

สัญญาเลขที่MRG6080150



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาเครื่องมือในการวางแผนพื้นที่สีเขียวเมืองแบบ  
บูรณาการเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนด้วยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ  
และเกณฑ์ที่หลากหลาย

โดย ผศ.ดร. ศศิมา เจริญกิจ

2 กุมภาพันธ์ 2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาเครื่องมือในการวางแผนพื้นที่สีเขียวเมืองแบบ  
บูรณาการเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนด้วยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ  
และเกณฑ์ที่หลากหลาย

ผศ.ดร.ศศิมา เจริญกิจ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและต้นสังกัด

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย

สกว.และต้นสังกัดไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

**Abstract (บทคัดย่อ)**

**Project Code :**

**MGR6080150**

**Project Title :**

โครงการการพัฒนาเครื่องมือในการวางแผนพื้นที่สีเขียวเมืองแบบบูรณาการเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนด้วยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเกณฑ์ที่หลากหลาย

**Investigator :**

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิมา เจริญกิจ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

**E-mail Address :**

[sasimacharoenkit@gmail.com](mailto:sasimacharoenkit@gmail.com)

**Project Period :**

2 ปี

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองอย่างบูรณาการโดยคำนึงถึงประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม นิเวศวิทยาและผลผลิต งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวิธีการพัฒนาเครื่องมือการพัฒนาพื้นที่สีเขียวแบบบูรณาการด้วยการใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยหาตัวชี้วัดที่เหมาะสม รวมทั้งวิธีการให้คะแนน และแนวทางการพัฒนาพื้นที่สีเขียวอันเป็นผลมาจากการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียว ทั้งนี้เทศบาลนครพิษณุโลกถูกเลือกมาเป็นกรณีศึกษา ผลการศึกษาพบว่าตัวชี้วัดที่เหมาะสมกับข้อมูลของเมืองที่เลือกใช้มีทั้งสิ้น 24 ตัวชี้วัดสำหรับประเมินเทศบาลทั้งหมดและประเมินในระดับชุมชนจำนวน 54 ชุมชน ผลการประเมินทำให้สามารถระบุชุมชนต้องการพัฒนาพื้นที่สีเขียวระดับเร่งด่วน ระดับปานกลาง และระดับต่ำ อันนำไปสู่แนวทางการพัฒนาพื้นที่สีเขียวต่อไป จากการทดลองใช้กับเทศบาลนครพิษณุโลก พบว่าการใช้ตัวชี้วัดหลากหลายสำหรับประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองเป็นวิธีที่มีความยืดหยุ่นและสามารถประเมินประโยชน์ได้อย่างครอบคลุมหลายด้าน ช่วยทำให้การวางแผนพื้นที่สีเขียวเป็นอย่างบูรณาการมากกว่าการคำนึงถึงประโยชน์ด้านใดด้านหนึ่งเพียงอย่างเดียว

**Keywords :** จำนวน 3-5 คำ

(คำหลัก)

## Abstract

---

**Project Code :**

**MGR6080150**

**Project Title :**

**An integrated urban greening planning framework for Sustainable Development by Using GIS-based Multi-criteria Approach**

**Investigator :**

**Assistant Professor Sasima Charoenkit, Faculty of Architecture, Naresuan University**

**E-mail Address :**

[sasimacharoenkit@gmail.com](mailto:sasimacharoenkit@gmail.com)

**Project Period :**

2 ปี

This research has the major objective to develop a tool enabling the creation of an integrated green planning for a city. On a basis of ecosystem services concept, an integrated approach includes regulating, cultural, supporting, and providing services into urban green planning. To achieve this objective, this research developed a decision-making tool consisting of multiple indicators with the use of GIS application. It involved three main steps including 1) developing a tool consisting of a set of suitable indicators with scoring system, 2) applying the proposed tool to the municipality of Phitsanulok, which was selected as a case study, and 3) developing an integrated urban green planning for the municipality of Phitsanulok. The proposed tool had a total number of 24 indicators. The findings show that the proposed tool was applicable for a middle-size municipality to develop the urban green planning based on the assessment of four different ecosystem services, which prioritized each community into three levels of highest, medium, and lowest. Due to its ability to assess multiple ecosystem services, this proposed tool is flexible and comprehensive, enabling an integrated urban green planning and preventing the development of urban green spaces with a single use.

**Keywords : Urban green planning, ecosystem services, integrated approach, assessment**



## บทสรุปผู้บริหาร

### Executive Summary

#### 1. ความเป็นมาและความสำคัญ

การวางแผนพื้นที่สีเขียวแบบบูรณาการที่คำนึงถึงประโยชน์ด้านต่างๆของพื้นที่สีเขียวเมืองมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาที่มักมีรูปแบบการพัฒนาเมืองที่ส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก การวางแผนพื้นที่สีเขียวเมืองควรมีการคำนึงถึงประโยชน์อย่างครอบคลุมทั้งด้านสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม นิเวศวิทยาและเศรษฐกิจ แต่ในปัจจุบันยังขาดเครื่องมือในการประเมินการวางแผนพื้นที่สีเขียวอย่างบูรณาการ แนวความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนแบบบูรณาการ คือ แนวความคิดด้านประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากพื้นที่ทางนิเวศ หรือ Ecosystem services ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ด้าน คือ ประโยชน์ด้านควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Regulating services) ประโยชน์ด้านสังคม-วัฒนธรรม (Cultural services) ประโยชน์ด้านการเอื้อต่อระบบนิเวศ (Supporting services) และประโยชน์ด้านการสร้างผลผลิต (Providing services) อย่างไรก็ตามการคำนึงถึงประโยชน์หลายด้านของพื้นที่สีเขียวที่เกี่ยวข้องกับประเด็นอันหลากหลายอาจเป็นวิธีการที่ยุ่งยาก ซับซ้อน และต้องการตัวชี้วัดเป็นจำนวนมาก โดยตัวชี้วัดบางตัวต้องการวิธีประเมินที่ใช้การคำนวณที่ซับซ้อนและต้องใช้การเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง การพัฒนาเครื่องมือจากแนวความคิด Ecosystem services จึงมีส่วนช่วยให้การพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองที่คำนึงประโยชน์หลากหลายด้าน

#### 2. วัตถุประสงค์การศึกษา

- เพื่อพัฒนาวิธีการประเมินแบบใช้ตัวชี้วัดรวมกับการใช้ GIS ที่ครอบคลุมการประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเมืองทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และนิเวศวิทยา โดยต้องประกอบไปด้วยตัวชี้วัดที่พอเพียงและเหมาะสม ไม่ต้องการวิธีการประเมินที่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถประเมินได้ในระยะเวลาอันสั้น เหมาะสมต่อการนำไปใช้วางแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองขององค์กรปกครองท้องถิ่น
- เพื่อทดลองใช้วิธีการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวกับพื้นที่เมืองขนาดใหญ่ของประเทศไทย เพื่อตรวจสอบดูความเหมาะสมในการใช้งานและความถูกต้องของผลการประเมินจากความคิดเห็นขององค์กรปกครองท้องถิ่นที่มีส่วนรับผิดชอบในการพัฒนาเมือง
- เพื่อพัฒนาแผนพื้นที่สีเขียวระดับชุมชนที่ได้รับคัดเลือกจากผลการประเมิน

#### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

- ขั้นที่ 1 การพัฒนาเครื่องมือการวางแผนพื้นที่สีเขียวแบบบูรณาการ จากการคัดเลือกตัวชี้วัดเพื่อประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และนิเวศวิทยา โดยทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ Urban ecosystem services และ การประเมิน Ecosystem services ในพื้นที่เมืองเป็นหลัก ผลจากการศึกษาในขั้นตอนนี้ ทำให้มีการรวบรวมตัวชี้วัดที่เคยใช้ประเมินพื้นที่สีเขียวเมืองในประเทศต่างๆ และสามารถแบ่งประเภทตัวชี้วัด รวมทั้งวิธีการประเมินสำหรับตัวชี้วัดทั้งหมด จากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดทั้งหมดทำให้สามารถระบุตัวชี้วัดที่เหมาะสมกับการนำมาใช้กับการประเมินพื้นที่สีเขียวเมืองในบริบทของประเทศไทยได้ ซึ่งต้องเป็นตัวชี้วัดที่เน้นการประเมินจากทางกายภาพเป็นหลัก และไม่ต้องมีการการคำนวณที่ยากซับซ้อนเกินไป
- ขั้นที่ 2 การประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวจากพื้นที่เมืองกรณีศึกษาด้วยเครื่องมือที่พัฒนาในขั้นที่ 1 โดยทำการคัดเลือกพิษณุโลกเป็นพื้นที่ศึกษา และมีขั้นตอนย่อยในการประเมินดังนี้
  - การรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลกายภาพจากแผนที่ และข้อมูลจากแบบสอบถาม เพื่อเก็บข้อมูลของลานสุขภาพชุมชนและการให้ความสำคัญกับประโยชน์ด้านต่างๆของพื้นที่สีเขียว
  - การประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองพิษณุโลกโดยใช้ GIS โดยประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวในระดับชุมชนและลักษณะการให้คะแนน 3 แบบ คือ แบบค่าน้ำหนักเท่ากัน แบบค่าน้ำหนักต่างกัน และแบบค่าน้ำหนักตามลักษณะทางสังคม
  - การตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของวิธีการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวของเทศบาลนครพิษณุโลก ด้วยการจัดประชุมผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการวางแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมือง คือ ผู้บริหารของเทศบาลนครพิษณุโลก
- ขั้นที่ 3 การพัฒนาผังพื้นที่สีเขียวแบบบูรณาการ จากการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวที่แบ่งระดับความต้องการการพัฒนากออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับเร่งด่วน ระดับปานกลาง และระดับต่ำ ทั้งนี้การพัฒนาพื้นที่สีเขียวคำนึงถึงพื้นที่สีเขียวเดิมและพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพ และนำมาประเมินประโยชน์ทั้ง 4 ด้านที่คาดว่าจะได้รับจากการพัฒนาพื้นที่สีเขียวแบบบูรณาการ

#### 4. ผลการศึกษา

จากการคัดเลือกตัวชี้วัดของงานศึกษาที่ผ่านมาทำให้พัฒนาเครื่องมือการวางแผนพื้นที่สีเขียวแบบบูรณาการที่ประกอบไปด้วยตัวชี้วัดที่หลากหลายเพื่อครอบคลุมประโยชน์ด้านการควบคุมสิ่งแวดล้อม ด้านวัฒนธรรม ด้านนิเวศวิทยา และด้านผลผลิต จำนวนทั้งสิ้น 24 ตัวชี้วัด เครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นถูกนำไปใช้ประเมินพื้นที่สีเขียวในปัจจุบันของเทศบาลนครพิษณุโลกที่ประกอบด้วยชุมชนทั้งหมด 54 ชุมชน และมีการให้คะแนนการประเมิน 3 วิธีหลัก คือ ค่าน้ำหนักเท่ากัน ค่าน้ำหนักต่างกันตามการ

ให้คะแนนของชุมชน และค่าคะแนนตามปัจจัยทางสังคม โดยผลการประเมินแบ่งช่วงคะแนนออกเป็น 1-4 โดย 1 หมายถึง มีความต้องการพื้นที่สีเขียวมากที่สุด และ 4 หมายถึงมีความต้องการน้อยที่สุด ผลการประเมินด้วยค่าน้ำหนักเท่ากันพบว่าพื้นที่ที่ต้องการพัฒนาพื้นที่สีเขียวแบบเร่งด่วนมีทั้งหมด 27 ชุมชน พื้นที่ที่ต้องการการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในระดับปานกลางมีทั้งหมด 36 ชุมชนและมีเพียง 1 ชุมชนต้องการการพัฒนาในระดับต่ำ และหากมีการพัฒนาพื้นที่ทั้งหมดตามแผนแล้วจะได้รับประโยชน์จากด้านต่างๆเพิ่มขึ้นดังนี้

- ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

|            |             |
|------------|-------------|
| การลดมลพิษ | 4.87 ตัน/ปี |
|------------|-------------|

|                   |                              |
|-------------------|------------------------------|
| การกักเก็บคาร์บอน | 92.26 ตันเทียบเท่าคาร์บอน/ปี |
|-------------------|------------------------------|

- ประโยชน์ด้านนันทนาการ

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| พื้นที่สีเขียวต่อประชากร | 12.9 ตร.ม./คน |
|--------------------------|---------------|

- ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| พื้นที่เกษตรกรรมต่อประชากร | 8.1 ตร.ม./คน |
|----------------------------|--------------|

## 5. ประโยชน์ที่ได้รับ

เครื่องมือการวางแผนพื้นที่สีเขียวเมืองแบบบูรณาการที่ได้รับการพัฒนาขึ้นช่วยให้องค์กรปกครองท้องถิ่นสามารถวางแผนพื้นที่สีเขียวตามแนวความคิดด้าน Ecosystem Services ด้วยเทคโนโลยี GIS จากการทดลองใช้กับเทศบาลนครพิษณุโลก พบว่าการใช้ตัวชี้วัดหลากหลายสำหรับประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองเป็นวิธีที่มีความยืดหยุ่นและสามารถประเมินประโยชน์ได้อย่างครอบคลุมหลายด้าน ช่วยทำให้การวางแผนพื้นที่สีเขียวเป็นอย่างบูรณาการมากกว่าการคำนึงถึงประโยชน์ด้านใดด้านหนึ่งเพียงอย่างเดียว การมีตัวชี้วัดจำนวนมากหลายประเภททำให้สามารถนำมาเลือกใช้ในการประเมินพื้นที่สีเขียวของเทศบาลได้ในหลายระดับ เพราะแต่ละเทศบาลมีความพร้อมด้านข้อมูลที่แตกต่างกัน หากเป็นเทศบาลขนาดใหญ่ที่มีความพร้อมของข้อมูลมากสามารถใช้ตัวชี้วัดโดยตรงได้ ขณะที่เทศบาลขนาดปานกลางและขนาดเล็กอาจมีข้อจำกัดด้านบุคลากรและข้อมูลสามารถเลือกใช้ตัวชี้วัดแบบตัวแทนได้ นอกจากนี้การให้คะแนนสามารถทำได้ทั้งแบบมีค่าน้ำหนักและค่าน้ำหนักเท่ากัน ขึ้นอยู่กับความพร้อมของเทศบาลในการหาค่าน้ำหนักจากกลุ่มตัวแทน

**Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.**

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ (ระบุชื่อผู้แต่ง ชื่อเรื่อง ชื่อวารสาร ปี เล่มที่ เลขที่ และหน้า) หรือผลงานตามที่คาดไว้ในสัญญาโครงการ อยู่ระหว่างการรอผลตอบรับจากวารสาร Ecological Indicators สำหรับบทความเรื่อง A Review of Urban multifunctionality Assessment: A Way Forward for A Standardized Assessment and Comparability
2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์
  - เชิงพาณิชย์
  - 
  - เชิงนโยบาย
  - 
  - เชิงสาธารณะ
  - 
  - เชิงวิชาการ

การนำองค์ความรู้จากผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ โดยอยู่ในระหว่างการพิจารณาการตอบรับจากวารสาร Ecological Indicators สำหรับบทความเรื่อง A Review of Urban multifunctionality Assessment: A Way Forward for A Standardized Assessment and Comparability และเป็นประโยชน์ด้านวิชาการในการเรียนการสอนในคณะสถาปัตยกรรมในระดับปริญญาบัณฑิตและระดับบัณฑิตศึกษาในรายวิชาต่อไปนี้

  - 1) การวางแผนบริเวณและภูมิสถาปัตยกรรม
  - 2) การออกแบบและวางแผนชุมชนเมือง
  - 3) การคิดเชิงวิพากษ์และสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมสรรค์สร้าง
  - 4) การออกแบบเมืองและพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน
3. อื่นๆ (เช่น ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในประเทศ การเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ หนังสือ การจดสิทธิบัตร)
-

## คำนำ

การพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองอย่างบูรณาการเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการวางผังพื้นที่สีเขียวที่คำนึงถึงประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม นิเวศวิทยาและผลผลิต การใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นวิธีการที่ช่วยให้การพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองแบบบูรณาการ งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายกับการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในระดับเทศบาลเมือง โดยเลือกเทศบาลนครพิษณุโลกเป็นกรณีศึกษา เพื่อหาตัวชี้วัดที่เหมาะสมในการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองแบบครอบคลุม รวมทั้งวิธีการให้คะแนน และแนวทางการพัฒนาพื้นที่สีเขียวอันเป็นผลมาจากการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียว ผลการศึกษาพบว่าตัวชี้วัดที่เหมาะสมกับข้อมูลของเมืองที่เลือกใช้มีทั้งสิ้น 24 ตัวชี้วัดสำหรับประเมินเทศบาลทั้งหมด และประเมินในระดับชุมชนจำนวน 54 ชุมชนผลการประเมินด้วยค่าน้ำหนักเท่ากันพบว่าพื้นที่ที่ต้องการพัฒนาพื้นที่สีเขียวแบบเร่งด่วนมีทั้งหมด 27 ชุมชน พื้นที่ที่ต้องการการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในระดับปานกลางมีทั้งหมด 36 ชุมชนและมีเพียง 1 ชุมชนต้องการการพัฒนาในระดับต่ำ และหากมีการพัฒนาพื้นที่ทั้งหมดตามแผนแล้วจะได้รับประโยชน์จากด้านต่างๆเพิ่มขึ้น

จากการทดลองใช้กับเทศบาลนครพิษณุโลก พบว่าการใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายสำหรับประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองเป็นวิธีที่มีความยืดหยุ่นและสามารถประเมินประโยชน์ได้อย่างครอบคลุมหลายด้าน ช่วยทำให้การวางผังพื้นที่สีเขียวเป็นอย่างบูรณาการมากกว่าการคำนึงถึงประโยชน์ด้านใดด้านหนึ่งเพียงอย่างเดียว การเลือกใช้ประเภทของตัวชี้วัดและการหาค่าน้ำหนักของตัวชี้วัด ขึ้นอยู่กับความพร้อมของเทศบาล โดยการให้คะแนนแบบมีค่าน้ำหนักช่วยสะท้อนความต้องการของเมืองได้ดีกว่าแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน นอกจากนี้การให้ค่าคะแนนแบบเป็นช่วงคะแนนเทียบจากเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด-สูงสุด ทำให้ผลการประเมินเป็นประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบกับมาตรฐานขั้นต่ำหรือเป้าหมายที่ควรจะเป็น โดยคะแนนประเมินสามารถนำไปสัมพันธ์กับการบริหารจัดการด้านการวางแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเป็นระยะสั้น ระยะปานกลาง และระยะยาวตามแผนงานของเทศบาลที่มีกวางยุทธศาสตร์ในแต่ละปีและในระยะยาว การใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายร่วมกับ GIS จึงเป็นวิธีที่มีประโยชน์และใช้งานได้สำหรับเทศบาลในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองเพื่อให้ครอบคลุมกับประโยชน์หลายด้านต่อไป

## สารบัญ

| บทที่                                                                                       | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| คำนำ.....                                                                                   | ก    |
| สารบัญ.....                                                                                 | ข    |
| สารบัญตาราง.....                                                                            | จ    |
| สารบัญภาพ.....                                                                              | ซ    |
| บทที่ 1 บทนำ .....                                                                          | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....                                                     | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา .....                                                              | 3    |
| 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....                                                         | 3    |
| 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย .....                                                                 | 3    |
| 1.5 กรอบการดำเนินงานวิจัย.....                                                              | 4    |
| บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม .....                                                              | 8    |
| 2.1 ระบบนิเวศวิทยาเมือง (Ecosystems) และประโยชน์ของระบบนิเวศวิทยา (Ecosystem services)..... | 8    |
| 2.1.1 คำนิยาม .....                                                                         | 8    |
| 2.1.2 ประเภทของประโยชน์ของระบบนิเวศวิทยา .....                                              | 9    |
| 2.1.3 แนวความคิดของประโยชน์ระบบนิเวศ.....                                                   | 10   |
| 2.2 การประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมือง.....                                                   | 15   |
| 2.2.1 ภูมิภาคที่ทำการศึกษา.....                                                             | 17   |
| 2.2.2 โครงสร้างของระบบนิเวศที่มีการศึกษา.....                                               | 17   |
| 2.2.3 ขนาดของพื้นที่เมือง .....                                                             | 18   |
| 2.2.4 ประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน .....                                       | 18   |
| 2.2.5 ตัวชี้วัดประโยชน์พื้นที่สีเขียว.....                                                  | 21   |
| 2.2.6 ตัวชี้วัดสำหรับปัจจัยสังคม.....                                                       | 48   |
| 2.3 แนวทางการพัฒนาวิธีประเมินประโยชน์ที่หลากหลายของระบบนิเวศเมือง .....                     | 48   |
| 2.3.1 ประเภทของระบบนิเวศ .....                                                              | 48   |
| 2.3.2 ประเภทประโยชน์ของระบบนิเวศ.....                                                       | 48   |
| 2.3.3 ตัวชี้วัด.....                                                                        | 49   |
| 2.3.4 ความต้องการประโยชน์ระบบนิเวศเมือง .....                                               | 50   |
| บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย .....                                                              | 52   |

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1 การพัฒนาการประเมินที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ศึกษา .....                                     | 52  |
| 3.3.1 การคัดเลือกประโยชน์พื้นที่สีเขียวที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา .....                    | 52  |
| 3.3.2 การศึกษารวบรวมตัวชี้วัดสำหรับประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวที่เกี่ยวข้อง .....              | 52  |
| 3.2 การประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียว .....                                                   | 53  |
| 3.2.1 การรวบรวมข้อมูลของตัวชี้วัด .....                                                      | 53  |
| 3.2.2 การป้อนข้อมูลและแปลงข้อมูลใน GIS .....                                                 | 55  |
| 3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล GIS .....                                                           | 55  |
| 3.2.4 การประเมินคะแนน .....                                                                  | 56  |
| 3.2.5 การตรวจสอบความถูกต้องของผลประเมิน .....                                                | 57  |
| 3.3 การพัฒนาพื้นที่สีเขียวตามความเร่งด่วน .....                                              | 58  |
| 3.3.1 การระบุพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพในการประเมิน .....                                    | 58  |
| 3.3.2 การพัฒนาพื้นที่สีเขียวตามความเร่งด่วน .....                                            | 58  |
| 3.3.3 การประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพ .....                                     | 60  |
| บทที่ 4 ผลการศึกษา .....                                                                     | 64  |
| 4.1 รูปแบบการประเมินและตัวชี้วัดสำหรับประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมือง .....                      | 64  |
| 4.1.1 ประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองของเทศบาลนครพิษณุโลก .....                                  | 64  |
| 4.1.2 ตัวชี้วัดสำหรับประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมือง .....                                | 66  |
| 4.2 ผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก .....                                | 67  |
| 4.2.1 ข้อมูลของตัวชี้วัดทั้ง 64 ชุมชน .....                                                  | 67  |
| 4.2.2 ผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน .....                           | 78  |
| 4.2.3 ค่าน้ำหนักของประโยชน์ตัวชี้วัด .....                                                   | 90  |
| 4.2.4 ปัจจัยทางสังคมที่มีผลการพัฒนาพื้นที่สีเขียว .....                                      | 95  |
| 4.2.5 การนำเสนอผลการประเมินให้กับเทศบาลเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง .....                         | 128 |
| 4.3 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก .....                                            | 129 |
| 4.3.1 พื้นที่สีเขียวที่มีอยู่ของเทศบาลนครพิษณุโลก .....                                      | 129 |
| 4.3.2 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพ .....                                               | 130 |
| 4.3.3 ประโยชน์ของแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียว .....                                                | 141 |
| บทที่ 5 การอภิปรายและสรุปผล .....                                                            | 143 |
| 5.1 ประโยชน์และข้อจำกัดของการใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมือง ..... | 143 |
| 5.1.1 ความครอบคลุมประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว .....                                            | 143 |
| 5.1.2 ความยืดหยุ่นในการใช้ตัวชี้วัดเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ .....                             | 143 |

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1.3 การประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวแบบให้ข้อมูลด้วยวงคะแนนร่วมกับแผนที่ .....      | 144 |
| 5.2 ประโยชน์และข้อจำกัดการใช้ค่าน้ำหนักตัวชี้วัด .....                                | 145 |
| 5.2.1 การแสดงประเด็นสำคัญของพื้นที่สีเขียวเมือง .....                                 | 146 |
| 5.2.2 การคำนึงถึงปัจจัยทางสังคมในการพัฒนาพื้นที่สีเขียว.....                          | 146 |
| 5.2.3 ความต้องการหาข้อตกลงร่วมกันของค่าน้ำหนักตัวชี้วัด .....                         | 147 |
| 5.3 แนวทางการใช้ตัวชี้วัดหลากหลายประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวสำหรับเทศบาลเมือง.....  | 147 |
| 5.3.1 การคัดเลือกประโยชน์พื้นที่สีเขียวให้ครอบคลุมและเน้นประเด็นปัญหาของพื้นที่ ..... | 147 |
| 5.3.3 การหาค่าน้ำหนักด้วยการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน .....                             | 148 |
| 5.3.4 การเลือกเกณฑ์จากมาตรฐานและเป้าหมายระดับประเทศหรือท้องถิ่น.....                  | 149 |
| 5.4 บทสรุป.....                                                                       | 150 |
| รายการอ้างอิง .....                                                                   | 151 |



## สารบัญตาราง

|               |                                                                                    |    |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ตารางที่ 1.1  | กรอบการดำเนินงานของโครงการวิจัย .....                                              | 5  |
| ตารางที่ 2.1  | คำนิยามของอุปทานต่อประโยชน์ของระบบนิเวศ .....                                      | 13 |
| ตารางที่ 2.2  | ภูมิภาคที่มีงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่หลากหลาย.....           | 17 |
| ตารางที่ 2.3  | โครงสร้างระบบนิเวศของงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่หลากหลาย ..... | 17 |
| ตารางที่ 2.4  | ขนาดเมืองของงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่หลากหลาย .....          | 18 |
| ตารางที่ 2.5  | ประเภทของประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน .....                           | 18 |
| ตารางที่ 2.6  | จำนวนของประเภทของประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน .....                   | 19 |
| ตารางที่ 2.7  | รายละเอียดของประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน .....                       | 19 |
| ตารางที่ 2.8  | ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม .....                                                   | 20 |
| ตารางที่ 2.9  | ประโยชน์ทางด้านวัฒนธรรม.....                                                       | 20 |
| ตารางที่ 2.10 | ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ .....                                                      | 21 |
| ตารางที่ 2.11 | ตัวชี้วัดสำหรับประเมินการควบคุมสภาพอากาศ.....                                      | 22 |
| ตารางที่ 2.12 | วิธีการประเมินตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อม .....                                           | 24 |
| ตารางที่ 2.13 | ตัวชี้วัดด้านคุณภาพอากาศ.....                                                      | 25 |
| ตารางที่ 2.14 | วิธีประเมินตัวชี้วัดด้านคุณภาพอากาศ.....                                           | 27 |
| ตารางที่ 2.15 | ตัวชี้วัดด้านการลดปัญหาน้ำท่วม.....                                                | 28 |
| ตารางที่ 2.16 | วิธีการประเมินตัวชี้วัดด้านการลดปัญหาน้ำท่วม.....                                  | 30 |
| ตารางที่ 2.17 | ตัวชี้วัดด้านการกักเก็บคาร์บอน.....                                                | 30 |
| ตารางที่ 2.18 | ตัวชี้วัดด้านการป้องกันการกัดเซาะดิน.....                                          | 33 |
| ตารางที่ 2.19 | วิธีการประเมินตัวชี้วัดด้านการป้องกันการกัดเซาะดิน .....                           | 34 |
| ตารางที่ 2.20 | ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ .....                                                | 34 |
| ตารางที่ 2.21 | ตัวชี้วัดด้านแหล่งที่อยู่อาศัย .....                                               | 36 |
| ตารางที่ 2.22 | วิธีการประเมินตัวชี้วัดด้านแหล่งที่อยู่อาศัย.....                                  | 37 |
| ตารางที่ 2.23 | ตัวชี้วัดด้านความหลากหลายทางชีวภาพ .....                                           | 38 |
| ตารางที่ 2.24 | ตัวชี้วัดด้านนันทนาการ .....                                                       | 40 |
| ตารางที่ 2.25 | วิธีการประเมินตัวชี้วัดนันทนาการ.....                                              | 42 |
| ตารางที่ 2.26 | ตัวชี้วัดด้านสุนทรียภาพ.....                                                       | 42 |
| ตารางที่ 2.27 | ตัวชี้วัดด้านวัฒนธรรมอื่นๆ.....                                                    | 43 |
| ตารางที่ 2.28 | ตัวชี้วัดด้านเกษตรกรรม .....                                                       | 45 |
| ตารางที่ 2.29 | วิธีการประเมินตัวชี้วัดด้านเกษตรกรรม.....                                          | 46 |

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตารางที่ 2.30 ตัวชี้วัดด้านทรัพยากรอื่นๆ .....                                              | 46  |
| ตารางที่ 2.31 ตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ.....                                                    | 47  |
| ตารางที่ 2.32 ตัวชี้วัดปัจจัยทางสังคมของประโยชน์ทั้ง 4 ด้านของพื้นที่สีเขียว.....           | 48  |
| ตารางที่ 2.33 ตัวชี้วัดเสนอแนะสำหรับประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมือง .....                     | 49  |
| ตารางที่ 2.34 อุปสงค์ของประโยชน์แต่ละด้านของระบบนิเวศและตัวชี้วัดของอุปสงค์.....            | 51  |
| ตารางที่ 3.1 แหล่งข้อมูลของตัวชี้วัด.....                                                   | 53  |
| ตารางที่ 3.2 คะแนนของตัวชี้วัดด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน .....                                | 56  |
| ตารางที่ 3.3 รูปแบบการพัฒนาพื้นที่สีเขียวสำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพ .....                    | 59  |
| ตารางที่ 3.4 รายละเอียดวิธีการหาปริมาณพื้นที่สีเขียวของพื้นที่เดิม .....                    | 60  |
| ตารางที่ 4.1 รายชื่อชุมชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก .....                                       | 66  |
| ตารางที่ 4.2 ตัวชี้วัดสำหรับประเมินพื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก .....                    | 66  |
| ตารางที่ 4.3 ข้อมูลของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม.....                                         | 68  |
| ตารางที่ 4.4 ข้อมูลด้านนิเวศวิทยาของชุมชน 64 แห่ง .....                                     | 72  |
| ตารางที่ 4.5 ข้อมูลตัวชี้วัดด้านวัฒนธรรม .....                                              | 74  |
| ตารางที่ 4.6 ข้อมูลตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ .....                                              | 76  |
| ตารางที่ 4.7 เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละตัวชี้วัด.....                                         | 78  |
| ตารางที่ 4.8 คะแนนของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม .....                                         | 79  |
| ตารางที่ 4.9 คะแนนของตัวชี้วัดด้านนิเวศวิทยา.....                                           | 83  |
| ตารางที่ 4.10 คะแนนตัวชี้วัดด้านวัฒนธรรม .....                                              | 85  |
| ตารางที่ 4.11 คะแนนตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ.....                                               | 87  |
| ตารางที่ 4.12 ลำดับความสำคัญของประโยชน์พื้นที่สีเขียว.....                                  | 90  |
| ตารางที่ 4.13 คำนวณน้ำหนักของประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม .....                                  | 92  |
| ตารางที่ 4.14 คำนวณน้ำหนักเปรียบเทียบระหว่างชุมชนกับผู้บริหารเทศบาล.....                    | 95  |
| ตารางที่ 4.15 เกณฑ์การให้คะแนนตัวชี้วัดทางสังคมของชุมชนทั้งหมดในเทศบาลนครพิษณุโลก.....      | 95  |
| ตารางที่ 4.16 ค่าคะแนนตัวชี้วัดทางสังคม.....                                                | 96  |
| ตารางที่ 4.17 ผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวทั้ง 4 ด้านด้วยวิธีคิดคะแนน 3 แบบ.....      | 100 |
| ตารางที่ 4.18 ผลคะแนนรวมประโยชน์ 4 ด้านของพื้นที่สีเขียว.....                               | 104 |
| ตารางที่ 4.19 คะแนนรวมแบบค่าน้ำหนักเท่ากันและแบบมีค่าน้ำหนักของชุมชน .....                  | 106 |
| ตารางที่ 4.20 สรุปพื้นที่สีเขียวเดิมและพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพของเทศบาลนครพิษณุโลก ..... | 140 |
| ตารางที่ 5.1 วิธีการหาคำนวณน้ำหนักจากงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมือง..... | 145 |

## สารบัญรูปรภาพ

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| รูปภาพที่ 2.1 แนวความคิดของระบบนิเวศแบบเป็นลำดับขั้น.....                                            | 10  |
| รูปภาพที่ 2.2 ลำดับขั้นของระบบนิเวศวิทยา.....                                                        | 11  |
| รูปภาพที่ 2.3 แผนภาพอุปสงค์ ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบนิเวศ และอุปทาน.....                             | 13  |
| รูปภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์และอุปทานในระบบนิเวศ .....                                   | 15  |
| รูปภาพที่ 4.1 แผนที่เทศบาลนครพิษณุโลก.....                                                           | 65  |
| รูปภาพที่ 4.2 เขตการปกครองชุมชนทั้ง 4 เขตของเทศบาลนครพิษณุโลก.....                                   | 65  |
| รูปภาพที่ 4.3 แผนที่แสดงการประเมินด้านสภาพภูมิอากาศ.....                                             | 116 |
| รูปภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงการประเมินด้านการลดปัญหาน้ำท่วม .....                                        | 117 |
| รูปภาพที่ 4.5 แผนที่แสดงการประเมินด้านคุณภาพอากาศ .....                                              | 118 |
| รูปภาพที่ 4.6 แผนที่แสดงการประเมินด้านการกักเก็บคาร์บอน .....                                        | 119 |
| รูปภาพที่ 4.7 แผนที่แสดงการประเมินด้านนันทนาการ.....                                                 | 120 |
| รูปภาพที่ 4.8 แผนที่แสดงการประเมินด้านวัฒนธรรม .....                                                 | 121 |
| รูปภาพที่ 4.9 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวโดยรวมแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน .....             | 122 |
| รูปภาพที่ 4.10 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวโดยรวมแบบค่าน้ำหนักไม่เท่ากัน .....         | 123 |
| รูปภาพที่ 4.11 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านสิ่งแวดล้อมแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน .....   | 124 |
| รูปภาพที่ 4.12 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านสิ่งแวดล้อมแบบค่าน้ำหนักไม่เท่ากัน..... | 125 |
| รูปภาพที่ 4.13 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านนิเวศวิทยา .....                        | 126 |
| รูปภาพที่ 4.14 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านวัฒนธรรม .....                          | 127 |
| รูปภาพที่ 4.15 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านเศรษฐกิจ .....                          | 128 |
| รูปภาพที่ 4.16 การนำเสนอผลการประเมินให้กับคณะผู้บริหารเทศบาลนครพิษณุโลก.....                         | 129 |
| รูปภาพที่ 4.17 พื้นที่สีเขียวในปัจจุบันของเทศบาลนครพิษณุโลก.....                                     | 131 |
| รูปภาพที่ 4.18 พื้นที่สีเขียวปัจจุบันของชุมชนที่มีความต้องการเร่งด่วน .....                          | 132 |
| รูปภาพที่ 4.19 พนพพพื้นที่สีเขียวในปัจจุบันของชุมชนที่มีความต้องการปานกลาง.....                      | 133 |
| รูปภาพที่ 4.20 พื้นที่สีเขียวในปัจจุบันของชุมชนที่มีความต้องการน้อย .....                            | 134 |
| รูปภาพที่ 4.21 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะสั้น .....                                                  | 135 |
| รูปภาพที่ 4.22 แผนพื้นที่สีเขียวระยะปานกลาง .....                                                    | 136 |
| รูปภาพที่ 4.23 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะยาว .....                                                   | 137 |
| รูปภาพที่ 4.24 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก .....                                         | 138 |

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็มาและความสำคัญของปัญหา

เมืองมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในหลายทศวรรษที่ผ่านมา จนประชากรเมืองมีเทียบเท่ากับประชากรในชนบทเมื่อปี 2010 และถูกคาดการณ์ว่าจะเติบโตจนมีประชากรเมืองทั่วโลกกว่าร้อยละ 70 ในปี 2060 โดยเฉพาะประเทศในทวีปเอเชียและแอฟริกา (United Nations, 2018) การเจริญเติบโตของเมืองผนวกกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรทำให้มีการขยายตัวพื้นที่ก่อสร้างและมีพื้นที่สีเขียวลดลง ก่อให้เกิดปัญหาตามมาต่างมากมาย เนื่องจากพื้นที่สีเขียวเมืองเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเมืองที่มีประโยชน์หลายด้านทั้งด้านสภาพแวดล้อม ด้านสังคม-เศรษฐกิจ และด้านนิเวศวิทยา (James et al., 2009) การลดลงของพื้นที่สีเขียวจึงส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของคนเมืองที่เสื่อมถอยลงและความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศวิทยาซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของพืชพรรณและสัตว์นานาชนิด ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้มีการเห็นความสำคัญของการพัฒนาพื้นที่สีเขียวที่เกี่ยวกับการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน (Chiesura, 2004; Haq, 2011) จนมีการกำหนดให้ปริมาณพื้นที่สีเขียวของเมืองเป็นหนึ่งในตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืน goals (Gómez, Jabaloyes, Montero, De Vicente, & Valcuende, 2011; WHO, 2012)

การวางแผนพื้นที่สีเขียวแบบบูรณาการที่คำนึงถึงประโยชน์ด้านต่างๆของพื้นที่สีเขียวเมืองจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง (Anguluri & Narayanan, 2017; Haq, 2011) โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาที่มักมีรูปแบบการพัฒนาเมืองที่ส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก (Haq, 2011) ซึ่งเห็นได้ชัดจากปริมาณพื้นที่สีเขียวที่แตกต่างกันของเมืองที่พัฒนาแล้วกับเมืองในประเทศกำลังพัฒนา โดยองค์รอนามัยโลกได้กำหนดให้เมืองมีพื้นที่สีเขียวสาธารณะขั้นต่ำ คือ 9 ตร.ม./คน (WHO, 2012) ปริมาณพื้นที่สีเขียวสาธารณะของเมืองในประเทศตะวันตกส่วนใหญ่มีมากกว่ามาตรฐานที่ถูกกำหนด เช่น รอตเธอร์ดัม ประเทศเนเธอร์แลนด์ มีพื้นที่เท่ากับ 28.3 ตร.ม./คน นิวยอร์ก สหรัฐอเมริกา มี 23.1 ตร.ม./คน โตรอนโต ประเทศแคนาดา มี 12.6 ตร.ม./คน หรือ ปารีส มี 11.5 ตร.ม./คน ในขณะที่เมืองในประเทศกำลังพัฒนาหลายเมืองมีพื้นที่สีเขียวสาธารณะต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เช่น คอลิมา ประเทศเม็กซิโก มี 6.2 ตร.ม./คน กรุงเทพฯ มี 3.3 ตร.ม./คน หรือบัวโนสไอเรส ประเทศอาร์เจนตินา มี 1.9 ตร.ม./คน บางเมืองที่แม้จะมีปริมาณพื้นที่สีเขียวอยู่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ปักกิ่งมีพื้นที่สีเขียวสาธารณะ 88.4 ตร.ม./คน หรือกรุงนิวเดลีที่มีพื้นที่ 18.8 ตร.ม./คน แต่เมืองเหล่านี้อาจมีการสูญเสียพื้นที่สีเขียวจากการเจริญเติบโตของเมืองอย่างรวดเร็ว ดังนั้น การวางแผนพื้นที่สีเขียวเมืองจึงไม่เพียงเป็นการศึกษาศักยภาพพื้นที่เมืองเพื่อเพิ่มปริมาณพื้นที่สีเขียวให้มากขึ้น แต่ยังช่วยรักษาพื้นที่สีเขียวที่มีอยู่อย่างสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางสังคม-เศรษฐกิจของเมือง อย่างไรก็ตามยังขาดเครื่องมือในการประเมินการวางแผนพื้นที่สีเขียวอย่างบูรณาการ (Meerow & Newell, 2017)

พื้นที่สีเขียวเมืองมีชื่อเรียกอื่นๆที่แสดงถึงแนวความคิดที่แตกต่างตามยุคสมัย ทั้งพื้นที่สีเขียวสาธารณะ (Public green spaces) พื้นที่สาธารณูปโภคสีเขียว (Green Infrastructure) และล่าสุด คือ ระบบนิเวศเมือง (Urban ecosystems) แม้ว่าคำสุดท้ายจะไม่ได้หมายถึงแค่พื้นที่สีเขียวเมืองเท่านั้น แต่รวมเอาสิ่งปลูกสร้างต่างๆของเมืองไปด้วย หากแต่พื้นที่หลักที่ได้รับการมุ่งเน้นในการให้ประโยชน์กับเมือง คือ พื้นที่สีเขียวหรือพื้นที่ที่มีพืช

พรรณต่างๆ อยู่แน่นอน ส่วนประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากพื้นที่ทางนิเวศ เรียกว่า Ecosystem services ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ด้าน (MA, 2005; TEEB, 2011) คือ ประโยชน์ด้านควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Regulating services) ประโยชน์ด้านสังคม-วัฒนธรรม (Cultural services) ประโยชน์ด้านการเอื้อต่อระบบนิเวศ (Supporting services) และประโยชน์ด้านการสร้างผลผลิต (Providing services) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา มีงานศึกษาด้านการผังพื้นที่สีเขียวอย่างบูรณาการจำนวนมากซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาประโยชน์ทั้ง 4 ด้านของระบบนิเวศเมืองและมีแนวโน้มมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ (อ้างใน Luederitz, 2015) โดยงานศึกษาส่วนใหญ่เป็นลักษณะของการประเมินประโยชน์ที่ได้รับจากพื้นที่สีเขียวเมือง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุคุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้รับของพื้นที่สีเขียวเมือง อันจะนำไปสู่การวางผังพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมต่อไป ไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของการเลือกพื้นที่ที่มีความต้องการเร่งด่วนมากที่สุดสำหรับการพัฒนาพื้นที่สีเขียว หรือในรูปแบบของการศึกษาเปรียบเทียบแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวที่แตกต่างกันว่าแผนใดมีผลกระทบต่อเมืองอย่างไร

การศึกษาประเมินพื้นที่สีเขียวเมืองให้ครอบคลุมประโยชน์หลากหลายด้านมักใช้เกณฑ์ที่หลากหลาย (Multi-Criteria Assessment) ที่มีตัวชี้วัดหลายตัวสำหรับประเมินประโยชน์ในแต่ละด้าน ถือว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการประเมินพื้นที่สีเขียวที่มีประโยชน์มากกว่า 1 ด้าน UGS (Fábos, 2004; Queiroz et al., 2015) และมักใช้ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ (Geographical Information System-GIS) ที่ช่วยให้นักวางผังสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับคุณภาพของพื้นที่ รวมทั้งเป็นเครื่องมือสื่อสารในการวางผังร่วมกันระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Neuenschwander, Wissen Hayek, & Grêt-Regamey, 2014) อย่างไรก็ตาม การประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเมืองที่ผ่านมามักไม่ครอบคลุมถึงตัวชี้วัดทุกด้าน มักมีเพียงตัวชี้วัดด้านควบคุมคุณภาพของสิ่งแวดล้อมและด้านวัฒนธรรมเท่านั้นที่ได้รับความสนใจจากงานศึกษาส่วนใหญ่ (de la Barrera, Reyes-Paecke, & Banzhaf, 2016; Kremer, Hamstead, & McPhearson, 2016; Pulighe et al., 2016; Haase, 2014; Cortinovis, 2018) ในขณะที่ประโยชน์ทางด้านนิเวศวิทยาและการสร้างผลผลิตได้รับความสนใจค่อนข้างน้อย (Luederitz, 2015; Cortinovis, 2018) นอกจากนี้ งานศึกษาที่ผ่านมามักเน้นไปที่ประโยชน์ด้านใดด้านหนึ่งเป็นหลัก และไม่ศึกษาประโยชน์ด้านอื่นไปพร้อมๆ กัน ทำให้ไม่เกิดภาพรวมจากการศึกษาประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว และส่งผลให้การวางผังพื้นที่สีเขียวเป็นไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพเพราะอาจเน้นประโยชน์ด้านใดด้านหนึ่งมากเกินไป และขาดการคำนึงประโยชน์ด้านอื่นๆ ที่สำคัญเช่นกัน

การประเมินพื้นที่สีเขียวเมืองแบบบูรณาการที่คำนึงถึงประโยชน์หลายด้านจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด อย่างไรก็ตาม การคำนึงถึงประโยชน์หลายด้านของพื้นที่สีเขียวที่เกี่ยวข้องกับประเด็นอันหลากหลายอาจเป็นวิธีการที่ยุ่งยาก ซับซ้อน และต้องการตัวชี้วัดเป็นจำนวนมาก โดยตัวชี้วัดบางตัวต้องการวิธีประเมินที่ใช้การคำนวณที่ซับซ้อนและต้องใช้การเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง โดยเฉพาะตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมและวัฒนธรรม ที่ต้องการการสำรวจสถานะของสภาพแวดล้อมจริงหรือการสำรวจความคิดเห็นของประชากร ลักษณะของการประเมินดังกล่าวจึงเหมาะสมกับหน่วยงานที่มีมีความพร้อมด้านงบประมาณสนับสนุนทั้งการเงินและเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง ตรงกันข้ามกับองค์กรปกครองท้องถิ่นในหลายประเทศที่มีงบประมาณจำกัด นอกจากนี้ ตัวชี้วัดที่มีอยู่ในปัจจุบันยังมุ่งเน้นไปที่การประเมินประโยชน์หรือคุณค่าของพื้นที่สีเขียวเป็นหลัก โดยไม่คำนึงถึงลักษณะที่แตกต่างกันของประชากรที่ส่งผลต่อความต้องการพื้นที่สีเขียวที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ประชากรผู้สูงอายุ เด็ก ผู้

พิการและผู้มีรายได้น้อยย่อมมีความต้องการที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ทางด้านสุขภาพ การเข้าถึงพื้นที่นั้นธนาคาร และผลพลอยได้ทางเศรษฐกิจที่แตกต่างจากประชากรเมืองทั่วไป

ดังนั้น จึงควรมีการพัฒนาวิธีการประเมินพื้นที่สีเขียวเมืองแบบบูรณาการที่เหมาะสม ซึ่งประกอบไปด้วยจำนวนตัวชี้วัดที่ครอบคลุมประโยชน์ทั้ง 4 ด้านของพื้นที่สีเขียว อีกทั้งมีจำนวนที่พอเพียงต่อการประเมินในขั้นต้น และเป็นตัวชี้วัดที่สามารถหาข้อมูลได้สะดวก ไม่ต้องการวิธีการประเมินที่ยุ่งยากซับซ้อนเกินไป หากมีวิธีการประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเมืองที่ครอบคลุมและไม่ซับซ้อน จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำไปใช้วางแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองขององค์กรปกครองท้องถิ่น เมื่อพิจารณาถึงสมรรถภาพขององค์กรปกครองท้องถิ่นที่มักมีข้อจำกัดทั้งทางด้านทรัพยากรบุคคลและเทคโนโลยีทำให้ไม่สามารถประเมินความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของพื้นที่สีเขียวที่ให้ประโยชน์แต่ละอย่างได้ (Madureira & Andresen, 2013) การพัฒนาเครื่องมือประเมินที่ช่วยให้องค์กรปกครองท้องถิ่นสามารถประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวได้ในเวลาอันสั้นจึงมีประโยชน์ต่อการพัฒนาพื้นที่สีเขียวอย่างยั่งยืนที่อยู่บนพื้นฐานของความต้องการด้านสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และนิเวศวิทยาได้ในที่สุด

## 1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา

- เพื่อพัฒนาวิธีการประเมินแบบใช้ตัวชี้วัดรวมกับการใช้ GIS ที่ครอบคลุมการประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเมืองทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และนิเวศวิทยา โดยต้องประกอบไปด้วยตัวชี้วัดที่พอเพียงและเหมาะสม ไม่ต้องการวิธีการประเมินที่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถประเมินได้ในระยะเวลาอันสั้น
- เพื่อทดลองใช้วิธีการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวกับพื้นที่เมืองขนาดใหญ่ของประเทศไทย เพื่อตรวจสอบดูความเหมาะสมในการใช้งานและความถูกต้องของผลการประเมินจากความคิดเห็นขององค์กรปกครองท้องถิ่นที่มีส่วนรับผิดชอบในการพัฒนาเมือง
- เพื่อพัฒนาแผนพื้นที่สีเขียวระดับชุมชนที่ได้รับคัดเลือกจากผลการประเมิน

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้วิธีการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองที่ครอบคลุมประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเมืองทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และนิเวศวิทยา และเป็นวิธีการประเมินที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเหมาะสมกับหน่วยงานปกครองท้องถิ่นที่สามารถนำไปใช้ประเมินได้เองอย่างรวดเร็ว
- ได้ทราบข้อดี-ข้อเสียของวิธีการประเมินที่พัฒนาและสามารถนำไปพัฒนาปรับปรุงให้รูปแบบการประเมินมีความเหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต
- ได้ทราบผลการประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวของพื้นที่เมืองที่ถูกเลือกมาทำการศึกษา อันจะนำไปสู่แผนการพัฒนาพื้นที่สีเขียวของเมืองนั้นในที่สุด

## 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านพื้นที่สีเขียว ขอบเขตด้านพื้นที่เมืองที่ทำการศึกษา และขอบเขตด้านงานวิจัย

