตามหลักการวิเคราะห์ต้นทุน-

ผลประโยชน์ (Cost-Benefit analysis: CBA) แบบหลังดำเนินโครงการ (Ex-post evaluation) (Ibrahim *et al.*, 2023) เพื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุนคือ นำมูลค่าต้นทุนหรือเงินลงทุนในการดำเนินโครงการมาเปรียบเทียบกับมูลค่าผลประโยชน์ที่สังคมได้รับ โดยชี้ให้เห็นว่าในจำนวนเงิน 1 บาทที่ลงทุนไปนั้น จะก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางสังคมคิดเป็นมูลค่าเงินที่บาท ซึ่งการประเมิน SROI มุ่งเน้นการแปลงผลประโยชน์ที่สังคมได้รับเป็นมูลค่าทางการเงิน (Monetized

value) ในช่วงระยะเวลาการดำเนินโครงการ ระยะเวลา 20 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2563 ถึง พ.ศ. 2583 และใช้วิธีการวัดที่มีการคิดลดมูลค่าเงิน (Discounted monetized measurement) ให้เป็นปัจจุบัน ด้วยอัตราคิดลดที่ร้อยละ 4 ซึ่งเป็นอัตราคิดลดที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์สุขภาพสำหรับประเทศที่มีรายได้ปานกลางค่อนข้างสูง (Haacker *et al.*, 2020)

$SROI = \text{มูลค่าปัจจุบันของประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม} / \text{มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน}$



Figure 1 Location of the Chulalongkorn University Centenary Park (CU 100 Park), Bangkok, Thailand 28 rai with deciduous and evergreen tree species.

มูลค่าปัจจุบันของประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม =

$$\sum_{i=1}^n [B_i \times (1 + r)^{-i}]$$

มูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน =

$$\sum_{i=1}^n [C_i \times (1 + r)^{-i}]$$

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value:

$$NPV = \sum_{i=1}^n [(B_i - C_i) \times (1 + r)^{-i}]$$

เมื่อ B_i คือ ผลประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมในปีที่ i , C_i คือ ผลประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมในปีที่ i , r คือ อัตราคิดลดมูลค่าทางการเงิน และ n คือ ระยะเวลาของโครงการ

โดยผลการวัดความคุ้มค่า เป็นดังนี้

หากค่า SROI มากกว่า 1 หมายถึง มูลค่าของผลประโยชน์ทางสังคมมากกว่ามูลค่าการลงทุน จึงมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน หาก SROI เท่ากับ 1 หมายถึง มูลค่าของผลประโยชน์ทางสังคมเท่ากับมูลค่าการลงทุน นั่นคือ ได้รับผลประโยชน์มีมูลค่าเท่ากับการลงทุน และหาก SROI ต่ำกว่า 1 หมายถึง ผลประโยชน์ทางสังคมน้อยกว่ามูลค่าการลงทุน ไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน (Boardman *et al.*, 2018)

หากค่า NPV > 0 หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นบวก นั่นคือ มูลค่าของผลประโยชน์ทางสังคมมากกว่ามูลค่าการลงทุน จึงมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน หาก NPV = 0 หมายถึง มูลค่าของผลประโยชน์ทางสังคมเท่ากับมูลค่าการลงทุน และหาก NPV < 0 หมายถึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเป็นลบ นั่นคือ มูลค่าของผลประโยชน์ทางสังคมต่ำกว่ามูลค่าการลงทุน จึงไม่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน (Boardman *et al.*, 2018)

การวิจัยครั้งนี้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลมูลค่าการให้บริการระบบนิเวศทั้ง 4 ด้านของอุทยานฯ ได้แก่ 1) ด้านการเป็นแหล่งผลิต โดยคำนวณจากมูลค่าต้นไม้ในอุทยานฯ 2) ด้านการบริการด้านการควบคุมมลพิษของระบบ ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบรรเทาอุทกภัย 3) ด้านการบริการด้านวัฒนธรรม ด้านความพึงพอใจในการใช้บริการ และ 4) ด้านการบริการด้านการสนับสนุนการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและอาหารของนกในเมือง เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อนำไปวิเคราะห์ใน 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ได้รับ