- ด้านพื้นที่สีเขียว พื้นที่สีเขียวที่นำมาประเมินมีเพียงพื้นที่สีเขียวสาธารณะเท่านั้น เพราะพื้นที่สาธารณะเป็นพื้นที่ที่องค์กรปกครองท้องถิ่น เช่น เทศบาล หรือ องค์การบริหารส่วนตำบลหรือส่วนจังหวัด มีอำนาจในการบริหารจัดการและพัฒนาพื้นที่ โดยแบ่งประเภทของพื้นที่สีเขียวให้สอดคล้องกับคำจำกัดความของพื้นที่สีเขียวที่กำหนดขึ้นโดยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งแบ่งได้ 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่เพื่อนันทนาการ พื้นที่อรรถประโยชน์ พื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติ พื้นที่ริ้วสวน และพื้นที่อื่นๆ

- ด้านพื้นที่เมืองที่ทำการศึกษามีเกณฑ์ในการเลือกพื้นที่เมือง 3 ข้อ คือ

1) เป็นพื้นที่เมืองขนาดใหญ่หรือเป็นเทศบาลนครที่มีประชากรมากกว่า 80,000 คนเป็นต้นไป เพื่อให้มีพื้นที่เขียวหลากหลายประเภทเหมาะแก่การศึกษา

2) เป็นพื้นที่เมืองที่มีองค์กรปกครองท้องถิ่นที่มีแผนที่ GIS สำหรับโครงสร้างเมืองในภาพรวมที่ประกอบไปด้วย ถนน สิ่งปลูกสร้าง และองค์ประกอบทางธรรมชาติ

3) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลด้านพื้นที่สีเขียวและร่วมพัฒนาวิธีการประเมินพื้นที่สีเขียวในขั้นตอนต่างๆ

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น ทำให้เลือกเทศบาลนครพิษณุโลกเป็นพื้นที่ศึกษาเพื่อทดลองใช้วิธีการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวที่ถูกพัฒนาขึ้น เนื่องจากเทศบาลนครพิษณุโลกมีประชากรประมาณ 80,000 คน และเทศบาลมีแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองอย่างต่อเนื่องหลายสิบปี จนทำให้มีสวนสาธารณะระดับเมืองจำนวน 2 แห่ง คือ สวนชมน่าน และสวนเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา ซึ่งมีผู้ใช้โครงการเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ทางเทศบาลนครพิษณุโลกได้พัฒนาแผนที่ GIS ในพื้นที่เพื่อใช้ในการจัดเก็บภาษีอีกด้วย

- ด้านงานวิจัย มีขอบเขตดังต่อไปนี้

1) การประเมินพื้นที่สีเขียว เน้นไปที่รูปแบบการประเมินที่ใช้ตัวชี้วัดสำหรับประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว 4 ด้านเป็นหลัก คือ ด้านด้านสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และนิเวศวิทยา และเน้นตัวชี้วัดที่สามารถหาข้อมูลได้จากทางกายภาพเป็นหลักเพื่อความสะดวกรวดเร็วในการเก็บข้อมูล โดยมีการรวมคะแนนทั้งแบบให้ค่าน้ำหนักเท่ากันและแบบค่าน้ำหนักต่างกันตามความคิดเห็นของชุมชน

2) การรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย แบ่งออกเป็นตัวแทนจาก 2 กลุ่มหลัก คือ ประชาชนทั่วไปในชุมชนเมือง และผู้บริหารจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

3) การประเมินพื้นที่สีเขียวเป็นการประเมินในระดับชุมชนและในระดับเมืองทั้งหมด ส่วนการพัฒนาแผนพื้นที่สีเขียวจะเป็นการดำเนินการจากชุมชนที่ถูกเลือกอย่างน้อย 3 ชุมชน

#### 1.5 กรอบการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักดังแสดงในตารางที่ 1.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1กรอบการดำเนินงานของโครงการวิจัย

| วัตถุประสงค์                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ขั้นตอนการดำเนินงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ผลผลิต                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| เพื่อพัฒนาวิธีการประเมินแบบใช้ตัวชี้วัดร่วมกับการใช้ GIS ที่ครอบคลุมการประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเมืองทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และนิเวศวิทยา โดยต้องประกอบไปด้วยตัวชี้วัดที่พอเพียงและเหมาะสม ไม่ต้องการวิธีการประเมินที่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถประเมินได้ในระยะเวลาอันสั้น | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การศึกษารวบรวมตัวชี้วัด เพื่อประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองทั้ง 4 ด้านเป็นหลัก คือ ด้านสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และนิเวศวิทยา โดยทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ Urban ecosystem services และ การประเมิน Ecosystem services ในพื้นที่เมืองเป็นหลัก</li> <li>- การวิเคราะห์ตัวชี้วัดในปัจจุบัน และรูปแบบการประเมิน</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินพื้นที่สีเขียวเมืองในประเทศต่างๆ</li> <li>- ประเภทของตัวชี้วัด</li> <li>- วิธีการประเมินของแต่ละตัวชี้วัด</li> <li>- วิธีการให้คะแนนของการประเมิน</li> <li>- ข้อดี/ข้อเสียของวิธีการประเมินในปัจจุบัน</li> <li>- ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิธีการประเมิน</li> <li>- รูปแบบการประเมินที่ไม่ซับซ้อน สะดวก และใช้เวลาสั้น</li> </ul> |
| เพื่อทดลองใช้วิธีการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวกับพื้นที่เมืองขนาดใหญ่ของประเทศไทย เพื่อตรวจสอบดูความเหมาะสมในการใช้งานและความถูกต้องของผลการประเมินจากความคิดเห็นขององค์กรปกครองท้องถิ่นที่มีส่วนรับผิดชอบในการพัฒนาเมือง                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การรวบรวมข้อมูลพื้นที่ศึกษาเพื่อประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวทั้งจากแหล่งทุติยภูมิและแหล่งปฐมภูมิ</li> <li>- การทำแผนที่ดิจิทัลและป้อนข้อมูลตัวเลขด้วย GIS</li> <li>- การประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก</li> <li>- การนำเสนอผลการประเมินต่อคณะผู้บริหารเทศบาล</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ข้อมูลกายภาพและสังคม-เศรษฐกิจเพื่อประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียว</li> <li>- แผนที่ GIS ที่ระบุประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเมืองพิษณุโลก</li> <li>- ผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองพิษณุโลกระดับชุมชนและระดับเมือง</li> <li>- ความคิดเห็นของเทศบาลต่อวิธีการประเมินและผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมือง</li> </ul>                           |
| เพื่อพัฒนาแผนพื้นที่สีเขียวระดับชุมชนที่ได้รับคัดเลือกจากผลการประเมิน                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- คัดเลือกพื้นที่ชุมชน 3 แห่งจากความคิดเห็นของเทศบาลที่ได้รับฟังผลการประเมิน</li> <li>- การเก็บรวบรวมข้อมูลระดับพื้นที่ของชุมชนทั้ง 3 แห่ง</li> </ul>                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- พื้นที่ชุมชน 3 แห่งที่ได้รับคัดเลือกจากเทศบาล</li> <li>- ข้อมูลทางกายภาพในระดับพื้นที่ของชุมชน 3 แห่ง</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      |



|  |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                     |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การพัฒนาแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวของชุมชนทั้ง 3 แห่งจากการวิเคราะห์ GIS</li> <li>- การนำเสนอแผนต่อเทศบาล</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวของชุมชน 3 แห่งเพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาพื้นที่</li> <li>- ข้อเสนอแนะต่อแผนพัฒนาจากเทศบาล</li> </ul> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

ส่วนที่ 1 การศึกษารวบรวมตัวชี้วัด เพื่อประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองทั้ง 4 ด้านเป็นหลัก คือ ด้านสภาพแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ และนิเวศวิทยา โดยทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับ Urban ecosystem services และ การประเมิน Ecosystem services ในพื้นที่เมืองเป็นหลัก ผลจากการศึกษาในขั้นตอนนี้ทำให้มีการรวบรวมตัวชี้วัดที่เคยใช้ประเมินพื้นที่สีเขียวเมืองในประเทศต่างๆ และสามารถแบ่งประเภทตัวชี้วัด รวมทั้งวิธีการประเมินสำหรับตัวชี้วัดทั้งหมด จากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดทั้งหมดทำให้สามารถระบุตัวชี้วัดที่เหมาะสมกับการนำมาใช้กับการประเมินพื้นที่สีเขียวเมืองในบริบทของประเทศไทยได้ ซึ่งต้องเป็นตัวชี้วัดที่เน้นการประเมินจากทางกายภาพเป็นหลัก และไม่ต้องมีการคำนวณที่ยู้งยากซับซ้อนเกินไป

ส่วนที่ 2 การพัฒนาวิธีการประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเมืองด้วยตัวชี้วัด จากการทบทวนวรรณกรรมในส่วนที่ 1 ทำให้สามารถระบุข้อดี-ข้อเสียของรูปแบบการประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวที่ผ่านมา อันจะนำไปสู่การนำเสนอแนวทางการพัฒนาปรับปรุงรูปแบบการประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวที่เป็นมาตรฐานสามารถนำไปใช้ได้ทั่วไปตามความเหมาะสมของข้อมูลและทรัพยากรที่มีอยู่ในแต่ละเมือง

ส่วนที่ 3 การรวบรวมข้อมูลพื้นที่ศึกษาเพื่อประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว วิธีการรวบรวมข้อมูลแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีหลัก ได้แก่

1) การเก็บข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิ ได้แก่ ข้อมูลด้านสภาพแวดล้อมและข้อมูลสังคม-เศรษฐกิจในรูปแบบสถิติ จากเทศบาลนครพิษณุโลกและหน่วยงานราชการต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานสถิติ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และสำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดพิษณุโลก

2) การเก็บข้อมูลกายภาพจากแผนที่ ได้แก่ ข้อมูลทางกายภาพของเมืองที่วัดได้จากแผนที่ GIS และ Google Map

3) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม ในรูปแบบการสำรวจข้อมูลจากตัวแทนชุมชนต่างๆในเทศบาลนครพิษณุโลก เพื่อเก็บข้อมูลของลานสุขภาพชุมชนและการให้ความสำคัญกับประโยชน์ด้านต่างๆของพื้นที่สีเขียว

ส่วนที่ 4 การประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองพิษณุโลกโดยใช้ GIS ในขั้นตอนนี้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาในส่วนที่ 3 จะถูกนำมาใส่ใน GIS ในรูปแบบของข้อมูลแผนที่ดิจิทัลและข้อมูลตัวเลข เพื่อนำมาประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวในระดับชุมชนและในระดับเมือง 2 แบบ คือ แบบค่าน้ำหนักเท่ากันและแบบค่าน้ำหนักต่างกัน

ส่วนที่ 5 การตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของวิธีการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวของเทศบาลนครพิษณุโลก ด้วยการจัดประชุมผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการวางแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมือง คือ ผู้บริหารของเทศบาลนครพิษณุโลก ประกอบไปด้วย นายกเทศมนตรีและผู้อำนวยการกองต่างๆที่เกี่ยวข้อง โดยมีการนำเสนอผลการประเมินให้คณะผู้บริหารรับฟังและสอบถามความคิดเห็นจากคณะผู้บริหาร

ส่วนที่ 6 การคัดเลือกชุมชน 3 ชุมชนและพัฒนาพื้นที่สีเขียวของทั้ง 3 ชุมชน จากการนำเสนอผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองข้างต้นต่อคณะผู้บริหารเทศบาล จะเป็นข้อมูลในการเลือกชุมชนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาแผนพื้นที่สีเขียวในลำดับถัดไป ทั้งนี้การคัดเลือกจะอยู่บนพื้นฐานของผลการประเมินที่แสดงให้เห็นว่าชุมชนดังกล่าวมีผลการประเมินต่ำจึงควรมีการเร่งพัฒนาพื้นที่สีเขียว และพิจารณาจากเกณฑ์อื่นๆตามที่กำหนด เมื่อได้ชุมชนที่คัดเลือกแล้ว ต้องมีการเก็บข้อมูลในระดับพื้นที่เพื่อนำไปสร้างแผนที่ดิจิทัลและวิเคราะห์ด้วย GIS อันจะนำไปสู่การพัฒนาแผนพื้นที่สีเขียวในที่สุด

## บทที่ 2

### เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

บทนี้กล่าวถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศวิทยาเมือง (Ecosystems) และประโยชน์ของระบบนิเวศ (Ecosystem services) โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับนิเวศวิทยา ในแง่คำนิยาม แนวความคิดและประโยชน์แบบต่างๆของระบบนิเวศโดยเฉพาะที่พบในระบบนิเวศเมือง ส่วนที่สองเป็นการประเมินประโยชน์ของระบบนิเวศเมืองหรือพื้นที่สีเขียวเมือง โดยเป็นการรวบรวมงานศึกษาด้านการประเมินพื้นที่เมืองที่ผ่านมา เพื่อวิเคราะห์ตัวชี้วัด วิธีการประเมินของแต่ละตัวชี้วัด การให้คะแนน และข้อดี-ข้อเสียของรูปแบบการประเมินที่มีอยู่ อันจะนำไปสู่ข้อเสนอแนะของตัวชี้วัดที่เหมาะสม

#### 2.1 ระบบนิเวศวิทยาเมือง (Ecosystems) และประโยชน์ของระบบนิเวศวิทยา (Ecosystem services)

##### 2.1.1 คำนิยาม

ระบบนิเวศวิทยา (Ecosystems) คือ ชุมชนที่ซับซ้อนมีการเปลี่ยนแปลงของพืช สัตว์ และจุลชีพ รวมถึงสภาพแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตก่อเกิดความสัมพันธ์ร่วมกันเปรียบเสมือนเป็นหน่วยหนึ่งที่มีหน้าที่และกระบวนการเพื่อการดำรงอยู่ของเผ่าพันธุ์ (MA, 2005; Moll and Petit, 1994 cited in Boland, 1999) โดยอาจเป็นระบบนิเวศแบบธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ ภูเขา หรือเป็นระบบนิเวศที่ผสมผสานกับการใช้งานของมนุษย์ เช่น พื้นที่เมืองหรือพื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น ส่วนระบบนิเวศวิทยาเมือง (Urban Ecosystems) เป็นการกำหนดขอบเขตของระบบนิเวศวิทยาที่พบเฉพาะในบริเวณพื้นที่เมืองซึ่งเป็นการอยู่ร่วมกันระหว่างมนุษย์และธรรมชาติ ซึ่งอาจรวมเอาพื้นที่ในขอบเขตเมืองและพื้นที่รอยต่อระหว่างเมืองกับชนบท (Luederitz, 2015) ระบบนิเวศวิทยาเมืองประกอบไปด้วยทั้งพื้นที่สีเขียวและพื้นที่น้ำทั้งหมดที่พบในเมือง อันรวมถึงต้นไม้ริมถนน สวนสาธารณะ สนามกอล์ฟ สนามหญ้า สนามเด็กเล่น ป่า สวน สระน้ำ ทะเลสาบ ทะเล พื้นที่ทิ้งขยะ และพื้นที่รกร้าง (Boland, 1999)

ประโยชน์ของระบบนิเวศวิทยา (Ecosystem services) คือ ประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศ (MA, 2005) เพื่อตอบสนองหรือเติมเต็มให้กับชีวิตมนุษย์ผ่านกระบวนการและสภาพต่างๆของระบบนิเวศวิทยา (Daily, 1997 cited in Luederitz, 2015) แนวความคิดนี้แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างระบบนิเวศและความอยู่ดีกินดีของมนุษย์ซึ่งเป็นผลมาจากสภาวะและปริมาณของต้นทุนทางธรรมชาติ (TEEB, 2012) อันมีผลต่อความมั่นคงปลอดภัย สุขภาพและความสัมพันธ์ทางสังคมของมนุษย์ โดยทั่วไปแล้วระบบนิเวศมักให้คุณประโยชน์มากกว่าหนึ่งด้านเพราะมีกลไกที่ซับซ้อนหลายอย่างที่ทำหน้าที่ได้หลากหลายสัมพันธ์กับการให้คุณประโยชน์ที่หลากหลายด้วย (Bolliger and Kienast, 2010) แสดงให้เห็นถึงอรรถประโยชน์ของระบบนิเวศ

แนวความคิดเรื่องประโยชน์ของระบบนิเวศวิทยา (Ecosystem services) ได้รับการเผยแพร่เป็นที่สนใจในวงกว้างจากรายงานเรื่อง Millenium Ecosystem Assessment ที่ตีพิมพ์ขึ้นในปีค.ศ. 2005 แม้ว่าจะมีการกล่าวถึงมาก่อนหน้านั้นตั้งแต่ปี 1970 โดยเรียกว่า environmental services หรือ nature's services ก่อนจะเปลี่ยนเป็น ecosystem services โดย Ehrlich and others ในช่วงต้นปี 1980 (HainesYoung, 2009)

จากคำนิยามข้างต้นของ ecosystem services มีนักวิทยาศาสตร์พยายามแบ่งกลุ่มของประโยชน์ออกเป็นหลายประเภท

## 2.1.2 ประเภทของประโยชน์ของระบบนิเวศวิทยา

การจัดประเภทของประโยชน์ของระบบนิเวศวิทยาโดย Millenium Ecosystem Assessment (MA, 2005) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

- ประโยชน์ด้านการสร้างผลผลิต (Provisioning services) หมายถึง ประโยชน์ที่ด้านจากทรัพยากรต่างๆที่เป็นผลผลิตของระบบนิเวศวิทยา เช่น ของป่า ไม้ เชื้อเพลิง น้ำจืด และสมุนไพร เป็นต้น
- ประโยชน์ด้านการควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Regulating services) หมายถึง ประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมไม่ให้เสื่อมโทรม เช่น การรักษาสภาพอากาศ การบรรเทาอุทกภัย การควบคุมโรค และการทำให้น้ำสะอาด เป็นต้น
- ประโยชน์ด้านวัฒนธรรม (Cultural services) เป็นประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมนันทนาการ คุณค่าทางสุนทรียศาสตร์ และการศึกษา
- ประโยชน์ด้านการสนับสนุน (Supporting services) เป็นประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายของระบบชีวภาพ เช่น การกำเนิดดิน การสังเคราะห์แสง และการหมุนเวียนของธาตุอาหาร เป็นต้น

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งประเภทของระบบนิเวศได้ตามลักษณะและขนาดทางกายภาพของระบบนิเวศอีกด้วย โดย Costanza (2008 cited in Haines-Young and Potschin, 2010) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

- ประโยชน์ในระดับโลก ได้แก่
  - 1) การควบคุมสภาพภูมิอากาศ
  - 2) การดูดซับคาร์บอน
  - 3) การกักเก็บคาร์บอน
  - 4) การดำรงไว้ซึ่งคุณค่าทางวัฒนธรรม
- ประโยชน์ในระดับท้องถิ่น ได้แก่
  - 1) การป้องกันภัยพิบัติ
  - 2) การบำบัดของเสีย
  - 3) การควบคุมทางชีวภาพ
  - 4) การเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยหรือแหล่งพักพิง
- ประโยชน์ตามทิศทางการไหลเวียนจากแหล่งผลิตไปยังแหล่งบริโภค ได้แก่
  - 1) การป้องกันน้ำท่วม
  - 2) การเป็นแหล่งน้ำ
  - 3) การป้องกันการกัดเซาะ

#### 4) การสร้างธาตุอาหาร

- ประโยชน์ระดับพื้นที่ ได้แก่

1) การกำเนิดดิน

2) การผลิตอาหาร/ไม้

3) การให้วัตถุดิบ

- ประโยชน์จากการเคลื่อนที่ของผู้คนไปในพื้นที่ธรรมชาติ

1) การเป็นแหล่งทางพันธุกรรม

2) การเป็นแหล่งนันทนาการ

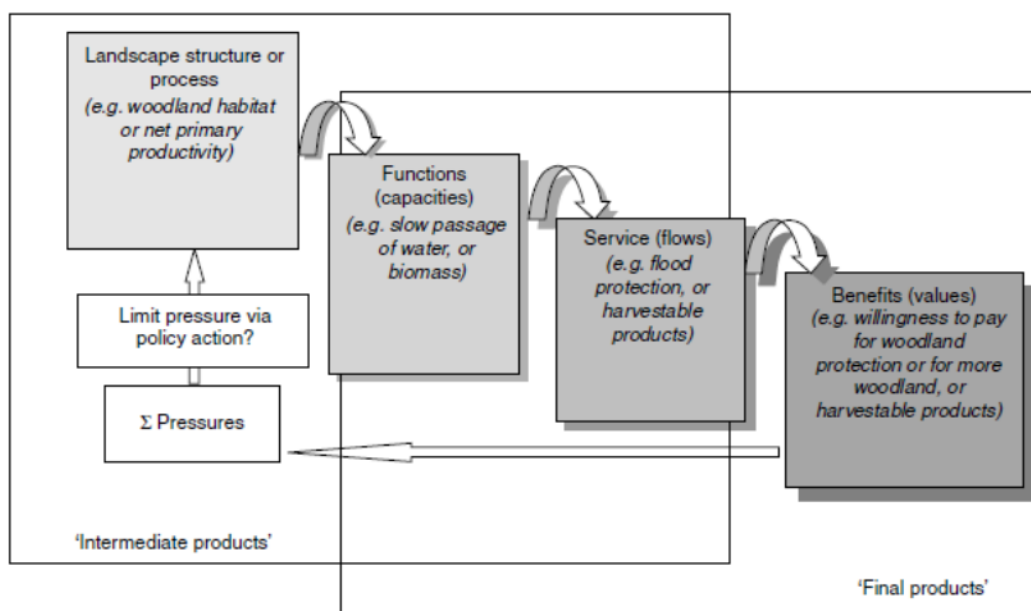
3) การสร้างคุณค่าทางวัฒนธรรมและสุนทรียภาพ

อย่างไรก็ตาม ประเภทของการใช้ประโยชน์ 4 แบบของ MA เป็นที่รู้จักและใช้กันแพร่หลายมากกว่าในการประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว

#### 2.1.3 แนวความคิดของประโยชน์ระบบนิเวศ

กรอบแนวความคิดของประโยชน์ระบบนิเวศ แบ่งเป็น 2 แนวความคิดหลัก ได้แก่

1) Ecosystem services cascade แนวความคิดนี้ถูกนำเสนอโดย Haines-Young and Potschin (2010) ซึ่งแบ่งออกเป็นลำดับขั้นที่มีความสัมพันธ์กันประกอบไปด้วย



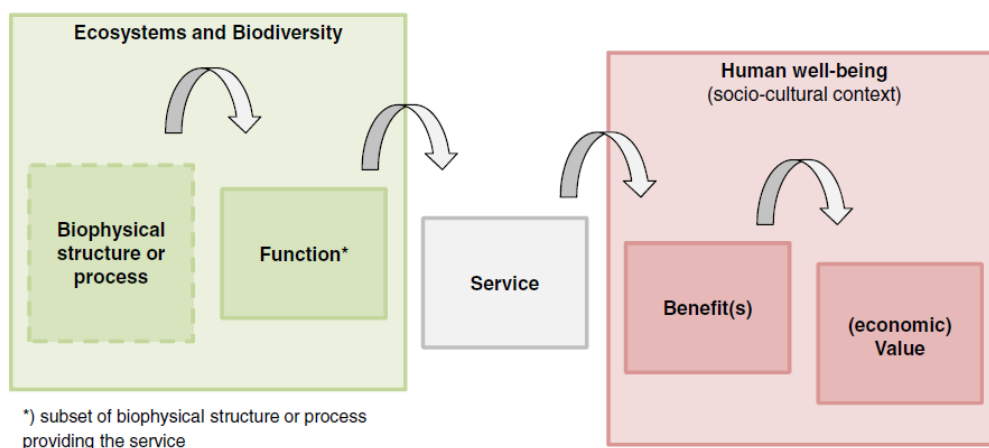
รูปภาพที่ 2.1 แนวความคิดของระบบนิเวศแบบเป็นลำดับขั้น

ที่มา: Hansen & Pauleit, 2014

- โครงสร้างทางนิเวศ (Ecological structures) คือ สภาพแวดล้อมที่เป็นชุมชนหรือแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต เช่น ป่า ทุ่งหญ้า หนองน้ำ ที่โล่งกว้าง เป็นต้น

- หน้าที่ของระบบนิเวศ (Ecological functions) คือ ความสามารถ (capacity) ของระบบนิเวศในการทำสิ่งต่างๆผ่านกระบวนการ (process) ที่มีในโครงสร้างระบบนิเวศข้างต้น เช่น การไหลของน้ำก่อให้เกิดการหมุนเวียนอากาศภายในลำน้ำ การเจริญเติบโตของพืชก่อให้เกิดชีวมวลและผลผลิตต่างๆ
- ประโยชน์ของระบบนิเวศ (Ecological services) คือ ประโยชน์ที่ได้รับมาจากกระบวนการของระบบนิเวศที่เกิดขึ้นซึ่งไม่ได้ส่งผลดีต่อมนุษย์โดยตรง เช่น การป้องกันน้ำท่วมจากการดูดซับน้ำของดินและรากพืชที่ยึดเกาะดินไว้ด้วยกันของพื้นที่ริมน้ำ ดินที่อุดมสมบูรณ์จากการเน่าเปื่อยของซากอินทรีย์ การขยายพันธุ์ของพืชและสัตว์จากการถ่ายละอองเรณูและการเคลื่อนที่ของสัตว์ เป็นต้น
- คุณค่าของระบบนิเวศ (Ecological values) คือ ผลประโยชน์ที่ได้ต่อเนื่องมาจากประโยชน์ระบบนิเวศในลำดับต่อมาอันเป็นผลประโยชน์ที่ส่งผลดีต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์โดยตรง เช่น บ้านเรือนที่ไม่เสียหายจากการป้องกันน้ำท่วมของพื้นที่สีเขียวริมน้ำ พืชผักอันเป็นผลผลิตจากดินอันอุดมสมบูรณ์ แหล่งเรียนรู้และแหล่งนันทนาการที่ได้จากการขยายพันธุ์ของพืชและสัตว์ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าคำนิยามของ Ecological services และ Ecological Values ของ Haines-Young มีความคลุมเครือ และซ้อนทับกันในบางกรณี เช่น ในกรณีของการป้องกันน้ำท่วมซึ่งส่งผลดีต่อมนุษย์โดยตรงอยู่แล้ว ซึ่งสามารถแยกออกเป็นประโยชน์แยกย่อยได้อีกหลายข้อ ทั้งการป้องกันการเสียหายต่อทรัพย์สิน เศรษฐกิจ และการป้องกันไม่ให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ ดังนั้น จึงไม่มีความจำเป็นในการแยก Ecological services และ Ecological Values ออกจากกัน นอกจากนี้ Hansen & Pauleit (2014) ได้นำเสนอลำดับขั้นถัดไปจาก Ecological values เป็น Economic values (รูปภาพที่ 2.2) ซึ่งเป็นการตีคุณค่าของระบบนิเวศออกเป็นหน่วยเงินที่สามารถวัดค่าเชิงรูปธรรมได้ เช่น ความสามารถในการจ่ายสำหรับพื้นที่อนุรักษ์ธรรมชาติอย่างพื้นที่ชุ่มน้ำ หรือ การตีคุณค่าของสวนสาธารณะออกมาเป็นหน่วยเงิน เป็นต้น ทั้ง Ecological benefits and Economic values ล้วนแล้วแต่เป็นประโยชน์ของระบบนิเวศที่มีต่อมนุษย์ทั้งสิ้น แต่เหมือนเป็นการแยกให้เห็นประเภทของประโยชน์ที่แบ่งออกเป็นประโยชน์สำหรับมนุษย์และมูลค่าทางเศรษฐกิจเท่านั้น



รูปภาพที่ 2.2 ลำดับขั้นของระบบนิเวศวิทยา  
ที่มา: Hansen & Pauleit, 2014

การศึกษาการประเมินประโยชน์ของระบบนิเวศเมืองที่ผ่านมาพบว่างานส่วนใหญ่เน้นไปที่เรื่องโครงสร้างระบบนิเวศหรือหน้าที่ของระบบนิเวศเป็นหลัก หรือความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและหน้าที่ของระบบนิเวศ มีงานเพียงน้อยชิ้นที่คำนึงถึงทั้ง 3 องค์ประกอบของโครงสร้าง หน้าที่และประโยชน์ที่ได้รับ (Luederitz, 2015)

## 2) Ecosystem services and disservices

แนวความคิดเรื่อง Ecosystem disservices แสดงให้เห็นถึงการพิจารณาว่าระบบนิเวศและกระบวนการสามารถให้ทั้งคุณและโทษ มิใช่มีแต่คุณประโยชน์อย่างเดียวเท่านั้น Ecosystem disservices หมายถึง ผลกระทบทางลบของระบบนิเวศที่มีต่อมนุษย์ โดยสร้างการรบกวนหรืออันตรายในรูปแบบต่างๆ เช่น ศัตรูพืช การทำให้เกิดขยะ การเสื่อมโทรมของสิ่งปลูกสร้าง โรคภัย การโจมตีของสัตว์ การแพ้ละอองเกสร และภัยธรรมชาติต่างๆ (Lyytimäki, 2009 cited in von Dohren and Haase, 2015) งานศึกษาระบบนิเวศมักเน้นไปที่ประโยชน์เป็นหลักและมีเพียงน้อยชิ้นที่ให้ความสำคัญกับโทษของระบบนิเวศ ส่งผลให้ความเข้าใจด้านนี้ยังคงมีอยู่ค่อนข้างน้อย (Dobb, 2014)

ในบริบทของเมือง von Dohren and Haase (2015) ได้รวบรวมงานที่ศึกษาผลกระทบทางลบของระบบนิเวศเมืองในอดีตและสรุปได้ว่ามีผลกระทบทางลบสำหรับระบบนิเวศ ดังต่อไปนี้

- การแพ้ละอองเกสร
- พื้นที่สีเขียวที่ไม่ปลอดภัยและไม่ปลอดภัยจากการขาดการจัดการที่ดี
- การลดคุณภาพอากาศจากการไม่ช่วยดูดซับสาร VOC และ ฝุ่น
- เสี่ยงรบกวน กลิ่นเหม็น และพฤติกรรมของพืชและสัตว์ที่ก่อให้เกิดความวิตกกังวล
- ค่าใช้จ่ายจากการดูแลพื้นที่สีเขียว
- ความเสียหายต่อโครงสร้างและชีวิตจากพืชและสัตว์
- โรคภัยที่มีสัตว์เป็นพาหะ
- การบดบังทัศนียภาพของต้นไม้
- คุณภาพและปริมาณน้ำที่ลดลง
- อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่ต้องการอนุรักษ์จากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น
- พื้นที่สีเขียวและน้ำที่ขัดขวางเส้นทางจราจร
- การตกค้างของสารพิษในดิน
- การบุกรุกสายพันธุ์บางชนิด
- สายพันธุ์ต่างถิ่นในพื้นที่ที่มีสายพันธุ์พื้นเมือง
- การจำกัดการใช้งานในพื้นที่อนุรักษ์

ผลกระทบทางลบต่อระบบนิเวศยังสามารถจัดกลุ่มให้สอดคล้องกับประโยชน์ของระบบนิเวศทั้ง 4 ด้านที่กำหนดโดย MA เช่นที่ปรากฏในงานศึกษาผลกระทบทางลบของระบบนิเวศน้ำในเมืองทะเลทรายของ

สหรัฐอเมริกา (Palta, 2016) งานชิ้นนี้ระบุผลกระทบทางลบเชิงสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และการให้ผลผลิต จะเห็นได้ว่าระบบนิเวศให้ทั้งคุณประโยชน์และอันตรายกับมนุษย์ในบางครั้ง ดังนั้นการประเมินพื้นที่สีเขียวจึงไม่ควรมีการคำนึงถึงประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเท่านั้น ควรมีการคำนึงถึงโทษของพื้นที่สีเขียวให้ครอบคลุมทุกด้านเช่นกัน

### 3) อุปสงค์และอุปทานของประโยชน์ระบบนิเวศ (Ecosystem Service Supply-Demand-Flow)

แนวความคิดนี้มีพื้นฐานอยู่ที่ความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์และอุปทานที่มีผลต่อประโยชน์ที่ได้รับจากระบบนิเวศ โดยอุปสงค์เกี่ยวข้องกับความสามารถของในการทำหน้าที่ต่างๆที่ก่อให้เกิดประโยชน์ ส่วนอุปทานเกี่ยวข้องกับความต้องการของมนุษย์ต่อประโยชน์ด้านต่างๆของระบบนิเวศ จากรูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์ ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบนิเวศ และอุปทาน โดย Burkhard (2012) ได้อธิบายไว้ว่าระบบนิเวศทั้งหมดที่ประกอบไปด้วยโครงสร้างแบบต่างๆที่ก่อให้เกิดกระบวนการทางนิเวศทำหน้าที่เป็นแหล่งทรัพยากรที่สร้างผลผลิตและทำหน้าที่ต่างๆ ระบบนิเวศจึงเป็นแหล่งที่ป้อนผลผลิตและบริการหรือเป็นแหล่งอุปทาน จากแหล่งอุปทานนี้ก่อให้เกิดคุณค่าหลายด้านทั้งด้านสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมและเศรษฐกิจ และคุณค่านี้เองของระบบนิเวศก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านสังคม-เศรษฐกิจ และความเป็นอยู่ของมนุษย์ จึงเกิดเป็นความสัมพันธ์ที่ย้อนกลับกลายเป็นความต้องการของมนุษย์ต่อคุณค่าที่ระบบนิเวศสร้างขึ้น หรืออุปสงค์ต่อระบบนิเวศซึ่งมีแรงผลักดันอีกส่วนมาจากจำนวนประชากรและการเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจ ความต้องการเหล่านี้ยังมีผลต่อเนื่องไปยังสภาพแวดล้อมทางกายภาพของระบบนิเวศในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินและพื้นที่ปกคลุมดินที่อาจเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นความสัมพันธ์เรื่องอุปสงค์-อุปทานจึงไม่ใช่ความสัมพันธ์ทางเดียวแต่เป็นความสัมพันธ์แบบวงจรที่มีผลต่อกันทั้งหมด



รูปภาพที่ 2.3 แผนภาพอุปสงค์ ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบนิเวศ และอุปทาน  
ที่มา: Burkhard, 2012

จากรูปภาพที่ 2.3 แสดงให้เห็นว่าอุปทานคือตัวระบบนิเวศนั่นเอง ส่วนอุปสงค์มีความหมายที่ซับซ้อนมากขึ้น Wolff (2015) ได้รวบรวมคำนิยามของอุปทานต่อประโยชน์ของระบบนิเวศไว้ตามตารางที่ 2.1 คำนิยามของอุปทานต่อประโยชน์ของระบบนิเวศ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 คำนิยามของอุปทานต่อประโยชน์ของระบบนิเวศ

| แหล่งที่มา | ความหมาย |
|------------|----------|
|------------|----------|



|                         |                                                                                                                                                           |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Burkhard et al., 2012   | ผลผลิตที่บริโภคทั้งหมดและประโยชน์ทั้งหมดที่มีผลต่อพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ไม่คำนึงถึงประโยชน์ทั้งหมดที่ระบบนิเวศนั้นสามารถให้ได้ |
| Schroter et al., 2014   | ความชื่นชอบของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งที่มีต่อลักษณะเฉพาะของประโยชน์ที่ได้รับจากระบบนิเวศ เช่น ลักษณะทางชีวภาพ ที่ตั้ง และช่วงเวลาที่มีอยู่รวมถึงการใช้งาน       |
| Villamagna et al., 2013 | ผลประโยชน์ที่สังคมได้รับหรือต้องการที่จะได้รับ                                                                                                            |

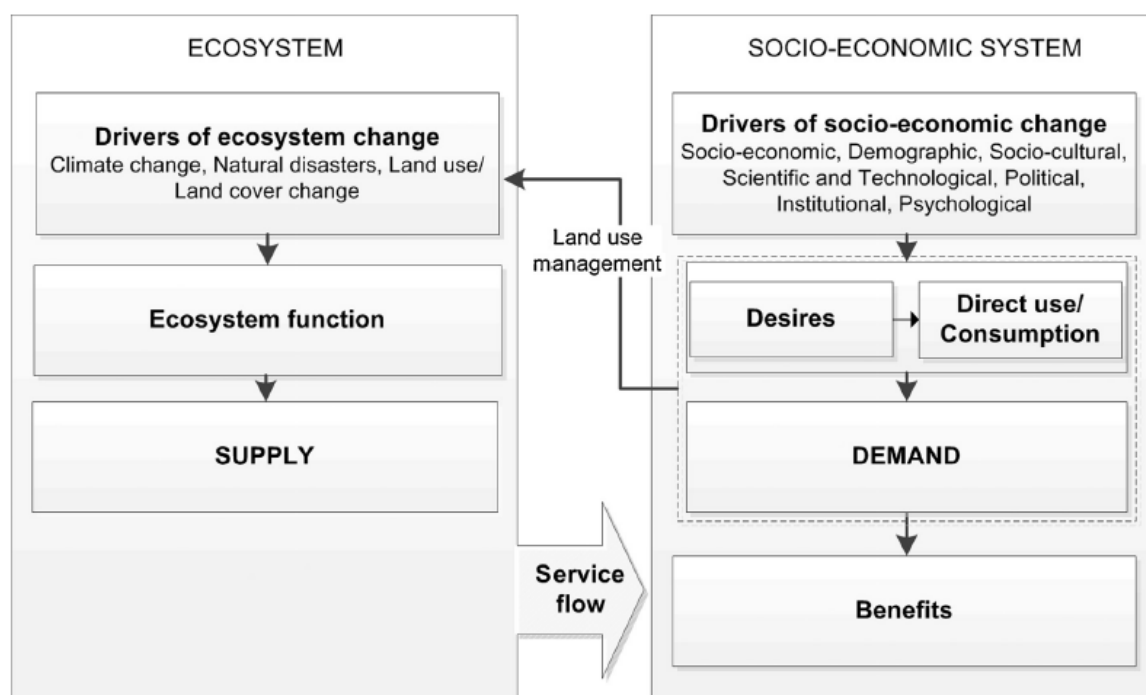
ที่มา: Wolff, 2015

จาก 3 คำนิยามข้างต้น Wolff (2015) ได้อธิบายลักษณะของอุปทานออกเป็น 2 ลักษณะหลัก คือ

1) อุปทานมีความสัมพันธ์กับการบริโภคหรือการใช้งานของมนุษย์ ประโยชน์ของระบบนิเวศจึงเปรียบเสมือนแหล่งทรัพยากรที่มีหน้าที่สร้างผลผลิตเพื่อการใช้งานของมนุษย์

2) อุปทานมีความสัมพันธ์กับความต้องการของมนุษย์ นอกจากผลผลิตที่มนุษย์บริโภคหรือใช้ในปัจุบันแล้ว อุปทานยังหมายถึงความต้องการต่อผลผลิตหรือการใช้งานระบบนิเวศที่ควรจะเป็น ซึ่งปริมาณความต้องการที่เหมาะสมนั้นอาจน้อยกว่าหรือมากกว่าการบริโภคที่เกิดขึ้นจริง เพื่อสร้างสมดุลระหว่างความต้องการของมนุษย์กับสภาพของระบบนิเวศ

อุปทานต่อประโยชน์ของระบบนิเวศของ Wolff (2015) จึงหมายถึง ทั้งการบริโภคหรือการใช้งานจริงที่เกิดขึ้น และความต้องการด้านการบริโภคและการใช้งานที่เหมาะสม ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์และอุปทานในระบบนิเวศ เมื่อเปรียบเทียบแผนภาพดังกล่าวกับของ Burkhard แล้วจะพบว่าอุปทานทั้งสองแนวความคิดเหมือนกัน คือ กระบวนการที่เกิดในโครงสร้างระบบนิเวศแบบต่างๆ แต่ Wolff แยกส่วนคุณค่าที่ได้รับจากระบบนิเวศออกมาให้เห็นชัดเจนโดยใช้คำว่า Service flow เพื่อเน้นว่ามีการส่งต่อจากระบบนิเวศไปยังพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์ สำหรับรูปแบบของ Service flow มีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามกระบวนการของระบบนิเวศ เช่น การควบคุมสภาพภูมิอากาศ และจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การขนส่งหรือ การใช้พลังงานธรรมชาติ เป็นต้น แนวความคิดเรื่อง Service flow จึงแสดงให้เห็นว่าลักษณะทางกายภาพของพื้นที่อุปทานและพื้นที่อุปสงค์ พื้นที่อุปทานถูกเรียกว่าพื้นที่ผลิต (Service Providing Area) ส่วนพื้นที่อุปสงค์คือพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์ (Service Benefiting Area) พื้นที่ผลิตและพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์อาจเป็นพื้นที่เดียวกันหรือคนละพื้นที่ หรือพื้นที่ผลิต 1 แห่งอาจมี service flow ไปยังพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์หลายแห่งหรือในทางกลับกัน



รูปภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์และอุปทานในระบบนิเวศ  
ที่มา: Wolff, 2015

ทั้งนี้ประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจาก service flow เป็นผลมาจากอุปสงค์ทั้ง 2 รูปแบบ คือ การบริโภคกับความ ต้องการของมนุษย์ Wolff ยังอธิบายด้วยว่าอุปทานเหล่านี้ของมนุษย์แปรเปลี่ยนตามสภาพสังคม-เศรษฐกิจ เช่น ลักษณะประชากร ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และลักษณะทางการเมือง เป็นต้น

## 2.2 การประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมือง

การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเมืองและแรงกดดันด้านสภาพแวดล้อมต่างๆที่เพิ่มขึ้นของเมืองต่อระบบนิเวศ ทำให้ความสนใจด้านการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองเพิ่มขึ้นอย่างมากในปัจจุบัน (Baro et al., 2016) รูปแบบของการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศที่หลากหลายภายใต้ 4 ประเภทหลัก คือ การใช้เกณฑ์และ ตัวชี้วัดหลายตัวเพื่อให้ครอบคลุมประโยชน์หลายอย่างของระบบนิเวศ การใช้เกณฑ์หลายเกณฑ์เป็นรูปแบบ การประเมินที่เหมาะสมกับประเด็นที่มีความซับซ้อนที่ผู้ประเมินต้องการพิจารณาหลายประเด็นพร้อมๆกัน (Fábos, 2004; Queiroz et al., 2015) นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ GIS ร่วมด้วยช่วยให้การวางผังพื้นที่ที่มีความสะดวกมากยิ่งขึ้นทั้งการประเมินและการจัดอันดับความสำคัญ เพราะ GIS ช่วยให้นักวางผังสามารถทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีโครงสร้างและหน้าที่ต่างกันได้

แม้ว่าการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นในปัจจุบัน แต่ยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับความไม่ชัดเจนของคำนิยาม และรูปแบบการประเมินที่หลากหลายไม่แน่นอน (Pulighe, 2016) ทำให้ขาดมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบการประเมินได้ (Egoh et al., 2012) นอกจากนี้การคำนึงถึงประโยชน์หลายด้านของระบบนิเวศยังคงไม่ครอบคลุมสำหรับงานส่วนใหญ่ มีเพียงแค่ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมเท่านั้นที่มักถูกรวมเข้าไปในการประเมิน (de la Barrera, Reyes-Paecke, & Banzhaf, 2016; Kremer, Hamstead, & McPhearson, 2016) ขณะที่ประโยชน์ทางวัฒนธรรมมักไม่ได้รับการกล่าวถึง (Erik Gómez-Baggethun & Barton, 2013)

การประเมินระบบนิเวศเมืองจึงขาดความบูรณาการในการประเมินที่สะท้อนให้เห็นถึงประโยชน์อันหลากหลายของระบบนิเวศ (Meerow & Newell, 2017) อุปสรรคอีกด้านของการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองคือวิธีการประเมินของแต่ละตัวชี้วัดที่แตกต่างกัน การศึกษารูปแบบการประเมินที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่ามีรูปแบบที่ใช้ประเมินแต่ละตัวชี้วัดหลายแบบ (Haase, 2014) ดังนี้

- การวิเคราะห์จากลักษณะทางกายภาพ (Bio-physical models) วิธีนี้สามารถวิเคราะห์ระบบนิเวศและผลกระทบที่ซับซ้อนได้ แต่มักถูกจำกัดอยู่กับการวิเคราะห์ประโยชน์ด้านการให้ผลผลิตเป็นหลัก
- การอ้างอิงข้อมูลจากงานศึกษาก่อนหน้านี้ (Look-up tables) วิธีนี้มีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์อุปสงค์ด้านผลผลิต
- การใช้โมเดลที่มีการคำนวณซับซ้อน (Modelling) ถือเป็นวิธีเชิงประจักษ์ที่มักใช้ประเมินประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ สภาพภูมิอากาศ หรือการกักเก็บคาร์บอน
- การใช้วิธีทางสถิติ (Statistical analysis) วิธีนี้ใช้วิเคราะห์และคำนวณหาประโยชน์ที่ได้รับจากผลผลิตของระบบนิเวศและปริมาณความต้องการผ่านด้วยวิธีทางสถิติ เช่น สมการถดถอย
- การใช้วิธีเชิงคุณภาพ เช่น การสัมภาษณ์หรือการสำรวจเพื่อประเมินคุณค่าหรือประโยชน์ของระบบนิเวศจากความคิดเห็นของประชาชน

การศึกษารวบรวมลักษณะของตัวชี้วัดที่ถูกใช้ประเมินประโยชน์หลายด้านของระบบนิเวศเมืองจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อใช้วิเคราะห์หาลักษณะของตัวชี้วัดที่ใช้ในปัจจุบัน รวมทั้งข้อดี-ข้อเสียของตัวชี้วัดเพื่อนำไปสู่แนวทางการพัฒนาการประเมินประโยชน์ของระบบนิเวศเมืองที่ครอบคลุมและใช้งานได้สะดวก โดยงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวหลายด้านของพื้นที่เมืองตั้งแต่อดีตช่วงปี 1990-ปัจจุบันได้ถูกรวบรวมมาทั้งหมด เกณฑ์ที่ใช้เลือกงานศึกษามาวิเคราะห์มีดังนี้

- การประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวต้องมีมากกว่า 1 ด้านขึ้นไป
- พื้นที่ศึกษาต้องเป็นพื้นที่เมือง
- มีรายละเอียดเกี่ยวกับตัวชี้วัด รูปแบบการประเมิน และการให้คะแนนเพื่อให้มาวิเคราะห์ได้
- ไม่รวมงานศึกษาประเภทงานทบทวนวรรณกรรม

การค้นหางานศึกษาเพื่อนำมาวิเคราะห์ ใช้วิธีสืบค้นจาก 2 แหล่งหลัก คือ Web of Science และ Google Scholar โดยใช้คำสำคัญเหล่านี้ดังนี้

- Ecosystem\*
- Ecosystem services
- Urban
- Multifunctional\*

ด้วยเกณฑ์ข้างต้นทำให้มีงานศึกษาที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งสิ้น 85 ชิ้น (ดูภาพผนวก 1) มีหัวข้อในการวิเคราะห์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

### 2.2.1 ภูมิภาคที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 2.2 ภูมิภาคที่มีงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่หลากหลายแสดงให้เห็นว่างานศึกษาประมาณครึ่งหนึ่งพบที่ประเทศในทวีปยุโรป รองลงมาคือทวีปเอเชียซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานศึกษาในสาธารณรัฐประชาชนจีน ประมาณร้อยละ 20 และที่สหรัฐอเมริกาพบอยู่ประมาณร้อยละ 15 งานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่หลากหลายมีพบในทวีปอื่นๆบ้างประปราย

ตารางที่ 2.2 ภูมิภาคที่มีงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่หลากหลาย

| Region        | Frequency | Percent |
|---------------|-----------|---------|
| US            | 13        | 15.3    |
| EU            | 44        | 51.8    |
| Asia          | 17        | 20.0    |
| Middle East   | 1         | 1.2     |
| Africa        | 3         | 3.5     |
| South America | 4         | 4.7     |
| Australia     | 2         | 2.4     |
| Mixed         | 1         | 1.2     |

### 2.2.2 โครงสร้างของระบบนิเวศที่มีการศึกษา

โครงสร้างของระบบนิเวศที่พบในงานศึกษาส่วนใหญ่ คือ พื้นที่เมืองทั้งเมือง โดยพบมากกว่าร้อยละ 40 รองลงมาคือ เฉพาะพื้นที่สีเขียวโดยรวมทั้งพื้นที่สีเขียวสาธารณะกับพื้นที่สีเขียวส่วนตัว โดยพบประมาณร้อยละ 20 และยังมีงานศึกษาเฉพาะพื้นที่สีเขียวสาธารณะในรูปแบบของสวนสาธารณะอีกร้อยละ 8.2 พื้นที่สีเขียวที่เป็นสวนตามบ้านพักอาศัยอีกร้อยละ 4.7 และพื้นที่ป่าชุมชนอีกร้อยละ 4.7 ดังแสดงในตารางที่ 2.3 โครงสร้างระบบนิเวศของงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่หลากหลาย ซึ่งหากรวมงานศึกษาพื้นที่สีเขียวทุกประเภทแล้วมีปริมาณพอๆกับงานศึกษาที่ประเมินพื้นที่เมืองทั้งเมือง

ตารางที่ 2.3 โครงสร้างระบบนิเวศของงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่หลากหลาย

| Ecosystem Structure      | Frequency | Percent |
|--------------------------|-----------|---------|
| All                      | 36        | 42.4    |
| Agricultural land        | 2         | 2.4     |
| Street trees             | 1         | 1.2     |
| Brownfield               | 1         | 1.2     |
| Mangrove                 | 1         | 1.2     |
| Green roof               | 1         | 1.2     |
| Green spaces             | 18        | 21.2    |
| Residential Green spaces | 4         | 4.7     |
| Urbanpark                | 7         | 8.2     |

|                  |   |     |
|------------------|---|-----|
| Forest           | 4 | 4.7 |
| River Floodplain | 2 | 2.4 |
| Greenway         | 4 | 4.7 |
| Wetland          | 4 | 4.7 |

### 2.2.3 ขนาดของพื้นที่เมือง

ขนาดของพื้นที่เมืองประเมินจากจำนวนประชากรของแต่ละเมืองเป็นหลัก โดยแบ่งเป็น 4 ขนาดและแต่ละขนาดมีจำนวนประชากร ดังนี้

- เมืองมหานคร มีจำนวนประชากรมากกว่า 1 ล้านคนขึ้นไป
- เมืองขนาดใหญ่ มีจำนวนประชากร 500,001-1,000,000 คน
- เมืองขนาดกลาง มีจำนวนประชากร 100,001-500,000 คน
- เมืองขนาดเล็ก มีจำนวนประชากรน้อยกว่า 500,000 คน

ตารางที่ 2.4 ขนาดเมืองของงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่หลากหลาย

| Urban size | Frequency | Percent |
|------------|-----------|---------|
| Small      | 6         | 7.1     |
| Medium     | 21        | 24.7    |
| Large      | 14        | 16.5    |
| Mega       | 40        | 47.1    |
| Mixed      | 4         | 4.7     |

งานศึกษาส่วนใหญ่เลือกพื้นที่ศึกษาเป็นเมืองมหานครเกือบจะครึ่งหนึ่ง รองลงมาคือเมืองขนาดกลางประมาณร้อยละ 25 และเป็นเมืองขนาดเล็กน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 7 (ตารางที่ 2.4) เมื่อพิจารณาถึงขนาดของพื้นที่สีเขียวและความต้องการของประโยชน์ที่หลากหลายของระบบนิเวศแล้ว เมืองขนาดใหญ่ย่อมมีประเด็นและความต้องการที่มากกว่า จึงน่าจะเป็นเหตุผลที่ทำให้งานศึกษาว่าครึ่งหนึ่งเลือกศึกษาระบบนิเวศของเมืองมหานครและให้ความสนใจกับพื้นที่เมืองขนาดเล็กน้อยที่สุด

### 2.2.4 ประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน

#### 1) ประเภทของประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน

ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นประเภทที่ได้รับความสนใจมากที่สุดจากงานศึกษาถึงเกือบร้อยละ 90 รองลงมาคือประโยชน์ทางด้านวัฒนธรรมที่ได้รับการประเมินจากงานศึกษาร้อยละ 73 ส่วนประโยชน์ทางด้านนิเวศวิทยาได้รับการประเมินจากงานศึกษาว่าครึ่งหนึ่งหรือร้อยละ 54 สำหรับประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจที่ได้จากผลผลิตของระบบนิเวศได้รับความสนใจน้อยที่สุด คือ ประมาณร้อยละ 45 (ตารางที่ 2.5)

ตารางที่ 2.5 ประเภทของประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน

| ประโยชน์ของระบบนิเวศ | จำนวน | ร้อยละ |
|----------------------|-------|--------|
| ด้านสิ่งแวดล้อม      | 76    | 89.4   |

|                |    |      |
|----------------|----|------|
| ด้านวัฒนธรรม   | 62 | 72.9 |
| ด้านนิเวศวิทยา | 46 | 54.1 |
| ด้านเศรษฐกิจ   | 38 | 44.7 |

2) จำนวนประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน

ตารางที่ 2.6 แสดงให้เห็นว่าจำนวนประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่พบในงานศึกษาส่วนใหญ่มีการรวมทั้ง 2 และ 3 และ 4 ประเภทของประโยชน์ในจำนวนพอกัน คือ ประมาณร้อยละ 30 ตารางที่ 2.7 แสดงให้เห็นรายละเอียดว่าประเภทของประโยชน์ที่ถูกรวมมามีประเภทใดบ้าง

ตารางที่ 2.6 จำนวนของประเภทของประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน

| จำนวนของประเภทของ<br>ประโยชน์ทางนิเวศวิทยา | ร้อยละ |
|--------------------------------------------|--------|
| 4 ประเภท                                   | 0.27   |
| 3 ประเภท                                   | 0.26   |
| 2 ประเภท                                   | 0.29   |
| 1 ประเภท                                   | 0.19   |

ตารางที่ 2.7 รายละเอียดของประโยชน์ระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน

| ประโยชน์ของระบบนิเวศ | จำนวน | ร้อยละ |
|----------------------|-------|--------|
| Env+Ecol+Cul+Econ    | 23    | 27     |
| Env+Ecol+Cul         | 9     | 11     |
| Env+Ecol+Econ        | 3     | 4      |
| Env+Cul+Econ         | 9     | 11     |
| Eco+Cul+Econ         | 1     | 1      |
| Env+Ecol             | 8     | 10     |
| Env+Cul              | 12    | 14     |
| Env+Econ             | 2     | 2      |
| Eco+Cul              | 2     | 2      |
| Env                  | 10    | 12     |
| Cul                  | 6     | 7      |

หากดูเฉพาะ 2 ประเภทประโยชน์ที่ถูกรวมในการประเมินแล้ว ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและด้านวัฒนธรรมเป็น 2 ประเภทหลักที่ถูกคำนึงในการประเมินระบบนิเวศ (ร้อยละ 14) รองลงมาคือ ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมและด้านนิเวศวิทยา (ร้อยละ 10) สำหรับการประเมิน 3 ประเภทของประโยชน์ ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจมักถูกเอามารวมน้อยที่สุด เมื่อพิจารณาว่ามีการนำประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมหรือวัฒนธรรมมาประเมินเพียงประเภทเดียวแล้ว มีจำนวนอยู่ประมาณร้อยละ 19 แต่ภายในแต่ละประเภทมีประเด็นย่อยที่ถูกนำมาประเมินมากกว่า 1 ประเด็น ดังจะแสดงให้เห็นในหัวข้อถัดไป

### 3) ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม

ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ถูกคำนึงถึงในการประเมินระบบนิเวศเมืองมีหลายด้าน ตารางที่ 2.8 แสดงให้เห็นว่าด้านที่ถูกคำนึงถึงในงานศึกษาส่วนใหญ่ คือ การลดปัญหาน้ำท่วมด้วยการลดปริมาณน้ำหลาก ผิวน้ำ (ร้อยละ 47) ตามมาด้วยการดูดซับคาร์บอน (ร้อยละ 46) และการควบคุมสภาพภูมิอากาศหรือการลดอุณหภูมิเมืองให้เย็นลง (ร้อยละ 45) ส่วนด้านที่ถูกคำนึงน้อยที่สุด คือ การช่วยการผสมพันธุ์จากการถ่ายละอองเรณู (ร้อยละ 11)

ตารางที่ 2.8 ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม

| ประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม | ร้อยละ |
|----------------------------|--------|
| Climate                    | 44.7   |
| Waste                      | 23.5   |
| Flood                      | 47.1   |
| Air                        | 38.8   |
| Carbon                     | 45.9   |
| Pollination                | 10.6   |
| Soil                       | 23.5   |
| Other                      | 21.2   |

### 4) ประโยชน์ด้านนิเวศวิทยา

ประโยชน์ทางด้านนิเวศวิทยาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเด็นหลัก คือ การสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยและความหลากหลายทางชีวภาพ โดยงานส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับประเด็นแรกเพียงร้อยละ 22 ซึ่งน้อยกว่าด้านความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งมีอยู่ร้อยละ 32.9

### 5) ประโยชน์ด้านวัฒนธรรม

ประโยชน์ด้านวัฒนธรรมแบ่งเป็นทั้งหมด 5 ด้านหลักและมีประเด็นย่อยอื่นๆ การประเมินประโยชน์ทางด้านนี้ให้ความสำคัญกับประโยชน์ทางด้านนันทนาการมากที่สุดถึงร้อยละ 65 ส่วนการประเมินประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับความงาม อัตลักษณ์ทางประวัติศาสตร์ และโอกาสทางการศึกษามีอยู่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือ ประมาณร้อยละ 20 ด้านที่มีการประเมินน้อยที่สุด คือ ประโยชน์ทางการสร้างความสัมพันธ์ทางสังคม มีน้อยกว่าร้อยละ 10 ของงานศึกษาที่กล่าวถึงประโยชน์ด้านนี้ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ประโยชน์ทางด้านวัฒนธรรม

| Cultural   | %intotal |
|------------|----------|
| Recreation | 64.7     |
| Aesthetic  | 23.5     |
| Identity   | 18.8     |

|           |      |
|-----------|------|
| Social    | 7.1  |
| Education | 14.1 |
| Other     | 22.4 |

#### 6) ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ

ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจเกี่ยวข้องกับความสามารถของระบบนิเวศในการให้ผลผลิตที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สำหรับในงานศึกษาระบบนิเวศเมือง ผลผลิตหลักในพื้นที่เมืองแบ่งออกเป็นอาหาร วัตถุดิบ พื้นที่ดิน ผลผลิตด้านพลังงาน และอื่นๆ งานส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับผลผลิตด้านอาหารและวัตถุดิบเป็นหลัก ประมาณร้อยละ 30 และร้อยละ 20 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.10)

ตารางที่ 2.10 ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ

|           |      |
|-----------|------|
| Economic  | %    |
| Food      | 30.6 |
| Materials | 20.0 |
| Land      | 1.2  |
| Energy    | 3.5  |
| Other     | 11.8 |

#### 2.2.5 ตัวชี้วัดประโยชน์พื้นที่สีเขียว

ตัวชี้วัดในหัวข้อนี้จะถูกอธิบายสำหรับประโยชน์แต่ละด้านทั้ง 4 ด้าน ในเรื่องต่างๆ ได้แก่ จำนวนตัวชี้วัด ประเภทตัวชี้วัด และวิธีการประเมินของแต่ละตัวชี้วัด

##### 2.2.5.1 ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับงานศึกษาทั้งหมดมีจำนวนสูงสุดอยู่ที่ 12 ตัวชี้วัดและมีจำนวนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.55 ตัวชี้วัดถูกแบ่งออกตามประโยชน์ย่อยด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

##### 1) ด้านการควบคุมสภาพอากาศ

ตารางที่ 2.11 แสดงให้เห็นตัวชี้วัดทั้งหมดที่ใช้สำหรับการประเมินการควบคุมสภาพอากาศของระบบนิเวศซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ ความสามารถในการลดอุณหภูมิ และอุณหภูมิหรือปริมาณความร้อนที่พื้นผิว งานศึกษาส่วนใหญ่ใช้ตัวชี้วัดด้านความสามารถในการลดอุณหภูมิถึงเกือบร้อยละ 60 ส่วนอีกร้อยละ 35 ประเมินประโยชน์ด้านควบคุมสภาพอากาศจากอุณหภูมิที่พื้นผิว โดยตัวชี้วัดส่วนใหญ่ถือเป็นตัวชี้วัดทางตรง (Direct indicator) คือ ตัวชี้วัดที่ถูกวัดหรือคำนวณออกมาเป็นค่าอุณหภูมิโดยตรงถึงร้อยละ 77 ขณะที่ตัวชี้วัดแบบตัวแทน (Proxy indicator) ที่ใช้ปริมาณพืชพันธุ์หรือวัสดุผิวพื้นแทนค่าความสามารถในการดูดซับความร้อนใช้เพียงร้อยละ 23 โดยแบ่งเป็นตัวชี้วัดที่ใช้ลักษณะทางกายภาพ (Biophysical indicator) 5 ชิ้นและตัวชี้วัดที่ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของพืชพันธุ์และวัสดุพื้นผิวอีก 1 ชิ้น สำหรับวิธีการ



ประเมินแต่ละตัวชี้วัดมีการใช้การคำนวณ (Modelling) เป็นหลักเกือบครึ่งหนึ่งของงานศึกษาทั้งหมด วิธีการรองลงมาคือการสำรวจวัดจากพื้นที่จริงอีกร้อยละ 23 ดังแสดงในตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.11 ตัวชี้วัดสำหรับประเมินการควบคุมสภาพอากาศ

| Source                                                   | Indicator                                                                                                                                            | Method | Type of indicator |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|
| Andersson-Skold et al. (2018)                            | Cooling from LAI                                                                                                                                     | Mo     | P                 |
| Antognelli & Vizzari (2017)                              | Local presence of natural elements that protect from adverse climate phenomena, and local presence of natural elements that improve the microclimate | T      | P                 |
| Baró et al. (2015)                                       | Percentage of tree shade area, and number of heat wave risk day                                                                                      | MoT    | P                 |
| de la Barrera, Reyes-Paecke, et al. (2016)               | Mitigation of UHI and wind control by plant composition                                                                                              | MMoT   | P                 |
| Beumer & Martens (2014)                                  | Cooling, shade, and UHI                                                                                                                              | P      | P                 |
| Camps-Calvet et al. (2016)                               | Local climate regulation                                                                                                                             | P      | D                 |
| Capotorti, Del Vico, Anzellotti, & Celesti-Grapow (2016) | Temperature reduction based on leave size                                                                                                            | SL     | D                 |
| Cohen, Potchter, & Schnell (2014)                        | Thermal sensation by PET index                                                                                                                       | Mo     | D                 |
| Daniels et al. (2018)                                    | Climate regulation based on five factors: pollution, cold air, transpiration, turbulence, and radiation                                              | P      | D                 |
| Dennis & James (2016)                                    | Ability to improve climate from proportion of land cover                                                                                             | M      | P                 |
| Dobbs, Escobedo, & Zipperer (2011)                       | Temperature reduction                                                                                                                                | S      | D                 |
| Dobbs et al. (2014)                                      | Shading by trees                                                                                                                                     | M      | P                 |

|                                                 |                                                                                                               |     |    |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|
| Endreny et al. (2017)                           | Electricity consumption based on the cooling benefits gained from trees                                       | MoS | D  |
| Goldenberg et al. (2017)                        | ES supply and demand for local climate regulation of different land covers                                    | P   | D  |
| Grunwald et al. (2017)                          | Potential heat of each location based on degree of sealed surface, green space density, and building density  | M   | P  |
| Haase et al. (2012)                             | Land surface thermal emission                                                                                 | T   | D  |
| Haase et al. (2014)                             | Temperature reduction                                                                                         | Mo  | D  |
| Holt et al. (2015)                              | UHI                                                                                                           | Mo  | D  |
| Hu et al. (2015)                                | Climate regulation                                                                                            | MT  | D  |
| Kain et al. (2016)                              | Temperature reduction                                                                                         | L   | D  |
| Pietrzyk-Kaszyńska et al. (2017)                | Microclimate or its components (shade, lower temperature, etc.)                                               | E   | D  |
| Koschke et al. (2012)                           | Amount of cool air produced                                                                                   | TP  | D  |
| Kremer, Hamstead, & McPhearson (2016)           | Land surface temperature                                                                                      | M   | D  |
| Larondelle et al. (2014)                        | Emissivity values, evapotranspiration values, and cooling potential of tree shadow                            | LMo | D  |
| Larondelle & Lauf (2016)                        | The number of the elderly exposed to heat, and local temperature variation from the regional mean temperature | T   | DP |
| Liu, Hu, Li, & Yuan (2018)                      | Shaded area and heat absorbed by vegetation transpiration                                                     | MMo | P  |
| Madureira & Andresen (2013)                     | Temperature index                                                                                             | Mo  | D  |
| Manolaki & Vogiatzakis (2017)                   | Climate improvement based on vegetation                                                                       | Mo  | P  |
| Mathey, Rößler, Banse, Lehmann, & Bräuer (2015) | Temperature reduction                                                                                         | Mo  | D  |
| Meyer & Schulz (2017)                           | Mediation of climate                                                                                          | P   | D  |

|                                                     |                                                                             |     |   |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| Meerow & Newell (2017)                              | Average land surface temperature                                            | S   | D |
| Montoya-Tangarife et al. (2017)                     | Local climate regulation                                                    | P   | D |
| Neema, Maniruzzaman, & Ohgai (2013)                 | Air temperature                                                             | S   | D |
| Neuenschwander, Wissen Hayek, & Grêt-Regamey (2014) | Number of trees and vegetated area                                          | T   | P |
| Robinson & Lundholm (2012)                          | Leaf area index (LAI), Albedo, surface temperature, and light at surface    | S   | P |
| Stepniewska (2016)                                  | Local climate regulation                                                    | P   | D |
| Szulczewska et al. (2014)                           | Air temperature, humidity, and wind Speed                                   | S   | D |
| Zhang, Shi, Liu, Xu, & Xie (2017)                   | Heat absorbed by the wetland                                                | Mo  | D |
| (Tratalos et al., 2007)                             | Temperature reduction based on sealed surface, vegetation, and water bodies | MMo | D |

ตารางที่ 2.12 วิธีการประเมินตัวชี้วัดสิ่งแวดล้อม

| Indicator        | Frequency | Percentage |
|------------------|-----------|------------|
| Mapping          | 4         | 0.15       |
| Literature       | 3         | 0.12       |
| Lookup table     | 2         | 0.08       |
| Modeling         | 12        | 0.46       |
| Survey           | 6         | 0.23       |
| Expert judgement | 3         | 0.12       |

## 2) ด้านคุณภาพอากาศ

ตัวชี้วัดด้านนี้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มทั้งหมด (ตารางที่ 2.13) คือ ปริมาณสารมลพิษหรือระดับคุณภาพอากาศ ความสามารถในการดูดซับมลพิษจากพืชพันธุ์ ปัญหาการจราจร และค่าใช้จ่ายจากการบรรเทาปัญหาคุณภาพ

อากาศ โดยงานศึกษาครั้งหนึ่งใช้ตัวชี้วัดในกลุ่มแรกคือปริมาณสารมลพิษเพื่อบ่งบอกคุณภาพอากาศ รองลงมาคือกลุ่มที่ 2 ประมาณร้อยละ 37 เนื่องจากตัวชี้วัดที่ใช้ส่วนใหญ่คือปริมาณสารมลพิษทำให้ประเภทของตัวชี้วัดร้อยละ 70 คือ ตัวชี้วัดทางตรง ส่วนตัวชี้วัดตัวแทนจากปริมาณพื้นที่สีเขียวที่สามารถกรองมลพิษได้มีอยู่ร้อยละ 20 อีกร้อยละ 10 เป็นตัวชี้วัดแบบตัวแทนที่ใช้ความยาวนาน หรือปริมาณรถเป็นตัวชี้วัดปริมาณการจราจร และคุณภาพอากาศ

ตารางที่ 2.13 ตัวชี้วัดด้านคุณภาพอากาศ

| Source                                 | Indicator                                                                                                                                                                                                        | Method | Type of indicator |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|
| Alam et al. (2016)                     | PM level based on forest area and streets                                                                                                                                                                        | M      | D                 |
| Andersson-Skold et al. (2018)          | Pollution removal by tree canopy                                                                                                                                                                                 | Mo     | P                 |
| Baró et al. (2016)                     | NO <sub>2</sub> removal, number of populations exposed to polluted areas                                                                                                                                         | Mo     | D, P              |
| Baró et al. (2015)                     | PM <sub>10</sub> removal, NO <sub>2</sub> removal, O <sub>3</sub> removal by vegetation, PM <sub>10</sub> annual mean concentration, NO <sub>2</sub> annual mean concentration, and highest O <sub>3</sub> value | MoT    | D                 |
| de la Barrera, Rubio, & Banzhaf (2016) | Capture of PM and gases by plant composition                                                                                                                                                                     | M      | P                 |
| Camps-Calvet et al. (2016)             | Air purification                                                                                                                                                                                                 | E      | D                 |
| Capotorti et al. (2016)                | Pollution removal by plant species                                                                                                                                                                               | SL     | D                 |
| Cohen et al. (2014)                    | Air pollution level index                                                                                                                                                                                        | SMo    | D                 |
| Dobbs et al. (2011)                    | Air pollutant and PM <sub>10</sub> removal                                                                                                                                                                       | S      | P                 |
| Endreny et al. (2017)                  | Pollutant removal                                                                                                                                                                                                | Mo     | P                 |
| Estoque & Murayama (2016)              | Gas regulation                                                                                                                                                                                                   | T      | D                 |

|                                       |                                                                                                                                                       |     |   |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|
| Graça et al. (2017)                   | Air purification through removal of air pollutants: CO, NO <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , and SO <sub>2</sub> | Mo  | D |
| Graça et al. (2018)                   | Air purification through removal of air pollutants: CO, NO <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , and SO <sub>2</sub> | Mo  | D |
| Grunwald et al. (2017)                | Number of vehicles/day                                                                                                                                | T   | P |
| Haase et al. (2014)                   | PM <sub>10</sub> mean                                                                                                                                 | S   | P |
| Holt et al. (2015)                    | Air pollution                                                                                                                                         | S   | D |
| Kain et al. (2016)                    | Surface emissivity                                                                                                                                    | L   | P |
| Pietrzyk-Kaszyńska et al. (2017)      | Fresh air in maintaining air quality                                                                                                                  | P   | D |
| Kim, Miller, & Nowak (2015)           | Pollutant removal                                                                                                                                     | ST  | P |
| Klimas et al. (2016)                  | Pollutant removal                                                                                                                                     | Mo  | D |
| Koschke et al. (2012)                 | Amount of clean air provision                                                                                                                         | TP  | D |
| Kremer, Hamstead, & McPhearson (2016) | Area covered by trees and area covered by short grass                                                                                                 | M   | D |
| Larondelle & Lauf (2016)              | Tree coverage to calculate PM <sub>10</sub> removal by trees per year                                                                                 | MMo | D |
| Larson et al. (2016)                  | Ability to protect air quality                                                                                                                        | P   | D |
| Li et al. (2016)                      | NO <sub>2</sub> removal by vegetation                                                                                                                 | MT  | D |
| Liu (2018)                            | Volatile organic chemicals emissions                                                                                                                  | Mo  | D |

|                                         |                                                           |    |   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----|---|
| McPherson, van Doorn, & de Goede (2016) | Cost of pollution offset transaction                      | Mo | D |
| Meerow & Newell (2017)                  | Amount of PM <sub>2.5</sub>                               | S  | D |
| Mexia et al. (2018)                     | Lichen diversity                                          | ST | D |
| Montoya-Tangarife et al. (2017)         | Local climate regulation                                  | P  | P |
| Neema et al. (2013)                     | Level of air pollution                                    | S  | D |
| De Ridder et al. (2004)                 | Pollutant emissions of simulated traffic flow             | Mo | P |
| Roussel et al. (2017)                   | NO <sub>2</sub> removal by vegetation                     | M  | D |
| Zhang et al. (2017)                     | PM captured in each land cover                            | L  | D |
| Shi & Yu (2014)                         | Loss caused by SO <sub>2</sub> and PM <sub>10</sub>       | T  | D |
| Verhagen et al. (2017)                  | Pollutant deposition and concentration of NO <sub>2</sub> | Mo | D |
| Kim et al. (2015)                       | Pollutant removal by vegetation                           | ST | P |

ตารางที่ 2.14 วิธีประเมินตัวชี้วัดด้านคุณภาพอากาศ

| Indicator        | Frequency | Percentage |
|------------------|-----------|------------|
| Mapping          | 8         | 0.27       |
| Literature       | 2         | 0.07       |
| Lookup table     | 6         | 0.20       |
| Modeling         | 8         | 0.27       |
| Survey           | 7         | 0.23       |
| Expert judgement | 2         | 0.07       |

วิธีประเมินตัวชี้วัดมี 3 วิธีหลัก คือ การวัดลักษณะทางกายภาพจากแผนที่ การคำนวณจากสูตร และการสำรวจวัดจากสถานที่จริง วิธีที่นิยมรองลงมาคือการใช้ข้อมูลจากหน่วยงานอื่น ดังแสดงในตารางที่ 2.14

### 3) ตัวชี้วัดด้านการลดปัญหาน้ำท่วม

ตัวชี้วัดด้านนี้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก คือ ปริมาณน้ำท่วมหรือปริมาณน้ำหลากผิวน้ำที่สามารถดูดซับได้ สัดส่วนพื้นที่แข็งและพื้นที่ที่ดูดซับน้ำได้ และขนาดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อน้ำท่วม ตัวชี้วัดในกลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่พบในงานประเมินร้อยละ 69 รองลงมาคือกลุ่มที่ 2 ที่มีอยู่ร้อยละ 16 ส่วนกลุ่มที่ 3 พบน้อยที่สุดคือร้อยละ 9 (ตารางที่ 2.15) ดังนั้นตัวชี้วัดแบบตรงในการการปริมาณน้ำท่วมหรือน้ำหลากผิวน้ำจึงมีมากที่สุดประมาณร้อยละ 69

ส่วนตัวชี้วัดตัวแทนจากประเภทของพื้นผิวมีอยู่ร้อยละ 28 และอีกร้อยละ 3 เป็นตัวชี้วัดจากรายละเอียดอื่นๆ เช่น ประเภทดิน และค่าใช้จ่ายของการลดน้ำท่วม

ตารางที่ 2.15 ตัวชี้วัดด้านการลดปัญหาน้ำท่วม

| Source                                           | Indicator                                                               | Method | Type of indicator |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|
| Andersson-Skold et al., (2018)                   | Avoided runoff from permeable surface                                   | Mo     | P                 |
| Antognelli & Vizzari (2017)                      | Runoff coefficient and crop effect                                      | Mo     | D                 |
| de la Barrera, Rubio, et al. (2016)              | Water infiltration, runoff, and erosive force of plant composition      | MoS    | P                 |
| Beumer & Martens (2014)                          | Runoff                                                                  | P      | D                 |
| Cabral, Feger, Levrel, Chambolle & Basque (2016) | water yield                                                             | Mo     | D                 |
| Cabral et al. (2017)                             | Permeable surface cover                                                 | S      | P                 |
| Capotorti et al. (2016)                          | Avoided runoff by plants                                                | SL     | P                 |
| Davids et al. (2016)                             | Flood attenuation                                                       | Mo     | D                 |
| Dobbs et al. (2011)                              | Stormwater index                                                        | Mo     | D                 |
| Dobbs et al. (2014)                              | Runoff                                                                  | Mo     | D                 |
| Dizdaroglu & Yigitcanlar (2014)                  | Impervious surface ratio, surface runoff, and stormwater pollution      | M      | P                 |
| Endreny et al. (2017)                            | Avoided runoff                                                          | Mo     | D                 |
| Garcia et al. (2017)                             | Sites perceived to have flood risk                                      | P      | D                 |
| Goldenberg et al. (2017)                         | ES supply and demand for stormwater regulation of different land covers | P      | D                 |
| Graça et al. (2017)                              | Avoided runoff                                                          | Mo     | D                 |
| Graça et al. (2018)                              | Avoided runoff                                                          | Mo     | D                 |
| Grunwald (2017)                                  | Percentage of sealed surface                                            | M      | P                 |
| Haase et al. (2014)                              | Runoff volume                                                           | Mo     | D                 |
| Holt, Mears, Maltby, and Warren (2015)           | Runoff volume                                                           | Mo     | D                 |
| Kain, Larondelle, Haase, and Kaczorowska (2016)  | Share of sealed soil                                                    | T      | P                 |
| Klimas et al. (2016)                             | Stormwater volume                                                       | Mo     | D                 |
| Koschke, Fürst, Frank, and Makeschin (2012)      | Run-off coefficient and amount of N exported with seepage water         | TP     | D                 |
| Kremer, Hamstead, and McPhearson (2016)          | Stormwater index                                                        | Mo     | D                 |

|                                                                 |                                                                     |      |    |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------|----|
| Levrel, Cabral, Feger, Chambolle, and Basque (2017)             | Flood volume                                                        | Mo   | D  |
| Li et al. (2016)                                                | Soil water storage based on runoff depth                            | Mo   | P  |
| Liquete, Udias, Conte, Grizzetti, and Masi (2016)               | Flood volume                                                        | Mo   | D  |
| McPherson, van Doorn, and de Goede (2016)                       | Cost of controlling runoff                                          | Mo   | P  |
| Meerow and Newell (2017)                                        | Average runoff coefficients and wastewater discharges               | Mo   | D  |
| Meyer and Schulz (2017)                                         | Flood protection                                                    | P    | D  |
| Montoya-Tangarife, de la Barrera, Salazar, and Inostroza (2017) | Surface water purification                                          | P    | D  |
| Neuenschwander, Wissen Hayek, and Grêt-Regamey (2014)           | Percentage of unsealed areas                                        | M    | P  |
| Odgaard, Turner, Bøcher, Svenning, and Dalgaard (2017)          | Flash flood risk                                                    | Mo   | D  |
| O'Farrell, Anderson, Le Maitre, and Holmes (2012)               | Soil type, flood area and coastal zone                              | PMoT | D  |
| Pickard, Van Berkel, Petrasova, and Meentemeyer (2016)          | Runoff                                                              | Mo   | D  |
| Radford and James (2013)                                        | Rainfall retention potential                                        | Mo   | D  |
| Roussel, Schulp, Verburg, and van Teeffelen (2017)              | Flood regulation supply index                                       | Mo   | D  |
| Sanches and Mesquita Pellegrino (2016)                          | Flood risk zone and type of rivers                                  | M    | P  |
| Stepniewska (2016)                                              | Flood control                                                       | P    | D  |
| Szulczewska et al. (2014)                                       | Surface outflow, evaporation based on LAI, infiltration, and runoff | MMo  | DP |
| Tratalos, Fuller, Warren, Davies, and Gaston (2007)             | Runoff volume based on land cover surfaces                          | MoM  | D  |
| Zhang, Shi, Liu, Xu & Xie (2017)                                | Water retention                                                     | Mo   | D  |
| Zhang, Huang, He & Wu (2017)                                    | patch area and water depth                                          | Mo   | P  |



ตารางที่ 2.16 วิธีการประเมินตัวชี้วัดด้านการลดปัญหาน้ำท่วม

| Indicator        | Frequency | Percentage |
|------------------|-----------|------------|
| Mapping          | 3         | 0.09       |
| Literature       | 2         | 0.06       |
| Lookup table     | 3         | 0.09       |
| Modeling         | 19        | 0.59       |
| Survey           | 5         | 0.16       |
| Expert judgement | 4         | 0.13       |

ตารางที่ 2.16 แสดงให้เห็นว่าวิธีการประเมินที่ใช้มากที่สุดคือการคำนวณตามสูตร (ร้อยละ 59) เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ค่าน้ำหลากผิวน้ำหรือปริมาณน้ำหลากผิวน้ำ อีกวิธีการหนึ่งที่ใช้คือ การสำรวจจากพื้นที่จริง (ร้อยละ 16) และการใช้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (ร้อยละ 13)

#### 4) ตัวชี้วัดด้านการกักเก็บคาร์บอน

ตัวชี้วัดด้านการกักเก็บคาร์บอนเน้นไปที่ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บได้เป็นหลัก แต่มีเพียงร้อยละ 16 เท่านั้นที่ระบุที่มาของคาร์บอนที่คำนวณว่ามาจากพืชพันธุ์ทั้งบนดินและใต้ดินรวมกับส่วนที่เก็บไว้ในดิน และอีกร้อยละ 6 ที่คิดคาร์บอนที่อยู่ในพืชพันธุ์ส่วนเหนือดินเท่านั้น ประเภทของตัวชี้วัดจึงเป็นตัวชี้วัดโดยตรงเป็นส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 66 และเป็นตัวชี้วัดตัวแทนจากลักษณะทางกายภาพหรือพื้นที่สีเขียวร้อยละ 34

ตารางที่ 2.17 ตัวชี้วัดด้านการกักเก็บคาร์บอน

| Carbon                                           | Indicator                                                                                                                                      | Type of indicator |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Antognelli and Vizzari (2017)                    | Vegetation status to store greenhouse gas emissions and soil to generate organic matters                                                       | Mo                |
| Baró et al. (2016)                               | CO <sub>2</sub> sequestration, Carbon storage, annual CO <sub>2</sub> -eq emissions per ha, and annual CO <sub>2</sub> -eq emission per capita | MoT               |
| Cabral, Feger, Levrel, Chambolle & Basque (2016) | Carbon captured                                                                                                                                | Mo                |
| Cabral et al. (2017)                             | Carbon storage in trees                                                                                                                        | S                 |
| Camps-Calvet, Langemeyer, Calvet-                | Global climate regulation                                                                                                                      | P                 |

|                                                            |                                                     |     |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|
| Mir, and Gómez-Baggethun (2016)                            |                                                     |     |
| Capotorti, Del Vico, Anzellotti, and Celesti-Grapow (2016) | Carbon captured by plant species                    | SL  |
| Chen (2017)                                                | Carbon storage                                      | S   |
| Dallimer et al. (2015)                                     | Carbon captured by tree density                     | M   |
| Davids, Rouget, Boon, and Roberts (2016)                   | Carbon storage                                      | Mo  |
| Dobbs, Escobedo, and Zipperer (2011)                       | Carbon sequestration by trees                       | M   |
| Dobbs, Kendal, and Nitschke (2014)                         | Carbon sequestration by trees                       | M   |
| Endreny et al. (2017)                                      | Carbon captured by tree density                     | M   |
| Estoque and Murayama (2016)                                | Climate regulation                                  | T   |
| Fernandez-Campo et al., 2017                               | Land use types, ground conditions, and tree species | Mo  |
| Graça et al. (2017)                                        | Carbon sequestration                                | Mo  |
| Graça et al. (2018)                                        | Carbon sequestration                                | Mo  |
| Grafius et al. (2016)                                      | Carbon capture                                      | Mo  |
| Haase et al. (2014)                                        | Carbon storage/ha                                   | T   |
| Haase, Schwarz, Strohbach, Kroll, and Seppelt (2012)       | Above ground storage                                | Mmo |
| Holt et al. (2015)                                         | Carbon stored in soil                               | Mo  |
| Kain et al. (2016)                                         | Carbon captured                                     | L   |
| Kim, Miller, and Nowak (2015)                              | Carbon sequestration                                | SMo |
| Klimas et al. (2016)                                       | Carbon capture                                      | Mo  |
| Koschke et al. (2012)                                      | Amount of carbon stored in vegetation               | TP  |
| Kremer et al. (2016)                                       | Areas of trees, herbaceous plants, and soil         | M   |
| Larondelle, Haase, and Kabisch (2014)                      | Above-ground carbon storage                         | Lmo |

|                                                                |                                                                                                         |     |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Larondelle and Lauf (2016)                                     | Above-ground carbon storage                                                                             | Lmo |
| Levrel et al. (2017)                                           | Carbon captured                                                                                         | Mo  |
| Li et al. (2016)                                               | Net Primary Production                                                                                  | Mo  |
| Lovell et al. (2010)                                           | Carbon sequestration                                                                                    | P   |
| Lovell and Taylor (2013)                                       | Carbon sequestration                                                                                    | P   |
| Manolaki and Vogiatzakis (2017)                                | Carbon captured based on vegetation types                                                               | Mo  |
| Mexia et al. (2018)                                            | Carbon sequestration in above-ground biomass, below-ground biomass, soil, and organic matter            | ST  |
| Montoya-Tangarife et al. (2017)                                | Global climate regulation                                                                               | P   |
| Nikodinoska, Paletto, Pastorella, Granvik, and Franzese (2018) | Carbon captured by conifer, board-leave trees, mixed tree species, and natural elements, and carbon tax | MT  |
| Pickard et al. (2016)                                          | Carbon captured                                                                                         | S   |
| Radford and James (2013)                                       | Carbon sequestration based on tree cover                                                                | MoM |
| Richards and Friess (2017)                                     | Carbon captured                                                                                         | T   |
| Robinson and Lundholm (2012)                                   | Areas covered by soil and vegetation                                                                    | N/A |
| Roussel et al. (2017)                                          | Global climate regulation                                                                               | M   |
| Shi and Yu (2014)                                              | Carbon captured                                                                                         | N/A |
| Sun, Crittenden, Li, Lu, and Dou (2018)                        | Carbon sequestration in above-ground, below-ground biomass, soil and organic matter                     | Mo  |
| Tratalos et al. (2007)                                         | Carbon sequestrated based on tree coverage                                                              | MoM |
| Verhagen, Kukkala, Moilanen, van Teeffelen, and Verburg (2017) | Carbon sequestration capacity in above-ground and below-ground biomass                                  | T   |

|                                            |                                                                                              |     |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Woldegerima, Yeshitela, and Lindley (2017) | Carbon density                                                                               | Smo |
| Zhang, Huang, et al. (2017)                | Carbon sequestration in above-ground biomass, below-ground biomass, soil, and organic matter | MoT |

#### 5) ตัวชี้วัดด้านการป้องกันการกัดเซาะดิน

ตัวชี้วัดด้านนี้แบ่งออกเป็น 2 เรื่องหลัก คือ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (ร้อยละ 25) และความสามารถในการป้องกันการกัดเซาะของดิน (ร้อยละ 58) ดังแสดงในตารางที่ 2.18 ตัวชี้วัดทั้งหมดยกเว้นเพียง 1 ตัวชี้วัดเป็นตัวชี้วัดทางตรง ในตารางที่ 2.19 ชี้ให้เห็นว่า วิธีการประเมินที่ใช้มากที่สุดคือการคำนวณตามสูตร (ร้อยละ 33) รองลงมาคือการสำรวจ (ร้อยละ 25)

#### ตารางที่ 2.18 ตัวชี้วัดด้านการป้องกันการกัดเซาะดิน

| Source                          | Indicator                                                                                  | Method | Type of indicator |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|
| Cabral et al. (2016)            | The potential leverage annual soil loss                                                    | Mo     | D                 |
| Ehrenfeld (2004)                | Organic, Redoximorphic, NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , N, nitrification, and fraction | S      | P                 |
| Estoque and Murayama (2016)     | Soil formation and erosion                                                                 | T      | D                 |
| Fernandez-Campo et al., 2017    | Land use type and ground conditions                                                        | MT     | P                 |
| Grafius et al. (2016)           | Erosion                                                                                    | Mo     | D                 |
| Han, Ma, and Li (2017)          | Relief degree and NDVI                                                                     | M      | P                 |
| Manolaki & Vogiatzakis (2017)   | Avoiding landslide                                                                         | P      | D                 |
| Manolaki & Vogiatzakis (2017)   | Erosion prevention                                                                         | Mo     | D                 |
| Montoya-Tangarife et al. (2017) | Regulation of soil erosion and regulation of soil formation                                | P      | D                 |
| Roussel et al. (2017)           | Soil loss ration per land cover type                                                       | MT     | D                 |
| Woldegerima et al. (2017)       | Soil erosion                                                                               | Mo     | D                 |
| Lovell et al. (2010)            | Soil conservation/building                                                                 | P      | D                 |
| Lovell and Taylor (2013)        | Soil conservation/building                                                                 | P      | D                 |
| Sun et al. (2018)               | Soil conservation                                                                          | Mo     | D                 |

ตารางที่ 2.19 วิธีการประเมินตัวชี้วัดด้านการป้องกันการกัดเซาะดิน

| Indicator        | Frequency | Percentage |
|------------------|-----------|------------|
| Mapping          | 1         | 0.08       |
| Literature       | 0         | 0.00       |
| Lookup table     | 2         | 0.17       |
| Modeling         | 4         | 0.33       |
| Survey           | 3         | 0.25       |
| Expert judgement | 1         | 0.08       |

6) ตัวชี้วัดด้านอื่นๆ

ตัวชี้วัดด้านอื่นๆที่พบสำหรับการควบคุมสิ่งแวดล้อมถูกแสดงไว้ในตารางที่ 2.20 ได้แก่

- การลดมลพิษเสียง โดยมีตัวชี้วัดที่เกี่ยวกับระดับของเสียง และความสามารถในการลดเสียงจากพื้นที่สีเขียว
- คุณภาพน้ำ ตัวชี้วัดส่วนใหญ่คือปริมาณสารอาหารที่ตกค้างในน้ำ และตัวชี้วัดอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณการไหลเวียนของน้ำ ปริมาณน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน เป็นต้น
- การบำบัดของเสีย-น้ำเสีย มีตัวชี้วัดที่เกี่ยวกับการอยู่ใกล้กับแหล่งบำบัดน้ำ และปริมาณน้ำเสียที่ต้องบำบัด
- ศัตรูพืชที่รบกวน มีตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาด้านศัตรูพืช
- การลดมลพิษกลิ่น มีตัวชี้วัดที่เกี่ยวกับระยะใกล้ไกลจากแหล่งกำเนิดกลิ่น

ตารางที่ 2.20 ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

| Source         | Indicator                                                                                                       | Method | Type of indicator   |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| ด้านมลพิษเสียง |                                                                                                                 |        |                     |
| Alam 2015      | Area of forest, Area of odour source, Distance from forest                                                      | M      | P                   |
| Capotorti 2017 | Noise reduction by trees                                                                                        | SL     | D                   |
| Cohen 2014     | Noise value index                                                                                               | Mo     | P <sub>biophy</sub> |
| Dizdaroglu2013 | Noise pollution                                                                                                 | T      | D                   |
| Dobb 2011      | Noise index (Noise reduction/vegetation unit , LA, Distance to road, Type of foilage), Decrease in air quality, | S      | D                   |

|                                      |                                                                                      |       |                     |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|
|                                      | Damage to infrastructure and risk to human safety                                    |       |                     |
| Neema 2012                           | Level of noise pollution                                                             | S     | P <sub>biophy</sub> |
| Ridder 2004                          | Simulated noise level from traffic                                                   | Mo    | D                   |
| ด้านคุณภาพน้ำ                        |                                                                                      |       |                     |
| Antognelli 2017                      | Ease of connection for wastewater treatment                                          | Mo    | D                   |
| Hu 2015                              | Gas, Waste treatment                                                                 | T     | D                   |
| ด้านศัตรูพืช                         |                                                                                      |       |                     |
| Buemer 2015                          | Pest, Poisoning                                                                      | E     | P <sub>biophy</sub> |
| ด้านคุณภาพน้ำ                        |                                                                                      |       |                     |
| Cohen 2012                           | Proportion of engineer species, sealing soil                                         | L     | D                   |
| Davides 2016                         | Retention of Sediment, N, P                                                          | S     | D                   |
| Ehrenfeld 2014                       | Drift deposits, Saturated soil, Chroma, Ditches                                      | S     | D                   |
| Han 2017                             | Water source priority, water size                                                    | M     | D                   |
| Levrel 2017                          | Nutrient retention                                                                   | Mo    | D                   |
| Mexia 2018                           | Water retention                                                                      | Mo    | D                   |
| Montoya 2017                         | Water flow regulation, Pollination and seed dispersal, Control of pests and diseases | E     | P                   |
| O'Farrell 2012                       | Groundwater recharge, groundwater yield, groundwater conductivity                    | E+MoT |                     |
| Shi 2014                             | Holding water resource                                                               | N/A   | D                   |
| Sun 2018                             | Pollution removal                                                                    | Mo    | D                   |
| Zhang 2017                           | Difference between COD removal capacity of the wet land and the classV               | Mo    | P                   |
| Cabral 2016                          | Nutrient retention                                                                   | Mo    | D                   |
| Liquete 2016                         | Water quality                                                                        | S     | D                   |
| Estoque 2016                         | Water regulation, supply, nutrient recycling, waste treatment                        | T     | D                   |
| ด้านการสืบพันธุ์ผ่านการถ่ายละอองเรณู |                                                                                      |       |                     |
| Grafius 2016                         | Pollination                                                                          | Mo    | P                   |
| ด้านกลิ่น                            |                                                                                      |       |                     |

|           |                                                            |   |   |
|-----------|------------------------------------------------------------|---|---|
| Alam 2015 | forest area, Area of odour source,<br>distance from forest | M | D |
|-----------|------------------------------------------------------------|---|---|

จากตัวชี้วัดทั้งหมดด้านสิ่งแวดล้อมแสดงให้เห็นว่าตัวชี้วัดส่วนใหญ่เป็นตัวชี้วัดเชิงปริมาณที่สามารถวัดค่าได้ทั้งสิ้น ทั้งนี้ประเภทหลักของตัวชี้วัด คือ ตัวชี้วัดโดยตรง การใช้ตัวชี้วัดแบบตัวแทนเชิงกายภาพพบมากที่สุดสำหรับการประเมินประโยชน์ด้านการลดปัญหาน้ำท่วม คุณภาพอากาศและการควบคุมสภาพภูมิอากาศสำหรับวิธีการประเมินที่พบมากที่สุด คือ การคำนวณตามสูตร ยกเว้นในการประเมินด้านคุณภาพอากาศที่มีวิธีการอื่นๆที่นิยมเช่นกัน คือ การวัดจากลักษณะทางกายภาพและการสำรวจพื้นที่จริง

#### 2.2.5.2 ตัวชี้วัดด้านนิเวศวิทยา

##### 1) ด้านแหล่งที่อยู่อาศัย

ตัวชี้วัดสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มหลัก คือ คุณภาพแหล่งที่อยู่อาศัย (ร้อยละ 40) ชนิดของพืช (ร้อยละ 15) และชนิดสัตว์ (ร้อยละ 15) ดังแสดงในตารางที่ 2.19 ทั้งนี้เป็นตัวชี้วัดโดยตรงที่ประเมินจากลักษณะของพืชพันธุ์และสัตว์ร้อยละ 63 เป็นตัวชี้วัดแบบตัวแทนที่ประเมินจากพื้นที่และขนาดของพื้นที่สีเขียว รวมทั้งลักษณะทางกายภาพ เช่น การเชื่อมต่อหรือการแตกกระจายร้อยละ 37 ส่วนวิธีการประเมินใช้การวัดจากลักษณะทางกายภาพและการสำรวจพื้นที่จริงเป็นหลัก (ตารางที่ 2.21)

ตารางที่ 2.21 ตัวชี้วัดด้านแหล่งที่อยู่อาศัย

| Source          | Indicator                                                                                                                                          | Method | Type of indicator   |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| Alam 2015       | Area of forest, Threat density, Fragmentation, Connectivity                                                                                        | M      | P <sub>biophy</sub> |
| Daniels 2018    | Habitat quality [Ecological integrity, animals, plants, pollination, beauty]                                                                       | E      | D                   |
| Dizdaroulu 2013 | Green area ratio, Albedo                                                                                                                           | M      | P <sub>biophy</sub> |
| Roussel 2017    | No. of edible plants                                                                                                                               | S      | D                   |
| Sun 2018        | Habitat quality [impact of threats, sensibility of habitats to threats, distance btw habitats and threat sources, location of the protected areas] | Mo     | P <sub>biophy</sub> |
| Levrel 2017     | Fauna species                                                                                                                                      | T      | D                   |
| O'Farrell 2012  | Land type                                                                                                                                          | M      | P <sub>biophy</sub> |

|                   |                                                                                                                     |     |                     |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------|
| Burker<br>2015    | Pollination, Habitat, Nesting, Soil, GI,<br>Species migration, Edge effects,<br>Irrigation, Disturbance, Extinction | E   | D                   |
| Cohen<br>2012     | Biotic interaction, adaptation to<br>water                                                                          | L   | D                   |
| Dallimer<br>2015  | Bird richness, bird density                                                                                         | S   | D                   |
| Ehrenfeld<br>2004 | Vet density, Vet strata, Tree DBH,<br>Snags, Deer sign                                                              |     | D                   |
| Mathey<br>2015    | N/A                                                                                                                 | N/A |                     |
| Mexia<br>2018     | Bird abundance                                                                                                      | S   | D                   |
| Shi 2014          | Producing organic matter, Nutrition<br>cycle                                                                        | N/A | D                   |
| Zhang<br>2017     | Sum of surface<br>water+inflow/area*depth                                                                           | Mo  | Pbiophy             |
| Liquete<br>2016   | No of species                                                                                                       | S   | D                   |
| Estoque<br>2016   | Biological control, Habitat                                                                                         | T   | D                   |
| Alam 2015         | Forest area, Threat density within 1<br>km, connectivity, fragmentation                                             | M   | P <sub>biophy</sub> |
| Peng 2015         | Mean NDVI, Rural biogas popularity<br>rate, Average fertilizer usage,<br>Average pesticide usage                    | T   | P <sub>biophy</sub> |
| Meerow<br>2016    | Potential habitat area, Patch<br>Cohesion Index                                                                     | M   | P <sub>biophy</sub> |
| Haase<br>2012     | Habitat potential                                                                                                   | Smo | D                   |

ตารางที่ 2.22 วิธีการประเมินตัวชี้วัดด้านแหล่งที่อยู่อาศัย

| Indicator  | Frequency | Percentage |
|------------|-----------|------------|
| Mapping    | 5         | 0.25       |
| Literature | 1         | 0.05       |



|                  |   |      |
|------------------|---|------|
| Lookup table     | 2 | 0.10 |
| Modeling         | 3 | 0.15 |
| Survey           | 5 | 0.25 |
| Expert judgement | 2 | 0.10 |

## 2) ตัวชี้วัดด้านความหลากหลายของชีวภาพ

ความหลากหลายถูกประเมินจากความหลากหลายของพืชพันธุ์เป็นหลัก (ร้อยละ 80) และลักษณะของพื้นที่สีเขียว ได้แก่ ขนาด สัดส่วนพื้นที่สีเขียว ระยะห่างระหว่างพื้นที่สีเขียว และเส้นรอบรูปพื้นที่สีเขียว (ร้อยละ 10) ในบางงานศึกษาใช้ตัวชี้วัดทั้ง 2 แบบในการประเมินความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับประเภทตัวชี้วัดใช้เป็นตัวชี้วัดโดยตรงเกี่ยวกับชนิดของพืชพันธุ์ร้อยละ 63 อีกร้อยละ 44 เป็นตัวชี้วัดแบบตัวแทนด้านลักษณะทางกายภาพของพื้นที่สีเขียว