ประโยชน์จากการบริการระบบนิเวศสูงสุดที่เป็นไปได้ (Best case scenarios) กำหนดให้ต้นไม้ทุกต้นเจริญเติบโตตามที่คาดการณ์ไว้ 100% และในกรณีประโยชน์การบริการระบบนิเวศต่ำสุดที่เป็นไปได้ (Worst case scenarios) กำหนดสมมติฐานให้ต้นไม้ทั้งหมดตาย อาจด้วยสาเหตุจากมนุษย์หรือปัจจัยทางสภาพแวดล้อม เช่น ขาดการดูแลรักษา โรคระบาดและการระบาดของแมลงระบาดที่มีผลต่อพืช ภาชนะน้ำท่วม เป็นต้น รายละเอียดของการวิเคราะห์แต่ละด้าน (Table 1) เป็นดังนี้

1. ด้านการเป็นแหล่งผลิต โดยวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานต้นไม้ทั้งหมดจำนวน 697 ต้น จากข้อมูล ทุติยภูมิของ Yarnvudhi *et al.* (2021) ตามหลักการประเมินมูลค่าไม้ของโครงการธนาคารต้นไม้ (Bank for Agriculture and Agricultural Cooperative, 2018) การศึกษาครั้งนี้มุ่งศึกษาประโยชน์ของต้นไม้จากมูลค่าเนื้อไม้จำแนกตามอัตราการเติบโตของต้นไม้ตามประเภทป่าแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ป่าไม้ผลัดใบ อัตราการเติบโตเฉลี่ย 0.005-1.255 ซม.ต่อปี และป่าไม้ไม่ผลัดใบ ซึ่งมีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 0.002-1.50 ซม.ต่อปี (Sahunalu, 2010) การคำนวณไม้ได้รวมพุ่มไม้และไม้เลื้อย และกำหนดระยะเวลาโครงการในการคำนวณที่ 20 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2563-2582 ซึ่งเป็นระยะเวลาต้นไม้โตเต็มที่ในอุทยานฯ โดยนำข้อมูลประเมินมูลค่าต้นไม้คูณกับอัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้เฉลี่ยต่อปี เพื่อให้ได้มูลค่าเนื้อไม้ในช่วงเวลา 20 ปี

Table 1 Co-benefit measurement instruments, conversion to monetary values and sources.

Co-benefit	Instrument to measure co-benefit	Conversion to monetary value	Sources(s)
Provisioning Services: Incremental Values	Timber value	Estimate the annual capability of timber (AR) by: $T_{it} = T_{t-1} \times (1 + GW_i^T)$ when T_{it} is the T of species i at year t , GW_i^T is an annual growth rate of species i at year t .	(Yarnvudhi et al. 2021)
Regulating Services: Avoid Runoff, Carbon Storage, Carbon Sequestrations,	Secondary data from trees data using i-Tree Eco model international for future cost avoid runoff, carbon storage and sequestrations	Estimate the annual capability of avoided run off (AR) by: $AR_{it} = AR_{t-1} \times (1 + GW_i^T)$ when AR_{it} is the AR of species i at year t , GW_i^T is an annual growth rate of species i at year t . Estimate the capability of carbon storage and sequestrations (CSS) by: for evergreen tree species: $CSS_{it} = CSS_{t-1} \times (1 + GW_i^T)$ for deciduous species: $CSS_t = CSS_{t-1}$	(Yarnvudhi et al. 2021)
Culturing Services: People Satisfaction	Secondary data based on willingness to pay (cost per visit)	$WTP_t = WTP_{t-1} \times I$ when I is an average of 20-year inflation rate (2004 – 2023)	(Yarnvudhi et al. 2024) (Bank of Thailand 2024)
Supporting Services: Birds' habitats	Secondary data based on price for nursing each bird species and market value	Estimate the value of bird habitats (BH) by: $BH_t = (VN + MV)_{t-1} \times I$ when VN is the value of nursing, MV is the market value, and I is a 20-year inflation rate.	(Yarnvudhi et al. 2022) (Bank of Thailand 2024)

2. ด้านการบริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการบรรเทาอุทกภัย โดยใช้ข้อมูลจากงานวิจัย

Yarnvudhi *et al.* (2021) ซึ่งใช้วิธีการประเมินมูลค่าจาก i-Tree Eco International Model เป็นโปรแกรมการประเมินมูลค่าต้นไม้ในเมืองในการให้บริการ

ระบบนิเวศด้านการเลี้ยงการไหลบ่าของน้ำและมูลค่าการกักเก็บและการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำอัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้เฉลี่ยต่อปีมาพิจารณาในการประเมินมูลค่าการเลี้ยงการไหลบ่าของน้ำและมูลค่าการกักเก็บและการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ที่เปลี่ยนแปลงตามการเจริญเติบโตของต้นไม้ตลอดช่วงระยะเวลา 20 ปี

3. ด้านการบริการด้านวัฒนธรรม ด้านความพึงพอใจในการใช้บริการ โดยใช้ข้อมูลทฤษฎีจากงานวิจัย Yarnvudhi *et al.* (2024) ซึ่งทำการสำรวจความเต็มใจจะจ่าย (Willingness to pay) จากกลุ่มตัวอย่างของประชากรในเขตปทุมวัน และในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดข้อสมมติเพิ่มเติมให้มูลค่าความเต็มใจจะจ่ายเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราเงินเฟ้อ เพื่อสะท้อนมูลค่าที่แท้จริง (Real value) ของความเต็มใจจะจ่ายในการใช้บริการอุทยานฯ ในแต่ละปี

4. ด้านการสนับสนุนในด้านการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและอาหารของนกในเมือง โดยใช้ข้อมูลทฤษฎีจากงานวิจัย Yarnvudhi *et al.* (2022) โดยใช้วิธีการประเมินมูลค่าจากอัตราเรียกเก็บค่าใช้จ่าย ค่าบริการ หรือค่าตอบแทน และราคาสัตว์ป่าจากกรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช ประเทศไทย และมูลค่าการซื้อขายนกในตลาดประเทศไทย (Round, 1990) ข้อจำกัดในการศึกษานี้ คือ การนับชนิดนกที่พบในรอบเดือน ซึ่งจะไม่ทราบว่าเป็นนกตัวเดิมหรือไม่ ดังนั้นจะระบุได้เพียงชนิดนกที่เข้ามาใช้บริการระบบนิเวศในอุทยานฯ และเนื่องจาก

ชนิดนกที่อาศัยอยู่ในเมืองเป็นนกที่มีขนาดเล็กอายุขัยสั้น จึงกำหนดสมมติฐานให้พบเจอนก 53 ชนิดในทุกปี มูลค่าดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราเงินเฟ้อเพื่อสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงแต่ละปี

ผลและวิจารณ์ (Results and Discussion)

จากการศึกษาพบว่า การประเมินมูลค่าผลประโยชน์เมื่อเสร็จสิ้นการดำเนินโครงการ (Ex-post evaluation) โดยส่วนใหญ่มีการศึกษาการประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนการบริการระบบนิเวศไม่ครบทั้ง 4 ด้าน ซึ่งการศึกษานี้ได้คำนวณผลประโยชน์ทางการเงินจากการบริการระบบนิเวศทั้ง 4 ด้าน โดยแบ่งการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ออกเป็น 2 กรณีคือการวิเคราะห์ผลประโยชน์ในอนาคต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 จนถึง พ.ศ. 2582 ในกรณีที่ได้รับประโยชน์จากการบริการระบบนิเวศสูงสุดที่เป็นไปได้ (Best case scenarios) กำหนดสมมติฐานให้ต้นไม้ทุกต้นเจริญเติบโตตามที่คาดการณ์ไว้ 100% และกรณีประโยชน์การบริการระบบนิเวศต่ำสุดที่เป็นไปได้ (Worst case scenarios) กำหนดสมมติฐานให้ต้นไม้ทั้งหมดหยุดการเจริญเติบโต ผลการศึกษารูปดัง Table 2 มีรายละเอียดดังนี้

1. ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจด้านการเป็นแหล่งผลิต

จากการเจริญเติบโตของต้นไม้ในแต่ละปี จะส่งผลให้การประเมินมูลค่าน้ำไม่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ซึ่งในกรณี Best case กำหนดให้ต้นไม้ทุกต้นเจริญเติบโต การประเมินความคุ้มค่าเศรษฐกิจก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดที่เป็นไปได้ 26% ของ

ผลประโยชน์ทั้งหมดรวม 4 ด้าน คิดเป็นมูลค่าเท่ากับ 3,217,784 บาทต่อปี (4,617 บาทต่อต้น) ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Yotapakdee (2019) ในการวิเคราะห์มูลค่าต้นไม้ใหญ่ในบางกระเจ้า

พบว่ามีมูลค่าไม้ทั้งหมด 450,988.17 บาทต่อปี (3,758.23 บาทต่อต้น) สำหรับการประเมินมูลค่าในกรณี Worst case กำหนดให้ต้นไม้ทุกต้นหยุดการเจริญเติบโต

Table 2 Summary of all monetary value benefits over 20 years (2020 – 2039) in the Chulalongkorn University Centenary Park (CU 100 Park).