ตารางที่ 2.23 ตัวชี้วัดด้านความหลากหลายทางชีวภาพ

| Source           | Indicator                                                          | Method | Type of indicator   |
|------------------|--------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| Cabral 2016      | Residential areas served by the green/blue areas                   | T      | P <sub>biophy</sub> |
| Cabral 2017      | Land cover, Plant richness, Microbial activity                     | S      | D                   |
| Dennis 2016      | Vegetation structure                                               | S      | P <sub>biophy</sub> |
| Dobb 2011        | Shannon diversity and evenness index, Ratio of native trees        | S      | P <sub>biophy</sub> |
| Chen 2017        | Plant richness, Mammal                                             | S      | D                   |
| Holt 2015        | Shannon diversity, Distance btw patches, Patch area                | Mo     | P <sub>biophy</sub> |
| Hu 2015          | Biodiversity                                                       | T      | D                   |
| Odgaard 2017     | Biodiversity                                                       | M      | D                   |
| Robinson 2012    | Plant richness, diversity, invertebrate abundance                  | S      | D                   |
| Szulczewska 2014 | Flora diversity, naturalness, butterfly richness, green plot ratio | S      | D                   |
| Woldegerima 2017 | Shannon Index                                                      | M      | P <sub>biophy</sub> |

|                     |                                                                                                                        |    |                     |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------|
| Grunwald 2017       | Area of green roof, Distance to natural areas                                                                          | M  | P <sub>biophy</sub> |
| Han 2017            | Landscape richness, core area, boundary density index, patch shape index, reserve priority, patch size                 | M  | P <sub>biophy</sub> |
| Haung               | GS Type, Patch size, Green cover ration, Parameter-area ratio, Landscape type value                                    | ME | P <sub>biophy</sub> |
| Haung               | Value of green resources, diversity of greenery, Road hierarchy as pressure of animal penetrability, Green cover ratio | M  | P <sub>biophy</sub> |
| Koschke 2011        | No of vascular plant species                                                                                           | TE | D                   |
| Neuenschwander 2014 | No of trees, coniferous, boardleaf, % of coniferous&Deciduous, Potential habitat area                                  | T  | P                   |

โดยสรุป ตัวชี้วัดประโยชน์ทางนิเวศสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ด้าน คือ ด้านที่ประเมินจากลักษณะของพื้นที่สีเขียวเป็นหลัก และด้านที่ประเมินจากสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่เป็นหลัก ส่งผลให้ลักษณะของตัวชี้วัดเป็นเป็นตัวชี้วัดโดยตรงที่ใช้วิธีสำรวจพื้นที่จริงเป็นวิธีหลักเช่นกัน

#### 2.2.5.3 ตัวชี้วัดประโยชน์ทางวัฒนธรรม

1) ด้านนันทนาการ ประกอบด้วยตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินศักยภาพหรือความสำคัญของพื้นที่สำหรับกิจกรรมนันทนาการพักผ่อน (ตารางที่ 2.22) และสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม จากการเปรียบเทียบงานทั้งหมดพบว่าตัวชี้วัดที่ใช้กันมากที่สุด คือ คุณค่าการเป็นพื้นที่นันทนาการจากความคิดเห็น (ร้อยละ 30) นอกจากนั้น คือ พื้นที่สีเขียวต่อประชากร (ร้อยละ 20) ความสามารถในการพื้นที่สีเขียว (ร้อยละ 20) และคุณค่าหรือศักยภาพของพื้นที่ต่อการเป็นพื้นที่นันทนาการโดยประเมินจากลักษณะทางกายภาพหรือความงามเป็นหลัก (ร้อยละ 23) และจำนวนผู้ใช้งานในพื้นที่ (ร้อยละ 8) เมื่อพิจารณาประเภทของตัวชี้วัดแล้วตัวชี้วัดส่วนใหญ่เป็นแบบตัวแทนมีทั้งที่ประเมินจากลักษณะทางกายภาพ เช่น ขนาด ระยะทางการเข้าถึงและสิ่งอำนวยความสะดวกในพื้นที่นันทนาการคิดเป็นร้อยละ 45 ส่วนตัวชี้วัดแบบตัวแทนอื่นๆ เช่น ความคิดเห็นหรือความเหมาะสมของพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 43 ตัวชี้วัดโดยตรงที่วัดจากจำนวนผู้ใช้คิดเป็นเพียงร้อยละ 13 จากการประเมินจากลักษณะทางกายภาพเป็นหลักทำให้วิธีการประเมินใช้การประเมินจากแผนที่ถึงร้อยละ 43 รองลงมาคือการอ้างอิงจากข้อมูลของแหล่งอื่นร้อยละ 25 และใช้ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 18 (ตารางที่ 2.23)

ตารางที่ 2.24 ตัวชี้วัดด้านนันทนาการ

| Recreation      | Indicator                                                                                                                                               | Method | Type of indicator   |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| Antognelli 2017 | Proximity to tran/airport/bus/harbour/wifi                                                                                                              | M      | P <sub>biophy</sub> |
| Baro 2016       | Recreation potential, expected trip to recreational site, Population with low recreation opportunities                                                  | Mo     | Proxy               |
| Burker 2015     | Health, Leisure                                                                                                                                         | E      | P                   |
| Cabral 2016     | Residential areas served by the green/blue areas                                                                                                        | M      | P <sub>biophy</sub> |
| Capotorti 2017  | Values based on plant species                                                                                                                           | ST     | P                   |
| Casado2013      | Coastal presence, cycling paths, Climbing sites, Density of mountain summits, Recreational areas                                                        | MEP    | P <sub>biophy</sub> |
| Cohen 2012      | Use of gs, perception of gs                                                                                                                             | L      | P                   |
| Dallimer 2015   | Self-report psychological wellbeing, no. of users                                                                                                       | S      | D                   |
| Dizdaroglu2013  | Landuse destinations, Public transport, Walkability                                                                                                     | MT     | P                   |
| Ehrenfeld 2014  | Pop density, Housing density, Disturbance, Small trash, Large trash, Trail                                                                              | M      | P                   |
| Estoque 2016    | Recreation                                                                                                                                              | T      | P                   |
| Haase 2012      | Recreation potential                                                                                                                                    | ET     | P                   |
| Haase 2015      | Green space/cap                                                                                                                                         | M      | P <sub>biophy</sub> |
| Haung           | No. of scenic spots, Green resources, Presence of scenic road, pavement, level of road, level of service road, no of fast traffic lane, no of bus stops | M      | P <sub>biophy</sub> |
| Herzele 2003    | Size of GS, Presences of facilities, Accessibility                                                                                                      | S      | P <sub>biophy</sub> |
| Holt 2015       | Proportion of the area meet the standard of 4 parks                                                                                                     | M      | P <sub>biophy</sub> |

|                     |                                                                                                                                                                              |     |                     |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------|
| Hong 2017           | willingness to pay, walking distance                                                                                                                                         | PE  | P                   |
| Hu 2015             | Recreational potential                                                                                                                                                       | T   | P                   |
| Kain 2016           | Green area for physical recreation/ Green area for mental recreation                                                                                                         | M   | P <sub>biophy</sub> |
| Kosche 2011         | Suitability for outdoor recreation                                                                                                                                           | TE  | P                   |
| Kremer 2016         | Ratio of pop den in 500 m to ave pop den                                                                                                                                     | M   | P                   |
| Larondelle, 2013    | Area of recreational space, Area of urban green, forest, water/pop size                                                                                                      | M   | P <sub>biophy</sub> |
| Levrel 2017         | Accessibility                                                                                                                                                                | Map | P                   |
| Liquete 2016        | No. of visitors                                                                                                                                                              | S   | D                   |
| Madureira 2014      | Proximity                                                                                                                                                                    | M   | P <sub>biophy</sub> |
| Manolaki 2017       | No. of visitors                                                                                                                                                              | S   | D                   |
| Mathey 2015         | People perception                                                                                                                                                            | S   | D                   |
| Meerow 2016         | No. of population with more than walking distance to parks                                                                                                                   | M   | P                   |
| Montoya2017         | Recreation potential                                                                                                                                                         | E   | P                   |
| Neema 2012          | Distance to park and open spaces, Level of population distribution                                                                                                           | M   | P <sub>biophy</sub> |
| Haung               | GS type for recreation value                                                                                                                                                 | E   | P <sub>biophy</sub> |
| Neuenschwander 2014 | Areas of public and semi-private green space                                                                                                                                 | T   | P <sub>biophy</sub> |
| Nikodinoska         | Area of forest trails, Tourists' WTP                                                                                                                                         | MT  | P <sub>biophy</sub> |
| Odgaard 2017        | Recreation potential                                                                                                                                                         | M   | P                   |
| Peng 2015           | Visitors' ratio of agricultural sightseeing garden                                                                                                                           | T   | D                   |
| Pickard 2017        | Potential organic farming lands (irrigation potential, distance to potable water wells, agri suitability, %woodland, travel time to urban center, pop density), Camping site | Mo  | P                   |
| Richards 2017       | Accessibility, Walkway length                                                                                                                                                | S   | P <sub>biophy</sub> |

|               |                                                                                                                   |    |                     |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------|
| Roussel 2017  | Leisure opportunities based on land cover, distance to coasts, forest characteristics, and agricultural structure | Mo | P <sub>biophy</sub> |
| Sun 2018      | Recreation opportunity[recreation potential index, accessibility]                                                 | Mo | P                   |
| Verhagen 2017 | Distance ot coast, Pop density, Forest characteristics, Agricultural structure                                    | T  | P <sub>biophy</sub> |

ตารางที่ 2.25 วิธีการประเมินตัวชี้วัดนันทนาการ

| Indicator        | Frequency | Percentage |
|------------------|-----------|------------|
| Mapping          | 17        | 0.43       |
| Literature       | 0         | 0.00       |
| Lookup table     | 10        | 0.25       |
| Modeling         | 4         | 0.10       |
| Survey           | 6         | 0.15       |
| Expert judgement | 7         | 0.18       |
| Perception       | 1         | 0.03       |

## 2) ด้านสุนทรียภาพ

คุณค่าหรือประโยชน์ทางด้านความงามของพื้นที่สีเขียวถูกประเมินจากความคิดเห็นด้านสุนทรียภาพเป็นหลักถึงร้อยละ 87.5 (ตารางที่ 2.26) ไม่ว่าจะประเมินจากความคิดเห็นเพียงอย่างเดียวหรือเป็นความคิดเห็นที่อยู่บนพื้นฐานของลักษณะทางกายภาพ เช่น ความสามารถในการถูกมองเห็นโดยไม่ถูกบดบัง ความหลากหลายขององค์ประกอบ และรูปทรงภูมิประเทศ เป็นต้น มีเพียง 1 ชิ้นงานเท่านั้นที่ประเมินจากความเห็นของผู้ใช้ในการอยากกลับไปเยี่ยมชมสถานที่อีกครั้ง ดังนั้นความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจึงเป็นวิธีการหลักในการประเมิน (ร้อยละ 50) และการประเมินจากแผนที่ (ร้อยละ 38)

ตารางที่ 2.26 ตัวชี้วัดด้านสุนทรียภาพ

| Source          | Indicator                                                                                                          | Method | Type of indicator   |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| Antognelli 2017 | Proximity to sea/park/heritage/Sport facilities/Church, visibility level of beautiful landscape, no of overlapping | M      | P <sub>biophy</sub> |

|                |                                                 |     |   |
|----------------|-------------------------------------------------|-----|---|
|                | natural areas, density of musuem/library        |     |   |
| Casado2013     | Perceived value, Diversity of landscape, Relief | MEP | D |
| Daniels 2018   | Desired frequency                               | P   | P |
| Hong 2017      | Value of each type                              | SE  | D |
| Herzele 2003   | Quality of nature                               | S   | D |
| Kosche 2011    | Scenic beauty/visual quality                    | TE  | D |
| Montoya2017    | Aesthetics quality                              | E   | D |
| Dizdaroglu2013 | Lot design, Landscape design                    | M   | P |

### 3) ด้านอื่นๆ

ประโยชน์ด้านวัฒนธรรมอื่นๆที่ถูกประเมินในระบบนิเวศเมือง (ตารางที่ 2.27) ได้แก่

- ด้านอัตลักษณ์ คุณค่าทางประวัติศาสตร์-วัฒนธรรม
- ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม
- ด้านการเป็นแหล่งเรียนรู้
- ด้านคุณค่าของที่ดิน

ตัวชี้วัดในกลุ่มนี้มักเป็นความคิดเห็นที่มีต่อคุณค่าในแต่ละด้านของสถานที่เป็นหลัก ยกเว้นทางด้านการศึกษาที่มีตัวชี้วัดเชิงปริมาณ เช่น จำนวนทัศนศึกษาที่ไปสถานที่ดังกล่าว หรือ ระยะทางที่ห่างจากสถานศึกษา รวมทั้งด้านคุณค่าของพื้นที่ เช่น ระยะทางจากพื้นที่ไปยังสถานที่สำคัญ หรือ ราคาที่ดิน เป็นต้น

ตารางที่ 2.27 ตัวชี้วัดด้านวัฒนธรรมอื่นๆ

| Source              | Indicator                                    | Method | Type of indicator   |
|---------------------|----------------------------------------------|--------|---------------------|
| ด้านอัตลักษณ์       |                                              |        |                     |
| Burker 2015         | Sense of place                               | E      | D                   |
| Estoque 2016        | Cultural                                     | T      | D                   |
| Herzele 2003        | Cultural and historical importance           | S      | D                   |
| Montoya2017         | Existence                                    | E      | D                   |
| Neuenschwander 2014 | Size of individual gs, Ave size of public gs | T      | P <sub>biophy</sub> |

|                          |                                                                                          |    |         |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------|
| ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม |                                                                                          |    |         |
| Burker 2015              | Social interaction                                                                       | E  | D       |
| Haase 2014               | Home                                                                                     | L  | P       |
| ด้านการศึกษา             |                                                                                          |    |         |
| Antognelli 2017          | Proximity to schools/universities                                                        | M  | Pbiophy |
| Capotorti 2017           | Values based on plant species                                                            | ST | Pbiophy |
| Dennis 2016              | Education visit                                                                          | S  | D       |
| Montoya2017              | Research and education                                                                   | E  | D       |
| ด้านคุณค่าของพื้นที่     |                                                                                          |    |         |
| Antognelli 2017          | Proximity to health services, fire station                                               | M  | Pbiophy |
| Burker 2015              | Property value, cost reduction, safety, annoyance, sound, Smell, fear                    | E  | D       |
| Hong 2017                | Disaster service radius                                                                  | EP | Pbiophy |
| Meerow 2016              | Susceptibility to natural hazards (combined indicators of age, wealth, density, housing) | T  | P       |
| ด้านอื่นๆ                |                                                                                          |    |         |
| Dennis 2016              | Volunteer hours, No. of events                                                           |    | P       |
| Haase 2014               | Safety, Health                                                                           |    | P       |
| Herzele 2003             | Quietness                                                                                | S  | P       |
| Nikodinoska              | No. of hunter, cost of hunting                                                           | T  | D       |
| Peng 2015                | Proportion of primary industry labour, Rural                                             | T  | P       |

|  |                                                  |  |  |
|--|--------------------------------------------------|--|--|
|  | population supported per<br>acre cultivated land |  |  |
|--|--------------------------------------------------|--|--|

ตัวชี้วัดประโยชน์ทางวัฒนธรรมมีความแตกต่างจากตัวชี้วัดประโยชน์ทางสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยาซึ่งมักเป็นตัวชี้วัดเชิงปริมาณที่วัดโดยตรงและใช้การคำนวณตามสูตรเป็นหลัก ในส่วนของตัวชี้วัดด้านนี้มักประเมินจากความคิดเห็นและลักษณะทางกายภาพเป็นหลัก ทำให้วิธีการประเมินมักเป็นการสำรวจและการวัดจากแผนที่

#### 2.2.5.4 ตัวชี้วัดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ

##### 1) ด้านเกษตรกรรม

ตารางที่ 2.28 แสดงตัวชี้วัดสำหรับประโยชน์ด้านผลิตอาหารเกษตรกรรมให้กับพื้นที่เมือง โดยตัวชี้วัดที่พบมากที่สุด คือ ปริมาณผลผลิตอาหาร (ร้อยละ 65) ในขณะที่ตัวชี้วัดอื่นๆที่มีบ้าง ได้แก่ ปริมาณพื้นที่เกษตรกรรม (ร้อยละ 10) สัดส่วนพืชที่ผลิตอาหาร (ร้อยละ 10) ความสามารถของพื้นที่ในการผลิตอาหาร (ร้อยละ 10) และระยะทางไปยังพื้นที่ฟาร์ม (ร้อยละ 5) โดยวิธีการประเมินใช้อ้างอิงข้อมูลจากแหล่งอื่นเป็นหลัก รองลงมาคือการใช้ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (ดูตารางที่ 2.27)

ตารางที่ 2.28 ตัวชี้วัดด้านเกษตรกรรม

| Food            | Indicator                               | Method | Type of indicator   |
|-----------------|-----------------------------------------|--------|---------------------|
| Antognelli 2017 | Proximity to farms                      | M      | P                   |
| Cabral 2016     | Agricultural land area                  | M      | P <sub>biophy</sub> |
| Cabral 2017     | Species composition                     | S      | P                   |
| Dobb 2011       | Tree biomass, Fruit fall, Allergenicity | S      | D                   |
| Estoque 2016    | Food production                         | T      | D                   |
| Kain 2016       | Food energy produced                    | T      | D                   |
| Koschke 2011    | Production of food and fibre            | TE     | D                   |
| Levrel 2017     | Agricultural land area                  | T      | P <sub>biophy</sub> |
| Liquete 2016    | Production of goods                     | T      | D                   |
| Haase 2012      | Food yield                              | Mo     | D                   |
| Haase 2014      | Food production potential               | E      | D                   |
| Hu 2015         | Food                                    | T      | D                   |
| Manolaki 2017   | Cultivated goods                        | E      | D                   |
| Montoya 2017    | Crops, Fisheries, Livestock             | E      | D                   |



|                     |                                                                                                             |    |   |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| Neuenschwander 2014 | Yield value of fruit production, agricultural areas                                                         | T  | D |
| Nikodinoska         | Products [wood, biomass, mushrooms, berries, water supply], market price                                    | S  | D |
| O'Farrell 2012      | Land capacity                                                                                               | L  | D |
| Peng 2015           | Grain output per acre cultivated land, Gross output value of agricultural products per acre cultivated land | T  | D |
| Richards 2017       | Yield of offshore aquaculture                                                                               | Mo | D |
| Sun 2018            | Food yield [grains, vet, fruits]                                                                            | T  | D |

ตารางที่ 2.29 วิธีการประเมินตัวชี้วัดด้านเกษตรกรรม

| Indicator        | Frequency | Percentage |
|------------------|-----------|------------|
| Mapping          | 2         | 0.10       |
| Literature       | 1         | 0.05       |
| Lookup table     | 9         | 0.45       |
| Modeling         | 2         | 0.10       |
| Survey           | 3         | 0.15       |
| Expert judgement | 4         | 0.20       |

## 2) ด้านวัตถุดิบและทรัพยากรอื่นๆ

นอกเหนือจากผลผลิตอาหารแล้ว ผลผลิตอื่นๆที่พบในระบบนิเวศเมืองที่ได้รับการประเมิน คือ ทรัพยากรต่างๆ ได้แก่ ไม้ พลังงาน น้ำ และวัตถุดิบ (ตารางที่ 2.30) และใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมินทั้งการคำนวณ หากเป็นการประเมินเชิงปริมาณ เช่น ปริมาณน้ำ/วัตถุดิบที่ผลิตต่อปี หรือ การอ้างอิงข้อมูลจากแหล่งอื่น รวมทั้งการใช้ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 2.30 ตัวชี้วัดด้านทรัพยากรอื่นๆ

| Source          | Indicator              | Method | Type of indicator   |
|-----------------|------------------------|--------|---------------------|
| Antognelli 2017 | Proximity to resources | M      | P <sub>biophy</sub> |
| Dauids 2016     | Water yield            | Mo     | D                   |

|               |                                                    |    |   |
|---------------|----------------------------------------------------|----|---|
| Holt 2015     | Opinion on resource potential                      | Mo | D |
| Hu 2015       | Water, Soil, Raw materials                         | T  | D |
| Kain 2016     | Biogas energy                                      | T  | D |
| Koschke 2011  | Production of wood/timber                          | TE | D |
| Estoque 2016  | Genetic resource, raw materials                    | T  | D |
| Montoya 2017  | Wood, Fresh water, Medical plants                  | E  | D |
| Shi 2014      | Water environmental capacity, Water resource value | T  | D |
| Pickard 2017  | Water quality from P and N export                  | Mo | P |
| Zhang 2017    | Sum of surface water+inflow/area*depth             | Mo | D |
| Richards 2017 | Charcoal production                                | Mo | D |

### 3) ด้านคุณค่าทางเศรษฐกิจ

คุณค่าทางเศรษฐกิจถูกประเมินในรูปของราคาที่ดินหรือรายได้สำหรับการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ เช่น ที่พักอาศัย พาณิชยกรรม การท่องเที่ยว หรือการใช้เป็นพื้นที่เลี้ยงสัตว์ (ตารางที่ 2.31)

ตารางที่ 2.31 ตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ

| Source         | Indicator                                                                                 | Method | Type of indicator |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|
| Odgaard 2017   | Land rent                                                                                 | M      | D                 |
| Liquete 2016   | Public cost                                                                               | T      | D                 |
|                | Commercial land value, Official land value, Residential land value, Industrial land value | T      | D                 |
| O'Farrell 2012 | Grazing potential of vegetation types                                                     | L      | D                 |
| Peng 2015      | Income ratio of agricultural sightseeing                                                  | T      | D                 |

การประเมินด้านผลผลิตเกษตรกรรมเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจมากที่สุดสำหรับประโยชน์ทางเศรษฐกิจของระบบนิเวศ การให้ผลผลิตอื่นๆ และคุณค่าที่ดินทางเศรษฐกิจยังมีตัวชี้วัดที่หลากหลายเกินไป และยังไม่มีวิธีการประเมินที่แน่นอนที่ใช้สำหรับงานศึกษาส่วนใหญ่

## 2.2.6 ตัวชี้วัดสำหรับปัจจัยสังคม

นอกเหนือจากตัวชี้วัดด้านความต้องการประโยชน์ด้านต่างๆของพื้นที่สีเขียวแล้ว ปัจจัยทางสังคมเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ส่งผลต่อความต้องการด้านการพัฒนาพื้นที่สีเขียวของเมือง งานวิจัยนี้กำหนดปัจจัยทางสังคมที่มีผลต่อความต้องการประโยชน์แต่ละด้านของพื้นที่สีเขียวตามตารางที่ 2.32 โดยตัวชี้วัดที่กำหนดมาจากข้อมูลทางสังคมที่หาได้ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เก็บรวบรวมโดยสำนักพัฒนาชุมชน จังหวัดพิษณุโลกปี พ.ศ. 2560

ตารางที่ 2.32 ตัวชี้วัดปัจจัยทางสังคมของประโยชน์ทั้ง 4 ด้านของพื้นที่สีเขียว

| ประโยชน์พื้นที่สีเขียว | ปัจจัยทางสังคมที่เกี่ยวข้อง                                                                     | ตัวชี้วัดปัจจัยทางสังคม                                                                       |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ด้านสิ่งแวดล้อม        | กลุ่มประชากรอ่อนไหว ได้แก่ ผู้สูงอายุและเยาวชน ที่เป็นกลุ่มเสี่ยงต่อสภาวะอากาศและภัยธรรมชาติ    | -                                                                                             |
| ด้านนิเวศวิทยา         | ความหนาแน่นของเมือง หากเมืองมีความหนาแน่นมากมีผลต่อการลดความหลากหลายทางชีวภาพ                   | - ความหนาแน่นประชากรในพื้นที่                                                                 |
| ด้านนันทนาการ          | ความเท่าเทียมกันในการใช้และเข้าถึงพื้นที่สาธารณะของกลุ่มที่มีความยากลำบากในการใช้พื้นที่สีเขียว | - สัดส่วนของผู้สูงอายุในชุมชน<br>- สัดส่วนเยาวชนอายุต่ำกว่า 13 ปีในชุมชน<br>- สัดส่วนผู้พิการ |
| ด้านเศรษฐกิจ           | โอกาสในการสร้างรายได้จากการเพาะปลูกของประชากรกลุ่มผู้มีรายได้น้อย                               | - สัดส่วนผู้ไม่มีงานทำ                                                                        |

## 2.3 แนวทางการพัฒนาวิธีประเมินประโยชน์ที่หลากหลายของระบบนิเวศเมือง

### 2.3.1 ประเภทของระบบนิเวศ

การประเมินส่วนใหญ่ใช้พื้นที่เมืองเป็นหลัก และมีงานศึกษาบางส่วนที่เน้นประเมินเฉพาะพื้นที่สีเขียว ทำให้ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การศึกษาว่าต้องการวิเคราะห์ในระดับใด หากต้องการวางผังพื้นที่สีเขียวระดับเมืองควรวิเคราะห์เมืองทั้งหมด แต่หากต้องการประเมินประโยชน์ของพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งโดยเฉพาะ การจำกัดประเภทของระบบนิเวศจึงเป็นเรื่องจำเป็น

### 2.3.2 ประเภทประโยชน์ของระบบนิเวศ

ประเภทของประโยชน์ของระบบนิเวศยังมีความหลากหลายค่อนข้างมาก แต่ส่วนใหญ่ประเมินประโยชน์ทั้ง 4 ประเภทหากเป็นการประเมินในระดับเมือง หากมีการประเมินประโยชน์เพียงไม่กี่ประเภทจะทำให้ผลการประเมินไม่ครอบคลุม และไม่แสดงให้เห็นประโยชน์หลายด้านของระบบนิเวศ ดังนั้นการประเมินจึงควรมีคำนึงถึงประโยชน์ให้ครอบคลุมทุกด้าน แต่ต้องไม่ทำให้การประเมินมีความซับซ้อนและประกอบด้วยตัวชี้วัดมาก

เกินไป ทั้งนี้ไม่ใช่ทุกประโยชน์ย่อยที่ควรรวมไว้ในการประเมิน เพราะบางประโยชน์ย่อยอาจไม่เกี่ยวข้องกับบริบทของบางเมือง โดยประโยชน์ย่อยที่จำเป็นต้องประเมินสามารถกำหนดได้จากประโยชน์ย่อยที่พบในงานศึกษาส่วนใหญ่เช่นที่เสนอแนะไว้ในตารางที่ 2.33

### 2.3.3 ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดที่ใช้สำหรับประเมินประโยชน์แต่ละด้านมีความหลากหลาย แต่ยังคงมีบางตัวชี้วัดที่พบในงานส่วนใหญ่ เพื่อให้การประเมินเป็นมาตรฐานสามารถเปรียบเทียบกันได้ ตัวชี้วัดควรประเมินสิ่งเดียวกันและใช้วิธีการประเมินคล้ายกัน จากลักษณะตัวชี้วัดที่ใช้ในปัจจุบันในหัวข้อที่ 2.25 แสดงให้เห็นว่าตัวชี้วัดมีทั้งแบบที่ประเมินด้วยการวัดจากแผนที่หรือประเมินจากลักษณะทางกายภาพเป็นหลัก ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถทำได้อย่างรวดเร็วและไม่ต้องการความเชี่ยวชาญมากนัก กับตัวชี้วัดที่มีวิธีการประเมินด้วยการคำนวณตามสูตรที่อาศัยผู้เชี่ยวชาญหรือการเก็บข้อมูลจริงจากพื้นที่ที่ต้องการทรัพยากรค่อนข้างสูง การประเมินจึงควรมีทั้งตัวชี้วัด 2 แบบให้ผู้ประเมินสามารถเลือกใช้ได้ การใช้ตัวชี้วัด 2 ระดับได้ถูกนำเสนอโดย Alam (2015) และ Roussel (2017) โดยกำหนดให้มีตัวชี้วัดในระดับที่ 1 ใช้ตัวชี้วัดแบบตัวแทน และในระดับที่ 2 เป็นตัวชี้วัดที่ต้องมีการวัดจากพื้นที่จริงที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

การกำหนดตัวชี้วัดพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการประเมินแต่ละประโยชน์ของระบบนิเวศเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้การประเมินมีความเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยตัวชี้วัดพื้นฐานนี้ควรใช้รูปแบบการประเมินที่เรียบง่าย จึงเหมาะกับการเป็นตัวชี้วัดระดับที่ 1 ตัวชี้วัดพื้นฐานสามารถกำหนดได้จากตัวชี้วัดที่งานศึกษาส่วนใหญ่ใช้ประเมินดังที่เสนอแนะในตารางที่ 2.30 สำหรับตัวชี้วัดระดับที่ 2 สามารถนอกเหนือจากตัวชี้วัดพื้นฐาน การประเมินแต่ละด้านควรมีตัวชี้วัดเพิ่มเติมในกรณีที่ต้องการประเมินในรายละเอียดมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 2.33 ตัวชี้วัดเสนอแนะสำหรับประเมินประโยชน์ระบบนิเวศเมือง

| ประโยชน์                   | ระดับที่ 1<br>แบบพื้นฐาน                                                                                                                                                                                                      | ระดับที่ 2<br>แบบเพิ่มเติม                                                                                                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านสิ่งแวดล้อม         |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                      |
| 1.1 การควบคุมสภาพภูมิอากาศ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง</li> <li>- สัดส่วนพื้นที่แข็งต่อพื้นที่ดินทั้งหมด</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การลดอุณหภูมิจากพืชพันธุ์</li> <li>- อุณหภูมิ/ความร้อนสะสมที่พื้นผิว</li> </ul>                             |
| 1.2 การลดปัญหาน้ำท่วม      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง</li> <li>- สัดส่วนพื้นที่แข็งต่อพื้นที่ดินทั้งหมด</li> <li>- ระดับความสูงต่ำของพื้นที่</li> <li>- ความยาวของแม่น้ำลำคลอง</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- สัมประสิทธิ์น้ำหลากผิวของแต่ละพื้นที่</li> <li>- ปริมาณน้ำหลากผิว</li> </ul>                                |
| 1.3 การปรับปรุงคุณภาพอากาศ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง</li> <li>- ปริมาณถนนต่อพื้นที่</li> </ul>                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปริมาณสารก่อมลพิษในพื้นที่</li> <li>- ปริมาณการจราจรในพื้นที่</li> <li>- จำนวนยานพาหนะต่อพื้นที่</li> </ul> |

|                                             |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             | - ปริมาณทางแยกต่อพื้นที่                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                              |
| 1.4 การเก็บสะสมคาร์บอน                      | - การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดง<br>ความหนาแน่นของเมือง<br>- สัดส่วนพื้นที่สีเขียว                                                                                           | - ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในพืช<br>พันธุ์และในดิน                                                                                                                |
| 2. ด้านนิเวศวิทยา                           |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                              |
|                                             | - ขนาดของพื้นที่สีเขียว<br>- สัดส่วนเส้นรอบรูปต่อพื้นที่สีเขียว<br>- ระยะทางที่ไกลที่สุดไปยังพื้นที่<br>สีเขียวอื่นๆ<br>- การมีเส้นทางเชื่อมโยงไปยัง<br>พื้นที่สีเขียวอื่นๆ | - จำนวนของพืชพันธุ์และสัตว์ที่<br>พบในพื้นที่<br>- ความหลากหลายของพืชพันธุ์<br>และสัตว์ที่พบในพื้นที่<br>- จำนวนพืชพันธุ์และสัตว์<br>อนุรักษ์/หายากในพื้นที่ |
| 3. ด้านวัฒนธรรม                             |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                              |
| 3.1 นันทนาการ                               | - ขนาดพื้นที่สีเขียวต่อประชากร<br>- ระยะทางเฉลี่ยจากที่อยู่อาศัย<br>ไปยังพื้นที่สีเขียว                                                                                     | - จำนวนผู้ใช้พื้นที่สีเขียว<br>- ความคิดเห็นของประชาชนต่อ<br>คุณค่าทางนันทนาการของพื้นที่<br>สีเขียว                                                         |
| 3.2 อัตลักษณ์ ความสำคัญทาง<br>ประวัติศาสตร์ | - ขนาดพื้นที่สีเขียวเฉลี่ยของ<br>พื้นที่ประวัติศาสตร์                                                                                                                       | - จำนวนผู้ใช้พื้นที่สีเขียว<br>- ความคิดเห็นของประชาชนต่อ<br>คุณค่าทางประวัติศาสตร์ของ<br>พื้นที่สีเขียว                                                     |
| 4. ด้านเศรษฐกิจ                             |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                              |
|                                             | - ขนาดพื้นที่เกษตรกรรมต่อ<br>ประชากร                                                                                                                                        | - ผลผลิตทางเกษตรกรรมต่อ<br>พื้นที่<br>- รายได้จากผลผลิตทาง<br>เกษตรกรรมต่อพื้นที่                                                                            |

#### 2.3.4 ความต้องการประโยชน์ระบบนิเวศเมือง

ถึงแม้จะมีแนวคิดด้านการคำนึงถึงความต้องการหรืออุปสงค์ต่อประโยชน์ระบบนิเวศเมือง แต่มิงานศึกษาเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น (Larondelle, 2013; Larondelle, 2016; Verhagen 2017; Baro, 2016) ที่นำความต้องการด้านต่างๆของประชากรเมืองเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการประเมินประโยชน์ของระบบนิเวศเมือง ทั้งๆที่พื้นที่เมืองน่าจะเป็นพื้นที่ที่มีความต้องการประโยชน์จากด้านต่างๆของพื้นที่สีเขียวเมืองค่อนข้างสูง เพราะเป็นพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่น

จากแนวคิดของ Wolff (2015) ที่จัดกลุ่มอุปสงค์ออกเป็น 3 กลุ่มหลัก คือ ความต้องการในการลดความเสี่ยง ความชื่นชม/การให้ความสำคัญกับคุณค่า และความต้องการด้านบริโภค ดังนั้นประโยชน์ทั้ง 4 ด้านของระบบนิเวศควรต้องมีการคำนึงถึงอุปสงค์ด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องตามที่แสดงในตารางที่ 2.34 ดังนี้

ตารางที่ 2.34 อุปสงค์ของประโยชน์แต่ละด้านของระบบนิเวศและตัวชี้วัดของอุปสงค์

| ประโยชน์              | อุปสงค์                                                              | ตัวชี้วัด                                                                                                                         |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านสิ่งแวดล้อม    |                                                                      |                                                                                                                                   |
| 1.1 ด้านสภาพภูมิอากาศ | ความเสี่ยงของกลุ่มประชากรที่อ่อนไหวต่ออากาศเปลี่ยนแปลงและอุณหภูมิสูง | - ความหนาแน่นของประชากรผู้สูงอายุและเด็ก                                                                                          |
| 1.2 ด้านน้ำท่วม       | ความเสี่ยงของกลุ่มประชากรผู้มีรายได้น้อยต่อความเสียหายของน้ำท่วม     | - ความหนาแน่นของประชากรผู้มีรายได้น้อย                                                                                            |
| 1.3 ด้านคุณภาพอากาศ   | ความเสี่ยงของกลุ่มประชากรที่อ่อนไหวต่อคุณภาพอากาศ                    | - ความหนาแน่นของประชากรผู้สูงอายุและเด็ก<br>- ความหนาแน่นของประชากรที่มีปัญหาระบบทางเดินหายใจ                                     |
| 2. ด้านนิเวศวิทยา     | ความเสี่ยงของพื้นที่ต่อการมีผลกระทบต่อระบบนิเวศ                      | - ความหนาแน่นของประชากร                                                                                                           |
| 3. ด้านวัฒนธรรม       |                                                                      |                                                                                                                                   |
| 3.1 ด้านนันทนาการ     | ความไม่เท่าเทียมทางสังคมในการใช้พื้นที่สีเขียว                       | - ขนาดพื้นที่สีเขียวต่อจำนวนประชากรผู้มีรายได้น้อยและผู้พิการในพื้นที่<br>- ระยะทางของผู้มีรายได้น้อย/ผู้พิการไปยังพื้นที่สีเขียว |
| 3.2 ด้านอัตลักษณ์     | คุณค่าทางวัฒนธรรม                                                    | - ความคิดเห็นต่อคุณค่าทางวัฒนธรรมของพื้นที่                                                                                       |
| 4. ด้านเศรษฐกิจ       | ความต้องการรายได้จากผลผลิตที่ได้จากระบบนิเวศ เช่น ผลผลิตทางเกษตรกรรม | - ความหนาแน่นของประชากรผู้มีรายได้น้อย                                                                                            |

สำหรับอุปสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมควรคำนึงถึงความเสี่ยงของกลุ่มประชากรที่อาจได้รับผลกระทบต่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหาด้านอุณหภูมิสูง น้ำท่วม และมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ เด็ก และผู้มีรายได้น้อย เช่นเดียวกับอุปสงค์ด้านนันทนาการและด้านเศรษฐกิจ ที่มีอุปสงค์เกี่ยวข้องกับความต้องการด้านการใช้พื้นที่สำหรับกิจกรรมนันทนาการและการสร้างรายได้ของผู้ด้อยโอกาส ดังนั้นความหนาแน่นของประชากรกลุ่มผู้มีรายได้น้อยและผู้พิการจึงสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดสำหรับอุปสงค์ได้ สำหรับอุปสงค์ด้านนิเวศวิทยานั้นเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่ จึงควรมีตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความหนาแน่นของพื้นที่เมือง หากมีความหนาแน่นมากย่อมมีความเสี่ยงมากตามไปด้วย

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีวิจัย

บทนี้อธิบายระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้ในการประเมินพื้นที่สีเขียวเมืองจากกรณีศึกษา ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนหลัก ในแต่ละขั้นตอนมีการใช้วิธีการที่หลากหลายทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่อความครบถ้วนและถูกต้องของผลการศึกษา อีกทั้งให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของภาครัฐและประชาชนในการประเมินและวางแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมือง

#### 3.1 การพัฒนาการประเมินที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ศึกษา

การพัฒนาการประเมินเกี่ยวข้องกับการเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ศึกษา โดยมีวิธีการในรายละเอียดดังต่อไปนี้

##### 3.3.1 การคัดเลือกประโยชน์พื้นที่สีเขียวที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา

การคัดเลือกประโยชน์พื้นที่สีเขียวมีขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอนดังนี้ คือ

- 1) การวิเคราะห์เพื่อหาประเด็นปัญหาของเมืองที่เกี่ยวข้อง ในขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิเคราะห์เอกสารต่างๆทั้งนโยบายระดับชาติด้านแนวทางการพัฒนาขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และนโยบายการพัฒนาระดับท้องถิ่นจากวิสัยทัศน์และแผนพัฒนาเมือง เพื่อสรุปปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่สีเขียวเมือง
- 2) การหารือกับคณะผู้บริหารเทศบาลนครพิษณุโลก จากประเด็นปัญหาเมืองที่วิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยได้เข้าหารือกับคณะผู้บริหารอันประกอบด้วยนายกเทศมนตรี และผู้อำนวยการฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องได้แก่ ฝ่ายการช่าง ฝ่ายการศึกษา ฝ่ายสวัสดิการสังคมและชุมชน ทั้งหมดจำนวน 5 ท่าน เพื่อนำเสนอประเด็นปัญหาที่ได้วิเคราะห์มา ทางคณะผู้บริหารให้การสนับสนุนกับทุกประเด็นปัญหาที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ

##### 3.3.2 การศึกษารวบรวมตัวชี้วัดสำหรับประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวที่เกี่ยวข้อง

จากประเด็นปัญหาเมืองซึ่งสามารถแยกได้เป็น 4 ด้านให้สอดคล้องกับประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเมือง คือ ด้านสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา วัฒนธรรมและเศรษฐกิจ ทำให้ต้องมีการคัดเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสมสำหรับประเมินประโยชน์ทั้ง 4 ด้านของพื้นที่สีเขียว โดยทำการคัดเลือกจากตัวชี้วัดที่ได้ถูกรวบรวมมาในบทที่ 2 หัวข้อ 2.2.5 และมีเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวชี้วัด ดังนี้

- เป็นตัวชี้วัดระดับที่ 1 ที่ใช้การประเมินจากแผนที่และลักษณะทางกายภาพเป็นหลัก
- เป็นตัวชี้วัดที่มีข้อมูลในทุกชุมชนของเมือง เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ต่อไปได้
- เป็นตัวชี้วัดที่ต้องการข้อมูลเชิงปริมาณ ไม่ใช่ข้อมูลเชิงคุณภาพเพราะใช้ข้อมูลจากทางสถิติเป็นหลัก เพื่อให้ประหยัดเวลาและไม่ต้องใช้ทรัพยากรบุคคลและเวลามากนัก

ตัวชี้วัดทั้งหมดเหล่านี้ถูกใช้สำหรับการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวในลำดับถัดไป

### 3.2 การประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียว

#### 3.2.1 การรวบรวมข้อมูลของตัวชี้วัด

ข้อมูลสำหรับตัวชี้วัดที่กำหนดใน 3.3.2 ถูกรวบรวมและเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ตามที่แสดงในตารางที่

#### 3.1 โดยมีแหล่งข้อมูลหลัก 3 แหล่ง คือ

##### 1) หน่วยงานราชการ ได้แก่

- สำนักพัฒนาชุมชน จังหวัดพิษณุโลก สำหรับข้อมูลจำเป็นพื้นฐาน (จพฐ.) หรือข้อมูลประชากรทั้งหมด
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สำหรับข้อมูลพื้นที่สีเขียวสาธารณะประเภทต่างๆ
- เทศบาลนครพิษณุโลก สำหรับข้อมูลแผนที่ GIS ทางกายภาพของอาคาร ถนน และแม่น้ำของเมือง

##### 2) Google Map

3) การสำรวจเก็บข้อมูลจากชุมชนเกี่ยวกับลานสุขภาพ โดยการสัมภาษณ์ตัวแทนชุมชนส่วนบุคคล (ภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.1 แหล่งข้อมูลของตัวชี้วัด

| ประโยชน์                   | ตัวชี้วัด                                                                                                                                                                | แหล่งข้อมูล                                                                 |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านสิ่งแวดล้อม         |                                                                                                                                                                          |                                                                             |
| 1.1 การควบคุมสภาพภูมิอากาศ | - การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง<br>- สัดส่วนพื้นที่แข็งต่อพื้นที่ดินทั้งหมด<br>- ร้อยละประชากรผู้สูงอายุในชุมชน (เพิ่มเติม)                           | - แผนที่ผังเมืองรวมพิษณุโลก<br>- แผนที่ GIS<br>- ข้อมูลจพฐ.                 |
| 1.2 การลดปัญหาน้ำท่วม      | - การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง<br>- สัดส่วนพื้นที่แข็งต่อพื้นที่ดินทั้งหมด<br>- ความยาวของแม่น้ำลำคลอง<br>- ร้อยละประชากรที่มีรายได้น้อย (เพิ่มเติม) | - แผนที่ผังเมืองรวมพิษณุโลก<br>- แผนที่ GIS<br>- แผนที่ GIS<br>- ข้อมูลจพฐ. |
| 1.3 การปรับปรุงคุณภาพอากาศ | - การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง<br>- ปริมาณถนนต่อพื้นที่                                                                                              | - แผนที่ผังเมืองรวมพิษณุโลก                                                 |



|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ปริมาณทางแยกต่อพื้นที่</li> <li>- ร้อยละประชากรผู้สูงอายุในชุมชน (เพิ่มเติม)</li> </ul>                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- แผนที่ GIS</li> <li>- แผนที่ GIS</li> <li>- ข้อมูลจพฐ.</li> </ul>                                                                         |
| 1.4 การเก็บสะสมคาร์บอน                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง</li> <li>- สัดส่วนพื้นที่สีเขียว</li> </ul>                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- แผนที่ผังเมืองรวมพิษณุโลก</li> <li>- แผนที่พื้นที่สีเขียวของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>                              |
| 2. ด้านนิเวศวิทยา                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                    |
|                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ขนาดของพื้นที่สีเขียว</li> <li>- สัดส่วนเส้นรอบรูปต่อพื้นที่สีเขียว</li> <li>- ระยะทางที่ไกลที่สุดไปยังพื้นที่สีเขียวอื่นๆ</li> <li>- การมีเส้นทางเชื่อมโยงไปยังพื้นที่สีเขียวอื่นๆ</li> <li>- ความหนาแน่นของประชากร (เพิ่มเติม)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- แผนที่ GIS</li> <li>- แผนที่พื้นที่สีเขียวของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>                                             |
| 3. ด้านวัฒนธรรม                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                    |
| 3.1 นันทนาการ                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ขนาดพื้นที่สีเขียวต่อประชากร</li> <li>- ระยะทางเฉลี่ยจากที่อยู่อาศัยไปยังพื้นที่สีเขียว</li> <li>- ร้อยละประชากรผู้มีรายได้ต่ำและผู้พิการในชุมชน (เพิ่มเติม)</li> </ul>                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ข้อมูลจพฐ.</li> <li>- แผนที่ GIS</li> <li>- แผนที่พื้นที่สีเขียวของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> <li>- ข้อมูลจพฐ.</li> </ul> |
| 3.2 อัตลักษณ์ความสำคัญทางประวัติศาสตร์ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ขนาดพื้นที่สีเขียวเฉลี่ยของพื้นที่ประวัติศาสตร์</li> </ul>                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- แผนที่ GIS</li> <li>- Google Map</li> </ul>                                                                                               |
| 4. ด้านเศรษฐกิจ                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                    |

|  |                                                                                            |                                                                                    |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  | - ขนาดพื้นที่เกษตรกรรมต่อประชากร<br><br>-- ร้อยละประชากรผู้มีรายได้น้อยในชุมชน (เพิ่มเติม) | - แผนที่พื้นที่สีเขียวของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม<br><br>- ข้อมูลจพฐ. |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

### 3.2.2 การป้อนข้อมูลและแปลงข้อมูลใน GIS

ข้อมูลจากตัวชี้วัดต่างๆถูกป้อนเข้าไปใน GIS สำหรับชุมชนต่างๆทั้ง 64 ชุมชนในเทศบาลนครพิษณุโลก โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

#### 1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

- ข้อมูลแบบเป็นจุด ได้แก่ ศูนย์กลางชุมชน ศาสนสถาน
- ข้อมูลแบบเป็นเส้น ได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง ถนน และทางรถไฟ
- ข้อมูลแบบเป็นพื้นที่ ได้แก่ ชุมชน พื้นที่สีเขียว

#### 2) ข้อมูลเชิงบรรยาย ประกอบด้วย

● ข้อมูลประชากรของแต่ละชุมชน ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ  
สำหรับข้อมูลเชิงพื้นที่ต้องมีการแปลงข้อมูลบางข้อมูล โดยทำการแปลงข้อมูล Raster จากแผนที่ด้วยการดิจิทัลมาอยู่ในรูปแบบของจุด และพื้นที่ ได้แก่

- ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยแบ่งออกเป็นพื้นที่พาณิชยกรรม พื้นที่อยู่อาศัยความหนาแน่นน้อย/ปานกลาง/มาก พื้นที่ราชการ พื้นที่การศึกษา และพื้นที่อุตสาหกรรม จากผังเมืองรวม
- พื้นที่สีเขียวสาธารณะ จากแผนที่พื้นที่สีเขียวของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- พื้นที่สีเขียวของศาสนสถาน จาก google map

### 3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล GIS

เมื่อป้อนข้อมูลสำหรับตัวชี้วัดทุกตัวแล้ว จึงเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินตัวชี้วัดทุกตัวด้วยการให้คะแนน 1-4 ซึ่งคะแนน 1 หมายถึง มีปัญหามากที่สุดหรือมีความต้องการประโยชน์จากพื้นที่สีเขียวเร่งด่วนมากที่สุด และ 4 หมายถึง มีปัญหาน้อยที่สุดหรือมีความต้องการประโยชน์จากพื้นที่เขียวน้อยที่สุด วิธีการแบ่งเป็นอันดับ 1-4 ใช้ 2 วิธีหลัก คือ

1) การกำหนดตามค่ามาตรฐานของหน่วยงานหรือนโยบายระดับประเทศ สำหรับตัวชี้วัดด้านนันทนาการ คือ ขนาดพื้นที่สีเขียวต่อประชากร และระยะทางจากชุมชนไปยังพื้นที่สีเขียว

2) การกำหนดจากความเป็นไปได้ของปัญหา วิธีการนี้ใช้สำหรับตัวชี้วัดแบบตัวแทนที่มีการคาดการณ์จากลักษณะทางกายภาพเป็นหลักว่าหากมีลักษณะบางอย่าง น่าจะทำให้เกิดปัญหามากน้อยต่างกัน วิธีการนี้ใช้กับตัวชี้วัดการใช้ประโยชน์ที่ดินตามตารางที่ 3.2 จากสมมติฐานที่ว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความหนาแน่นประเภทที่ดินพาณิชยกรรมและที่ดินเพื่อที่อยู่อาศัยความหนาแน่นสูง น่าจะมีปัญหาด้านสภาพภูมิอากาศ น้ำท่วม และคุณภาพอากาศสูงกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความหนาแน่นต่ำกว่า

ตารางที่ 3.2 คะแนนของตัวชี้วัดด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน

| การใช้ประโยชน์ที่ดิน          | คะแนน |
|-------------------------------|-------|
| พาณิชยกรรม                    | 1     |
| ที่พักอาศัยความหนาแน่นสูง     | 2     |
| ที่พักอาศัยความหนาแน่นปานกลาง | 3     |
| ที่พักอาศัยความหนาแน่นต่ำ     | 3     |
| สถาบัน                        | 3     |
| ศาสนา                         | 3     |
| อุตสาหกรรม                    | 3     |
| เกษตรกรรม พื้นที่อนุรักษ์     | 4     |

3) การ normalization ด้วยค่าสูงสุด-ต่ำสุด และแบ่งออกเป็น 4 ช่วงคะแนน ค่าช่วงคะแนนคิดจากสมการที่แสดงข้างล่างนี้

$$x_i = (Max_i - Min_i)/4 \quad (1)$$

โดย  $x_i$  คือ ช่วงคะแนนของตัวชี้วัด  $i$

$Max_i$  คือ ค่าข้อมูลสูงสุดของตัวชี้วัด  $i$

$Min_i$  คือ ค่าข้อมูลต่ำสุดของตัวชี้วัด  $i$

วิธีนี้ใช้กับตัวชี้วัดส่วนใหญ่ เนื่องจากไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานที่ควรจะเป็นจากหน่วยงานต่างๆ เช่น สัดส่วนของพื้นผิวดาดแข็ง ความยาวของแม่น้ำลำคลอง เป็นต้น

#### 3.2.4 การประเมินคะแนน

การประเมินคะแนนมี 2 วิธี คือ การใช้ค่าน้ำหนักเท่ากัน และ การใช้ค่าน้ำหนักแตกต่างกัน วิธีที่ 1 หมายถึงการให้ความสำคัญกับทุกประเภทประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเท่ากันหมด ขณะที่วิธีที่ 2 ให้ความสำคัญไม่เท่ากัน หากประโยชน์ใดมีค่าน้ำหนักมาก แสดงว่าได้รับความสำคัญมากกว่าประโยชน์ด้านอื่นๆ

1) การประเมินคะแนนแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน

วิธีการประเมินคะแนน คือ การหาค่าเฉลี่ยจากคะแนนรวมของตัวชี้วัดทุกตัว ตามสมการที่ (2)

$$x_i = \frac{\sum_i^N y_{ij}}{N} \quad (2)$$

โดย  $x_i$  คือ คะแนนประเมินของประโยชน์  $i$

$y_{ij}$  คือ คะแนนประเมิน 1-4 ของตัวชี้วัด  $j$  ของประโยชน์  $i$

$N$  คือ จำนวนตัวชี้วัดทั้งหมดของประโยชน์  $i$

2) การประเมินคะแนนแบบค่าน้ำหนักไม่เท่ากัน

วิธีการประเมินคะแนน คือ การหาค่าเฉลี่ยจากการนำผลรวมของคะแนนตัวชี้วัดแต่ละตัวที่คูณค่าน้ำหนักของตัวชี้วัดนั้นๆแล้ว ตามสมการที่ (3)

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^N (w_{ij} y_{ij})}{N} \quad (3)$$

โดย  $x_i$  คือ คะแนนประเมินของประโยชน์  $i$

$w_{ij}$  คือ ค่าน้ำหนักของตัวชี้วัด  $j$  ของประโยชน์  $i$

$y_{ij}$  คือ คะแนนประเมิน 1-4 ของตัวชี้วัด  $j$  ของประโยชน์  $i$

$N$  คือ จำนวนตัวชี้วัดทั้งหมดของประโยชน์  $i$

วิธีการหาค่าน้ำหนักใช้วิธีการสำรวจความคิดเห็นจากผู้เกี่ยวข้อง 2 กลุ่ม คือ ตัวแทนภาครัฐที่ทำหน้าที่บริหารจัดการในเทศบาลนครพิษณุโลก และ ตัวแทนประชาชนจากชุมชนทั้ง 64 แห่ง โดยทำแบบสอบถาม (ภาคผนวก ข) ทั้ง 2 กลุ่มและหาค่าน้ำหนักด้วยวิธีการจัดอันดับ (Ranking) ตามสมการที่ (4)

$$W_i = \frac{K - r_i + 1}{\sum_{j=1}^K + 1} \quad (4)$$

โดย  $r_i$  คือ อันดับของประโยชน์ที่  $i$

$K$  คือ จำนวนของประโยชน์ทั้งหมดที่ให้จัดอันดับ

หลังจากได้คะแนนประเมินแล้วจึงจัดทำแผนที่แสดงคะแนนของทั้ง 64 ชุมชน โดยเปรียบเทียบทั้งแบบที่ค่าน้ำหนักเท่ากันและแบบค่าน้ำหนักแตกต่างกัน เพื่อแสดงรายชื่อของชุมชนที่อยู่ในระดับคะแนน 1-4 หากชุมชนอยู่ในระดับคะแนน 1 หมายถึงว่า ชุมชนนั้นต้องการพัฒนาพื้นที่สีเขียวอย่างเร่งด่วนเพราะมีความต้องการประโยชน์จากพื้นที่สีเขียวเพื่อแก้ปัญหาเรื่องต่างๆมากกว่าชุมชนอื่น

### 3.2.5 การตรวจสอบความถูกต้องของผลประเมิน

ผลประเมินที่ได้จัดทำมาในรูปแบบของแผนที่ระดับคะแนน 1-4 สำหรับ 64 ชุมชนถูกตรวจสอบความถูกต้องด้วยการนำเสนอให้กับคณะผู้บริหารของเทศบาลนครฯ เพื่อให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงแสดงความคิดเห็นว่า

เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับผลการประเมินที่ได้มาจากการประเมินจากลักษณะทางกายภาพและสังคม-วัฒนธรรม

### 3.3 การพัฒนาพื้นที่สีเขียวตามความเร่งด่วน

เมื่อประเมินความต้องการพื้นที่สีเขียวออกเป็น 4 ระดับความเร่งด่วนได้แล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การพัฒนาพื้นที่สีเขียวในพื้นที่ที่มีศักยภาพ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาพื้นที่สีเขียวของแต่ละชุมชนและของเมืองโดยรวม

#### 3.3.1 การระบุพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพในการประเมิน

พื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพครอบคลุมพื้นที่สีเขียวสาธารณะเท่านั้น เพราะเป็นพื้นที่ที่หน่วยงานรัฐมีอำนาจในการบริหารจัดการ พื้นที่สีเขียวสาธารณะที่มีศักยภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ประเภทได้แก่

- 1) พื้นที่สีเขียวริมทางสัญจร ได้แก่ ต้นไม้ ไม้พุ่ม และไม้คลุมดินที่ปลูกริมสองข้างทางของถนน และบริเวณเกาะกลางถนน โดยระบุพื้นที่ที่มีศักยภาพจากถนนที่มีทางเท้า 3 รูปแบบดังนี้
  - ทางเท้ากว้างน้อยกว่า 1 เมตร
  - ทางเท้ากว้างมากกว่า 1 เมตรแบบมีต้นไม้
  - ทางเท้ากว้างมากกว่า 1 เมตรแบบไม่มีต้นไม้
- 2) พื้นที่ริมน้ำและริมคลองที่ยังไม่ได้รับการพัฒนา หมายถึง พื้นที่ริมแม่น้ำและริมคูคลองที่ยังไม่มีการพัฒนาเป็นสวนสาธารณะหรือทางเดินที่ให้คนทั่วไปเข้าใช้ได้
- 3) พื้นที่ริมทางรถไฟที่ยังไม่ได้รับการพัฒนา หมายถึง พื้นที่ริมทางรถไฟที่ยังไม่มีการพัฒนาเป็นสิ่งปลูกสร้างหรือพื้นที่สีเขียวที่เปิดให้สาธารณชนเข้าใช้ได้
- 4) พื้นที่ในสถานศึกษาที่มีพื้นที่สีเขียวน้อยกว่าร้อยละ 30 หมายถึง พื้นที่ว่างในโรงเรียนรัฐบาลที่ไม่ได้รับการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียว โดยจะนับรวมพื้นที่ดังกล่าวหากมีมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด
- 5) พื้นที่ในอาคารราชการที่มีพื้นที่สีเขียวน้อยกว่าร้อยละ 30 หมายถึง พื้นที่ว่างในอาคารราชการทั้งหมดที่ไม่ได้รับการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียว โดยจะนับรวมพื้นที่ดังกล่าวหากมีมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด
- 6) พื้นที่ในศาสนสถานที่มีพื้นที่สีเขียวน้อยกว่าร้อยละ 30 หมายถึง พื้นที่ว่างในวัด โบสถ์ มัสยิดและศาลเจ้าที่ไม่ได้รับการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียว โดยจะนับรวมพื้นที่ดังกล่าวหากมีมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ทั้งหมด

#### 3.3.2 การพัฒนาพื้นที่สีเขียวตามความเร่งด่วน

หลังจากที่ระบุพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นพื้นที่สีเขียวแต่ละชุมชนแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การกำหนดรูปแบบการพัฒนาให้กับพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพทั้ง 6 ประเภทตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 รูปแบบการพัฒนาพื้นที่สีเขียวสำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพ

| พื้นที่           | รายละเอียด                                     | รูปแบบการพัฒนา                                                                                                                                                                                         |
|-------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ทางสัญจร          | ทางเท้ากว้างน้อยกว่า 1 เมตร                    | ซุ้มไม้เลื้อยขนาด 0.80 x ความยาว                                                                                                                                                                       |
|                   | ทางเท้ากว้างมากกว่า 1 เมตรแบบมีต้นไม้          | - ซุ้มไม้เลื้อยขนาด 1.00 x ความยาวระหว่างต้นไม้<br>- ไม้พุ่มสูง 0.50 ม.โดยรอบไม้ยืนต้นกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร                                                                                          |
|                   | ทางเท้ากว้างมากกว่า 1 เมตรแบบไม่มีต้นไม้       | - ไม้ยืนต้นทุกระยะ 5 เมตร<br>- ซุ้มไม้เลื้อยขนาด 1.00 x ความยาวระหว่างต้นไม้<br>- ไม้พุ่มสูง 0.50 ม.โดยรอบไม้ยืนต้นกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร<br>- ไม้พุ่มสูง 0.50 ม. เป็นระยะครึ่งหนึ่งของความยาวทางเท้า |
| พื้นที่ริมน้ำ     |                                                | - ไม้ยืนต้นทุกระยะ 5 เมตร<br>- ไม้คลุมดินสำหรับพื้นที่ทั้งหมด<br>- พื้นที่ทางการเกษตรสำหรับพื้นที่ร้อยละ 50                                                                                            |
| พื้นที่ริมทางรถไฟ |                                                | - ไม้ยืนต้นทุกระยะ 5 เมตร<br>- ไม้คลุมดินสำหรับพื้นที่ทั้งหมด<br>- พื้นที่ทางการเกษตรสำหรับพื้นที่ร้อยละ 50                                                                                            |
| สถานศึกษา         | พื้นที่สีเขียวน้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ว่าง | - ไม้ยืนต้นทุกระยะ 5 เมตรตามถนน ที่จอดรถ พื้นที่ว่าง และพื้นที่สีเขียว<br>- พืชคลุมดิน ในพื้นที่ที่เหลือ                                                                                               |
| อาคารราชการ       | พื้นที่สีเขียวน้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ว่าง | - ไม้ยืนต้นทุกระยะ 5 เมตรตามถนน ที่จอดรถ พื้นที่ว่าง และพื้นที่สีเขียว<br>- พืชคลุมดิน ในพื้นที่ที่เหลือ                                                                                               |
| ศาสนสถาน          | พื้นที่สีเขียวน้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ว่าง | - ไม้ยืนต้นทุกระยะ 5 เมตรตามถนน ที่จอดรถ พื้นที่ว่าง และพื้นที่สีเขียว<br>- พืชคลุมดิน ในพื้นที่ที่เหลือ                                                                                               |

เมื่อระบุพื้นที่ที่มีศักยภาพทั้งหมดได้แล้ว จึงนำมาจัดทำแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวแบ่งตามระดับความเร่งด่วนแยกเป็น

- แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะสั้น สำหรับชุมชนที่ได้คะแนนประเมิน 1 คะแนน

- แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะกลาง สำหรับชุมชนที่ได้คะแนนประเมิน 2 คะแนน
- แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะยาว สำหรับชุมชนที่ได้คะแนนประเมิน 3-4 คะแนน
- แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองรวม

### 3.3.3 การประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพ

จากรูปแบบการพัฒนาพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพ ร่วมกับพื้นที่สีเขียวเดิม สามารถนำมาใช้หาปริมาณพื้นที่สีเขียวเดิมและพื้นที่สีเขียวใหม่ของแต่ละชุมชน โดยปริมาณพื้นที่สีเขียวเดิมระบุจากภาพที่ได้จาก Google map และ Google Street ทั้งนี้สามารถแยกรายละเอียดปริมาณพื้นที่สีเขียวออกเป็น 4 ประเภท และวิธีหาปริมาณพื้นที่จากตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดวิธีการหาปริมาณพื้นที่สีเขียวของพื้นที่เดิม

| พื้นที่           | ประเภท     | วิธีการหาพื้นที่                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ทางสัญจร          | ต้นไม้     | นับจำนวนต้น และกำหนดให้แต่ละต้นมีขนาดเส้นผ่าศ.ก.ทรงพุ่ม 4-5 เมตร สูง 4-5 เมตร มีพื้นที่ปกคลุม 20 ตร.ม. และมีปริมาตร 25 ตร.ม. (อ้างอิงจากปริมาตรต้นไม้ขนาดกลางของปักกิ่ง Yin, 2011)                                                                                           |
|                   | ไม้พุ่ม    | - คิดพื้นที่จากเกาะกลางถนน โดยให้พื้นที่ปกคลุมไม้พุ่มเป็นร้อยละ 60 ของพื้นที่เกาะกลางถนน และมีความสูง สูง 0.50 ม.เพื่อหาปริมาตรของไม้พุ่ม<br>- คิดพื้นที่ไม้พุ่มจากถนนเลียบทางรถไฟ (นอกจากบริเวณสถานีรถไฟ) โดยให้ไม้พุ่มกว้าง 0.50. สูง 0.50 ม.ตลอดความยาวของถนนเลียบทางรถไฟ |
|                   | ไม้คลุมดิน | - คิดจากพื้นที่เกาะกลางถนนทั้งหมด                                                                                                                                                                                                                                            |
| พื้นที่ริมน้ำ     | ต้นไม้     | นับจำนวนต้น                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                   | ไม้พุ่ม    | -                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                   | ไม้คลุมดิน | คิดจากพื้นที่ทั้งหมด                                                                                                                                                                                                                                                         |
| พื้นที่ริมทางรถไฟ | ต้นไม้     | นับจำนวนต้น                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                   | ไม้พุ่ม    | -                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                   | ไม้คลุมดิน | คิดจากพื้นที่ทั้งหมด                                                                                                                                                                                                                                                         |
| สถานศึกษา         | ต้นไม้     | นับจำนวนต้น                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| อาคารราชการ       | ไม้พุ่ม    | -                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|          |            |                      |
|----------|------------|----------------------|
| ศาสนสถาน | ไม้คลุมดิน | คิดจากพื้นที่ทั้งหมด |
|----------|------------|----------------------|

ปริมาณพื้นที่สีเขียวทั้งหมด ถูกแสดงตามหน่วยดังนี้

- 1) ต้นไม้ หน่วยนับเป็น ต้น
- 2) ไม้พุ่ม หน่วยนับเป็น ตารางเมตร
- 3) ไม้คลุมดิน หน่วยนับเป็น ตารางเมตร
- 4) ไม้เลื้อย หน่วยนับเป็น ตารางเมตร

เมื่อได้ปริมาณพื้นที่สีเขียวทั้งหมดทั้งของพื้นที่เดิมและพื้นที่ที่มีศักยภาพแล้ว จึงนำมาหาประโยชน์ในด้านต่างๆ ที่เพิ่มขึ้น โดยมีหลักเกณฑ์การคิดประโยชน์อ้างอิงจากแหล่งต่างๆ ดังนี้

| ประเภทประโยชน์               | รูปแบบพื้นที่สีเขียว | รายละเอียด                                                                                                                                                                                                                                                                             | แหล่งอ้างอิง                   |
|------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1. สิ่งแวดล้อม               |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                |
| 1.1 การปรับปรุงสภาพภูมิอากาศ | ต้นไม้               | ปริมาณร่มเงาที่เพิ่มขึ้นตามต้นไม้ โดยควรมีร่มเงาอย่างน้อยร้อยละ 40 ของความยาวถนน                                                                                                                                                                                                       | LEED V4                        |
| 1.2 การลดมลพิษทางอากาศ       | พื้นที่สีเขียว       | ลดปริมาณ PM <sub>10</sub> จากพื้นที่เมือง 24.75 ug/m <sup>3</sup> เป็น 19.39 ug/m <sup>3</sup> ลดได้ 5.36 ug/m <sup>3</sup>                                                                                                                                                            |                                |
|                              | ต้นไม้               | 10.6-13.7 g/m <sup>2</sup> /ปี สำหรับต้นไม้ ใน 3 เมืองของสหรัฐ คือ นิวยอร์ก บัลติมอร์ และแอตแลนตา จึงใช้ ค่าเฉลี่ยที่ 12 g/m <sup>2</sup> สำหรับการดูดซับมลพิษทางอากาศ                                                                                                                 | Nowak 2006                     |
| 1.3 การลดปริมาณน้ำหลากผิวดิน | ต้นไม้               | 2.87 ลบ.ม./ปี สำหรับต้นไม้ในแคลิฟอร์เนีย เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพต้นไม้ในไทยที่มีความสมบูรณ์น้อยกว่าจากการโดนตัดแต่งจึงประมาณอยู่ที่ 2.5 ลบ.ม./ปี สำหรับไม้คลุมดินมีปริมาณการสูญเสียจากการคายน้ำใกล้เคียงกับต้นไม้ (Nesbett, 2005) จึงกำหนดให้อัตราการรับน้ำอยู่ที่ 0.15 ลบ.ม./ปี/ตร.ม. | Mcpherson 2016<br>Nesbett 2005 |
|                              |                      | คิดปริมาณน้ำหลากผิวดินด้วยวิธี Rational Method จากสูตร                                                                                                                                                                                                                                 |                                |



|                       |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |            | $Q_r = 0.278 \times 10^{-6} I \sum_{j=1}^n C_j A_j$ <p>โดย <math>Q_r</math> = ปริมาณน้ำไหลนอง<br/>สูงสุด, ลบ.ม.ต่อวินาที<br/><math>C</math> = สัมประสิทธิ์ไหลนอง<br/>(ถนน=0.9, พื้นที่ปลูกสร้าง=0.5<br/>และพื้นที่สีเขียว = 0.25)<br/><math>I</math> = ความเข้มของฝน, มม.ต่อ<br/>ชั่วโมง<br/><math>A</math> = พื้นที่รับน้ำฝน, ตารางเมตร</p> |                                                                                                                                                                                                                |
| 1.4 การกักเก็บคาร์บอน | ต้นไม้     | 0.33 ต้นคาร์บอน/ไร่/ปีสำหรับ<br>พรรณไม้ปลูกในเมือง                                                                                                                                                                                                                                                                                           | อบก., 2554                                                                                                                                                                                                     |
|                       | ไม้พุ่ม    | 0.11-0.25 ต้นคาร์บอน/ไร่/ปี<br>สำหรับไม้พุ่มในเขตร้อน                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Jhariya, M. K. (2017).<br>Vegetation ecology<br>and carbon<br>sequestration<br>potential of shrubs<br>in tropics of<br>Chhattisgarh, India.<br>Environmental<br>monitoring and<br>assessment, 189(10),<br>518. |
|                       | ไม้คลุมดิน | 0.14-0.38 กก.คาร์บอน/ปี/ตร.ม.<br>สำหรับสนามหญ้าและพืชคลุมดิน<br>บนสวนหลังคา                                                                                                                                                                                                                                                                  | Townsend-Small, A.,<br>& Czimczik, C. I.<br>(2010). Carbon<br>sequestration and<br>greenhouse gas<br>emissions in urban<br>turf. Geophysical<br>Research Letters,<br>37(2)<br>Getter, 2009                     |
| 2. นิเวศวิทยา         |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                |
| 2.1 การแยกตัว         |            | ขนาดพื้นที่สีเขียวต่อเส้นรอบรูป<br>โดยเฉลี่ย                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                |
| 2.2 การเชื่อมโยง      |            | ระยะทางเฉลี่ยจากพื้นที่สีเขียวไป<br>ยังพื้นที่อื่นๆ                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                |

|              |                              |                                                                                                             |                                         |
|--------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 3. นันทนาการ | พื้นที่สีเขียว               | พื้นที่สีเขียวต่อประชากร โดย<br>อ้างอิงจากมาตรฐานพื้นที่สีเขียวชั้น<br>ต่ำ 12 ตร.ม./คน                      | สำนักทรัพยากรและ<br>สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ |
|              | สวนสาธารณะ/<br>ลานสุขภาพ     | ระยะทางไปยังสวนสาธารณะหรือ<br>ลานสุขภาพ อ้างอิงจากระยะทาง<br>ไปยังสวนชุมชนหรือสวนสุขภาพไม่<br>เกิน 400 เมตร | สำนักทรัพยากรและ<br>สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ |
| 4. เศรษฐกิจ  | พื้นที่ริมน้ำ/ริม<br>ทางรถไฟ | พื้นที่สีเขียวทางการเกษตรต่อ<br>ประชากร 1 คน อ้างอิงจากพื้นที่<br>ทางการเกษตรขั้นต่ำร้อยละ 30               | Amour 2016                              |

การคำนวณประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเมืองมีการแบ่งตามแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะสั้น ระยะปานกลาง และ  
ระยะยาว และแยกเป็นประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวที่มีอยู่และพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพ

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

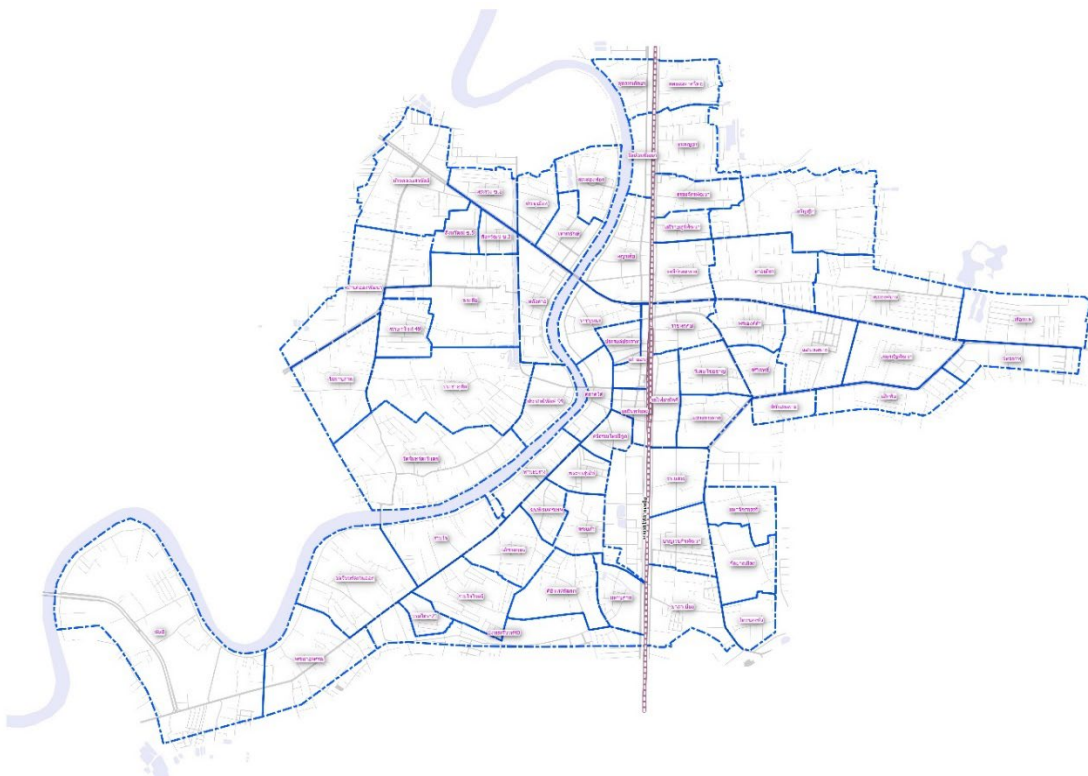
ในบทนี้กล่าวถึงผลการศึกษาที่ได้ใช้วิธีการต่างๆในบทที่ 3 กับพื้นที่ศึกษา คือ เทศบาลนครพิษณุโลก โดยผลของการศึกษาได้แสดงตามวิธีการวิจัยที่แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนเป็นหลัก

#### 4.1 รูปแบบการประเมินและตัวชี้วัดสำหรับประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมือง

##### 4.1.1 ประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองของเทศบาลนครพิษณุโลก

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาของเมืองในปัจจุบันจากโครงการต่างๆของเทศบาลในระยะ 10 ปีที่ผ่านมา จากแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเมืองและแผนพัฒนาสี่ปี โดยมุ่งเน้นไปที่โครงการที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงสาธารณูปโภคและลักษณะทางกายภาพของเมือง รวมทั้งแนวความคิดและวิสัยทัศน์การพัฒนาเทศบาลนครพิษณุโลก พบว่า เมืองพิษณุโลกเป็นเมืองที่มีขนาดพื้นที่ 18.26 ตร.กม. มีแม่น้ำน่านไหลผ่านกลางเมืองทำให้แบ่งเมืองออกเป็นสองฝั่ง (รูปภาพที่ 4.1) เมืองพิษณุโลกประสบกับปัญหาการลดลงของประชากรเมืองอย่างต่อเนื่อง ในปีพ.ศ. 2559 มีประชากรทั้งสิ้น 68,642 คน

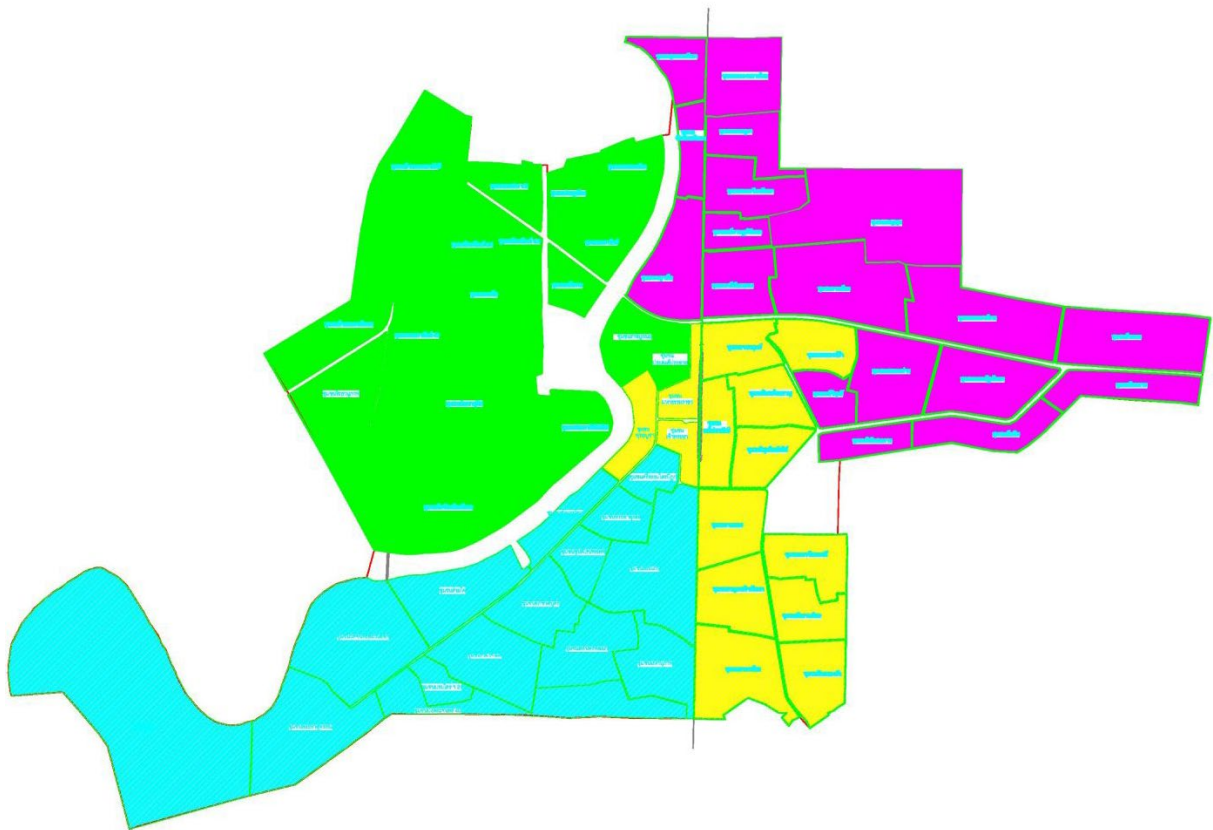
รูปภาพที่ 4.2 แสดงจำนวนชุมชนทั้งหมดซึ่งมีทั้งสิ้น 64 ชุมชนและแบ่งออกได้เป็น 4 เขต รายชื่อชุมชนทั้งหมดอยู่ในตารางที่ 4.1 (เทศบาลนครพิษณุโลก, 2560) และมีวิสัยทัศน์ในการพัฒนาเมืองให้เป็นเมืองที่มีภูมิทัศน์สวยงามที่มีพื้นที่สีเขียวสะอาด สวยงาม ร่มรื่น เป็นเอกลักษณ์ อีกทั้งมีนโยบายในการเป็นเมืองคาร์บอนต่ำจากแผนพัฒนาต่างๆ ทำให้สามารถระบุประเด็นที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวที่เกี่ยวข้องต่อการพัฒนาเมืองได้ดังนี้



รูปภาพที่ 4.1แผนที่เทศบาลนครพิษณุโลก

- ความต้องการด้านการลดปัญหาด้านสภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นของเมือง
- ความต้องการด้านการบรรเทาปัญหาน้ำท่วมบางจุดของเมือง
- ความต้องการด้านการปรับปรุงคุณภาพอากาศและลดปัญหาจราจรจากความแออัดของยานพาหนะส่วนตัวทั้งรถยนต์และจักรยานยนต์
- ความต้องการด้านการเก็บกักคาร์บอน
- ความต้องการด้านพื้นที่สีเขียวสำหรับกิจกรรมนันทนาการ
- ความต้องการด้านการส่งเสริมเอกลักษณ์และคุณค่าทางด้านศิลปวัฒนธรรม
- ความต้องการด้านการส่งเสริมการทำเกษตรเมืองเพื่อแก้ปัญหาความยากจน

แม้ว่าความต้องการด้านอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวไม่โดดเด่นจากแผนพัฒนาและนโยบายการพัฒนาเมือง แต่เมืองพิษณุโลกมีแม่น้ำน่านไหลผ่านกลางเมือง พื้นที่ริมน้ำจึงถือเป็นระบบนิเวศที่สำคัญที่ควรค่าแก่การอนุรักษ์



รูปภาพที่ 4.2 เขตการปกครองชุมชนทั้ง 4 เขตของเทศบาลนครพิษณุโลก

ตารางที่ 4.1 รายชื่อชุมชนในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก

| ที่ | โซนที่ 1        | โซนที่ 2        | โซนที่ 3          | โซนที่ 4         |
|-----|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|
| 1   | คลองมหาไทย      | วัดหนองบัว      | วัดพันปี          | หลังศาล          |
| 2   | อรัญญิก         | มหาจักรพรรดิ    | วัดจันทร์ตะวันออก | เทพารักษ์        |
| 3   | ธรรมบูชา        | วิเศษไชยชาญ     | พระยาสุพรรณ       | สระสองห้อง       |
| 4   | พระองค์ขาว      | พระองค์ดำ       | ท่ามะปราง         | บ้านคลองพัฒนา    |
| 5   | พญาเสือ         | ชาญเวชกิจพัฒนา  | มหานุภาพ          | วัดจันทร์ตะวันตก |
| 6   | ธรรมจักรพัฒนา   | กัลยาณมิตร      | ร่วมใจ            | ประชาอุทิศ       |
| 7   | เสรีราษฎร์พัฒนา | รถไฟสามัคคี     | บรมไตรโลกนารถ 21  | ประตูเมือง       |
| 8   | เจดีย์ยอดทอง    | ราเมศวร         | ดีอินทร์พัฒนา     | สิงห์วัฒน์ ซอย3  |
| 9   | สุพรรณกัลยา     | ราชพลักษ์       | อภิชาติบุตร       | สิงห์วัฒน์ ซอย5  |
| 10  | ตาลเดี่ยว       | พุทธบูชา        | ร่วมใจไมตรี       | ไชยานุภาพ        |
| 11  | วัดน้อยพัฒนา    | มหาธรรมราชา     | บึงพระจันทร์ 40   | บ้านคลองสามัคคี  |
| 12  | เรือนแพ         | เจ้าพระยา       | สระแก้ว           | พระร่วง ซอย 2    |
| 13  | เสือทิม         | วิสุทธิกษัตริย์ | ขุนพิเรนทรเทพ     | พระลิ้ม          |
| 14  | เกษมรัฐพัฒนา    | มาลาเปียง       | ศรีธรรมไตรปิฎก    | หรรษนันท์ 49     |
| 15  | ศรีวิสุทธิ      |                 | พระยาสุรสีห์      | ประชาพิทักษ์ 99  |
| 16  | พิชัยสงคราม     |                 |                   | ราชบุรณะ         |
| 17  | แสนพลพ่าย       |                 |                   | ประสงค์ประสาท    |
| 18  | มิตรภาพ         |                 |                   |                  |

ที่มา: กองสวัสดิการชุมชน เทศบาลนครพิษณุโลก (2556)

#### 4.1.2 ตัวชี้วัดสำหรับประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมือง

จากเกณฑ์การคัดเลือกตัวชี้วัดในข้อ 3.2.2 ส่งผลให้ตัวชี้วัดที่ใช้สำหรับประเมินประโยชน์ทั้ง 4 ด้านของเทศบาลพิษณุโลกและเกณฑ์การประเมินมีดังที่แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตัวชี้วัดสำหรับประเมินพื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก

| ประโยชน์                   | ตัวชี้วัด                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ด้านสิ่งแวดล้อม         |                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1.1 การควบคุมสภาพภูมิอากาศ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง</li> <li>- สัดส่วนพื้นที่แข็งต่อพื้นที่ดินทั้งหมด</li> <li>- ร้อยละประชากรผู้สูงอายุในชุมชน (เพิ่มเติม)</li> </ul>                                |
| 1.2 การลดปัญหาน้ำท่วม      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง</li> <li>- สัดส่วนพื้นที่แข็งต่อพื้นที่ดินทั้งหมด</li> <li>- ความยาวของแม่น้ำลำคลอง</li> <li>- ร้อยละประชากรที่มีรายได้ต่ำ (เพิ่มเติม)</li> </ul> |
| 1.3 การปรับปรุงคุณภาพอากาศ | <ul style="list-style-type: none"> <li>- การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง</li> <li>- ปริมาณถนนต่อพื้นที่</li> </ul>                                                                                                         |

|                                         |                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | - ปริมาณทางแยกต่อพื้นที่<br>- ร้อยละประชากรผู้สูงอายุในชุมชน (เพิ่มเติม)                                                                                                                                    |
| 1.4 การเก็บสะสมคาร์บอน                  | - การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อแสดงความหนาแน่นของเมือง<br>- สัดส่วนพื้นที่สีเขียว                                                                                                                               |
| 2. ด้านนิเวศวิทยา                       |                                                                                                                                                                                                             |
|                                         | - ขนาดของพื้นที่สีเขียว<br>- สัดส่วนเส้นรอบรูปต่อพื้นที่สีเขียว<br>- ระยะทางที่ใกล้ที่สุดไปยังพื้นที่สีเขียวอื่นๆ<br>- การมีเส้นทางเชื่อมโยงไปยังพื้นที่สีเขียวอื่นๆ<br>- ความหนาแน่นของประชากร (เพิ่มเติม) |
| 3. ด้านวัฒนธรรม                         |                                                                                                                                                                                                             |
| 3.1 นันทนาการ                           | - ขนาดพื้นที่สีเขียวต่อประชากร<br>- ระยะทางเฉลี่ยจากที่อยู่อาศัยไปยังพื้นที่สีเขียว<br>- ร้อยละประชากรผู้มีรายได้น้อยและผู้พิการในชุมชน (เพิ่มเติม)                                                         |
| 3.2 อัตลักษณ์ ความสำคัญทางประวัติศาสตร์ | - ขนาดพื้นที่สีเขียวเฉลี่ยของพื้นที่ประวัติศาสตร์                                                                                                                                                           |
| 4. ด้านเศรษฐกิจ                         |                                                                                                                                                                                                             |
|                                         | - ขนาดพื้นที่เกษตรกรรมต่อประชากร<br>- ร้อยละประชากรผู้มีรายได้น้อยในชุมชน (เพิ่มเติม)                                                                                                                       |

#### 4.2 ผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก

##### 4.2.1 ข้อมูลของตัวชี้วัดทั้ง 64 ชุมชน

ตารางที่ 4.3-แสดงรายละเอียดข้อมูลของตัวชี้วัดทั้งหมดที่ได้รวบรวมมาของทั้ง 64 ชุมชน โดยแบ่งเป็นข้อมูลของตัวชี้วัดที่ 4 ด้าน ได้แก่

- ด้านสิ่งแวดล้อม
- ด้านนิเวศวิทยา
- ด้านวัฒนธรรม
- ด้านเศรษฐกิจ

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน           | ภูมิอากาศ          |                        | น้ำท่วม            |                        |                   | คุณภาพอากาศ        |                              |                               | คาร์บอน            |                           |
|--------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------|
|              |                 | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>พื้นที่แข็ง | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วนพื้นที่<br>แข็ง | ความยาว<br>แม่น้ำ | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>ถนนต่อ<br>พื้นที่ | จำนวน<br>ทางแยก<br>ต่อพื้นที่ | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วนพื้นที่สี<br>เขียว |
| 1            | สุพรรณกัลยา     | 1                  | 27.63382               | 25.50561           | 27.63382               | 579.7381          | 1                  | 8.610959                     | 13                            | 1                  | 0                         |
| 1            | วัดน้อยพัฒนา    | 1                  | 33.72661               | 19.75102           | 33.72661               | 562.378           | 1                  | 12.33669                     | 5                             | 1                  | 0.380914                  |
| 1            | คลองมหาดไทย     | 1                  | 20.86666               | 45.99732           | 20.86666               |                   | 1                  | 6.564374                     | 23                            | 1                  | 0                         |
| 1            | ธรรมบูชา        | 2                  | 24.87909               | 34.18524           | 24.87909               |                   | 2                  | 7.26789                      | 49                            | 2                  | 0.332204                  |
| 1            | ธรรมจักรพัฒนา   | 1                  | 24.75394               | 37.92264           | 24.75394               |                   | 1                  | 8.265641                     | 20                            | 1                  | 0.494904                  |
| 1            | เสรีราษฎร์พัฒนา | 1                  | 30.49283               | 43.97981           | 30.49283               |                   | 1                  | 7.174896                     | 16                            | 1                  | 0                         |
| 1            | อรัญญิก         | 3                  | 16.56501               | 29.93514           | 16.56501               |                   | 3                  | 4.42638                      | 59                            | 3                  | 0.322668                  |
| 1            | พญาเสือ         | 1                  | 38.02054               | 33.07755           | 38.02054               | 774.9934          | 1                  | 13.38764                     | 35                            | 1                  | 0.866555                  |
| 1            | เจดีย์ยอดทอง    | 1                  | 38.1066                | 56.36389           | 38.1066                |                   | 1                  | 11.4529                      | 28                            | 1                  | 1.055289                  |
| 1            | ตาลเดี่ยว       | 2                  | 28.89411               | 35.84773           | 28.89411               |                   | 2                  | 7.670704                     | 52                            | 2                  | 0.354774                  |
| 1            | พระองค์ขาว      | 2                  | 26.59861               | 7.238391           | 26.59861               |                   | 2                  | 9.274877                     | 54                            | 2                  | 0.504255                  |
| 1            | เรือนแพ         | 2                  | 20.96326               | 36.87668           | 20.96326               |                   | 2                  | 6.271585                     | 28                            | 2                  | 0.753585                  |
| 1            | มิตรภาพ         | 1                  | 35.644                 | 35.44231           | 35.644                 |                   | 1                  | 11.63984                     | 19                            | 1                  | 0.409351                  |
| 1            | เสือทิม         | 1                  | 32.78114               | 4.192627           | 32.78114               |                   | 1                  | 9.95794                      | 33                            | 1                  | 0.02604                   |
| 1            | พิชัยสงคราม     | 1                  | 33.44392               | 22.71995           | 33.44392               |                   | 1                  | 8.706274                     | 5                             | 1                  | 0.028257                  |
| 1            | ศรีวิสุทธิ      | 1                  | 37.83466               | 20.46899           | 37.83466               |                   | 1                  | 8.506325                     | 15                            | 1                  | 1.031063                  |
| 1            | แสนพลพ่าย       | 1                  | 42.37209               | 1                  | 42.37209               |                   | 1                  | 2.33                         | 12.61301                      | 1                  | 0.288178                  |

|   |                            |   |          |   |          |          |   |          |          |   |          |
|---|----------------------------|---|----------|---|----------|----------|---|----------|----------|---|----------|
| 1 | เกษมรัฐพัฒนา               | 1 | 34.83659 | 1 | 34.83659 |          | 1 | 2.67     | 10.59993 | 1 | 0.581094 |
| 2 | พระองค์ดำ                  | 1 | 48.11549 | 1 | 48.11549 |          | 1 | 2.33     | 10.77162 | 1 | 0.41402  |
| 2 | ราชพฤกษ์                   | 1 | 38.84494 | 1 | 38.84494 |          | 1 | 2.67     | 13.82691 | 1 | 0.288395 |
| 2 | รถไฟสามัคคี                | 1 | 34.1054  | 1 | 34.1054  |          | 1 | 2.67     | 8.915642 | 1 | 0.262648 |
| 2 | วิเศษไชยชาญ                | 1 | 43.52493 | 1 | 43.52493 |          | 1 | 2.33     | 10.40752 | 1 | 0.067251 |
| 2 | วิสุทธิกษัตริย์            | 1 | 35.83739 | 1 | 35.83739 |          | 1 | 2.67     | 9.664728 | 1 | 0.913257 |
| 2 | ราเมศวร                    | 1 | 32.61983 | 1 | 32.61983 |          | 1 | 2.67     | 7.535188 | 1 | 0        |
| 2 | ชาญเวชกิจ                  | 1 | 39.05771 | 1 | 39.05771 |          | 1 | 2.67     | 11.60863 | 1 | 0.103663 |
| 2 | มาลาเปียง                  | 2 | 30.45434 | 2 | 30.45434 |          | 2 | 3.00     | 8.436407 | 2 | 0.180187 |
| 2 | วัดหนองบัว                 | 1 | 24.73669 | 1 | 24.73669 |          | 1 | 2.67     | 4.751677 | 1 | 0.568574 |
| 2 | กัลยาณมิตร                 | 2 | 15.07423 | 2 | 15.07423 |          | 2 | 3.33     | 3.89789  | 2 | 0        |
| 2 | มหาจักรพรรดิ               | 1 | 28.56737 | 1 | 28.56737 |          | 1 | 2.67     | 4.137913 | 1 | 0        |
| 4 | ประสงค์ประสาธ              | 1 | 56.46412 | 1 | 56.46412 |          | 1 | 2.33     | 13.06918 | 1 | 0        |
| 4 | ราชบูรณะ                   | 1 | 35.6274  | 1 | 35.6274  | 796.0317 | 1 | 2.33     | 11.27114 | 1 | 2.242858 |
| 2 | เก้าแสน                    | 1 | 33.16618 | 1 | 33.16618 |          | 1 | 21.06418 | 15       | 1 | 0.318339 |
| 2 | ตลาดใต้                    | 1 | 26.21842 | 1 | 26.21842 | 566.8768 | 1 | 10.40716 | 17       | 1 | 0.647252 |
| 3 | ศรีธรรมไตรปิฎก             | 1 | 1.371    | 1 | 1.371    |          | 1 | 9.104303 | 9        | 1 | 0        |
| 2 | อมรินทร์นคร<br>(เจ้าพระยา) | 1 | 21.43645 | 1 | 21.43645 |          | 1 | 17.1098  | 12       | 1 | 0.028387 |
| 3 | พระยาสุรสีห์               | 1 | 18.72596 | 1 | 18.72596 |          | 1 | 13.32721 | 27       | 1 | 0.325491 |
| 3 | ขุนพิเรนทรเทพ              | 1 | 38.73129 | 1 | 38.73129 |          | 1 | 10.23185 | 21       | 1 | 0        |
| 3 | สระแก้ว                    | 2 | 15.18531 | 2 | 15.18531 |          | 2 | 7.754822 | 50       | 2 | 0.90493  |



|   |                   |   |          |   |          |          |   |          |     |   |          |
|---|-------------------|---|----------|---|----------|----------|---|----------|-----|---|----------|
| 3 | มหานคร            | 1 | 7.126331 | 1 | 7.126331 |          | 1 | 9.608973 | 19  | 1 | 0        |
| 3 | ดิอินทร์พัฒนา     | 2 | 32.06986 | 2 | 32.06986 |          | 2 | 4.450575 | 28  | 2 | 0        |
| 3 | ร่วมใจไมตรี       | 2 | 1.611032 | 2 | 1.611032 |          | 2 | 7.061723 | 43  | 2 | 0.23745  |
| 3 | อภิชาติบุตร       | 1 | 9.342617 | 1 | 9.342617 |          | 1 | 5.51711  | 17  | 1 | 0        |
| 3 | บรมไตรฯ21         | 1 | 26.15602 | 1 | 26.15602 |          | 1 | 6.426229 | 6   | 1 | 0        |
| 3 | ปึงพระจันทร์40    | 3 | 35.77146 | 3 | 35.77146 |          | 3 | 7.923244 | 37  | 3 | 0        |
| 3 | วัดจันทร์ตะวันออก | 4 | 3.534598 | 4 | 3.534598 | 1,071.61 | 4 | 5.181439 | 46  | 4 | 0.096035 |
| 3 | ร่วมใจ            | 2 | 15.87571 | 2 | 15.87571 | 843.6521 | 2 | 5.804868 | 17  | 2 | 0.042745 |
| 3 | ท่ามะปราง         | 1 | 35.6283  | 1 | 35.6283  | 764.8716 | 1 | 8.245463 | 12  | 1 | 0.301796 |
| 3 | พระยาสุพรรณ       | 3 | 20.73624 | 3 | 20.73624 | 442.2379 | 3 | 6.293251 | 43  | 1 | 0        |
| 3 | พันปี             | 4 | 21.65241 | 4 | 21.65241 | 2,901.77 | 4 | 6.825829 | 105 | 1 | 0.164077 |
| 4 | วัดจันทร์ตะวันตก  | 4 | 19.31843 | 4 | 19.31843 | 1,383.42 | 4 | 5.542353 | 73  | 1 | 0.333871 |
| 4 | ประชาพิทักษ์ 99   | 1 | 32.77573 | 1 | 32.77573 | 880.1536 | 1 | 7.158184 | 11  | 1 | 0.943235 |
| 4 | ประชาอุทิศ        | 3 | 19.41109 | 3 | 19.41109 |          | 3 | 4.766723 | 58  | 1 | 0.147046 |
| 4 | พระลือ            | 2 | 18.58284 | 2 | 18.58284 |          | 2 | 6.687398 | 57  | 2 | 0.467152 |
| 4 | หลังศาล           | 1 | 33.78627 | 1 | 33.78627 | 800.9588 | 1 | 11.82325 | 32  | 1 | 1.339363 |
| 4 | สิงห์วัฒน์ ซ.3    | 1 | 33.47903 | 1 | 33.47903 |          | 1 | 11.86261 | 9   | 2 | 0.456859 |
| 4 | สิงห์วัฒน์ ซ.5    | 1 | 14.35785 | 1 | 14.35785 |          | 1 | 4.395771 | 6   | 2 | 1.205781 |
| 4 | พระร่วง ซ.2       | 1 | 39.82376 | 1 | 39.82376 |          | 1 | 13.93805 | 24  | 1 | 1.457589 |
| 4 | บ้านคลองสามัคคี   | 3 | 29.71422 | 3 | 29.71422 |          | 3 | 9.923985 | 71  | 1 | 0.217094 |
| 4 | หรรษานันท์ 49     | 1 | 30.71917 | 1 | 30.71917 |          | 1 | 9.018086 | 26  | 3 | 0.28963  |

|   |               |   |          |   |          |          |   |          |    |   |          |
|---|---------------|---|----------|---|----------|----------|---|----------|----|---|----------|
| 4 | ประตูเมือง    | 1 | 33.05831 | 1 | 33.05831 |          | 1 | 7.824134 | 12 | 4 | 0.305757 |
| 4 | สระสองห้อง    | 1 | 15.24974 | 1 | 15.24974 | 651.4116 | 1 | 8.556578 | 17 | 2 | 0.157026 |
| 4 | เทพารักษ์     | 1 | 27.13771 | 1 | 27.13771 | 495.1486 | 1 | 12.41076 | 18 | 1 | 1.724656 |
| 4 | บ้านคลองพัฒนา | 3 | 25.7176  | 3 | 25.7176  |          | 3 | 8.439491 | 37 | 3 | 0.343479 |
| 4 | ไชยนาฎภาพ     | 1 | 18.45169 | 1 | 18.45169 |          | 1 | 6.576464 | 36 | 1 | 0.313699 |

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลด้านนิเวศวิทยาของชุมชน 64 แห่ง