	Scenarios	
	Best Case	Worst Case
Assumptions		
Calculate the growth rate of three	Yes	No
	(Trees growth as predicted)	(Trees died)
Provision of bird habitats	Yes	Yes
	(Trees, Lawn, Grassland, Wetland)	(Lawn, Grassland, Wetland)
An average of 20-year inflation rate	2.12%	2.12%
Discount rate	4%	4%
Value of Ecosystem Services	Thai Bath	Thai Bath
Provision services: Timber Values	64,355,675	-
Regulating services:		
Avoided Runoff	195,522	-
Climate Change	22,052,019	-
Culture services: people satisfaction	112,509,616	112,509,616
Supporting services: birds' habitats	50,802,893	36,860,175
Total Value	249,915,727	149,369,791
Total Present Value in 2024	328,426,739	195,278,609
Present Value of Investment in 2024	263,186,355	263,186,355
NPV in 2024	65,240,383	(67,907,746)
SROI	1.25	0.74

ดังนั้นการประเมินมูลค่าผลประโยชน์ด้านการเป็นแหล่งผลิตเท่ากับศูนย์ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการคำนวณการบริการระบบนิเวศซึ่ง การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้รวมมูลค่าที่ดินอุทยานฯ ใน ปัจจุบันรัฐบาลไทยออกกฎหมายผู้ที่ครอบครอง พื้นที่ว่างเปล่าต้องเสียภาษีที่ดินโดยอัตราภาษี 0.3 ถึง 0.7 ของราคาที่ดิน (Ministry of Interior, 2024) ดังนั้นการปลูกต้นไม้เป็นทางเลือกหนึ่งของเจ้าของ ที่ดินในการลดต้นทุนภาษี และเพิ่มมูลค่าให้กับ พื้นที่

2. ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจด้านการบริการด้านการควบคุมมลพิษของระบบ

นักวิจัยได้กำหนดสมมติฐานให้ ความสามารถในการเลี้ยงการไหลบ่าของน้ำเพิ่มขึ้น ตามการเจริญเติบโตของต้นไม้ทุกชนิด ในกรณี Best case หากต้นไม้เจริญเติบโตตามสมมติฐาน จะช่วยการเลี้ยงการไหลบ่าของน้ำมูลค่าเฉลี่ย 9,766 บาทต่อปี ในส่วนของการกักเก็บและสะสม คาร์บอนไดออกไซด์ มีมูลค่าเฉลี่ย 1,102,604 บาท ต่อปี ซึ่งมีมูลค่าต่ำกว่าการศึกษาอื่น ๆ (Tate *et al.*, 2023; Puplampu & Boafo, 2021; Choothong *et al.*, 2016) เนื่องจากขนาดของพื้นที่และต้นไม้ใน การศึกษาครั้งนี้มีขนาดเล็กกว่า มูลค่าการบริการ ด้านการควบคุมมลพิษของระบบจึงมีมูลค่าทั้งหมด 22,247,542 บาทต่อปี สัดส่วนประมาณ 9% ของ ผลประโยชน์ทั้งหมดรวม 4 ด้าน สำหรับกรณี Worst Case ได้กำหนดให้การหยุดการเจริญเติบโต ของต้นไม้ทำให้ต้นไม้ไม่สามารถช่วยเลี้ยงการไหล บ่าของน้ำ และการกักเก็บและสะสม

คาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้น กรณี Worst case มูลค่า การบริการด้านการควบคุมมลพิษจึงเป็นศูนย์

3. ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจด้านการบริการด้าน วัฒนธรรม