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน           | นิเวศวิทยา         |                              |                                        |                              |
|--------------|-----------------|--------------------|------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
|              |                 | ขนาดพื้นที่สีเขียว | เส้นรอบรูปต่อ<br>ขนาดพื้นที่ | ระยะทางใกล้<br>พื้นที่สีเขียว<br>อื่นๆ | จำนวนพื้นที่สีเขียวแบบทางยาว |
| 1            | สุพรรณกัลยา     |                    |                              |                                        |                              |
| 1            | วัดน้อยพัฒนา    | 3935.19            | 0.11002                      | 113.3793                               |                              |
| 1            | คลองมหาไทย      |                    |                              |                                        |                              |
| 1            | ธรรมบูชา        | 13912.83           | 0.066949                     | 128.2765                               |                              |
| 1            | ธรรมจักรพัฒนา   | 11208.93           | 0.081151                     | 128.2765                               |                              |
| 1            | เสรีราษฎร์พัฒนา |                    |                              |                                        |                              |
| 1            | อรัญญิก         | 90421.4            | 0.024017                     | 1,334.72                               |                              |
| 1            | พญาเสือ         | 19284.6            | 0.144744                     | 617.0219                               | 2                            |
| 1            | เจดีย์ยอดทอง    | 22135.8            | 0.110499                     | 495.2125                               | 3                            |
| 1            | ตาลเดี่ยว       | 1617.81            | 0.914341                     | 37.02662                               | 3                            |
| 1            | พระองค์ขาว      | 21513.86           | 0.124036                     | 443.9613                               | 4                            |
| 1            | เรือนแพ         | 80417.16           | 0.037824                     | 443.9613                               | 3                            |
| 1            | มิตรภาพ         | 423.7271           | 2.114847                     | 540.452                                | 5                            |
| 1            | เสือทิม         | 11.6852            | 5.441302                     | 765.8637                               | 2                            |
| 1            | พิชัยสงคราม     | 7.81135            | 3.805475                     | 146.4332                               | 1                            |
| 1            | ศรีวิสุทธิ      | 2725.81            | 0.498175                     | 656.2668                               | 3                            |
| 1            | แสนพลพ่าย       | 1411.8             | 0.650718                     | 449.5206                               | 5                            |
| 1            | เกษมรัฐพัฒนา    | 3151.55            | 0.623255                     | 436.5132                               | 6                            |
| 2            | พระองค์ดำ       | 8075.01            | 0.098149                     | 595.0579                               | 2                            |
| 2            | ราชพฤกษ์        | 2804               | 0.195417                     | 495.2125                               | 2                            |
| 2            | รถไฟสามัคคี     | 6807.73            | 0.066178                     | 594.1604                               |                              |
| 2            | วิเศษไชยชาญ     | 4.82245            | 25.94262                     | 435.7962                               | 3                            |
| 2            | วิสุทธิกษัตริย์ | 8012.01            | 0.201064                     | 594.1604                               | 3                            |
| 2            | ราเมศวร         |                    |                              |                                        |                              |
| 2            | ชาญเวชกิจพัฒนา  | 517.712            | 0.480495                     | 947.1053                               | 1                            |
| 2            | มาลาเปียง       | 1059.04            | 0.568384                     | 807.574                                | 2                            |
| 2            | วัดหนองบัว      | 4349.04            | 0.183213                     | 2,073.38                               |                              |
| 2            | กัลยาณมิตร      |                    |                              |                                        |                              |
| 2            | มหาจักรพรรดิ    |                    |                              |                                        |                              |
| 4            | ประสงค์ประสาท   |                    |                              |                                        |                              |
| 4            | ราชบุรณะ        | 56262.1            | 0.088323                     | 617.0219                               | 2                            |
| 2            | แก้วแสน         | 1357.58            | 0.235201                     | 299.9266                               |                              |

|   |                   |          |          |          |   |
|---|-------------------|----------|----------|----------|---|
| 2 | ตลาดใต้           | 13715.9  | 0.074894 | 221.3826 |   |
| 3 | ศรีธรรมไตรปิฎก    |          |          |          |   |
| 2 | อมรินทร์นคร       | 34.6674  | 0.767788 | 299.9451 |   |
| 3 | พระยาสุรสีห์      | 5198.81  | 0.079783 | 501.7181 |   |
| 3 | ขุนพิเรนทรเทพ     |          |          |          |   |
| 3 | สระแก้ว           | 44018.8  | 0.100663 | 576.2781 |   |
| 3 | มหรานุภาพ         |          |          |          |   |
| 3 | ดิอินทร์พัฒนา     |          |          |          |   |
| 3 | ร่วมใจไมตรี       | 15039.5  | 0.047732 | 517.4627 |   |
| 3 | อภิชาติบุตร       |          |          |          |   |
| 3 | บรมไตรฯ21         |          |          |          |   |
| 3 | ปึงพระจันทร์40    |          |          |          |   |
| 3 | วัดจันทร์ตะวันออก | 6703.7   | 0.074578 | 158.7724 |   |
| 3 | ร่วมใจ            | 220.912  | 0.64016  | 1,044.93 |   |
| 3 | ท่ามะปราง         | 3074.38  | 0.156495 | 65.50789 |   |
| 3 | พระยาสุพรรณ       |          |          |          |   |
| 3 | พันปี             | 14157.9  | 0.170139 | 2,193.00 | 1 |
| 4 | วัดจันทร์ตะวันตก  | 29126.6  | 0.090778 | 499.5154 |   |
| 4 | ประชาพิทักษ์ 99   | 9480.712 | 0.197515 | 179.6933 | 1 |
| 4 | ประชาอุทิศ        | 8804.16  | 0.113886 | 458.3959 | 5 |
| 4 | พระลือ            | 77100.87 | 0.033474 | 1,043.52 | 1 |
| 4 | หลังศาล           | 33452.39 | 0.107165 | 164.1273 |   |
| 4 | สิงห์วัฒน์ ซ.3    | 4360.01  | 0.086061 | 232.8488 | 2 |
| 4 | สิงห์วัฒน์ ซ.5    | 66358.8  | 0.020367 | 493.2331 | 1 |
| 4 | พระร่วง ซ.2       | 15302.7  | 0.163759 | 166.0778 | 3 |
| 4 | บ้านคลองสามัคคี   | 12814.6  | 0.095944 | 929.2028 | 3 |
| 4 | หรรษานันท์ 49     | 132.3108 | 4.167287 | 959.2005 | 3 |
| 4 | ประตูเมือง        | 5019.905 | 0.09383  | 166.0778 | 1 |
| 4 | สระสองห้อง        | 863.836  | 0.41303  | 599.4455 |   |
| 4 | เทพารักษ์         | 31054.08 | 0.09771  | 152.0149 | 2 |
| 4 | บ้านคลองพัฒนา     | 16833.67 | 0.104544 | 1,621.48 | 2 |
| 4 | ไชนานุภาพ         | 1317.471 | 0.91351  | 977.6535 | 6 |
| 4 | บ้านคลองสามัคคี   | 1357.58  | 0.235201 | 299.9266 |   |

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลตัวชี้วัดด้านวัฒนธรรม

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน                            | นันทนาการ             |                                       | อัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม |                   |
|--------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------|
|              |                                  | พื้นที่สีเขียว/<br>คน | ระยะทางไป<br>สวนสาธารณะ<br>ระดับเมือง | จำนวนลาน<br>สุขภาพ   | จำนวนศาสน<br>สถาน |
| 1            | สุพรรณกัลยา                      | 0                     |                                       | 1                    | 0                 |
| 1            | วัดน้อยพัฒนา                     | 8.130558              | 954.3846                              | 4                    | 0                 |
| 1            | คลองมหาไทย                       | 0                     |                                       | 1                    | 0                 |
| 1            | ธรรมบูชา                         | 13.54706              |                                       | 1                    | 0                 |
| 1            | ธรรมจักรพัฒนา                    | 20.05176              | 1,979.73                              | 4                    | 1                 |
| 1            | เสรีราษฎร์พัฒนา                  | 0                     | 1,454.29                              | 4                    | 0                 |
| 1            | อรัญญิก                          | 45.8759               | 2,123.35                              | 4                    | 1                 |
| 1            | พญาเสือ                          | 19.86056              | 394.256                               | 4                    | 2                 |
| 1            | เจดีย์ยอดทอง                     | 26.60553              |                                       | 1                    | 2                 |
| 1            | ตาลเดี่ยว                        | 1.361793              |                                       | 1                    | 0                 |
| 1            | พระองค์ขาว                       | 22.34045              | 1,192.44                              | 3                    | 0                 |
| 1            | เรือนแพ                          | 124.4848              |                                       | 1                    | 0                 |
| 1            | มิตรภาพ                          | 1.917317              |                                       | 1                    | 0                 |
| 1            | เสือทิม                          | 0.011744              |                                       | 1                    | 0                 |
| 1            | พิชัยสงคราม                      | 0.011256              |                                       | 1                    | 0                 |
| 1            | ศรีวิสุทธิ                       | 4.148874              | 2,039.67                              | 3                    | 1                 |
| 1            | แสนพลพ่าย                        | 1.421752              |                                       | 1                    | 0                 |
| 1            | เกษมรัฐพัฒนา                     | 3.320917              |                                       | 1                    | 0                 |
| 2            | พระองค์ดำ                        | 7.327595              |                                       | 1                    | 0                 |
| 2            | ราชพฤกษ์                         | 4                     | 2,125.90                              | 3                    | 0                 |
| 2            | รถไฟสามัคคี                      | 12.53725599           | 1,285.87                              | 4                    | 0                 |
| 2            | วิเศษไชยชาญ                      | 0.003089334           |                                       | 1                    | 0                 |
| 2            | แขวงทางหลวง(วิสุทธิ<br>กษัตริย์) | 25.2744795            | 1,953.47                              | 4                    | 0                 |
| 2            | ราเมศวร                          | 0                     | 1,721.05                              | 4                    | 0                 |
| 2            | ชาญเวชกิจพัฒนา                   | 0.42575               | 2,855.43                              | 4                    | 0                 |
| 2            | มาลาเปียง                        | 1.525994236           | 2,699.61                              | 4                    | 0                 |
| 2            | วัดหนองบัว                       | 6.177613636           |                                       | 1                    | 1                 |
| 2            | กัลยาณมิตร                       | 0                     |                                       | 1                    | 0                 |
| 2            | มหาจักรพรรดิ                     | 0                     |                                       | 1                    | 0                 |
| 4            | ประสงค์ประสาท                    | 0                     |                                       | 1                    | 0                 |
| 4            | ราชบุรณะ                         | 138.9187654           |                                       | 1                    | 1                 |

|   |                            |             |             |   |   |
|---|----------------------------|-------------|-------------|---|---|
| 2 | เก้าแสน(มหาธรรม<br>ราชา)   | 2.047631976 |             | 1 | 0 |
| 2 | ตลาดใต้(พุทธบูชา)          | 35.07902813 |             | 1 | 0 |
| 3 | ศรีธรรมไตรปิฎก             | 0           |             | 1 | 0 |
| 2 | อมรินทร์นคร<br>(เจ้าพระยา) | 0.092200532 |             | 1 | 0 |
| 3 | พระยาสุรสีห์               | 10.48147177 |             | 1 | 0 |
| 3 | ขุนพิเรนทรเทพ              | 0           |             | 1 | 0 |
| 3 | สระแก้ว                    | 44.06286286 | 1,804.64    | 4 | 1 |
| 3 | มหานุกาฬ                   | 0           |             | 1 | 0 |
| 3 | ดิอินทร์พัฒนา              | 0           |             | 1 | 1 |
| 3 | ร่วมใจไมตรี                | 11.71300623 | 2,487.77    | 4 | 0 |
| 3 | อภิชาติบุตร                | 0           | 1,779.93    | 4 | 0 |
| 3 | บรมไตรฯ21                  | 0           | 3,123.22    | 4 | 0 |
| 3 | บึงพระจันทร์40             | 0           | 2674.58     | 4 | 0 |
| 3 | วัดจันทร์ตะวันออก          | 4.812419239 | 2,937.12    | 4 | 1 |
| 3 | ร่วมใจ                     | 0.192599826 |             | 1 | 0 |
| 3 | ท่ามะปราง                  | 3.838177278 |             | 1 | 1 |
| 3 | พระยาสุพรรณ                | 0           | 3,750.48    | 3 | 0 |
| 3 | พันปี                      | 14157.9     | 0.170138933 | 1 | 1 |
| 3 | วัดจันทร์ตะวันตก           | 29126.6     | 0.090777846 | 2 |   |
| 4 | ประชาพิทักษ์ 99            | 8.502880422 |             | 1 | 0 |
| 4 | ประชาอุทิศ                 | 5.758116416 |             | 1 | 0 |
| 4 | พระลือ                     | 72.05688819 |             | 1 | 0 |
| 4 | หลังศาล                    | 104.2130582 |             | 1 | 0 |
| 4 | สิงห์วัฒน์ ซ.3             | 9.316260684 |             | 1 | 0 |
| 4 | สิงห์วัฒน์ ซ.5             | 268.6591093 |             | 1 | 0 |
| 4 | พระร่วง ซ.2                | 16.22767762 |             | 1 | 1 |
| 4 | บ้านคลองสามัคคี            | 7.025548246 | 1,454.06    | 2 | 0 |
| 4 | หรรษานันท์ 49              | 0.184791676 | 1,312.92    | 2 | 0 |
| 4 | ประตูเมือง                 | 8.149196721 | 851.393365  | 3 | 0 |
| 4 | สระสองห้อง                 | 2.406228412 |             | 1 | 0 |
| 4 | เทพารักษ์                  | 81.08113624 | 65.880356   | 4 | 0 |
| 4 | บ้านคลองพัฒนา              | 11.52201942 |             | 1 | 0 |
| 4 | ไชนาภาพ                    | 1.628517726 |             | 1 | 0 |

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน             | นันทนาการ            |
|--------------|-------------------|----------------------|
|              |                   | จำนวนพื้นที่ทางเกษตร |
| 1            | สุพรรณกัลยา       | 3                    |
| 1            | วัดน้อยพัฒนา      | 3                    |
| 1            | คลองมหาไทย        | 2                    |
| 1            | ธรรมบูชา          | 2                    |
| 1            | ธรรมจักรพัฒนา     | 2                    |
| 1            | เสรีราษฎร์พัฒนา   | 2                    |
| 1            | อรัญญิก           | 1                    |
| 1            | พญาเสือ           | 3                    |
| 1            | เจดีย์ยอดทอง      | 2                    |
| 1            | ตาลเดี่ยว         | 1                    |
| 1            | พระองค์ขาว        | 1                    |
| 1            | เรือนแพ           | 1                    |
| 1            | มิตรภาพ           | 1                    |
| 1            | เสือทิม           | 1                    |
| 1            | พิชัยสงคราม       | 1                    |
| 1            | ศรีวิสุทธิ        | 1                    |
| 1            | แสนพลพ่าย         | 1                    |
| 1            | เกษมรัฐพัฒนา      | 1                    |
| 2            | พระองค์ดำ         | 1                    |
| 2            | ราชพฤกษ์          | 2                    |
| 2            | รถไฟสามัคคี       | 2                    |
| 2            | วิเศษไชยชาญ       | 1                    |
| 2            | วิสุทธิกษัตริย์   | 1                    |
| 2            | ราเมศวร           | 2                    |
| 2            | ชาญเวชกิจพัฒนา    | 2                    |
| 2            | มาลาเปียง         | 2                    |
| 2            | วัดหนองบัว        | 1                    |
| 2            | กัลยาณมิตร        | 1                    |
| 2            | มหาจักรพรรดิ      | 1                    |
| 4            | ประสงค์ประสาท     | 1                    |
| 4            | ราชบุรณะ          | 2                    |
| 2            | แก้วแสน           | 2                    |
| 2            | ตลาดใต้(พุทธบูชา) | 2                    |
| 3            | ศรีธรรมไตรปิฎก    | 1                    |

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน             | นันทนาการ            |
|--------------|-------------------|----------------------|
|              |                   | จำนวนพื้นที่ทางเกษตร |
| 2            | อมรินทร์นคร       | 2                    |
| 3            | พระยาสุรสีห์      | 1                    |
| 3            | ขุนพิเรนทรเทพ     | 1                    |
| 3            | สระแก้ว           | 2                    |
| 3            | มหานุภาพ          | 2                    |
| 3            | ดิอินทร์พัฒนา     | 1                    |
| 3            | ร่วมใจไมตรี       | 1                    |
| 3            | อภิชาติบุตร       | 1                    |
| 3            | บรมไตรฯ21         | 1                    |
| 3            | บึงพระจันทร์40    | 2                    |
| 3            | วัดจันทร์ตะวันออก | 2                    |
| 3            | ร่วมใจ            | 2                    |
| 3            | ท่ามะปราง         | 2                    |
| 3            | พระยาสุพรรณ       | 1                    |
| 3            | พันปี             | 1                    |
| 4            | วัดจันทร์ตะวันตก  | 2                    |
| 4            | ประชาพิทักษ์99    | 2                    |
| 4            | ประชาอุทิศ        | 1                    |
| 4            | พระลือ            | 1                    |
| 4            | หลังศาล           | 2                    |
| 4            | สิงห์วัฒน์ ซ.3    | 1                    |
| 4            | สิงห์วัฒน์ ซ.5    | 1                    |
| 4            | พระร่วง ซ.2       | 1                    |
| 4            | บ้านคลองสามัคคี   | 1                    |
| 4            | หรรษานันท์ 49     | 1                    |
| 4            | ประตู่เมือง       | 1                    |
| 4            | สระสองห้อง        | 2                    |
| 4            | เทพารักษ์         | 2                    |
| 4            | บ้านคลองพัฒนา     | 1                    |
| 4            | ไชยอนุภาพ         | 1                    |



#### 4.2.2 ผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน

จากข้อมูลที่ได้รวบรวมมาทำให้สามารถให้คะแนน 1-4 ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดตามค่ามาตรฐานหรือจากการคำนวณช่วงคะแนนต่ำสุด-สูงสุด โดยเกณฑ์ของตัวชี้วัดทุกตัวถูกแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละตัวชี้วัด

| ตัวชี้วัด                                      | ค่าคะแนน                     |                                                                |                                           |            |
|------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------|
|                                                | 4                            | 3                                                              | 2                                         | 1          |
| การใช้ที่ดิน                                   | เกษตรกรรม<br>พื้นที่อนุรักษ์ | ที่พักอาศัยความ<br>หนาแน่นต่ำ<br>สถาบัน<br>ศาสนา<br>อุตสาหกรรม | ที่พักอาศัยความ<br>หนาแน่นสูง-<br>ปานกลาง | พาณิชยกรรม |
| สัดส่วนพื้นที่แข็ง                             | <20                          | 20-40                                                          | 40-60                                     | >60        |
| ความยาวถนนหัน EW                               | <14                          | 14-28                                                          | 28-42                                     | >42        |
| ความยาวแม่น้ำ                                  | <500                         | 500-1000                                                       | 1000-1500                                 | >1500      |
| สัดส่วนถนนต่อพื้นที่                           | <10                          | 10-15                                                          | 15-20                                     | >20        |
| จำนวนทางแยกต่อพื้นที่<br>ทั้งหมด               | <20                          | 20-40                                                          | 40-60                                     | >60        |
| สัดส่วนพื้นที่สีเขียว                          | >0.6                         | 0.4-0.6                                                        | 0.2-0.4                                   | <0.2       |
| ขนาดพื้นที่สีเขียว                             | >15000                       | 10000-15000                                                    | 5000-10000                                | <5000      |
| เส้นรอบรูปพื้นที่สีเขียว                       | >1500                        | 1000-1500                                                      | 500-1000                                  | <500       |
| ระยะทางใกล้พื้นที่อื่นๆ                        | <200                         | 200-400                                                        | 400-600                                   | >600       |
| พื้นที่สีเขียว/คน                              | >30                          | 20-30                                                          | 10-20                                     | <10        |
| ระยะทางจาก ศก. -<br>ชานชนน่านหรือสวน<br>เฉลิมฯ | <500                         | 500-1000                                                       | 1000-1500                                 | >1500      |

สำหรับการให้คะแนนประโยชน์การใช้ที่ดิน คิดจากขนาดพื้นที่ที่มากที่สุดหากเป็นลักษณะประโยชน์การใช้ที่ดินประเภทใด ให้ถือเป็นคะแนนของประเภทนั้น

จากเกณฑ์ดังกล่าวสามารถสรุปคะแนนของประโยชน์พื้นที่สีเขียวแต่ละประเภทได้ตามตารางที่ 4.8-ตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.8 คะแนนของตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน           | ภูมิอากาศ          |                        | น้ำท่วม            |                        |                   | คุณภาพอากาศ        |                              |                               | คาร์บอน            | สัดส่วนพื้นที่<br>สีเขียว |
|--------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------|
|              |                 | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>พื้นที่แข็ง | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>พื้นที่แข็ง | ความยาว<br>แม่น้ำ | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>ถนนต่อ<br>พื้นที่ | จำนวน<br>ทางแยก<br>ต่อพื้นที่ | ประโยชน์<br>ที่ดิน |                           |
| 1            | สุพรรณกัลยา     | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 3                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 1            | วัดน้อยพัฒนา    | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 3                 | 1                  | 3                            | 4                             | 1                  | 2                         |
| 1            | คลองมหาไทย      | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 3                             | 1                  | 1                         |
| 1            | ธรรมบูชา        | 2                  | 3                      | 2                  | 3                      | 4                 | 2                  | 4                            | 2                             | 2                  | 2                         |
| 1            | ธรรมจักรพัฒนา   | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 3                             | 1                  | 3                         |
| 1            | เสรีราษฎร์พัฒนา | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 1            | อรัญญิก         | 3                  | 4                      | 3                  | 4                      | 4                 | 3                  | 4                            | 2                             | 3                  | 2                         |
| 1            | พญาเสือ         | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 3                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 4                         |
| 1            | เจดีย์ยอดทอง    | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 4                         |
| 1            | ตาลเดี่ยว       | 2                  | 3                      | 2                  | 3                      | 4                 | 2                  | 4                            | 2                             | 2                  | 2                         |
| 1            | พระองค์ขาว      | 2                  | 3                      | 2                  | 3                      | 4                 | 2                  | 4                            | 2                             | 2                  | 3                         |
| 1            | เรือนแพ         | 2                  | 3                      | 2                  | 3                      | 4                 | 2                  | 4                            | 3                             | 2                  | 4                         |
| 1            | มิตรภาพ         | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 3                            | 4                             | 1                  | 3                         |
| 1            | เสือทิม         | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 3                             | 1                  | 1                         |
| 1            | พิชัยสงคราม     | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 1            | ศรีวิสุทธิ      | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 4                         |

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน           | ภูมิอากาศ          |                        | น้ำท่วม            |                        |                   | คุณภาพอากาศ        |                              |                               | คาร์บอน            |                           |
|--------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------|
|              |                 | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>พื้นที่แข็ง | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>พื้นที่แข็ง | ความยาว<br>แม่น้ำ | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>ถนนต่อ<br>พื้นที่ | จำนวน<br>ทางแยก<br>ต่อพื้นที่ | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วนพื้นที่<br>สีเขียว |
| 1            | แสนพลพ่าย       | 1                  | 2                      | 1                  | 2                      | 4                 | 1                  | 3                            | 2                             | 1                  | 2                         |
| 1            | เกษมรัฐพัฒนา    | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 3                         |
| 2            | พระองค์ดำ       | 1                  | 2                      | 1                  | 2                      | 4                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 3                         |
| 2            | ราชพลักษ์       | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 3                            | 4                             | 1                  | 2                         |
| 2            | รถไฟสามัคคี     | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 2                         |
| 2            | วิเศษไชยชาญ     | 1                  | 2                      | 1                  | 2                      | 4                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 1                         |
| 2            | วิสุทธิกษัตริย์ | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 4                         |
| 2            | ราเมศวร         | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 2            | ชาญเวชกิจ       | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 1                         |
| 2            | มาลาเปียง       | 2                  | 3                      | 2                  | 3                      | 4                 | 2                  | 4                            | 3                             | 2                  | 1                         |
| 2            | วัดหนองบัว      | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 3                         |
| 2            | กัลยาณมิตร      | 2                  | 4                      | 2                  | 4                      | 4                 | 2                  | 4                            | 4                             | 2                  | 1                         |
| 2            | มหาจักรพรรดิ    | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 4            | ประสงค์ประสาธ   | 1                  | 2                      | 1                  | 2                      | 4                 | 1                  | 3                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 4            | ราชบุรณะ        | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 3                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 4                         |

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน                      | ภูมิอากาศ          |                        | น้ำท่วม            |                        |                   | คุณภาพอากาศ        |                              |                               | คาร์บอน            |                           |
|--------------|----------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------|
|              |                            | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>พื้นที่แข็ง | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>พื้นที่แข็ง | ความยาว<br>แม่น้ำ | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>ถนนต่อ<br>พื้นที่ | จำนวน<br>ทางแยก<br>ต่อพื้นที่ | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วนพื้นที่<br>สีเขียว |
| 2            | เก้าแสน                    | 1                  | 1                      | 1                  | 1                      | 4                 | 1                  | 1                            | 4                             | 1                  | 2                         |
| 2            | ตลาดใต้                    | 1                  | 2                      | 1                  | 2                      | 3                 | 1                  | 3                            | 4                             | 1                  | 4                         |
| 3            | ศรีธรรมไตรปิฎก             | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 2            | อมรินทร์นคร<br>(เจ้าพระยา) | 1                  | 2                      | 1                  | 2                      | 4                 | 1                  | 2                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 3            | พระยาสุรสีห์               | 1                  | 2                      | 1                  | 2                      | 4                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 2                         |
| 3            | ขุนพิเรนทรเทพ              | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 1                         |
| 3            | สระแก้ว                    | 2                  | 3                      | 2                  | 3                      | 4                 | 2                  | 4                            | 2                             | 2                  | 4                         |
| 3            | มหานุภาพ                   | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 3            | ดิอินทร์พัฒนา              | 2                  | 4                      | 2                  | 4                      | 4                 | 2                  | 4                            | 3                             | 2                  | 1                         |
| 3            | ร่วมใจไมตรี                | 2                  | 3                      | 2                  | 3                      | 4                 | 2                  | 4                            | 2                             | 2                  | 2                         |
| 3            | อภิชาตบุตร                 | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 3            | บรมไตรฯ21                  | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 1                         |
| 3            | บึงพระจันทร์40             | 3                  | 3                      | 3                  | 3                      | 4                 | 3                  | 4                            | 3                             | 3                  | 1                         |
| 3            | วัดจันทร์<br>ตะวันออก      | 4                  | 3                      | 4                  | 3                      | 2                 | 4                  | 4                            | 2                             | 4                  | 1                         |
| 3            | ร่วมใจ                     | 2                  | 3                      | 2                  | 3                      | 3                 | 2                  | 4                            | 4                             | 2                  | 1                         |
| 3            | ท่ามะปราง                  | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 3                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 2                         |

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน            | ภูมิอากาศ          |                        | น้ำท่วม            |                        |                   | คุณภาพอากาศ        |                              |                               | คาร์บอน            | สัดส่วนพื้นที่<br>สีเขียว |
|--------------|------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------------------|
|              |                  | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>พื้นที่แข็ง | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>พื้นที่แข็ง | ความยาว<br>แม่น้ำ | ประโยชน์<br>ที่ดิน | สัดส่วน<br>ถนนต่อ<br>พื้นที่ | จำนวน<br>ทางแยก<br>ต่อพื้นที่ | ประโยชน์<br>ที่ดิน |                           |
| 3            | พระยาสุพรรณ      | 3                  | 3                      | 3                  | 3                      | 4                 | 3                  | 4                            | 2                             | 1                  | 1                         |
| 3            | พันปี            | 4                  | 3                      | 4                  | 3                      | 1                 | 4                  | 4                            | 1                             | 1                  | 1                         |
| 4            | วัดจันทร์ตะวันตก | 4                  | 4                      | 4                  | 4                      | 2                 | 4                  | 4                            | 1                             | 1                  | 2                         |
| 4            | ประชาพิทักษ์ 99  | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 3                 | 1                  | 4                            | 4                             | 1                  | 4                         |
| 4            | ประชาอุทิศ       | 3                  | 4                      | 3                  | 4                      | 4                 | 3                  | 4                            | 2                             | 1                  | 1                         |
| 4            | พระลือ           | 2                  | 4                      | 2                  | 4                      | 4                 | 2                  | 4                            | 2                             | 2                  | 3                         |
| 4            | หลังศาล          | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 3                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 4                         |
| 4            | สิงห์วัฒน์ ซ.3   | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 3                            | 4                             | 2                  | 3                         |
| 4            | สิงห์วัฒน์ ซ.5   | 1                  | 4                      | 1                  | 4                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 2                  | 4                         |
| 4            | พระร่วง ซ.2      | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 3                            | 3                             | 1                  | 4                         |
| 4            | บ้านคลองสามัคคี  | 3                  | 3                      | 3                  | 3                      | 4                 | 3                  | 4                            | 1                             | 1                  | 2                         |
| 4            | หรรษานันท์ 49    | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 3                             | 3                  | 2                         |
| 4            | ประตู่เมือง      | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 4                            | 4                             | 4                  | 2                         |
| 4            | สระสองห้อง       | 1                  | 4                      | 1                  | 4                      | 3                 | 1                  | 4                            | 4                             | 2                  | 1                         |
| 4            | เทพารักษ์        | 1                  | 3                      | 1                  | 3                      | 4                 | 1                  | 3                            | 4                             | 1                  | 4                         |
| 4            | บ้านคลองพัฒนา    | 3                  | 3                      | 3                  | 3                      | 4                 | 3                  | 4                            | 3                             | 3                  | 2                         |
| 4            | ไชยอนุภาพ        | 1                  | 4                      | 1                  | 4                      | 4                 | 1                  | 4                            | 3                             | 1                  | 2                         |

ตารางที่ 4.9 คะแนนของตัวชี้วัดด้านนิเวศวิทยา

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน           | นิเวศวิทยา         |                              |                                        |                              |
|--------------|-----------------|--------------------|------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
|              |                 | ขนาดพื้นที่สีเขียว | เส้นรอบรูปต่อ<br>ขนาดพื้นที่ | ระยะทางใกล้<br>พื้นที่สีเขียว<br>อื่นๆ | จำนวนพื้นที่สีเขียวแบบทางยาว |
| 1            | สุพรรณกัลยา     | 1                  | 1                            | 1                                      | 1                            |
| 1            | วัดน้อยพัฒนา    | 1                  | 1                            | 4                                      | 1                            |
| 1            | คลองมหาไทย      | 1                  | 1                            | 1                                      | 1                            |
| 1            | ธรรมบูชา        | 3                  | 1                            | 4                                      | 1                            |
| 1            | ธรรมจักรพัฒนา   | 3                  | 1                            | 4                                      | 1                            |
| 1            | เสรีราษฎร์พัฒนา | 1                  | 1                            | 1                                      | 1                            |
| 1            | อรัญญิก         | 4                  | 1                            | 1                                      | 1                            |
| 1            | พญาเสือ         | 4                  | 1                            | 1                                      | 3                            |
| 1            | เจดีย์ยอดทอง    | 4                  | 1                            | 2                                      | 4                            |
| 1            | ตาลเดี่ยว       | 1                  | 2                            | 4                                      | 4                            |
| 1            | พระองค์ขาว      | 4                  | 1                            | 2                                      | 4                            |
| 1            | เรือนแพ         | 4                  | 1                            | 2                                      | 4                            |
| 1            | มิตรภาพ         | 1                  | 4                            | 2                                      | 4                            |
| 1            | เสือทิม         | 1                  | 4                            | 1                                      | 3                            |
| 1            | พิชัยสงคราม     | 1                  | 4                            | 4                                      | 2                            |
| 1            | ศรีวิสุทธิ      | 1                  | 1                            | 1                                      | 4                            |
| 1            | แสนพลพ่าย       | 1                  | 2                            | 2                                      | 4                            |
| 1            | เกษมรัฐพัฒนา    | 1                  | 2                            | 2                                      | 4                            |
| 2            | พระองค์ดำ       | 2                  | 1                            | 2                                      | 3                            |
| 2            | ราชพฤกษ์        | 1                  | 1                            | 2                                      | 3                            |
| 2            | รถไฟสามัคคี     | 2                  | 1                            | 2                                      | 1                            |
| 2            | วิเศษไชยชาญ     | 1                  | 4                            | 2                                      | 4                            |
| 2            | วิสุทธิกษัตริย์ | 2                  | 1                            | 2                                      | 4                            |
| 2            | ราเมศวร         | 1                  | 1                            | 1                                      | 1                            |

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน             | นิเวศวิทยา         |                              |                                    |                           |
|--------------|-------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
|              |                   | ขนาดพื้นที่สีเขียว | เส้นรอบรูปต่อ<br>ขนาดพื้นที่ | ระยะทางใกล้<br>พื้นที่สีเขียวอื่นๆ | จำนวนพื้นที่สีเขียวแบบยาว |
| 2            | ชาญเวชกิจพัฒนา    | 1                  | 1                            | 1                                  | 2                         |
| 2            | มาลาเบียง         | 1                  | 2                            | 1                                  | 3                         |
| 2            | วัดหนองบัว        | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 2            | กัลยาณมิตร        | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 2            | มหาจักรพรรดิ      | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 4            | ประสงค์ประสาท     | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 4            | ราชบุรณะ          | 4                  | 1                            | 1                                  | 3                         |
| 2            | แก้วแสน           | 1                  | 1                            | 3                                  | 1                         |
| 2            | ตลาดใต้           | 3                  | 1                            | 3                                  | 1                         |
| 3            | ศรีธรรมไตรปิฎก    | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 2            | อมรินทร์นคร       | 1                  | 2                            | 3                                  | 1                         |
| 3            | พระยาสุรสีห์      | 2                  | 1                            | 2                                  | 1                         |
| 3            | ขุนพิเรนทรเทพ     | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 3            | สระแก้ว           | 4                  | 1                            | 2                                  | 1                         |
| 3            | มหานุกาฬ          | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 3            | ดิอินทร์พัฒนา     | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 3            | ร่วมใจไมตรี       | 4                  | 1                            | 2                                  | 1                         |
| 3            | อภิชาติบุตร       | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 3            | บรมไตรฯ21         | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 3            | บึงพระจันทร์40    | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 3            | วัดจันทร์ตะวันออก | 2                  | 1                            | 4                                  | 1                         |
| 3            | ร่วมใจ            | 1                  | 2                            | 1                                  | 1                         |
| 3            | ท่ามะปราง         | 1                  | 1                            | 4                                  | 1                         |
| 3            | พระยาสุพรรณ       | 1                  | 1                            | 1                                  | 1                         |
| 3            | พันปี             | 3                  | 1                            | 1                                  | 2                         |
| 4            | วัดจันทร์ตะวันตก  | 4                  | 1                            | 2                                  | 1                         |
| 4            | ประชาพิทักษ์ 99   | 2                  | 1                            | 4                                  | 2                         |
| 4            | ประชาอุทิศ        | 2                  | 1                            | 2                                  | 4                         |
| 4            | พระลือ            | 4                  | 1                            | 1                                  | 2                         |
| 4            | หลังศาล           | 4                  | 1                            | 4                                  | 1                         |
| 4            | สิงห์วัฒน์ ซ.3    | 1                  | 1                            | 3                                  | 3                         |
| 4            | สิงห์วัฒน์ ซ.5    | 4                  | 1                            | 2                                  | 2                         |
| 4            | พระร่วง ซ.2       | 4                  | 1                            | 4                                  | 4                         |

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน           | นิเวศวิทยา         |                              |                                        |                              |
|--------------|-----------------|--------------------|------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
|              |                 | ขนาดพื้นที่สีเขียว | เส้นรอบรูปต่อ<br>ขนาดพื้นที่ | ระยะทางใกล้<br>พื้นที่สีเขียว<br>อื่นๆ | จำนวนพื้นที่สีเขียวแบบทางยาว |
| 4            | บ้านคลองสามัคคี | 3                  | 1                            | 1                                      | 4                            |
| 4            | หรรษานันท์ 49   | 1                  | 4                            | 1                                      | 4                            |
| 4            | ประตุมือง       | 2                  | 1                            | 4                                      | 2                            |
| 4            | สระสองห้อง      | 1                  | 1                            | 2                                      | 1                            |
| 4            | เทพารักษ์       | 4                  | 1                            | 4                                      | 3                            |
| 4            | บ้านคลองพัฒนา   | 4                  | 1                            | 1                                      | 3                            |
| 4            | ไชนาภาพ         | 1                  | 2                            | 1                                      | 4                            |

ตารางที่ 4.10 คะแนนตัวชี้วัดด้านวัฒนธรรม

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน           | นันทนาการ             |                                       | อัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม |                   |
|--------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------|
|              |                 | พื้นที่สีเขียว/<br>คน | ระยะทางไป<br>สวนสาธารณะ<br>ระดับเมือง | จำนวนลาน<br>สุขภาพ   | จำนวนศาสน<br>สถาน |
| 1            | สุพรรณกัลยา     | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 1            | วัดน้อยพัฒนา    | 1                     | 3                                     | 4                    | 0                 |
| 1            | คลองมหาดไทย     | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 1            | ธรรมบูชา        | 2                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 1            | ธรรมจักรพัฒนา   | 3                     | 1                                     | 4                    | 1                 |
| 1            | เสรีราษฎร์พัฒนา | 1                     | 2                                     | 4                    | 0                 |
| 1            | อรัญญิก         | 4                     | 1                                     | 4                    | 1                 |
| 1            | พญาเสือ         | 2                     | 4                                     | 4                    | 2                 |
| 1            | เจดีย์ยอดทอง    | 3                     | 1                                     | 1                    | 2                 |
| 1            | ตาลเดี่ยว       | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 1            | พระองค์ขาว      | 3                     | 2                                     | 3                    | 0                 |
| 1            | เรือนแพ         | 4                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 1            | มิตรภาพ         | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 1            | เสือทิม         | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 1            | พิชัยสงคราม     | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 1            | ศรีวิสุทธิ      | 1                     | 1                                     | 3                    | 1                 |
| 1            | แสนพลพ่าย       | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 1            | เกษมรัฐพัฒนา    | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 2            | พระองค์ดำ       | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 2            | ราชพฤกษ์        | 1                     | 1                                     | 3                    | 0                 |



| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน                        | นันทนาการ             |                                       | อัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม |                   |
|--------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------|
|              |                              | พื้นที่สีเขียว/<br>คน | ระยะทางไป<br>สวนสาธารณะ<br>ระดับเมือง | จำนวนลาน<br>สุขภาพ   | จำนวนศาสน<br>สถาน |
| 2            | รถไฟสามัคคี                  | 2                     | 2                                     | 4                    | 0                 |
| 2            | วิเศษไชยชาญ                  | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 2            | แขวงทาง(วิสุทธิ<br>กษัตริย์) | 3                     | 1                                     | 4                    | 0                 |
| 2            | ราเมศวร                      | 1                     | 1                                     | 4                    | 0                 |
| 2            | ชาญเวชกิจพัฒนา               | 1                     | 1                                     | 4                    | 0                 |
| 2            | มาลาเปียง                    | 1                     | 1                                     | 4                    | 0                 |
| 2            | วัดหนองบัว                   | 1                     | 1                                     | 1                    | 1                 |
| 2            | กัลยาณมิตร                   | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 2            | มหาจักรพรรดิ                 | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 4            | ประสงค์ประสาท                | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 4            | ราชบุรณะ                     | 4                     | 1                                     | 1                    | 1                 |
| 2            | เก้าแสน(มหาธรรม<br>ราชา)     | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 2            | ตลาดใต้(พุทธบูชา)            | 4                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 3            | ศรีธรรมไตรปิฎก               | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 2            | อมรินทร์นคร<br>(เจ้าพระยา)   | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 3            | พระยาสุรสีห์                 | 2                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 3            | ขุนพิเรนทรเทพ                | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 3            | สระแก้ว                      | 4                     | 1                                     | 4                    | 1                 |
| 3            | มahanuภาพ                    | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 3            | ดิอินทร์พัฒนา                | 1                     | 1                                     | 1                    | 1                 |
| 3            | ร่วมใจไมตรี                  | 2                     | 1                                     | 4                    | 0                 |
| 3            | อภิชาตบุตร                   | 1                     | 1                                     | 4                    | 0                 |
| 3            | บรมไตรฯ21                    | 1                     | 1                                     | 4                    | 0                 |
| 3            | ปึงพระจันทร์40               | 1                     | 1                                     | 4                    | 0                 |
| 3            | วัดจันทร์ตะวันออก            | 1                     | 1                                     | 4                    | 1                 |
| 3            | ร่วมใจ                       | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 3            | ท่ามะปราง                    | 1                     | 1                                     | 1                    | 1                 |
| 3            | พระยาสุพรรณ                  | 1                     | 1                                     | 3                    | 0                 |
| 3            | พันปี                        | 1                     | 1                                     | 1                    | 1                 |
| 3            | วัดจันทร์ตะวันตก             | 2                     | 1                                     | 2                    |                   |

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน           | นันทนาการ             |                                       | อัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม |                   |
|--------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------|
|              |                 | พื้นที่สีเขียว/<br>คน | ระยะทางไป<br>สวนสาธารณะ<br>ระดับเมือง | จำนวนลาน<br>สุขภาพ   | จำนวนศาสน<br>สถาน |
| 4            | ประชาพิทักษ์ 99 | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 4            | ประชาอุทิศ      | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 4            | พระลือ          | 4                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 4            | หลังศาล         | 4                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 4            | สิงห์วัฒน์ ซ.3  | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 4            | สิงห์วัฒน์ ซ.5  | 4                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 4            | พระร่วง ซ.2     | 2                     | 1                                     | 1                    | 1                 |
| 4            | บ้านคลองสามัคคี | 1                     | 2                                     | 2                    | 0                 |
| 4            | หรรษานันท์ 49   | 1                     | 2                                     | 2                    | 0                 |
| 4            | ประตูเมือง      | 1                     | 3                                     | 3                    | 0                 |
| 4            | สระสองห้อง      | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 4            | เทพารักษ์       | 4                     | 4                                     | 4                    | 0                 |
| 4            | บ้านคลองพัฒนา   | 2                     | 1                                     | 1                    | 0                 |
| 4            | ไชยานุภาพ       | 1                     | 1                                     | 1                    | 0                 |

ตารางที่ 4.11 คะแนนตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจ

| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน           | นันทนาการ            |
|--------------|-----------------|----------------------|
|              |                 | จำนวนพื้นที่ทางเกษตร |
| 1            | สุพรรณกัลยา     | 3                    |
| 1            | วัดน้อยพัฒนา    | 3                    |
| 1            | คลองมหาไทย      | 2                    |
| 1            | ธรรมบูชา        | 2                    |
| 1            | ธรรมจักรพัฒนา   | 2                    |
| 1            | เสรีราษฎร์พัฒนา | 2                    |
| 1            | อรุณภูมิ        | 1                    |
| 1            | พญาเสือ         | 3                    |
| 1            | เจริญยอดทอง     | 2                    |
| 1            | ตาลเดี่ยว       | 1                    |
| 1            | พระองค์ขาว      | 1                    |

|              |                   |                      |
|--------------|-------------------|----------------------|
| 1            | เรือนแพ           | 1                    |
| 1            | มิตรภาพ           | 1                    |
| 1            | เสือทิม           | 1                    |
| 1            | พิชัยสงคราม       | 1                    |
| 1            | ศรีวิสุทธิ        | 1                    |
| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน             | นันทนากร             |
|              |                   | จำนวนพื้นที่ทางเกษตร |
| 1            | แสนพลพ่าย         | 1                    |
| 1            | เกษมรัฐพัฒนา      | 1                    |
| 2            | พระองค์ดำ         | 1                    |
| 2            | ราชพฤกษ์          | 2                    |
| 2            | รถไฟสามัคคี       | 2                    |
| 2            | วิเศษไชยชาญ       | 1                    |
| 2            | วิสุทธิกษัตริย์   | 1                    |
| 2            | ราเมศวร           | 2                    |
| 2            | ชาญเวชกิจพัฒนา    | 2                    |
| 2            | มาลาเปียง         | 2                    |
| 2            | วัดหนองบัว        | 1                    |
| 2            | กัลยาณมิตร        | 1                    |
| 2            | มหาจักรพรรดิ      | 1                    |
| 4            | ประสงค์ประสาท     | 1                    |
| 4            | ราชบุรณะ          | 2                    |
| 2            | แก้วแสน           | 2                    |
| 2            | ตลาดใต้(พุทธบูชา) | 2                    |
| 3            | ศรีธรรมไตรปิฎก    | 1                    |
| 2            | อมรินทร์นคร       | 2                    |
| 3            | พระยาสุรสีห์      | 1                    |
| 3            | ขุนพิเรนทรเทพ     | 1                    |

|              |                   |                      |
|--------------|-------------------|----------------------|
| 3            | สระแก้ว           | 2                    |
| 3            | มหานครภาพ         | 2                    |
| 3            | ดีอินทร์พัฒนา     | 1                    |
| 3            | ร่วมใจไมตรี       | 1                    |
| 3            | อภิชาติบุตร       | 1                    |
| 3            | บรมไตรฯ21         | 1                    |
| 3            | บึงพระจันทร์40    | 2                    |
| 3            | วัดจันทร์ตะวันออก | 2                    |
| 3            | ร่วมใจ            | 2                    |
| 3            | ท่ามะปราง         | 2                    |
| 3            | พระยาสุพรรณ       | 1                    |
| 3            | พันปี             | 1                    |
| 4            | วัดจันทร์ตะวันตก  | 2                    |
| 4            | ประชาพิทักษ์99    | 2                    |
| เขต<br>ชุมชน | ชุมชน             | นันทนาการ            |
|              |                   | จำนวนพื้นที่ทางเกษตร |
| 4            | ประชาอุทิศ        | 1                    |
| 4            | พระลือ            | 1                    |
| 4            | หลังศาล           | 2                    |
| 4            | สิงห์วัฒน์ ซ.3    | 1                    |
| 4            | สิงห์วัฒน์ ซ.5    | 1                    |
| 4            | พระร่วง ซ.2       | 1                    |
| 4            | บ้านคลองสามัคคี   | 1                    |
| 4            | หรรษานันท์ 49     | 1                    |
| 4            | ประตู่เมือง       | 1                    |
| 4            | สระสองห้อง        | 2                    |
| 4            | เทพารักษ์         | 2                    |
| 4            | บ้านคลองพัฒนา     | 1                    |
| 4            | ไชยนาถภาพ         | 1                    |

#### 4.2.3 คำน้ำหนักของประโยชน์ตัวชี้วัด

การสำรวจความสำคัญของประโยชน์ด้านต่างๆของพื้นที่สีเขียวจากตัวแทนชุมชน 64 แห่งได้ผลตอบรับมาทั้งสิ้น 62 ชุมชน คิดเป็นร้อยละ 97 ในส่วนของกลุ่มผู้บริหารได้ผลตอบรับมาทั้งสิ้น 6 ท่าน (ลำดับที่ 63-68) การคิดค่าน้ำหนักแบ่งออกเป็นค่าน้ำหนักรวมที่ได้จากทั้งสองกลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.12 คำน้ำหนักที่สูงที่สุดคือ ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยาที่ได้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.3 และประโยชน์ด้านนันทนาการกับเศรษฐกิจ ได้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.2

ตารางที่ 4.12 ลำดับความสำคัญของประโยชน์พื้นที่สีเขียว

| ลำดับที่ | ลำดับความสำคัญ |            |                |          | ค่าน้ำหนัก  |            |                |          |
|----------|----------------|------------|----------------|----------|-------------|------------|----------------|----------|
|          | สิ่งแวดล้อม    | นิเวศวิทยา | สังคม-วัฒนธรรม | เศรษฐกิจ | สิ่งแวดล้อม | นิเวศวิทยา | สังคม-วัฒนธรรม | เศรษฐกิจ |
| 1        | 1              | 3          | 4              | 2        | 0.4         | 0.2        | 0.1            | 0.3      |
| 2        | 1              | 4          | 2              | 3        | 0.4         | 0.1        | 0.3            | 0.2      |
| 3        | 1              | 3          | 4              | 2        | 0.4         | 0.2        | 0.1            | 0.3      |
| 4        | 1              | 4          | 3              | 2        | 0.4         | 0.1        | 0.2            | 0.3      |
| 5        | 3              | 1          | 4              | 2        | 0.2         | 0.4        | 0.1            | 0.3      |
| 6        | 1              | 4          | 3              | 2        | 0.4         | 0.1        | 0.2            | 0.3      |
| 7        | 1              | 2          | 3              | 4        | 0.4         | 0.3        | 0.2            | 0.1      |
| 8        | 1              | 2          | 3              | 4        | 0.4         | 0.3        | 0.2            | 0.1      |
| 9        | 2              | 1          | 3              | 4        | 0.3         | 0.4        | 0.2            | 0.1      |
| 10       | 1              | 3          | 4              | 2        | 0.4         | 0.2        | 0.1            | 0.3      |
| 11       | 2              | 3          | 1              | 4        | 0.3         | 0.2        | 0.4            | 0.1      |
| 12       | 1              | 4          | 3              | 2        | 0.4         | 0.1        | 0.2            | 0.3      |
| 13       | 2              | 1          | 3              | 4        | 0.3         | 0.4        | 0.2            | 0.1      |
| 14       | 2              | 4          | 3              | 1        | 0.3         | 0.1        | 0.2            | 0.4      |
| 15       | 1              | 2          | 4              | 3        | 0.4         | 0.3        | 0.1            | 0.2      |
| 16       | 2              | 1          | 3              | 4        | 0.3         | 0.4        | 0.2            | 0.1      |
| 17       | 2              | 3          | 1              | 4        | 0.3         | 0.2        | 0.4            | 0.1      |
| 18       | 1              | 2          | 3              | 4        | 0.4         | 0.3        | 0.2            | 0.1      |
| 19       | 3              | 1          | 4              | 2        | 0.2         | 0.4        | 0.1            | 0.3      |
| 20       | 2              | 1          | 4              | 3        | 0.3         | 0.4        | 0.1            | 0.2      |
| 21       | 1              | 2          | 4              | 3        | 0.4         | 0.3        | 0.1            | 0.2      |
| 22       | 2              | 3          | 1              | 4        | 0.3         | 0.2        | 0.4            | 0.1      |
| 23       | 4              | 2          | 1              | 3        | 0.1         | 0.3        | 0.4            | 0.2      |
| 24       | 1              | 2          | 4              | 3        | 0.4         | 0.3        | 0.1            | 0.2      |
| 25       | 1              | 3          | 2              | 4        | 0.4         | 0.2        | 0.3            | 0.1      |

|    |   |   |   |   |     |     |     |     |
|----|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|
| 26 | 2 | 1 | 4 | 3 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.2 |
| 27 | 3 | 2 | 1 | 4 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.1 |
| 28 | 4 | 2 | 3 | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.4 |
| 29 | 2 | 1 | 3 | 4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
| 30 | 3 | 1 | 2 | 4 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.1 |
| 31 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| 32 | 2 | 3 | 1 | 4 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.1 |
| 33 | 1 | 2 | 4 | 3 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.2 |
| 34 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| 35 | 1 | 2 | 4 | 3 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.2 |
| 36 | 3 | 2 | 4 | 1 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 0.4 |
| 37 | 1 | 3 | 2 | 4 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 38 | 2 | 1 | 4 | 3 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.2 |
| 39 | 2 | 3 | 1 | 4 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.1 |
| 40 | 1 | 2 | 4 | 3 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.2 |
| 41 | 1 | 3 | 2 | 4 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 42 | 2 | 1 | 4 | 3 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.2 |
| 43 | 2 | 3 | 4 | 1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.4 |
| 44 | 2 | 1 | 3 | 4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
| 45 | 1 | 2 | 4 | 3 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.2 |
| 46 | 2 | 1 | 4 | 3 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.2 |
| 47 | 1 | 3 | 2 | 4 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 48 | 3 | 2 | 1 | 4 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.1 |
| 49 | 2 | 1 | 4 | 3 | 0.3 | 0.4 | 0.1 | 0.2 |
| 50 | 2 | 1 | 3 | 4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
| 51 | 3 | 1 | 4 | 2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.3 |
| 52 | 1 | 2 | 4 | 3 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.2 |
| 53 | 2 | 1 | 3 | 4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
| 54 | 2 | 1 | 3 | 4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
| 55 | 1 | 3 | 2 | 4 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 56 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| 57 | 1 | 3 | 2 | 4 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| 58 | 1 | 2 | 4 | 3 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.2 |
| 59 | 2 | 3 | 1 | 4 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.1 |
| 60 | 2 | 1 | 3 | 4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
| 61 | 2 | 1 | 3 | 4 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.1 |
| 62 | 3 | 1 | 2 | 4 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 0.1 |

|                      |   |   |   |   |     |     |     |     |
|----------------------|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|
| 63                   | 1 | 4 | 2 | 3 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 0.2 |
| 64                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| 65                   | 2 | 3 | 1 | 4 | 0.3 | 0.2 | 0.4 | 0.1 |
| 66                   | 4 | 2 | 3 | 1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.4 |
| 67                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| 68                   | 1 | 3 | 2 | 4 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |
| สรุปค่าน้ำหนักเฉลี่ย |   |   |   |   | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |

สำหรับประโยชน์ย่อยของพื้นที่สีเขียว มีการให้ความสำคัญแตกต่างกันเฉพาะประโยชน์ย่อยของสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 4.13) ขณะที่ด้านอื่น ๆ มีค่าคะแนนเท่ากัน โดยค่าน้ำหนักมากที่สุด คือ ประโยชน์ด้านการลดอุณหภูมิ เมืองของพื้นที่สีเขียวได้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.3 ขณะที่ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ได้ค่าน้ำหนักเท่ากัน คือ 0.2 แสดงให้เห็นว่าชุมชนและเทศบาลให้ความสำคัญกับการปรับปรุงคุณภาพอากาศจากการทำความเย็นของพื้นที่สีเขียวมากที่สุด

ตารางที่ 4.13 ค่าน้ำหนักของประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

| ลำดับที่ | ลำดับความสำคัญ |         |         |              |                  | ค่าน้ำหนัก |         |         |              |                  |
|----------|----------------|---------|---------|--------------|------------------|------------|---------|---------|--------------|------------------|
|          | ลดอุณหภูมิ     | คาร์บอน | น้ำท่วม | ดักฝุ่นละออง | ดูดซับเสียงรบกวน | ลดอุณหภูมิ | คาร์บอน | น้ำท่วม | ดักฝุ่นละออง | ดูดซับเสียงรบกวน |
| 1        | 1              | 4       | 2       | 5            | 3                | 0.33       | 0.13    | 0.27    | 0.07         | 0.20             |
| 2        | 1              | 3       | 2       | 5            | 4                | 0.33       | 0.20    | 0.27    | 0.07         | 0.13             |
| 3        | 1              | 2       | 3       | 5            | 4                | 0.33       | 0.27    | 0.20    | 0.07         | 0.13             |
| 4        | 2              | 4       | 1       | 5            | 3                | 0.27       | 0.13    | 0.33    | 0.07         | 0.20             |
| 5        | 1              | 4       | 2       | 5            | 3                | 0.33       | 0.13    | 0.27    | 0.07         | 0.20             |
| 6        | 2              | 4       | 1       | 5            | 3                | 0.27       | 0.13    | 0.33    | 0.07         | 0.20             |
| 7        | 1              | 3       | 2       | 5            | 4                | 0.33       | 0.20    | 0.27    | 0.07         | 0.13             |
| 8        | 2              | 3       | 1       | 5            | 4                | 0.27       | 0.20    | 0.33    | 0.07         | 0.13             |
| 9        | 2              | 3       | 1       | 5            | 4                | 0.27       | 0.20    | 0.33    | 0.07         | 0.13             |
| 10       | 1              | 2       | 3       | 5            | 4                | 0.33       | 0.27    | 0.20    | 0.07         | 0.13             |
| 11       | 1              | 4       | 3       | 5            | 2                | 0.33       | 0.13    | 0.20    | 0.07         | 0.27             |
| 12       | 1              | 3       | 2       | 5            | 4                | 0.33       | 0.20    | 0.27    | 0.07         | 0.13             |
| 13       | 1              | 3       | 2       | 5            | 4                | 0.33       | 0.20    | 0.27    | 0.07         | 0.13             |
| 14       | 1              | 4       | 3       | 5            | 2                | 0.33       | 0.13    | 0.20    | 0.07         | 0.27             |

|    |   |   |   |   |   |      |      |      |      |      |
|----|---|---|---|---|---|------|------|------|------|------|
| 15 | 2 | 3 | 1 | 5 | 4 | 0.27 | 0.20 | 0.33 | 0.07 | 0.13 |
| 16 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 0.33 | 0.20 | 0.07 | 0.33 | 0.13 |
| 17 | 2 | 3 | 1 | 4 | 5 | 0.27 | 0.20 | 0.33 | 0.13 | 0.07 |
| 18 | 3 | 2 | 4 | 1 | 5 | 0.20 | 0.27 | 0.13 | 0.33 | 0.07 |
| 19 | 3 | 2 | 5 | 4 | 1 | 0.20 | 0.27 | 0.07 | 0.13 | 0.33 |
| 20 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 0.27 | 0.20 | 0.13 | 0.07 | 0.33 |
| 21 | 1 | 4 | 3 | 5 | 2 | 0.33 | 0.13 | 0.20 | 0.07 | 0.27 |
| 22 | 4 | 3 | 5 | 2 | 1 | 0.13 | 0.20 | 0.07 | 0.27 | 0.33 |
| 23 | 2 | 1 | 3 | 4 | 5 | 0.27 | 0.33 | 0.20 | 0.13 | 0.07 |
| 24 | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 | 0.33 | 0.27 | 0.13 | 0.20 | 0.07 |
| 25 | 3 | 2 | 4 | 1 | 5 | 0.20 | 0.27 | 0.13 | 0.33 | 0.07 |
| 26 | 2 | 1 | 3 | 5 | 4 | 0.27 | 0.33 | 0.20 | 0.07 | 0.13 |
| 27 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 | 0.13 | 0.20 | 0.27 | 0.33 | 0.07 |
| 28 | 1 | 2 | 5 | 3 | 4 | 0.33 | 0.27 | 0.07 | 0.20 | 0.13 |
| 29 | 2 | 3 | 1 | 4 | 5 | 0.27 | 0.20 | 0.33 | 0.13 | 0.07 |
| 30 | 3 | 4 | 5 | 2 | 1 | 0.20 | 0.13 | 0.07 | 0.27 | 0.33 |
| 31 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 0.27 | 0.07 | 0.20 | 0.33 | 0.13 |
| 32 | 4 | 2 | 1 | 5 | 3 | 0.13 | 0.27 | 0.33 | 0.07 | 0.20 |
| 33 | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 0.20 | 0.33 | 0.27 | 0.13 | 0.07 |
| 34 | 2 | 4 | 5 | 3 | 1 | 0.27 | 0.13 | 0.07 | 0.20 | 0.33 |
| 35 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 | 0.33 | 0.27 | 0.13 | 0.07 | 0.20 |
| 36 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 | 0.20 | 0.13 | 0.27 | 0.07 | 0.33 |
| 37 | 2 | 3 | 1 | 4 | 5 | 0.27 | 0.20 | 0.33 | 0.13 | 0.07 |
| 38 | 1 | 2 | 5 | 3 | 4 | 0.33 | 0.27 | 0.07 | 0.20 | 0.13 |
| 39 | 2 | 1 | 3 | 4 | 5 | 0.27 | 0.33 | 0.20 | 0.13 | 0.07 |
| 40 | 1 | 4 | 3 | 2 | 5 | 0.33 | 0.13 | 0.20 | 0.27 | 0.07 |
| 41 | 4 | 5 | 2 | 1 | 3 | 0.13 | 0.07 | 0.27 | 0.33 | 0.20 |
| 42 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 | 0.20 | 0.27 | 0.33 | 0.07 | 0.13 |



|                      |   |   |   |   |   |      |      |      |      |      |
|----------------------|---|---|---|---|---|------|------|------|------|------|
| 43                   | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 | 0.20 | 0.13 | 0.27 | 0.07 | 0.33 |
| 44                   | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 | 0.27 | 0.13 | 0.20 | 0.07 | 0.33 |
| 45                   | 2 | 3 | 4 | 1 | 5 | 0.27 | 0.20 | 0.13 | 0.33 | 0.07 |
| 46                   | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 0.33 | 0.07 | 0.13 | 0.20 | 0.27 |
| 47                   | 1 | 5 | 2 | 4 | 3 | 0.33 | 0.07 | 0.27 | 0.13 | 0.20 |
| 48                   | 1 | 3 | 4 | 5 | 2 | 0.33 | 0.20 | 0.13 | 0.07 | 0.27 |
| 49                   | 4 | 5 | 2 | 3 | 1 | 0.13 | 0.07 | 0.27 | 0.20 | 0.33 |
| 50                   | 3 | 4 | 5 | 2 | 1 | 0.20 | 0.13 | 0.07 | 0.27 | 0.33 |
| 51                   | 3 | 2 | 1 | 4 | 5 | 0.20 | 0.27 | 0.33 | 0.13 | 0.07 |
| 52                   | 2 | 5 | 3 | 4 | 1 | 0.27 | 0.07 | 0.20 | 0.13 | 0.33 |
| 53                   | 1 | 4 | 5 | 3 | 2 | 0.33 | 0.13 | 0.07 | 0.20 | 0.27 |
| 54                   | 3 | 5 | 4 | 1 | 2 | 0.20 | 0.07 | 0.13 | 0.33 | 0.27 |
| 55                   | 2 | 3 | 5 | 4 | 1 | 0.27 | 0.20 | 0.07 | 0.13 | 0.33 |
| 56                   | 3 | 4 | 2 | 1 | 5 | 0.20 | 0.13 | 0.27 | 0.33 | 0.07 |
| 57                   | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 0.33 | 0.07 | 0.13 | 0.20 | 0.27 |
| 58                   | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 0.27 | 0.20 | 0.13 | 0.07 | 0.33 |
| 59                   | 3 | 2 | 5 | 1 | 4 | 0.20 | 0.27 | 0.07 | 0.33 | 0.13 |
| 60                   | 3 | 2 | 5 | 4 | 1 | 0.20 | 0.27 | 0.07 | 0.13 | 0.33 |
| 61                   | 2 | 4 | 3 | 5 | 1 | 0.27 | 0.13 | 0.20 | 0.07 | 0.33 |
| 62                   | 2 | 3 | 1 | 4 | 5 | 0.27 | 0.20 | 0.33 | 0.13 | 0.07 |
| 63                   | 1 | 5 | 4 | 2 | 3 | 0.33 | 0.07 | 0.13 | 0.27 | 0.20 |
| 64                   | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 0.33 | 0.20 | 0.07 | 0.27 | 0.13 |
| 65                   | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 | 0.33 | 0.27 | 0.13 | 0.07 | 0.20 |
| 66                   | 5 | 4 | 1 | 2 | 3 | 0.07 | 0.13 | 0.33 | 0.27 | 0.20 |
| 67                   | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 | 0.33 | 0.27 | 0.13 | 0.20 | 0.07 |
| 68                   | 1 | 2 | 5 | 3 | 4 | 0.33 | 0.27 | 0.07 | 0.20 | 0.13 |
| สรุปค่าน้ำหนักเฉลี่ย |   |   |   |   |   | 0.3  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่าน้ำหนักระหว่างกลุ่มต่างๆทั้งเพศ อายุ การศึกษาแล้ว พบว่า ไม่มีความแตกต่างของค่าน้ำหนักใน 4 ประโยชน์หลัก แต่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มชุมชนกับกลุ่มผู้บริหารเทศบาลในประโยชน์ย่อยทางด้านสังคม คือ ประโยชน์ด้านการเรียนรู้ (ตารางที่ 4.14) โดยชุมชนมีการให้ค่าน้ำหนักเท่ากับ 2.5 ส่วนเทศบาลให้ความสำคัญมากกว่าโดยให้ค่าน้ำหนักอยู่ที่ 3.8

ตารางที่ 4.14 ค่าน้ำหนักเปรียบเทียบระหว่างชุมชนกับผู้บริหารเทศบาล

| ประโยชน์ทางสังคม | กลุ่ม  | จำนวน | Mean    | Std. Deviation |
|------------------|--------|-------|---------|----------------|
| ด้านการเรียนรู้  | ชุมชน  | 62    | 2.5968* | 1.12293        |
|                  | เทศบาล | 6     | 3.8333* | .40825         |

\*  $p < .01$

#### 4.2.4 ปัจจัยทางสังคมที่มีผลการพัฒนาพื้นที่สีเขียว

จากข้อมูลพื้นฐานของสำนักพัฒนาชุมชนจังหวัดพิษณุโลก ได้ข้อมูลมาทั้งสิ้น 50 ชุมชนจาก 64 ชุมชน จากข้อมูลที่ได้รับมานำมาใช้หาค่าช่วงคะแนนที่คิดจากค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดตามที่แสดงในตารางที่ 4.15 เกณฑ์ดังกล่าวถูกนำไปใช้ประเมิน 50 ชุมชนและได้ผลการประเมินตัวชี้วัดทางสังคมของชุมชน (ตารางที่ 4.16) ดังนี้

ตารางที่ 4.15 เกณฑ์การให้คะแนนตัวชี้วัดทางสังคมของชุมชนทั้งหมดในเทศบาลนครพิษณุโลก

| เกณฑ์            | ค่าคะแนน |        |         |      |
|------------------|----------|--------|---------|------|
|                  | 4        | 3      | 2       | 1    |
| จำนวนผู้สูงอายุ  | <60      | 60-120 | 120-180 | >180 |
| จำนวนเยาวชน      | <15      | 15-30  | 30-45   | >45  |
| จำนวนผู้พิการ    | <2       | 2-4    | 4-6     | >6   |
| จำนวนผู้ไม่มีงาน | <15      | 15-30  | 30-45   | >45  |

ตารางที่ 4.17 แสดงผลคะแนนประเมินความต้องการประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านสิ่งแวดล้อมของชุมชนทั้งหมด โดยเป็นการเปรียบเทียบผลคะแนน 3 แบบ คือ แบบค่าน้ำหนักเท่ากัน แบบค่าน้ำหนักไม่เท่ากัน และแบบคำนึงถึงปัจจัยทางสังคม ส่วนตารางที่ 4.18 แสดงผลคะแนนรวมของประโยชน์ 4 ด้านของพื้นที่สีเขียวของการคิดคะแนนทั้ง 3 แบบ สำหรับชุมชนที่ไม่มีข้อมูลด้านปัจจัยทางสังคมทำให้ไม่สามารถคิดคะแนนแบบรวมปัจจัยทางสังคมได้ จึงมีคะแนนแค่ 2 แบบคือแบบน้ำหนักเท่ากันและแบบน้ำหนักต่างกัน

ตารางที่ 4.16 ค่าคะแนนตัวชี้วัดทางสังคม

| ลำดับ | ชุมชน           | จำนวนผู้สูงอายุ |       | จำนวนเยาวชน |       | ความหนาแน่นของประชากร (คน/ตร.กม.) |       | จำนวนผู้พิการ |       | จำนวนผู้ไม่มีงานทำ |       |
|-------|-----------------|-----------------|-------|-------------|-------|-----------------------------------|-------|---------------|-------|--------------------|-------|
|       |                 | ค่า             | คะแนน | ค่า         | คะแนน | ค่า                               | คะแนน | ค่า           | คะแนน | ค่า                | คะแนน |
| 1     | สุพรรณกัลยา     | 42              | 4.00  | 7           | 4.00  | 755.1698795                       | 4     | 4.00          | 3.00  | 8                  | 4.00  |
| 2     | วัดน้อยพัฒนา    | 12              | 4.00  | 3           | 4.00  | 272.7408698                       | 4     | 4.00          | 4.00  | 2                  | 4.00  |
| 3     | คลองมหาไทย      | 130             | 2.00  | 13          | 4.00  | 2623.833778                       | 2     | 4.00          | 4.00  | 10                 | 4.00  |
| 4     | ธรรมบูชา        | 118             | 3.00  | 37          | 2.00  | 1444.447615                       | 3     | 2.00          | 2.00  | 32                 | 2.00  |
| 5     | ธรรมจักรพัฒนา   | 108             | 3.00  | 35          | 2.00  | 1931.478751                       | 3     | 3.00          | 4.00  | 30                 | 3.00  |
| 6     | เสรีราษฎร์พัฒนา | 110             | 3.00  | 26          | 3.00  | 2980.810438                       | 2     | 2.00          | 2.00  | 34                 | 2.00  |
| 7     | อรัญญิก         | 214             | 1.00  | 1           | 4.00  | 1032.638816                       | 3     | 4.00          | 4.00  | 4                  | 4.00  |
| 8     | พญาเสือ         | 229             | 1.00  | 41          | 2.00  | 2002.371802                       | 2     | 1.00          | 4.00  | 47                 | 1.00  |
| 9     | เจดีย์ยอดทอง    | 93              | 3.00  | 0           | 4.00  | 819.7287129                       | 4     | 4.00          | 4.00  | 0                  | 4.00  |
| 10    | ตาลเดี่ยว       | 240             | 1.00  | 30          | 3.00  | 1755.606188                       | 3     | 1.00          | 4.00  | 51                 | 1.00  |
| 11    | พระองค์ขาว      | 23              | 4.00  | 5           | 4.00  | 164.4012676                       | 4     | 4.00          | 4.00  | 7                  | 4.00  |
| 12    | เรือนแพ         | 110             | 3.00  | 12          | 4.00  | 978.6190323                       | 4     | 3.00          | 4.00  | 28                 | 3.00  |
| 13    | มิตรภาพ         | 0               | 0     | 0           | 0     | 0                                 | 0     | 0             | 0     | 0                  | 0     |
| 14    | เสือทิม         | 68              | 3.00  | 37          | 2.00  | 941.9396585                       | 4     | 4.00          | 1.00  | 13                 | 4.00  |
| 15    | พิชัยสงคราม     | 120             | 3.00  | 27          | 3.00  | 4087.452471                       | 1     | 2.00          | 3.00  | 40                 | 2.00  |

|    |                                  |     |      |    |      |             |   |      |      |    |      |
|----|----------------------------------|-----|------|----|------|-------------|---|------|------|----|------|
| 16 | ศรีวิสุทธิ                       | 48  | 4.00 | 12 | 4.00 | 971.8910875 | 4 | 4.00 | 4.00 | 9  | 4.00 |
| 17 | แสนพลพ่าย                        | 112 | 3.00 | 1  | 4.00 | 1113.585746 | 3 | 4.00 | 4.00 | 6  | 4.00 |
| 18 | เกษมรัฐพัฒนา                     | 32  | 4.00 | 3  | 4.00 | 227.7964979 | 4 | 4.00 | 4.00 | 1  | 4.00 |
| 19 | พระองค์ดำ                        | 57  | 4.00 | 27 | 3.00 | 1070.893125 | 3 | 3.00 | 4.00 | 16 | 3.00 |
| 20 | ราชพฤกษ์                         | 31  | 4.00 | 16 | 3.00 | 547.371302  | 4 | 4.00 | 4.00 | 6  | 4.00 |
| 21 | รถไฟสามัคคี                      | 53  | 4.00 | 2  | 4.00 | 1020.229697 | 3 | 4.00 | 4.00 | 4  | 4.00 |
| 22 | วิเศษไชยชาญ                      | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 23 | แขวงทางหลวง(วิสุทธิ<br>กษัตริย์) | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 24 | ราเมศวร                          | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 25 | ชาญเวชกิจพัฒนา                   | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 26 | มาลาเปียง                        | 70  | 3.00 | 27 | 3.00 | 978.8543513 | 4 | 1.00 | 4.00 | 54 | 1.00 |
| 27 | วัดหนองบัว                       | 35  | 4.00 | 9  | 4.00 | 842.0151277 | 4 | 3.00 | 4.00 | 17 | 3.00 |
| 28 | กัลยาณมิตร                       | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 29 | มหาจักรพรรดิ                     | 110 | 3.00 | 44 | 1.00 | 2067.664315 | 2 | 3.00 | 2.00 | 26 | 3.00 |
| 30 | ประสงค์ประสาท                    | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 31 | ราชบุรณะ                         | 73  | 3.00 | 5  | 4.00 | 893.6752168 | 4 | 4.00 | 4.00 | 7  | 4.00 |
| 32 | เก้าแสน                          | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 33 | ตลาดใต้(พุทธบูชา)                | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |

|    |                   |     |      |    |      |             |   |      |      |    |      |
|----|-------------------|-----|------|----|------|-------------|---|------|------|----|------|
| 34 | ศรีธรรมไตรปิฎก    | 16  | 4.00 | 0  | 4.00 | 444.0147817 | 4 | 4.00 | 4.00 | 1  | 4.00 |
| 35 | อมรินทร์นคร       | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 36 | พระยาสุรสีห์      | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 37 | ขุนพิเรนทรเทพ     | 120 | 3.00 | 12 | 4.00 | 2924.128385 | 2 | 4.00 | 4.00 | 11 | 4.00 |
| 38 | สระแก้ว           | 63  | 3.00 | 9  | 4.00 | 312.4617081 | 4 | 4.00 | 3.00 | 5  | 4.00 |
| 39 | มหานุภาพ          | 26  | 4.00 | 10 | 4.00 | 535.9631257 | 4 | 4.00 | 3.00 | 10 | 4.00 |
| 40 | ดิอินทร์พัฒนา     | 79  | 3.00 | 24 | 3.00 | 936.2918814 | 4 | 4.00 | 4.00 | 15 | 4.00 |
| 41 | ร่วมใจไมตรี       | 131 | 2.00 | 28 | 3.00 | 1395.871924 | 3 | 2.00 | 4.00 | 32 | 2.00 |
| 42 | อภิชาติบุตร       | 123 | 2.00 | 44 | 1.00 | 1847.35051  | 3 | 1.00 | 4.00 | 44 | 1.00 |
| 43 | บรมไตรฯ21         | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 44 | บึงพระจันทร์40    | 7   | 4.00 | 2  | 4.00 | 55.39070227 | 4 | 4.00 | 4.00 | 0  | 4.00 |
| 45 | วัดจันทร์ตะวันออก | 1   | 4.00 | 0  | 4.00 | 3.841802266 | 4 | 4.00 | 4.00 | 0  | 4.00 |
| 46 | ร่วมใจ            | 33  | 4.00 | 10 | 4.00 | 405.0259489 | 4 | 4.00 | 4.00 | 7  | 4.00 |
| 47 | ท่ามะปราง         | 6   | 4.00 | 0  | 4.00 | 313.6349665 | 4 | 4.00 | 4.00 | 1  | 4.00 |
| 48 | พระยาสุพรรณ       | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 49 | พันปี             | 9   | 4.00 | 11 | 4.00 | 50.40528574 | 4 | 4.00 | 4.00 | 6  | 4.00 |
| 50 | วัดจันทร์ตะวันตก  | 80  | 3.00 | 28 | 3.00 | 361.1393821 | 4 | 3.00 | 2.00 | 22 | 3.00 |
| 51 | ประชาพิทักษ์ 99   | 16  | 4.00 | 11 | 4.00 | 589.3375242 | 4 | 4.00 | 4.00 | 9  | 4.00 |

|    |                 |     |      |    |      |             |   |      |      |    |      |
|----|-----------------|-----|------|----|------|-------------|---|------|------|----|------|
| 52 | ประชาอุทิศ      | 118 | 3.00 | 53 | 1.00 | 695.1441104 | 4 | 1.00 | 1.00 | 53 | 1.00 |
| 53 | พระลือ          | 191 | 1.00 | 3  | 4.00 | 765.6496619 | 4 | 4.00 | 4.00 | 9  | 4.00 |
| 54 | หลังศาล         | 45  | 4.00 | 8  | 4.00 | 601.5116249 | 4 | 4.00 | 4.00 | 7  | 4.00 |
| 55 | สิงห์วัฒน์ ซ.3  | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 56 | สิงห์วัฒน์ ซ.5  | 49  | 4.00 | 21 | 3.00 | 1730.829281 | 3 | 4.00 | 4.00 | 10 | 4.00 |
| 57 | พระร่วง ซ.2     | 102 | 3.00 | 40 | 2.00 | 1791.478843 | 3 | 3.00 | 4.00 | 27 | 3.00 |
| 58 | บ้านคลองสามัคคี | 133 | 2.00 | 1  | 4.00 | 529.7218078 | 4 | 4.00 | 4.00 | 3  | 4.00 |
| 59 | หรรษานันท์ 49   | 44  | 4.00 | 9  | 4.00 | 1013.799226 | 3 | 3.00 | 4.00 | 19 | 3.00 |
| 60 | ประตูเมือง      | 94  | 3.00 | 23 | 3.00 | 1824.094931 | 3 | 2.00 | 1.00 | 31 | 2.00 |
| 61 | สระสองห้อง      | 38  | 4.00 | 0  | 4.00 | 299.2733818 | 4 | 4.00 | 4.00 | 0  | 4.00 |
| 62 | เทพารักษ์       | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 63 | บ้านคลองพัฒนา   | 0   | 0    | 0  | 0    | 0           | 0 | 0    | 0    | 0  | 0    |
| 64 | ไชนาภาพ         | 18  | 4.00 | 12 | 4.00 | 247.6176575 | 4 | 4.00 | 3.00 | 12 | 4.00 |

ตารางที่ 4.17 ผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวทั้ง 4 ด้านด้วยวิธีคิดคะแนน 3 แบบ

| ลำดับ | ชุมชน         | คะแนนด้านสิ่งแวดล้อม |                    |                 | คะแนนด้านนิเวศวิทยา |                    |                 | คะแนนด้านสังคมวัฒนธรรม |                    |                 | คะแนนด้านเศรษฐกิจ  |                    |                 |
|-------|---------------|----------------------|--------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------|
|       |               | น้ำหนัก<br>เท่ากัน   | น้ำหนัก<br>เท่ากัน | ปัจจัย<br>สังคม | น้ำหนัก<br>เท่ากัน  | น้ำหนัก<br>เท่ากัน | ปัจจัย<br>สังคม | น้ำหนัก<br>เท่ากัน     | น้ำหนัก<br>เท่ากัน | ปัจจัย<br>สังคม | น้ำหนัก<br>เท่ากัน | น้ำหนัก<br>เท่ากัน | ปัจจัย<br>สังคม |
| 1     | สุพรรณกลยา    | 2.17                 | 2.17               | 2.8             | 1.0                 | 1.0                | 1.6             | 0.8                    | 0.8                | 2.5             | 1.5                | 1.5                | 2.3             |
| 2     | วัดน้อยพัฒนา  | 2.21                 | 2.21               | 2.8             | 1.8                 | 1.8                | 2.2             | 2.0                    | 2.0                | 3.2             | 1.5                | 1.5                | 2.3             |
| 3     | คลองมหาไทย    | 2.00                 | 2.00               | 2.3             | 1.0                 | 1.0                | 1.2             | 0.8                    | 0.8                | 2.3             | 1.0                | 1.0                | 2.0             |
| 4     | ธรรมบูชา      | 2.50                 | 2.50               | 2.5             | 2.3                 | 2.3                | 2.4             | 1.0                    | 1.0                | 1.8             | 1.0                | 1.0                | 1.3             |
| 5     | ธรรมจักรพัฒนา | 2.33                 | 2.33               | 2.4             | 2.3                 | 2.3                | 2.4             | 2.3                    | 2.3                | 2.7             | 1.5                | 1.5                | 2.0             |
| 6     | เสรีราษฎร์    | 2.08                 | 2.08               | 2.4             | 1.0                 | 1.0                | 1.2             | 1.8                    | 1.8                | 2.3             | 1.0                | 1.0                | 1.3             |
| 7     | อรัญญิก       | 3.04                 | 3.04               | 2.9             | 1.8                 | 1.8                | 2.0             | 2.5                    | 2.5                | 2.8             | 1.0                | 1.0                | 2.0             |
| 8     | พญาเสือ       | 2.29                 | 2.29               | 2.0             | 2.3                 | 2.3                | 2.2             | 3.0                    | 3.0                | 2.6             | 2.5                | 2.5                | 2.0             |
| 9     | เจดีย์ยอดทอง  | 2.29                 | 2.29               | 2.7             | 2.8                 | 2.8                | 3.0             | 1.8                    | 1.8                | 2.9             | 2.0                | 2.0                | 2.7             |
| 10    | ตาลเดี่ยว     | 2.50                 | 2.50               | 2.3             | 2.8                 | 2.8                | 2.8             | 0.8                    | 0.8                | 1.9             | 0.5                | 0.5                | 0.7             |
| 11    | พระองค์ขาว    | 2.79                 | 2.79               | 3.2             | 2.8                 | 2.8                | 3.0             | 2.0                    | 2.0                | 3.2             | 0.5                | 0.5                | 1.7             |
| 12    | เรือนแพ       | 2.83                 | 2.83               | 3.1             | 2.8                 | 2.8                | 3.0             | 1.5                    | 1.5                | 2.8             | 0.5                | 0.5                | 1.3             |
| 13    | มิตรภาพ       | 2.33                 | 2.33               | 0               | 2.8                 | 2.8                | 0               | 0.8                    | 0.8                | 0               | 0.5                | 0.5                | 0               |
| 14    | เสือทิม       | 2.25                 | 2.25               | 2.3             | 2.3                 | 2.3                | 2.6             | 0.8                    | 0.8                | 1.5             | 0.5                | 0.5                | 1.7             |
| 15    | พิชัยสงคราม   | 2.25                 | 2.25               | 2.5             | 2.8                 | 2.8                | 2.4             | 0.8                    | 0.8                | 2.1             | 0.5                | 0.5                | 1.0             |
| 16    | ศรีวิสุทธิ    | 2.63                 | 2.63               | 3.1             | 1.8                 | 1.8                | 2.2             | 1.5                    | 1.5                | 3.0             | 1.0                | 1.0                | 2.0             |
| 17    | แสนพลพ่าย     | 2.0                  | 2.1                | 2.5             | 2.3                 | 2.3                | 2.4             | 0.8                    | 0.8                | 2.5             | 0.5                | 0.5                | 1.7             |
| 18    | เกษมรัฐพัฒนา  | 2.2                  | 2.1                | 2.8             | 2.3                 | 2.3                | 2.6             | 0.8                    | 0.8                | 2.7             | 0.5                | 0.5                | 1.7             |

| ลำดับ | ชุมชน           | คะแนนด้านสิ่งแวดล้อม |                |             | คะแนนด้านนิเวศวิทยา |                |             | คะแนนด้านสังคมวัฒนธรรม |                |             | คะแนนด้านเศรษฐกิจ |                |             |
|-------|-----------------|----------------------|----------------|-------------|---------------------|----------------|-------------|------------------------|----------------|-------------|-------------------|----------------|-------------|
|       |                 | น้ำหนักเท่ากัน       | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม | น้ำหนักเท่ากัน      | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม | น้ำหนักเท่ากัน         | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม | น้ำหนักเท่ากัน    | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม |
| 19    | พระองค์ดำ       | 2.3                  | 2.3            | 2.7         | 2.0                 | 2.0            | 2.2         | 0.8                    | 0.8            | 2.5         | 0.5               | 0.5            | 1.3         |
| 20    | ราชพฤกษ์        | 2.2                  | 2.2            | 2.6         | 1.8                 | 1.8            | 2.2         | 1.3                    | 1.3            | 2.7         | 1.0               | 1.0            | 2.0         |
| 21    | รถไฟสามัคคี     | 2.3                  | 2.2            | 2.9         | 1.5                 | 1.5            | 1.8         | 2.0                    | 2.0            | 3.2         | 1.0               | 1.0            | 2.0         |
| 22    | วิเศษไชยชาญ     | 2.0                  | 2.1            | 0           | 2.8                 | 2.8            | 0           | 0.8                    | 0.8            | 0           | 0.5               | 0.5            | 0           |
| 23    | วิสุทธิกษัตริย์ | 2.5                  | 2.4            | 0           | 2.3                 | 2.3            | 0           | 2.0                    | 2.0            | 0           | 0.5               | 0.5            | 0           |
| 24    | ราเมศวร         | 2.3                  | 2.3            | 0           | 1.0                 | 1.0            | 0           | 1.5                    | 1.5            | 0           | 1.0               | 1.0            | 0           |
| 25    | ชาญเวชกิจฯ      | 1.9                  | 1.9            | 0           | 1.3                 | 1.3            | 0           | 1.5                    | 1.5            | 0           | 1.0               | 1.0            | 0           |
| 26    | มาลาเปียง       | 2.5                  | 2.6            | 2.7         | 1.8                 | 1.8            | 2.2         | 1.5                    | 1.5            | 2.6         | 1.0               | 1.0            | 1.0         |
| 27    | วัดหนองบัว      | 2.5                  | 2.5            | 3.0         | 1.0                 | 1.0            | 1.6         | 1.0                    | 1.0            | 2.8         | 1.0               | 1.0            | 1.7         |
| 28    | กัลยาณมิตร      | 2.6                  | 2.6            | 0           | 1.0                 | 1.0            | 0           | 0.8                    | 0.8            | 0           | 0.5               | 0.5            | 0           |
| 29    | มหาจักรพรรดิ    | 2.1                  | 2.0            | 2.1         | 1.0                 | 1.0            | 1.2         | 0.8                    | 0.8            | 1.5         | 0.5               | 0.5            | 1.3         |
| 30    | ประสงคประสาท    | 1.9                  | 1.9            | 0           | 1.0                 | 1.0            | 0           | 0.8                    | 0.8            | 0           | 0.5               | 0.5            | 0           |
| 31    | ราชบุรณะ        | 2.3                  | 2.2            | 2.7         | 2.3                 | 2.3            | 2.6         | 1.8                    | 1.8            | 2.9         | 1.5               | 1.5            | 2.3         |
| 32    | แก้วแสน         | 1.7                  | 1.6            | 0           | 1.5                 | 1.5            | 0           | 0.8                    | 0.8            | 0           | 1.0               | 1.0            | 0           |
| 33    | ตลาดใต้         | 2.3                  | 2.2            | 0           | 2.0                 | 2.0            | 0           | 1.5                    | 1.5            | 0           | 1.0               | 1.0            | 0           |
| 34    | ศรีธรรมไตรฯ     | 2.3                  | 2.4            | 2.9         | 1.0                 | 1.0            | 1.6         | 0.8                    | 0.8            | 2.7         | 0.5               | 0.5            | 1.7         |
| 35    | อมรินทร์นคร     | 1.9                  | 1.9            | 0           | 1.8                 | 1.8            | 0           | 0.8                    | 0.8            | 0           | 1.0               | 1.0            | 0           |
| 36    | พระยาสุรสีห์    | 2.0                  | 2.0            | 0           | 1.5                 | 1.5            | 0           | 1.0                    | 1.0            | 0           | 0.5               | 0.5            | 0           |



| ลำดับ | ชุมชน             | คะแนนด้านสิ่งแวดล้อม |                |             | คะแนนด้านนิเวศวิทยา |                |             | คะแนนด้านสังคมวัฒนธรรม |                |             | คะแนนด้านเศรษฐกิจ |                |             |
|-------|-------------------|----------------------|----------------|-------------|---------------------|----------------|-------------|------------------------|----------------|-------------|-------------------|----------------|-------------|
|       |                   | น้ำหนักเท่ากัน       | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม | น้ำหนักเท่ากัน      | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม | น้ำหนักเท่ากัน         | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม | น้ำหนักเท่ากัน    | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม |
| 37    | ขุนพิเรนทรเทพ     | 2.0                  | 2.0            | 2.5         | 1.0                 | 1.0            | 1.2         | 0.8                    | 0.8            | 2.5         | 0.5               | 0.5            | 1.7         |
| 38    | สระแก้ว           | 2.8                  | 2.8            | 3.1         | 2.0                 | 2.0            | 2.4         | 2.5                    | 2.5            | 3.0         | 1.5               | 1.5            | 2.3         |
| 39    | มหานภาพ           | 2.3                  | 2.4            | 2.9         | 1.0                 | 1.0            | 1.6         | 0.8                    | 0.8            | 2.5         | 1.0               | 1.0            | 2.0         |
| 40    | ดีอินทร์พัฒนา     | 2.6                  | 2.6            | 2.8         | 1.0                 | 1.0            | 1.6         | 1.0                    | 1.0            | 2.4         | 1.0               | 1.0            | 2.0         |
| 41    | ร่วมใจไมตรี       | 2.7                  | 2.7            | 2.6         | 2.0                 | 2.0            | 2.2         | 1.8                    | 1.8            | 2.5         | 0.5               | 0.5            | 1.0         |
| 42    | อภิชาติบุตร       | 2.3                  | 2.4            | 2.1         | 1.0                 | 1.0            | 1.4         | 1.5                    | 1.5            | 2.0         | 0.5               | 0.5            | 0.7         |
| 43    | บรมไตรฯ21         | 2.3                  | 2.3            | 0           | 1.0                 | 1.0            | 0           | 1.5                    | 1.5            | 0           | 0.5               | 0.5            | 0           |
| 44    | บึงพระจันทร์40    | 2.8                  | 2.8            | 3.2         | 1.0                 | 1.0            | 1.6         | 1.5                    | 1.5            | 3.0         | 1.0               | 1.0            | 2.0         |
| 45    | วัดจันทร์ตะวันออก | 3.1                  | 3.2            | 3.4         | 2.0                 | 2.0            | 2.4         | 1.8                    | 1.8            | 3.1         | 1.5               | 1.5            | 2.3         |
| 46    | ร่วมใจ            | 2.5                  | 2.6            | 3.0         | 1.3                 | 1.3            | 1.8         | 0.8                    | 0.8            | 2.7         | 1.0               | 1.0            | 2.0         |
| 47    | ท่ามะปราง         | 2.3                  | 2.3            | 2.9         | 1.8                 | 1.8            | 2.2         | 1.0                    | 1.0            | 2.8         | 1.5               | 1.5            | 2.3         |
| 48    | พระยาสุพรรณ       | 2.8                  | 2.9            | 3.2         | 1.0                 | 1.0            | 1.6         | 1.3                    | 1.3            | 2.9         | 0.5               | 0.5            | 1.7         |
| 49    | พันปี             | 3.0                  | 3.1            | 3.3         | 1.8                 | 1.8            | 2.2         | 1.0                    | 1.0            | 2.8         | 1.0               | 1.0            | 2.0         |
| 50    | วัดจันทร์ตะวันตก  | 3.3                  | 3.5            | 3.2         | 2.0                 | 2.0            | 2.4         | 1.5                    | 1.5            | 2.2         | 1.5               | 1.5            | 2.0         |
| 51    | ประชาพิทักษ์      | 2.5                  | 2.5            | 3.0         | 2.3                 | 2.3            | 2.6         | 0.8                    | 0.8            | 2.7         | 1.0               | 1.0            | 2.0         |
| 52    | ประชาอุทิศ        | 3.0                  | 3.1            | 2.7         | 2.3                 | 2.3            | 2.6         | 0.8                    | 0.8            | 1.3         | 0.5               | 0.5            | 0.7         |
| 53    | พระลือ            | 2.8                  | 2.8            | 2.7         | 2.0                 | 2.0            | 2.4         | 1.5                    | 1.5            | 2.4         | 0.5               | 0.5            | 1.7         |
| 54    | หลังศาล           | 2.5                  | 2.5            | 3.0         | 2.5                 | 2.5            | 2.8         | 1.5                    | 1.5            | 3.0         | 1.0               | 1.0            | 2.0         |

| ลำดับ | ชุมชน           | คะแนนด้านสิ่งแวดล้อม |                |             | คะแนนด้านนิเวศวิทยา |                |             | คะแนนด้านสังคมวัฒนธรรม |                |             | คะแนนด้านเศรษฐกิจ |                |             |
|-------|-----------------|----------------------|----------------|-------------|---------------------|----------------|-------------|------------------------|----------------|-------------|-------------------|----------------|-------------|
|       |                 | น้ำหนักเท่ากัน       | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม | น้ำหนักเท่ากัน      | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม | น้ำหนักเท่ากัน         | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม | น้ำหนักเท่ากัน    | น้ำหนักเท่ากัน | ปัจจัยสังคม |
| 55    | สิงห์วัฒน์ ช.3  | 2.5                  | 2.5            | 0           | 2.0                 | 2.0            | 0           | 0.8                    | 0.8            | 0           | 0.5               | 0.5            | 0           |
| 56    | สิงห์วัฒน์ ช.5  | 2.7                  | 2.6            | 3.0         | 2.3                 | 2.3            | 2.4         | 1.5                    | 1.5            | 2.8         | 0.5               | 0.5            | 1.7         |
| 57    | พระร่วง ช.2     | 2.4                  | 2.3            | 2.4         | 3.3                 | 3.3            | 3.2         | 1.3                    | 1.3            | 2.3         | 1.0               | 1.0            | 1.7         |
| 58    | บ้านคลองสามัคคี | 2.7                  | 2.6            | 2.8         | 2.3                 | 2.3            | 2.6         | 1.3                    | 1.3            | 2.5         | 0.5               | 0.5            | 1.7         |
| 59    | หรรษานันท์ 49   | 2.2                  | 2.2            | 2.8         | 2.5                 | 2.5            | 2.6         | 1.3                    | 1.3            | 2.9         | 0.5               | 0.5            | 1.3         |
| 60    | ประตู่เมือง     | 2.5                  | 2.5            | 2.6         | 2.3                 | 2.3            | 2.4         | 1.8                    | 1.8            | 2.1         | 0.5               | 0.5            | 1.0         |
| 61    | สระสองห้อง      | 2.4                  | 2.5            | 2.9         | 1.3                 | 1.3            | 1.8         | 0.8                    | 0.8            | 2.7         | 1.0               | 1.0            | 2.0         |
| 62    | เทพารักษ์       | 2.6                  | 2.6            | 0           | 3.0                 | 3.0            | 0           | 3.0                    | 3.0            | 0           | 1.0               | 1.0            | 0           |
| 63    | บ้านคลองพัฒนา   | 2.9                  | 2.8            | 0           | 2.3                 | 2.3            | 0           | 1.0                    | 1.0            | 0           | 0.5               | 0.5            | 0           |
| 64    | ไชยานุภาพ       | 2.4                  | 2.4            | 2.9         | 2.0                 | 2.0            | 2.4         | 0.8                    | 0.8            | 2.5         | 0.5               | 0.5            | 1.7         |

ตารางที่ 4.18 ผลคะแนนรวมประโยชน์ 4 ด้านของพื้นที่สีเขียว

| ลำดับ | ชุมชน           | คะแนนรวม       |                |                |
|-------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
|       |                 | น้ำหนักเท่ากัน | น้ำหนักต่างกัน | ปัจจัยทางสังคม |
| 1     | สุพรรณกัลยา     | 1.35           | 1.40           | 2.3            |
| 2     | วัดน้อยพัฒนา    | 1.86           | 1.89           | 2.6            |
| 3     | คลองมหาไทย      | 1.19           | 1.25           | 2.0            |
| 4     | ธรรมบูชา        | 1.69           | 1.83           | 2.0            |
| 5     | ธรรมจักรพัฒนา   | 2.08           | 2.12           | 2.4            |
| 6     | เสรีราษฎร์พัฒนา | 1.46           | 1.47           | 1.8            |
| 7     | อรุณญิก         | 2.07           | 2.14           | 2.4            |
| 8     | พญาเสือ         | 2.51           | 2.46           | 2.2            |
| 9     | เจดีย์ยอดทอง    | 2.20           | 2.26           | 2.8            |
| 10    | ตาลเดี่ยว       | 1.63           | 1.83           | 1.9            |
| 11    | พระองค์ขาว      | 2.01           | 2.16           | 2.8            |
| 12    | เรือนแพ         | 1.90           | 2.07           | 2.5            |
| 13    | มิตรภาพ         | 1.58           | 1.77           | 0              |
| 14    | เสือทิม         | 1.44           | 1.60           | 2.0            |
| 15    | พิชัยสงคราม     | 1.56           | 1.75           | 2.0            |
| 16    | ศรีวิสุทธิ      | 1.72           | 1.81           | 2.6            |
| 17    | แสนพลพ่าย       | 1.39           | 1.54           | 2.3            |
| 18    | เกษมรัฐพัฒนา    | 1.42           | 1.58           | 2.4            |
| 19    | พระองค์ดำ       | 1.38           | 1.53           | 2.2            |
| 20    | ราชพฤกษ์        | 1.55           | 1.64           | 2.4            |
| 21    | รถไฟสามัคคี     | 1.70           | 1.74           | 2.5            |
| 22    | วิเศษไชยชาญ     | 1.50           | 1.68           | 0              |
| 23    | วิสุทธิกษัตริย์ | 1.82           | 1.94           | 0              |
| 24    | ราเมศวร         | 1.44           | 1.48           | 0              |

|    |                        |      |      |     |
|----|------------------------|------|------|-----|
| 25 | ชาญเวชกิจพัฒนา         | 1.42 | 1.45 | 0   |
| 26 | มาลาเปียง              | 1.70 | 1.79 | 2.1 |
| 27 | วัดหนองบัว             | 1.38 | 1.45 | 2.3 |
| 28 | กัลยาณมิตร             | 1.22 | 1.34 | 0   |
| 29 | มหาจักรพรรดิ           | 1.08 | 1.17 | 1.5 |
| 30 | ประสงค์ประสาท          | 1.04 | 1.13 | 0   |
| 31 | ราชบุรณะ               | 1.95 | 2.01 | 2.6 |
| 32 | เก้าแสน(มหาธรรมราชา)   | 1.24 | 1.31 | 0   |
| 33 | ตลาดใต้(พุทธบูชา)      | 1.70 | 1.79 | 0   |
| 34 | ศรีธรรมไตรปิฎก         | 1.15 | 1.25 | 2.2 |
| 35 | อมรินทร์นคร(เจ้าพระยา) | 1.35 | 1.45 | 0   |
| 36 | พระยาสุรสีห์           | 1.26 | 1.36 | 0   |
| 37 | ขุนพิเรนทรเทพ          | 1.06 | 1.15 | 2.0 |
| 38 | สระแก้ว                | 2.21 | 2.25 | 2.7 |
| 39 | มหานุภาพ               | 1.27 | 1.35 | 2.2 |
| 40 | ดีอินทร์พัฒนา          | 1.41 | 1.49 | 2.2 |
| 41 | ร่วมใจไมตรี            | 1.73 | 1.85 | 2.1 |
| 42 | อภิชาติบุตร            | 1.33 | 1.40 | 1.5 |
| 43 | บรมไตรฯ21              | 1.31 | 1.38 | 0   |
| 44 | บึงพระจันทร์40         | 1.58 | 1.65 | 2.5 |
| 45 | วัดจันทร์ตะวันออก      | 2.09 | 2.19 | 2.8 |
| 46 | ร่วมใจ                 | 1.39 | 1.49 | 2.4 |
| 47 | ท่ามะปราง              | 1.64 | 1.71 | 2.5 |
| 48 | พระยาสุพรรณ            | 1.40 | 1.50 | 2.3 |
| 49 | พันปี                  | 1.68 | 1.81 | 2.6 |
| 50 | วัดจันทร์ตะวันตก       | 2.08 | 2.20 | 2.5 |
| 51 | ประชาพิทักษ์ 99        | 1.64 | 1.79 | 2.6 |
| 52 | ประชาอุทิศ             | 1.63 | 1.83 | 1.8 |

|    |                 |      |      |     |
|----|-----------------|------|------|-----|
| 53 | พระลือ          | 1.70 | 1.84 | 2.3 |
| 54 | หลังศาล         | 1.86 | 1.99 | 2.7 |
| 55 | สิงห์วัฒน์ ซ.3  | 1.44 | 1.60 | 0   |
| 56 | สิงห์วัฒน์ ซ.5  | 1.74 | 1.89 | 2.5 |
| 57 | พระร่วง ซ.2     | 1.97 | 2.14 | 2.4 |
| 58 | บ้านคลองสามัคคี | 1.68 | 1.84 | 2.4 |
| 59 | หรรษานันท์ 49   | 1.61 | 1.76 | 2.4 |
| 60 | ประตูเมือง      | 1.74 | 1.86 | 2.0 |
| 61 | สระสองห้อง      | 1.35 | 1.45 | 2.4 |
| 62 | เทพารักษ์       | 2.41 | 2.49 | 0   |
| 63 | บ้านคลองพัฒนา   | 1.66 | 1.84 | 0   |
| 64 | ไชยานุภาพ       | 1.41 | 1.56 | 2.4 |