จากการศึกษาของ Yarnvudhi *et al.* (2024) พบว่าประชากรในเขตปทุมวันมีความเต็มใจจ่าย ประมาณ 5 ล้านบาทต่อปี ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ มูลค่าความเต็มใจจะจ่ายนี้มาปรับให้เป็นมูลค่าที่ แท้จริง (Real value) ในแต่ละปี โดยใช้อัตราเงินเฟ้อ เฉลี่ย 20 ปีย้อนหลัง มีค่าเท่ากับ 2.12% ซึ่งแม้ว่าจะ เป็นช่วง 20 ปีที่แตกต่างจากช่วงเวลาประเมิน มูลค่าด้านการบริการ และเป็นช่วงเวลาที่ผ่านวิกฤต ความแปรปรวนทั้งในด้านเศรษฐกิจและการเมือง อัตราเงินเฟ้อดังกล่าวยังคงมีความใกล้เคียงกับการ คาดการณ์อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (Bank of Thailand, 2024) ดังนั้น การประเมินมูลค่าด้านการ บริการด้านวัฒนธรรมจากความเต็มใจจะจ่ายของ ประชากรในเขตปทุมวันตลอด 20 ปี จึงมีมูลค่า 112,509,617 บาท (เฉลี่ย 2,250 บาทต่อปีต่อคน) คิดเป็นร้อยละ 45 ของผลประโยชน์ทั้งหมดรวมทั้ง 4 ด้าน สูงกว่ากับผลการศึกษาของ Petcharat & Lee (2002) ความเต็มใจจะจ่ายในการปรับปรุงระบบ นิเวศของพื้นที่สีเขียวในบางกระแสเจ้า (เฉลี่ย 1,435.9 บาทต่อปีคน) เนื่องจากมีการปรับปรุงพื้นที่ที่มี อยู่แล้ว ในขณะที่อุทยานฯ เป็นพื้นที่สีเขียวที่สร้าง ขึ้นมาใหม่ สำหรับในกรณี Worst case ได้กำหนด สมมติฐานให้การหยุดการเจริญเติบโตของต้นไม้ ไม่ส่งผลกระทบต่อความเต็มใจจะจ่าย ดังนั้น กรณี

Best case และ Worst case จึงมีมูลค่าความเต็มใจจ่ายเท่ากัน

4. ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจด้านการสนับสนุน

จากข้อมูลการศึกษาของ Yarnvudhi *et al.* (2022) มูลค่านกทั้งหมดประมาณ 2,294,922 บาท ซึ่งใช้การประเมินจากราคาสัตว์ป่ากรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืชของประเทศไทย และมูลค่าการซื้อขายนกในตลาดประเทศไทย ในการศึกษาครั้งนี้ได้ปรับให้เป็นมูลค่าที่แท้จริง (Real Value) ในแต่ละปีโดยใช้อัตราเงินเฟ้อเฉลี่ย 20 ปีย้อนหลัง เช่นเดียวกับกรณีการคำนวณของมูลค่าความเต็มใจจะจ่าย ซึ่งในกรณี Best case การมีแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของนกในอุทยานแบ่งได้เป็น 4 แหล่งคือ ต้นไม้ (Trees) สนามหญ้า (Lawn) หญ้าแบบกอตั้งที่มีความสูงมากกว่า 1 เมตรขึ้นไป (Grassland) และ พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) จะเป็นที่อยู่อาศัยของนก ทั้งหมดก่อให้เกิดผลประโยชน์คิดมีมูลค่า 50,802,893 บาท คิดเป็นร้อยละ 20 ของผลประโยชน์ทั้งหมดรวม 4 ด้าน อย่างไรก็ตามกรณี Worst case ได้หยุดการเจริญเติบโตทั้งหมดจะทำให้ที่อยู่อาศัยของนกเหลือเพียง 3 แหล่งคือ สนามหญ้า หญ้าแบบกอตั้งที่มีความสูงมากกว่า 1 เมตร และพื้นที่ชุ่มน้ำ มีมูลค่าเพียง 36,860,175 บาท

ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของการบริการระบบนิเวศทั้ง 4 ด้าน กรณีประโยชน์การให้บริการระบบนิเวศสูงสุดที่เป็นไปได้ภายในระยะเวลา 20 ปี คือ จะเกิดผลตอบแทนรวมมูลค่าทั้งหมดประมาณ 249 ล้านบาท คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39 ล้านบาทต่อปี ความพึงพอใจของ

ผู้ให้บริการ คิดเป็น 45% ของผลตอบแทนทั้งหมด รองลงมา ด้านการผลิต 26% และมูลค่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบรรเทาอุทกภัยมีส่วนน้อยที่สุด คือ 9% ของผลตอบแทนทั้งหมด เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุน NPV ปี 2567 ประมาณ 65 ล้านบาท และค่า SROI เท่ากับ 1.24 หมายความว่าทุกการลงทุน 1 บาท ได้ผลตอบแทน 1.24 บาท นั่นคือ มีความคุ้มค่าในการลงทุน ในกรณีประโยชน์การบริการระบบนิเวศต่ำสุดที่เป็นไปได้ ผลการคำนวณ NPV มีค่าติดลบประมาณ 67 ล้านบาท และค่า SROI เท่ากับ 0.74 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 1 แสดงให้เห็นว่า ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ 2 กรณีชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการให้บริการระบบนิเวศด้านการเป็นแหล่งผลิต เพราะเมื่อต้นไม้ถูกทำลาย การลงทุนจะไม่ก่อให้เกิดความคุ้มค่า การดูแลรักษาต้นไม้ในอุทยานฯ จึงมีความสำคัญอย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ผลตอบแทนด้วยวิธีการพิจารณาจากการบริการระบบนิเวศยังไม่ครอบคลุมบริบทของผลประโยชน์และต้นทุนการบริการระบบนิเวศอย่างรอบด้าน เช่น การประหยัสด้านภาษีที่ดิน มูลค่าทรัพย์สินอื่น ๆ และค่าบำรุงรักษาอุทยานฯ เป็นต้น ดังเช่นการศึกษาของ Hunter *et al.* (2022) ได้รวมมูลค่าของจำนวนอสังหาริมทรัพย์มูลค่าเฉลี่ยราคาบ้าน และมูลค่าภาษีของอสังหาริมทรัพย์ที่มีรัศมีระหว่าง 50-800 เมตรโดยรอบบริเวณพื้นที่สีเขียว นอกจากนี้ มูลค่าการบริการด้านการควบคุมมลพิษของระบบยังไม่

ครอบคลุมครบในทุกมิติ เช่น ไม้พุ่มและชนิดหญ้า ดังเช่นการศึกษาของ McPherson *et al.* (1994) ได้ประเมินมูลค่าประโยชน์ของการบริการไม้ยืนต้นและไม้พุ่มในชุมชนชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา ในส่วนของการประเมินมูลค่าด้านวัฒนธรรมโดยใช้การประมาณค่าจากความเต็มใจจะจ่ายของประชาชนนั้น ยังขาดการประเมินมูลค่าของคุณภาพชีวิตที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพกายและสุขภาพจิต เช่น กรณีคนในชุมชนใช้บริการพื้นที่สีเขียวอย่างสม่ำเสมอจะส่งผลให้ระดับภาวะความเครียดของประชาชนลดลง (Thompson *et al.*, 2012) รวมทั้งการประเมินมูลค่าการบริการแหล่งสนับสนุนที่ทำการศึกษแหล่งที่อยู่อาศัยของนกเพียงด้านเดียว ควรทำการศึกษามากและสัตว์น้ำเพิ่มเติม เช่น ผลการศึกษาของ (Daniels *et al.* 2020) ที่ระบุบทบาทด้านการเป็นพื้นที่ให้แมลงผสมเกสรของพื้นที่สีเขียวในเมืองอาคิน ประเทศเยอรมัน

สรุป (Conclusion)

อุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงแม้จะเป็นสวนขนาดเล็ก แต่มีศักยภาพด้านการให้บริการระบบนิเวศอย่างรอบด้าน การศึกษาครั้งนี้ยังได้ริเริ่มการประเมินผลตอบแทนทางสังคมจากการลงทุนทั้ง 4 ด้านของการบริการระบบนิเวศ ซึ่งส่งผลต่อการตระหนักถึงประโยชน์ของการบริการระบบนิเวศในเขตเมืองของประชาชนเชิงประจักษ์ โดยแสดงให้เห็นถึงการลงทุนที่คุ้มค่า อย่างไรก็ตาม ขาดการกำหนดสมมติฐานบางส่วน เช่น สถานะเศรษฐกิจถดถอยที่อาจส่งผลต่อผู้ใช้บริการอุทยานฯ

และปัญหาเชิงวิธีการวัดผลในรายประเด็นของการบริการระบบนิเวศในการเป็นที่อยู่อาศัยของนก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของประชาชนที่อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้น การประเมินผลตอบแทนทางสังคมในอนาคต จึงควรพิจารณาให้กำหนดสมมติฐานด้านการเปลี่ยนแปลงสถานะทางสังคมและเศรษฐกิจให้ครบทุกมิติของการบริการระบบนิเวศทั้งทางตรงและทางอ้อม

เอกสารอ้างอิง (References)

- Bank for Agriculture and Agricultural Cooperative. 2018. **Handbook of assessment for trees value in Thailand**. Bank for Agriculture and Agricultural Cooperative. (in Thai)
- Bank of Thailand. 2024. **Thailand's Macro Economic Indicators**. https://app.bot.or.th/BTWS_STAT/statistics/BOTWEBSTAT.aspx?reportID=409&language=TH (Assessed: November 16, 2024) (in Thai)
- Boardman, A. E., D. H. Greenberg, A. R. Vining & D. L. Weimer. 2018. **Cost-benefit Analysis: Concepts and practice**. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Burke, R. 2013. **Project management: Planning and control techniques**. United Kingdom: Wiley.

Chen, R. & X.Y. You. 2020. Reduction of urban heat island and associated greenhouse gas emissions. **Mitigation and adaptation strategies for global change** 25(4): 689-711.

Choothong, S., Q. Hua & N. Soonsawad. 2016. Diversity, Prevalence and Environmental Benefits of Street Trees in Nakhon Si Thammarat province, Thailand. **Technology** 12(3): 395-413.

Daniels, B., J. Jedamski, R. Ottermanns & M. Ross-Nickoll. 2020. "A "plan bee" for cities: Pollinator diversity and plant-pollinator interactions in urban green spaces". **Plos One** 15 (7) <https://doi:10.1371/journal.pone.0235492>

Department of City Planing and Urban Development. 2017. **Housing expansion trend in Bangkok and Counties**. Available source: [https://webportal.bangkok.go.th/public/user_files_editor/354/aboutcpud/study%20report/2562/2. Trend of urban expansion in Bangkok \(2013-2017\).pdf](https://webportal.bangkok.go.th/public/user_files_editor/354/aboutcpud/study%20report/2562/2. Trend of urban expansion in Bangkok (2013-2017).pdf) (Accessed: October 15, 2024) (in Thai)

Fang, C. F. & D. L. Ling. 2003. Investigation of the noise reduction provided by tree belts. **Landscape and urban planning** 63(4):187-195. DOI: 10.1016/S0169-2046(02)00190-1

Gietel-Basten, S. 2023. **Asia-Pacific population and development report 2023**. Available Source:

<https://www.unescap.org/kp/2023/asia-pacific-population-and-development-report-2023> (Accessed: October 25, 2024)

Haacker, M., T.B. Hallett & A. Rifat. 2020. On discount rates for economic evaluations in global health. **Health Policy and Planning** 35(1):107-114. <https://doi:10.1093/heapol/czz127>

Hunter, R.F., M. A.T . Dallat, M. A. Tully, L. Heron, C. O'Neill & F. Kee. 2022. Social return on investment analysis of an urban greenway. **Cities & Health** 6(4): 693-710. <https://doi:10.1080/23748834.2020.1766783>

Ibrahim, W. N. W., Z. Hamat & N. Awang. 2023. Social return on investment: Creating social and economical values for community. **Applying social impact assessment for collaborative community projects**. Penerbit UMT. Malaysia, pp.5-15.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2022. **Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability**. Available source: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> (Accessed: November 25, 2024)

Kumar, P. 2012. **The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations.** United Kingdom: Earthscan.

Melles, S. , S. Glenn & K. Martin. 2003. Urban bird diversity and landscape complexity: Species–environment associations along a multiscale habitat gradient. **Conservation Ecology** 7(1):5. <https://doi:10.5751/ES-00478-070105>

Ministry of Interior. 2024. **Land and building tax.** Available source: [https://www.gcc.go.th/2024/03/07/Ministry of Interia-Tax devison/](https://www.gcc.go.th/2024/03/07/Ministry%20of%20Interior-Tax%20devison/) (Accessed: December 5, 2024) (in Thai)

Müller, N. & P. Werner. 2010. Urban biodiversity and the case for implementing the convention on biological eiversity in towns and cities. **Urban Biodiversity and Design** 7: 3-4.

McPherson, E. G., D. J. Nowak & R. A. Rowntree. 1994. **Chicago's urban forest ecosystem: Results of the Chicago urban forest climate project.** United States: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.

Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. 2017. **Standards of**

appropriate green space ratio for urban communities in Thailand. Available source:

<https://www.onep.go.th/ebook/urban/urban-publication-01.pdf> (Accessed: November 5, 2024) (in Thai).

Petcharat, A. & Y. Lee. 2020. **Valuing ecosystem services in the Bang Ka Chao green area, Thailand.** In Proceeding of the 64th Australasian Agriculture and Resource Economics Society (ARRES) Annual Conference, February 12-14, 2020, Perth, Western Australia.

Puplambu, D. A. & Y. A. Boafo. 2021. Exploring the impacts of urban expansion on green spaces availability and delivery of ecosystem services in the Accra metropolis. **Environmental Challenges** 5: 100283.

<https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100283>

Rivera, C., A. Ståhle, C. Spacescape, M. Kamiya, G. Aguinaga & Y. Siegel. 2018. **Developing public space and land values in cities and neighbourhoods.** Available source: <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/DiscussionPaperDevelopingPublicSpa>

- ceandLandValuesinCitiesandNeighbourhoods.pdf (Accessed: November 5, 2024)
- Round, P. D. 1990. Bangkok bird club survey of the bird and mamal trade in the Bangkok weekend market. **Natural History Bulletin of the Siam Society** 38:1-43.
- Sahunalu, P. 2010. Tree species growth changes over 16 years in the long-term dynamic plots of Sakaerat deciduous dipterocarp forest, northeastern Thailand. **Thai Journal of Forest** 29 (3):1-15.
- Tate, C., C. O'Neill, N. Tran, L. Heron, F. Kee, M. A. Tully, M. Dallat & R.F. Hunter. 2023. The social return on investment of an urban regeneration project using real-world data: the Connswater Community Greenway, Belfast, UK. **Cities & Health** 7(5): 699-718. <https://doi:10.1080/23748834.2023.2211226>
- Thaiutsa, B., L. Puangchit, R. Kjelgren & W. Arunpraparut. 2008. Urban green space, street tree and heritage large tree assessment in Bangkok, Thailand. **Science Direct** 7(3): 219-229. <https://doi:10.1016/j.ufug.2008.03.002>.
- Thompson, C. W., J. Roe, P. Aspinall, R. Mitchell, A. Clow & D. Miller. 2012. More green space is linked to less stress in deprived communities: Evidence form salivary cortisol patterns. **Landscape and Urban Planning** 105 (3): 221-229. <https://doi:10.1016/j.landurbplan.2011.12.015>.
- United Nation. 2024. **World population prospects 2024**. Available source: <https://www.un.org/development/desa/pd/world-population-prospects-2024> (Accessed: October 31, 2024)
- Yarnvudhi, A., N. Leksungnoen, S. Suru, Y. Ponpithuk, R. Sumasuang, P. Duengkae, C. Pongcharoen, N. Sutummawong, D. Marod, C. Wachrinrat, A. Premashthira, P. Tor-Ngern, S. Pongcharean, S. Hermhuk & P. Kachina. 2022. Monetary evaluation of supporting ecosystem services as a habitat provider for birds in Thailand urban park. **Biodiversitas** 23(9). <https://doi:13057/biodiv/d230942>.
- Yarnvudhi, A., N. Leksungnoen, P. Tor-Ngern, A. Premashthira, S. Thinkampheang & S. Hermhuk. 2021. Evaluation of regulating and provisioning services provided by a park designed to be resilient to climate change in Bangkok, Thailand. **Sustainability** 13:13624. <https://doi:10.3390/su132413624>.

Yarnvudhi, A. , N. Leksungnoen, P. Tor-ngern & A. Premashthira. 2024. Ecosystem Culture Services Evaluating: A case study on willingness to pay for urban green area. **Thai Forest Ecological Research Journal** 8(1):351-370. <https://doi:10.34044/j.tferj.2024.8.1.06>.

Yotapakdee, T., L. Asanok, T. Kamyao, M. Norsangsri, N. Karnasuta, S. Navakam & C. Kaewborisut. 2019. Benefits and Value of Big Trees in Urban Area: A Study in Bang Kachao Green Space, Thailand. **Environment & Natural Resources Journal** 17(1): 33-43. <https://doi:10.32526/ennrj.17.1.2019.04>