จากผลคะแนนสามารถสรุปชุมชนที่มีระดับความต้องการพัฒนาพื้นที่สีเขียวเร่งด่วน (เท่ากับ 1) ไปถึงระดับความต้องการพัฒนาพื้นที่สีเขียวน้อย (เท่ากับ 4) ตามที่แสดงในตารางที่ 4.19 โดยจำนวนของแบบมีค่าน้ำหนักสำหรับชุมชนที่ต้องการพัฒนาเร่งด่วนมีน้อยกว่า คือ 17 ชุมชนจากที่แบบค่าน้ำหนักเท่ากันมีทั้งหมด 22 ชุมชน ทำให้การคิดคะแนนแบบมีค่าน้ำหนักช่วยกำหนดชุมชนที่ต้องการพื้นที่สีเขียวตามความต้องการของท้องถิ่นได้เฉพาะเจาะจงมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.19 คะแนนรวมแบบค่าน้ำหนักเท่ากันและแบบมีค่าน้ำหนักของชุมชน

| ประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว         | แบบค่าน้ำหนักเท่ากัน                                                                                                                                                                                            | แบบมีค่าน้ำหนัก                                                                                                                                                                                                       | แบบมีปัจจัยทางสังคม |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| ทุกด้าน                           |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                       |                     |
| ระดับความต้องการพัฒนาเร่งด่วน (1) | 1. สุพรรณกลียา<br>2. คลองมหาตไทย<br>3. เสรีราษฎร์พัฒนา<br>4. เสือทิม<br>5. แสนพลพาย<br>6. เกษมรัฐพัฒนา<br>7. พระองค์ดำ<br>8. ราเมศวร<br>9. ชาญเวชกิจ<br>10. กัลยาณมิตร<br>11. มหาจักรพรรดิ<br>12. ประสงค์ประสาท | 1. สุพรรณกลียา<br>2. คลองมหาตไทย<br>3. เสรีราษฎร์พัฒนา<br>4. ราเมศวร<br>5. ชาญเวชกิจ<br>6. วัดหนองบัว<br>7. กัลยาณมิตร<br>8. มหาจักรพรรดิ<br>9. ประสงค์ประสาท<br>10. แก้วแสน<br>11. ศรีธรรมไตรปิฎก<br>12. อมรินทร์นคร |                     |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                  | 13. แก้วแสน<br>14. ศรีธรรมไตรปิฎก<br>15. อมรินทร์นคร<br>16. พระยาสุรสีห์<br>17. ขุนพิเรนทรเทพ<br>18. มหามุนีภาพ<br>19. ดิอินทร์พัฒนา<br>20. สิงห์วัฒน์ ซ.3<br>21. สรรเสริญห้อง<br>22. ไชยนาฏภาพ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 13. พระยาสุรสีห์<br>14. ขุนพิเรนทรเทพ<br>15. มหามุนีภาพ<br>16. ดิอินทร์พัฒนา<br>17. สรรเสริญห้อง                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนามาก (2) | 1. วัดน้อยพัฒนา<br>2. ธรรมบูชา<br>3. อรัญญิก<br>4. เจดีย์ยอดทอง<br>5. ศาลเดี่ยว<br>6. พระองค์ขาว<br>7. เรือนแพ<br>8. มิตรภาพ<br>9. พิชัยสงคราม<br>10. ศรีพิสุทธิ<br>11. ราชพฤกษ์<br>12. รถไฟสามัคคี<br>13. วิเศษไชยชาญ<br>14. วิสุทธิกษัตริย์<br>15. มาลาเปียง<br>16. ราชบุรณะ<br>17. พุทธบูชา<br>18. สรรเสริญ<br>19. ปึงพระจันทร์ 40<br>20. วัดจันทร์ตะวันออก<br>21. ประชาพิทักษ์ 99<br>22. ประชาอุทิศ<br>23. พระลือ<br>24. หลิ่งศาล<br>25. สิงห์วัฒน์ ซ.58<br>26. พระร่วง ซ.2<br>27. บ้านคลองสามัคคี<br>28. วรรณนันทน์ 49 | 1. วัดน้อยพัฒนา<br>2. ธรรมบูชา<br>3. อรัญญิก<br>4. พระองค์ขาว<br>5. เจดีย์ยอดทอง<br>6. ศาลเดี่ยว<br>7. พระองค์ขาว<br>8. เรือนแพ<br>9. มิตรภาพ<br>10. พิชัยสงคราม<br>11. ศรีพิสุทธิ<br>12. เกษมรัฐพัฒนา<br>13. พระองค์ดำ<br>14. ราชพฤกษ์<br>15. รถไฟสามัคคี<br>16. วิเศษไชยชาญ<br>17. วิสุทธิกษัตริย์<br>18. มาลาเปียง<br>19. พุทธบูชา<br>20. สรรเสริญ<br>21. ปึงพระจันทร์ 40<br>22. วัดจันทร์<br>ตะวันออก<br>23. ประชาพิทักษ์ 99<br>24. ประชาอุทิศ<br>25. พระลือ<br>26. หลิ่งศาล<br>27. สิงห์วัฒน์ ซ.3 |  |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                         | 29. ประตูเมือง<br>30. เทพารักษ์<br>31. บ้านคลองพัฒนา                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 28. สิ่งแวดล้อม ช.58<br>29. พระร่วง ช.2<br>30. บ้านคลองสามัคคี<br>31. พระชนนีย์ 49<br>32. ประตูเมือง<br>33. เทพารักษ์<br>34. บ้านคลองพัฒนา<br>35. ไซยานภาพ                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาปานกลาง<br>(3) | 1. พญาเสือ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| ด้านสิ่งแวดล้อม                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาเร่งด่วน (1)   | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนามาก (2)        | 1. สุพรรณกัลยา<br>2. วัดน้อยพัฒนา<br>3. คลองมหาตไทย<br>4. ธรรมจักรพัฒนา<br>5. เสรีราษฎร์พัฒนา<br>6. พญาเสือ<br>7. เจริญยอดทอง<br>8. มิตรภาพ<br>9. เสือทิม<br>10. พิชัยสงคราม<br>11. แสนพลพ่าย<br>12. เกษมรัฐพัฒนา<br>13. พระองค์ดำ<br>14. ราชพฤกษ์<br>15. รถไฟสามัคคี<br>16. วิเศษไชยชาญ<br>17. ราเมศวร<br>18. ชาญเวชกิจพัฒนา<br>19. มหาจักรพรรดิ<br>20. ประสงค์ประสาธ<br>21. ราชบุรณะ<br>22. แก้วแสน(มหาธรรม<br>ราชา)<br>23. ตลาดใต้(พุทธบูชา) | 1. สุพรรณกัลยา<br>2. วัดน้อยพัฒนา<br>3. คลองมหาตไทย<br>4. ธรรมบูชา<br>5. ธรรมจักรพัฒนา<br>6. เสรีราษฎร์พัฒนา<br>7. พญาเสือ<br>8. เจริญยอดทอง<br>9. ตาลเดี่ยว<br>10. มิตรภาพ<br>11. เสือทิม<br>12. พิชัยสงคราม<br>13. แสนพลพ่าย<br>14. เกษมรัฐพัฒนา<br>15. พระองค์ดำ<br>16. ราชพฤกษ์<br>17. รถไฟสามัคคี<br>18. วิเศษไชยชาญ<br>19. วิสุทธิกษัตริย์)<br>20. ราเมศวร<br>21. ชาญเวชกิจพัฒนา<br>22. วัดหนองบัว<br>23. มหาจักรพรรดิ<br>24. ประสงค์ประสาธ |  |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                         | 24. ศรีธรรมไตรปิฎก<br>25. อมรินทร์นคร<br>(เจ้าพระยา)<br>26. พระยาสุรสีห์<br>27. ขุนพิเรนทรเทพ<br>28. มหานุภาพ<br>29. อภิชาติบุตร<br>30. บรมไตรฯ21<br>31. ท้ามะปราง<br>32. หลิ่งศาล<br>33. พระร่วง ซ.2<br>34. วรรณานันท์ 49<br>35. ประตุมือง<br>36. สรรสองห้อง<br>37. ไชยยานุภาพ                                                                                                         | 25. ราชบุรณะ<br>26. แก้วแสน(มหา<br>ธรรมราชา)<br>27. ตลาดใต้(พุทธ<br>บูชา)<br>28. ศรีธรรมไตรปิฎก<br>29. อมรินทร์นคร<br>(เจ้าพระยา)<br>30. พระยาสุรสีห์<br>31. ขุนพิเรนทรเทพ<br>32. มหานุภาพ<br>33. อภิชาติบุตร<br>34. บรมไตรฯ21<br>35. ท้ามะปราง<br>36. พระร่วง ซ.2<br>37. วรรณานันท์ 49<br>38. ไชยยานุภาพ                                                             |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาปานกลาง<br>(3) | 1. ธรรมบูชา<br>2. อรัญญิก<br>3. ตาลเดี่ยว<br>4. พระองค์ขาว<br>5. เรือนแพ<br>6. ศรีวิสุทธิ<br>7. วิสุทธิกษัตริย์<br>8. มาลาเปียง<br>9. วัดหนองบัว<br>10. กัลยาณมิตร<br>11. สรรแก้ว<br>12. ดิอินทร์พัฒนา<br>13. ร่วมใจไมตรี<br>14. บึงพระจันทร์40<br>15. วัดจันทร์ตะวันออก<br>16. ร่วมใจ<br>17. พระยาสุพรรณ<br>18. พันปี<br>19. วัดจันทร์ตะวันตก<br>20. ประชาพิทักษ์ 99<br>21. ประชาอุทิศ | 1. อรัญญิก<br>2. พระองค์ขาว<br>3. เรือนแพ<br>4. ศรีวิสุทธิ<br>5. มาลาเปียง<br>6. กัลยาณมิตร<br>7. สรรแก้ว<br>8. ดิอินทร์พัฒนา<br>9. ร่วมใจไมตรี<br>10. บึงพระจันทร์40<br>11. วัดจันทร์<br>ตะวันออก<br>12. ร่วมใจ<br>13. พระยาสุพรรณ<br>14. พันปี<br>15. วัดจันทร์ตะวันตก<br>16. ประชาพิทักษ์ 99<br>17. ประชาอุทิศ<br>18. พระลือ<br>19. หลิ่งศาล<br>20. สิงห์วัฒน์ ซ.3 |  |



|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                      |  |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                       | 22. พระลือ<br>23. สิงห์วัฒน์ ซ.3<br>24. สิงห์วัฒน์ ซ.5<br>25. บ้านคลองสามัคคี<br>26. เทพารักษ์<br>27. บ้านคลองพัฒนา                                                                                                                                                                                  | 21. สิงห์วัฒน์ ซ.5<br>22. บ้านคลองสามัคคี<br>23. ประตู่เมือง<br>24. สระสองห้อง<br>25. เทพารักษ์<br>26. บ้านคลองพัฒนา |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาน้อย (4)     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                                                                                                                    |  |
| ด้านนิเวศวิทยา                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                      |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาเร่งด่วน (1) | 1. สุพรรณกลียา<br>2. คลองมหาไถไทย<br>3. เสรีราษฎร์พัฒนา<br>4. ราเมศวร<br>5. วัดหนองบัว<br>6. กัลยาณมิตร<br>7. มหาจักรพรรดิ<br>8. ประสงค์ประสาท<br>9. ศรีธรรมไตรปิฎก<br>10.ขุนพิเรนทรเทพ<br>11.มหานุภาพ<br>12.ตี่อินทร์พัฒนา<br>13.อภิชาติบุตร<br>14.บรมไตรฯ21<br>15.บึงพระจันทร์40<br>16.พระยาสุพรรณ |                                                                                                                      |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนามาก (2)      | 1. วัดน้อยพัฒนา<br>2. ธรรมบูชา<br>3. ธรรมจักรพัฒนา<br>4. อรัญญิก<br>5. พญาเสือ<br>6. ศรีวิสุทธิ<br>7. แสนพลพ่าย<br>8. เกษมรัฐพัฒนา<br>9. พระองค์ดำ<br>10.ราชพฤกษ์<br>11.รถไฟสามัคคี<br>12.มาลาเปียง<br>13.ราชบุรณะ                                                                                   |                                                                                                                      |  |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                                         | 14.เก้าแสน(มหาธรรม<br>ราชา)<br>15.ตลาดใต้(พุทธบูชา)<br>16.อมรินทร์นคร<br>(เจ้าพระยา)<br>17.พระยาสุรสีห์<br>18.สระแก้ว<br>19.ร่วมใจไมตรี<br>20.วัดจันทร์ตะวันออก<br>21.ท่ามะปราง<br>22.ประชาพิทักษ์ 99<br>23.ประชาอุทิศ<br>24.พระลือ<br>25.สิงห์วัฒน์ ซ.3<br>26.สิงห์วัฒน์ ซ.5<br>27.บ้านคลองสามัคคี<br>28.ประตูเมือง<br>29.บ้านคลองพัฒนา<br>30.ไชยานุภาพ |  |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาปานกลาง<br>(3) | 1. เจริญยอดทอง<br>2. ตาลเดี่ยว<br>3. พระองค์ขาว<br>4. เรือนแพ<br>5. มิตรภาพ<br>6. พิชัยสงคราม<br>7. วิเศษไชยชาญ<br>8. พระร่วง ซ.2<br>9. เทพารักษ์                                                                                                                                                                                                        |  |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาน้อย (4)       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |
| ด้านสังคม                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาเร่งด่วน (1)   | 1. สุพรรณกัลยา<br>2. คลองมหาตไทย<br>3. เสรีราษฎร์พัฒนา<br>4. ราเมศวร<br>5. วัดหนองบัว<br>6. กัลยาณมิตร<br>7. มหาจักรพรรดิ                                                                                                                                                                                                                                |  |  |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                                 | 8. ประสงค์ประสาท<br>9. ศรีธรรมไตรปิฎก<br>10. ขุนพิเรนทรเทพ<br>11. มหานุภาพ<br>12. ตีอินทร์พัฒนา<br>13. อภิชาติบุตร<br>14. บรมไตรฯ 21<br>15. บึงพระจันทร์ 40<br>16. พระยาสุพรรณ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนามาก(2) | 1. วัดน้อยพัฒนา<br>2. ธรรมบูชา<br>3. ธรรมจักรพัฒนา<br>4. อรัญญิก<br>5. พญาเสือ<br>6. เสือทิม<br>7. พิชัยสงคราม<br>8. ศรีวิสุทธิ<br>9. แสนพลพ่าย<br>10. เกษมรัฐพัฒนา<br>11. พระองค์ดำ<br>12. ราชพฤกษ์<br>13. รถไฟสามัคคี<br>14. วิสุทธิกษัตริย์<br>15. มาลาเปียง<br>16. ราชบุรณะ<br>17. แก้วแสน(มหาธรรม<br>ราชา)<br>18. ตลาดใต้(พุทธบูชา)<br>19. อมรินทร์นคร<br>(เจ้าพระยา)<br>20. พระยาสุรสีห์<br>21. สระแก้ว<br>22. ท่ามะปราง<br>23. พันปี<br>24. วัดจันทร์ตะวันตก<br>25. ประชาพิทักษ์ 99<br>26. ประชาอุทิศ<br>27. พระลือ |  |  |

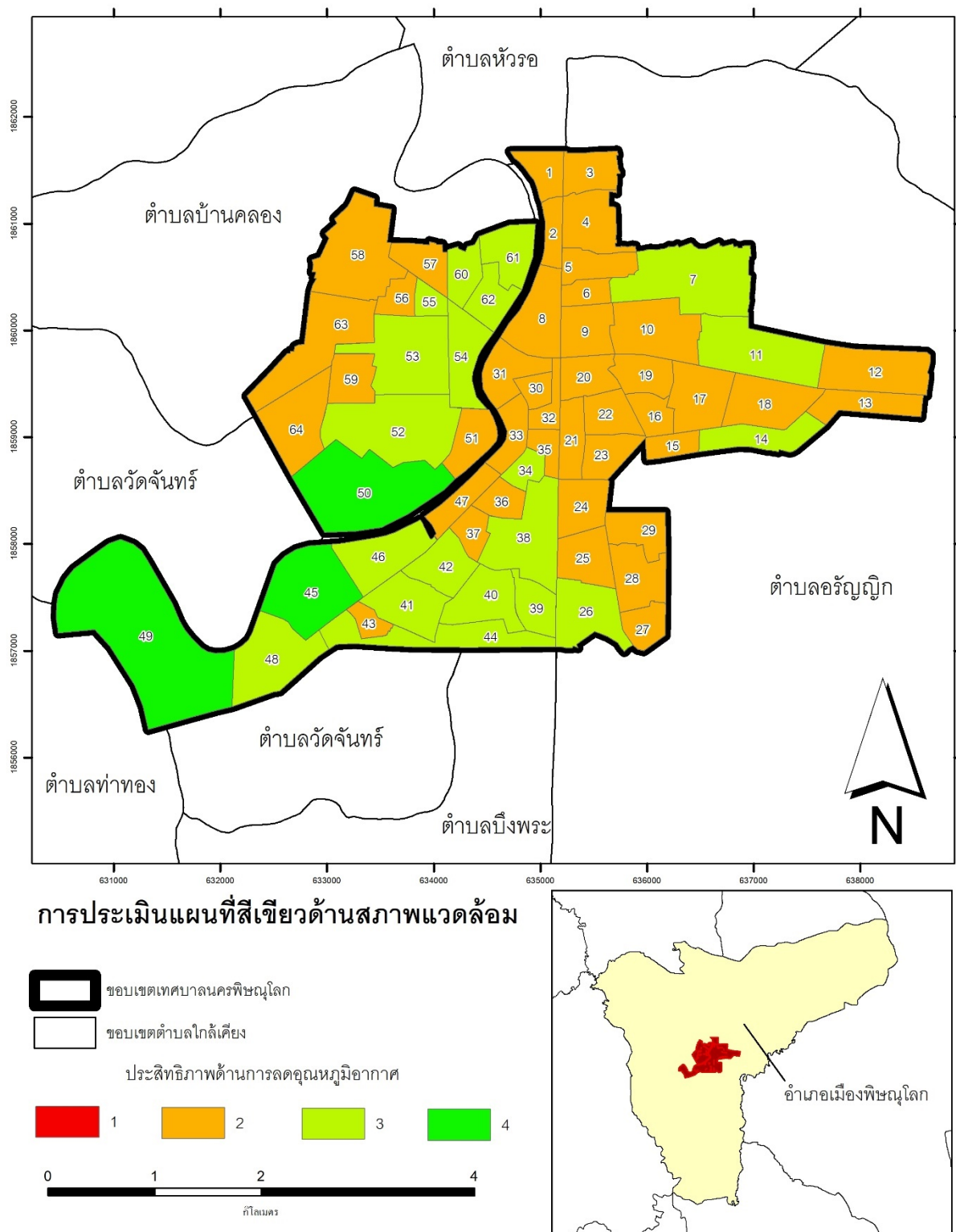
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                                         | 28.สิงห์วัฒน์ ซ.3<br>29.สิงห์วัฒน์ ซ.5<br>30.บ้านคลองสามัคคี<br>31.ประตูเมือง<br>32.บ้านคลองพัฒนา<br>33.ไชนาภาพ                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาปานกลาง<br>(3) | 1. เจริญยอดทอง<br>2. ตาลเดี่ยว<br>3. พระองค์ขาว<br>4. เรือนแพ<br>5. มิตรภาพ<br>6. วิเศษไชยชาญ<br>7. พระร่วง ซ.2<br>8. ทรราชันท์ 49<br>9. เทพารักษ์                                                                                                                                                                                                  |  |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาน้อย (4)       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |
| ด้านเศรษฐกิจ                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาด่วนที่สุด (1) | 1. คลองมหาไทย<br>2. ธรรมบูชา<br>3. เสรีราษฎร์พัฒนา<br>4. อรัญญิก<br>5. ตาลเดี่ยว<br>6. พระองค์ขาว<br>7. เรือนแพ<br>8. มิตรภาพ<br>9. เสือทิม<br>10. พิชัยสงคราม<br>11. ศรีวิสุทธิ<br>12. แสนพลพ่าย<br>13. เกษมรัฐพัฒนา<br>14. พระองค์ดำ<br>15. ราชพฤกษ์<br>16. รถไฟสามัคคี<br>17. วิเศษไชยชาญ<br>18. แขวงทางหลวง(วิสุทธิ<br>กษัตริย์)<br>19. ราเมศวร |  |  |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | 20. ชาญเวชกิจพัฒนา<br>21. มาลาเปียง<br>22. วัดหนองบัว<br>23. กัลยาณมิตร<br>24. มหาจักรพรรดิ<br>25. ประสงค์ประสาท<br>26. แก้วแสน(มหาธรรม<br>ราชา)<br>27. ตลาดใต้(พุทธบูชา)<br>28. ศรีธรรมไตรปิฎก<br>29. อมรินทร์นคร<br>(เจ้าพระยา)<br>30. พระยาสุรสีห์<br>31. ชุนพิเรนทรเทพ<br>32. มหานุภาพ<br>33. ตีอินทร์พัฒนา<br>34. ร่วมใจไมตรี<br>35. อภิชาติบุตร<br>36. บรมไตรฯ21<br>37. บึงพระจันทร์40<br>38. ร่วมใจ<br>39. ท่ามะปราง<br>40. พระยาสุพรรณ<br>41. พันปี<br>42. ประชาพิทักษ์ 99<br>43. ประชาอุทิศ<br>44. พระลือ<br>45. หลังศาล<br>46. สิงห์วัฒน์ ซ.3<br>47. สิงห์วัฒน์ ซ.5<br>48. พระร่วง ซ.2<br>49. บ้านคลอง<br>สามัคคี<br>50. วรรณานันท์ 49<br>51. ประตู่เมือง<br>52. สรรสองห้อง<br>53. เทพารักษ์<br>54. บ้านคลองพัฒนา |  |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

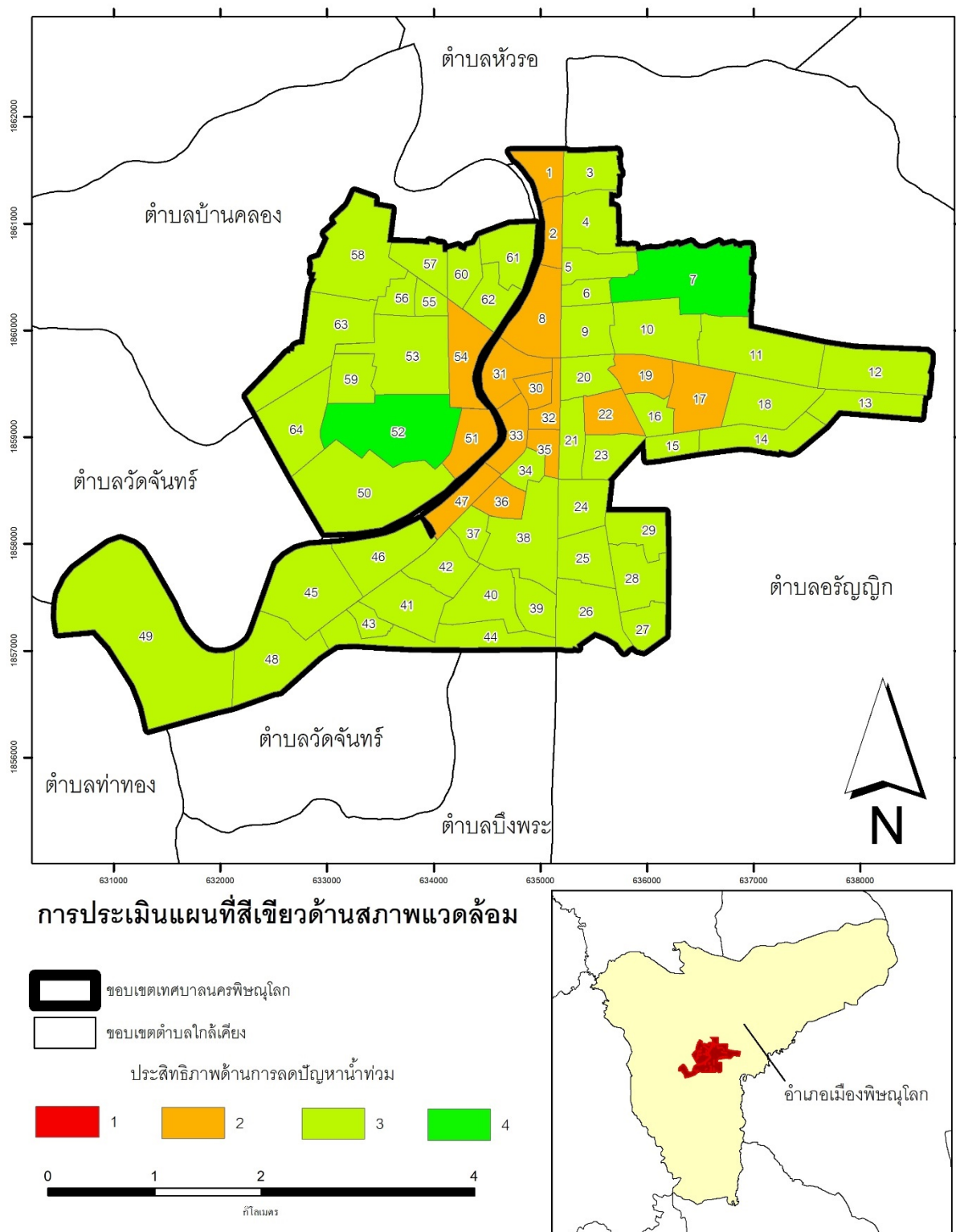
|                                         |                                                                                                                                                      |  |  |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                                         | 55. ไซยานูภาพ                                                                                                                                        |  |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนามาก (2)        | 1. สุพรรณกัลยา<br>2. วัดน้อยพัฒนา<br>3. ธรรมจักรพัฒนา<br>4. เจดีย์ยอดทอง<br>5. ราชบุรณะ<br>6. สระแก้ว<br>7. วัดจันทร์ตะวันออก<br>8. วัดจันทร์ตะวันตก |  |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาปานกลาง<br>(3) | 1. พญาเสือ                                                                                                                                           |  |  |
| ระดับความต้องการ<br>พัฒนาน้อย (4)       | -                                                                                                                                                    |  |  |

ผลการประเมินในรูปแบบของแผนที่ถูกแสดงอยู่ในรูปภาพที่ 4.3-รูปภาพที่ 4.15 ทั้งแบบน้ำหนักเท่ากันและน้ำหนักต่างกัน โดยแยกการพิจารณาออกเป็นเฉพาะที่ละด้าน

- ประโยชน์ทางด้านสภาพแวดล้อม การให้คะแนนทั้ง 2 แบบได้ผลใกล้เคียงกัน คือ ไม่มีชุมชนที่ต้องการพัฒนาเร่งด่วน มีประมาณ 37-38 ชุมชนที่มีระดับความต้องการพัฒนามากและ 26-27 ชุมชนที่มีระดับความต้องการพัฒนาปานกลาง สำหรับประโยชน์ย่อยอื่นๆได้แก่
  - 1) ด้านลดอุณหภูมิเมือง มี 1 ชุมชนที่ต้องการพัฒนาเร่งด่วน คือ แก้วแสน
  - 2) ด้านลดปัญหาน้ำท่วม ไม่มีชุมชนที่ต้องการพัฒนาเร่งด่วน
  - 3) ด้านปรับปรุงคุณภาพอากาศ ไม่มีชุมชนที่ต้องการพัฒนาเร่งด่วน
  - 4) ด้านการลดคาร์บอน มี 17 ชุมชนที่ต้องการพัฒนาเร่งด่วน
- ประโยชน์ทางด้านนิเวศวิทยา มีลักษณะการให้คะแนนแบบเดียวคือแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน ได้ค่าคะแนนที่แสดงให้เห็นว่ามี 16 ชุมชนที่ต้องการพัฒนาเร่งด่วน 30 ชุมชนที่ต้องการพัฒนามาก และ 9 ชุมชนที่ต้องการพัฒนาปานกลาง
- ประโยชน์ทางด้านนันทนาการ มีลักษณะการให้คะแนนแบบเดียวคือแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน ได้ผลคะแนนคล้ายกับประโยชน์ทางด้านนิเวศวิทยา โดยมี 16 ชุมชนที่ต้องการพัฒนาเร่งด่วน 33 ชุมชนที่ต้องการพัฒนามาก และ 9 ชุมชนที่ต้องการพัฒนาปานกลาง
- ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ มีลักษณะการให้คะแนนแบบเดียวคือแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน ได้ผลที่แตกต่างไปจากประโยชน์ได้อื่นๆเป็นอย่างมาก โดยมีชุมชนที่ต้องการพัฒนาเร่งด่วนมากที่สุดถึง 55 ชุมชน 8 ชุมชนที่ต้องการพัฒนามาก และ 1 ชุมชนที่ต้องการพัฒนาปานกลาง

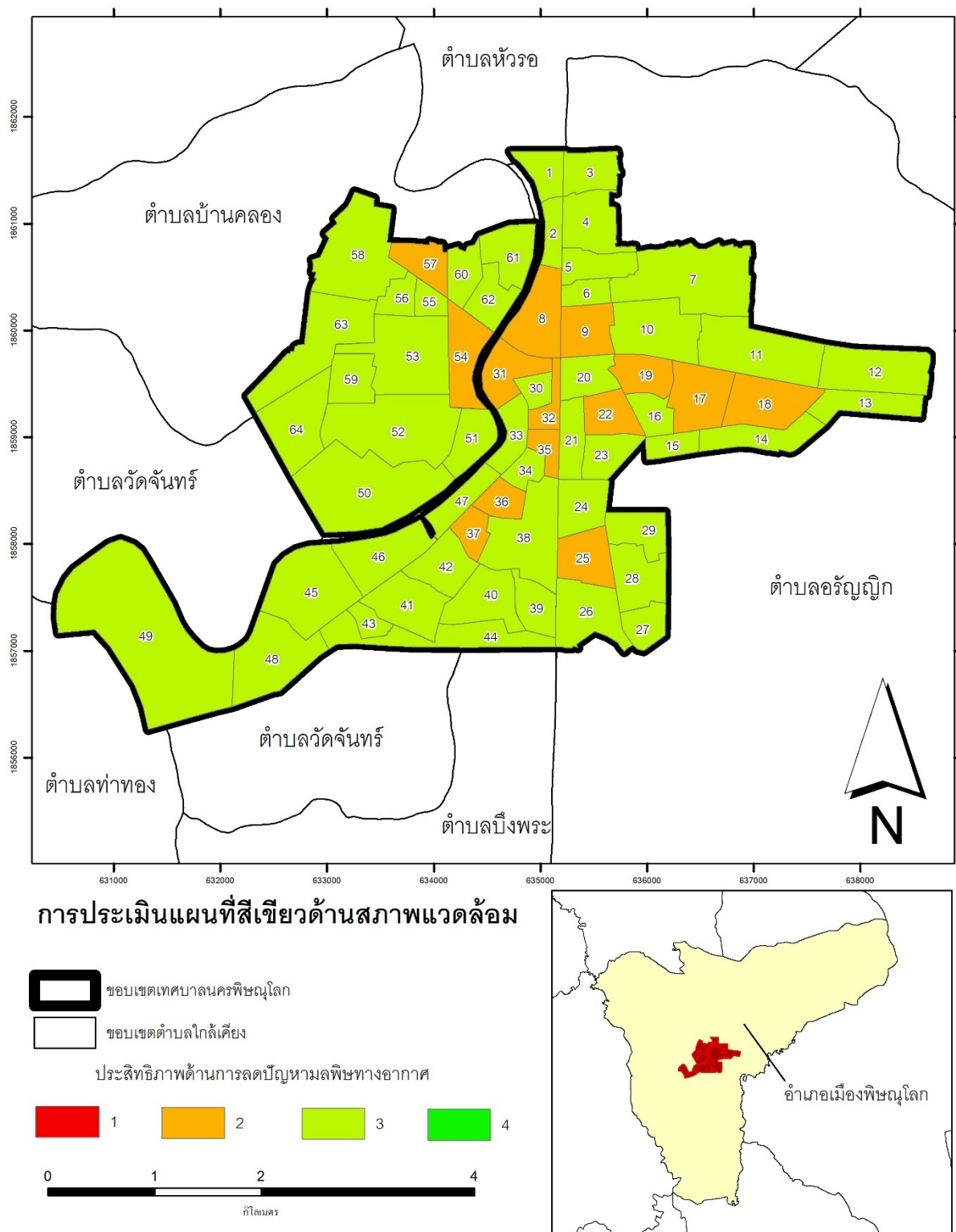


รูปภาพที่ 4.3 แผนที่แสดงการประเมินด้านสภาพภูมิอากาศ

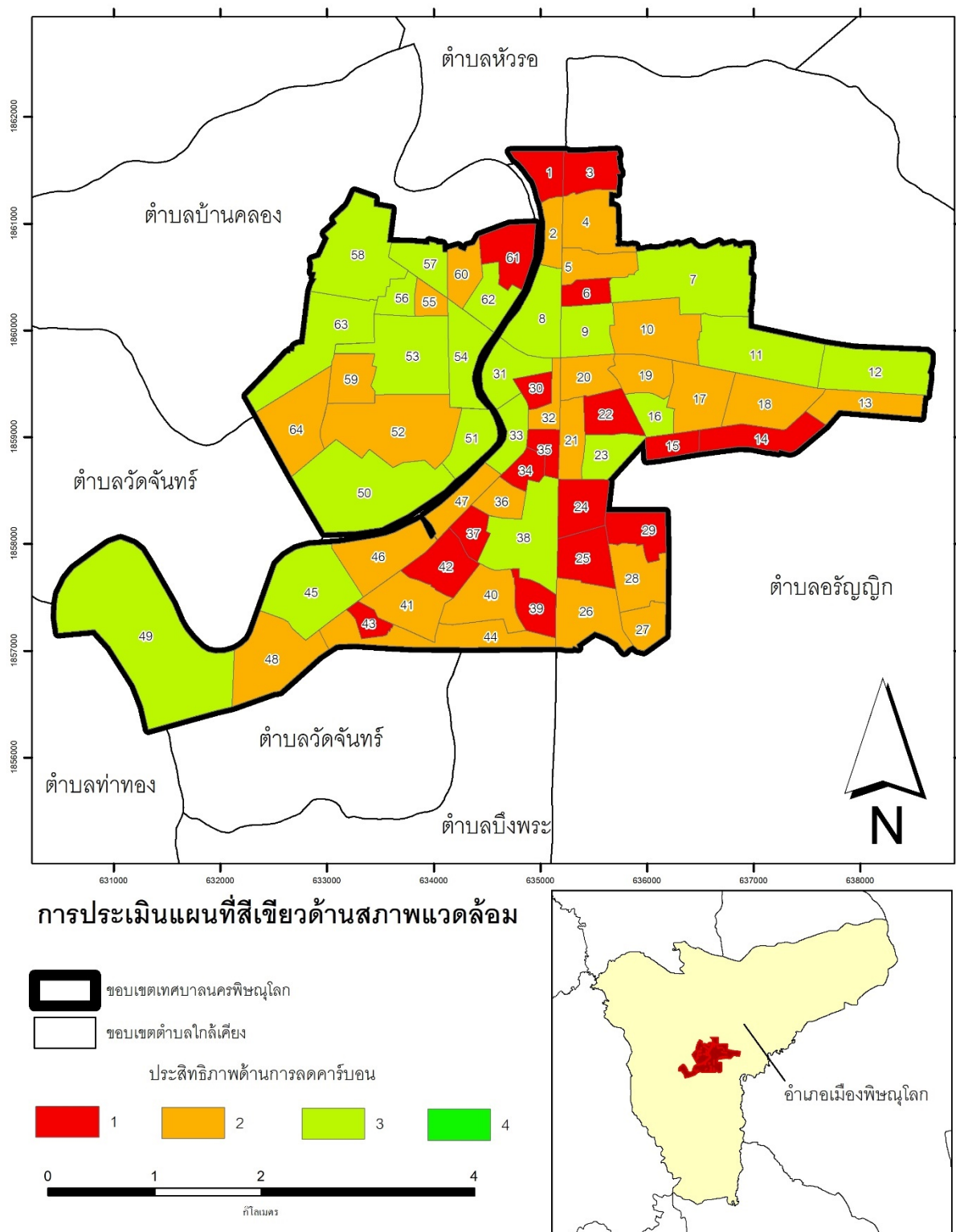


รูปภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงการประเมินด้านการลดปัญหาน้ำท่วม

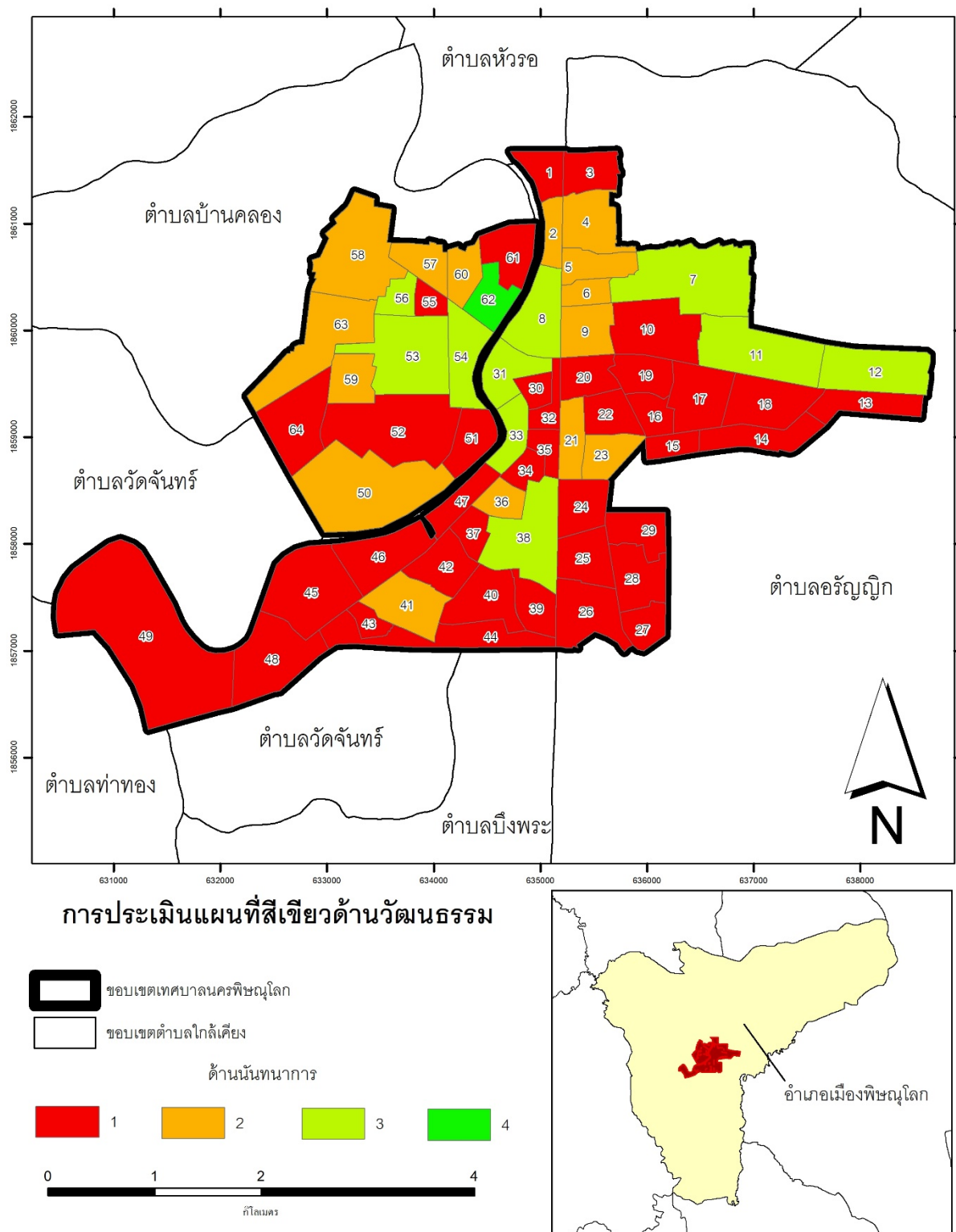




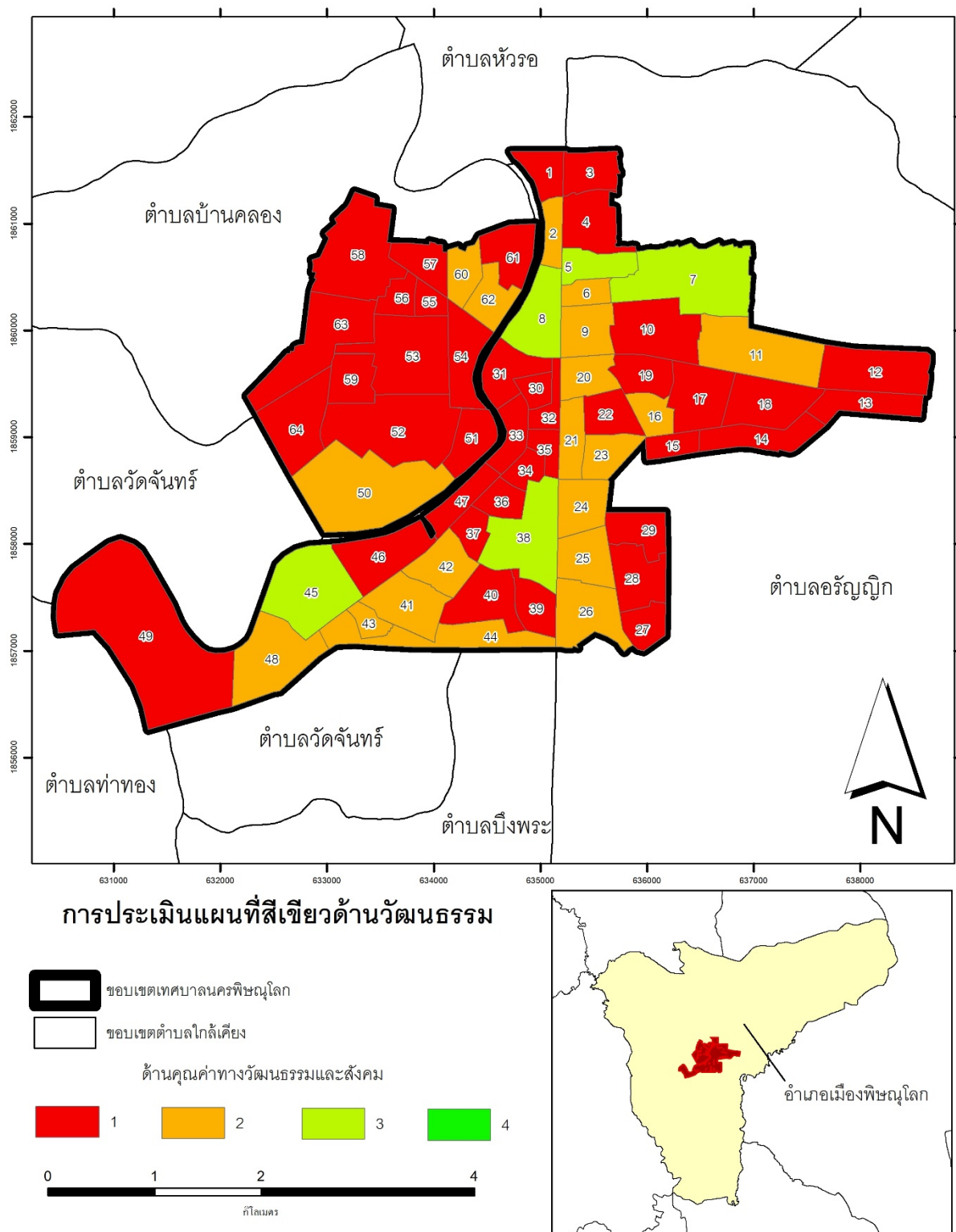
รูปภาพที่ 4.5 แผนที่แสดงการประเมินด้านคุณภาพอากาศ



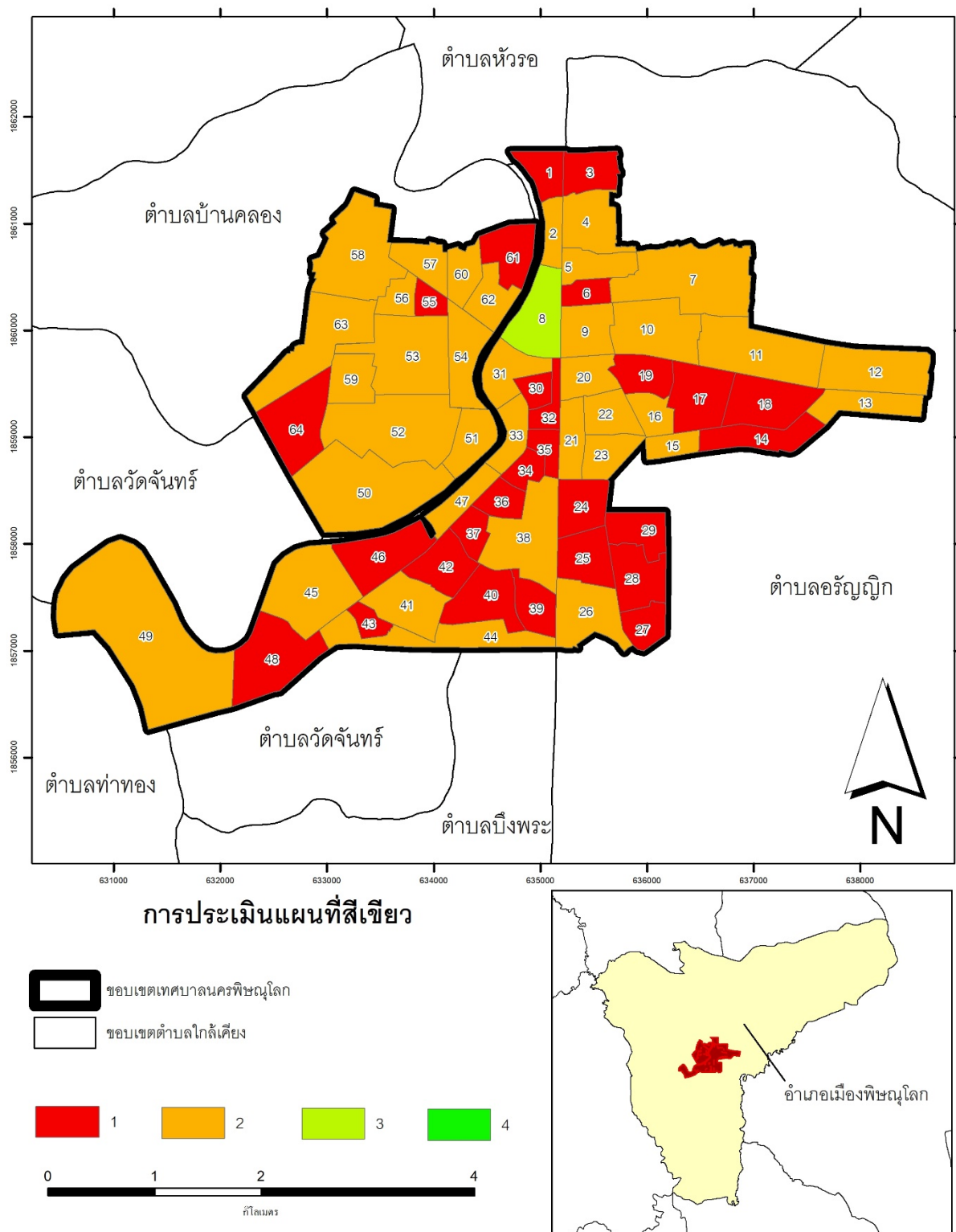
รูปภาพที่ 4.6 แผนที่แสดงการประเมินด้านการกักเก็บคาร์บอน



รูปภาพที่ 4.7 แผนที่แสดงการประเมินด้านนันทนาการ

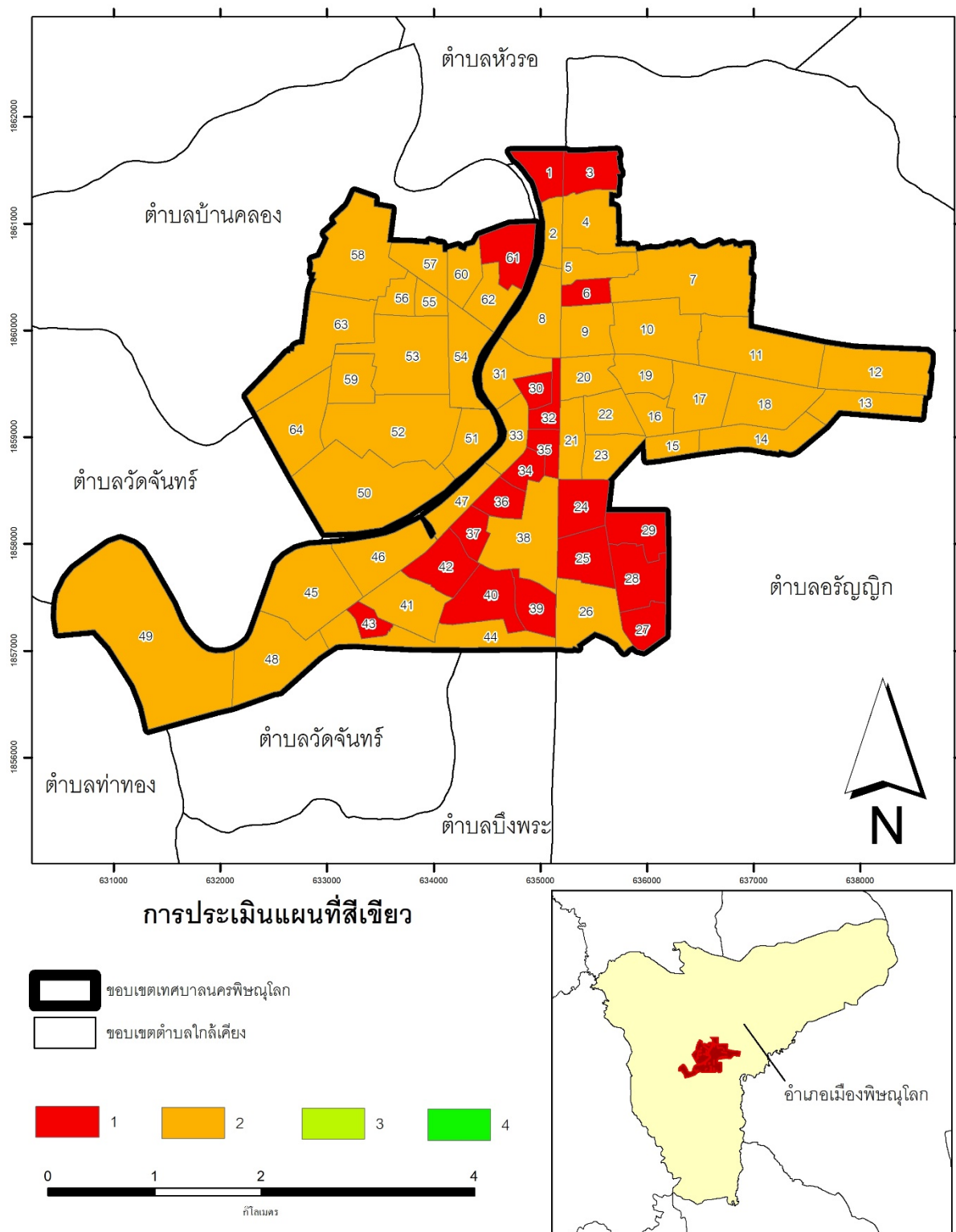


รูปภาพที่ 4.8 แผนที่แสดงการประเมินด้านวัฒนธรรม

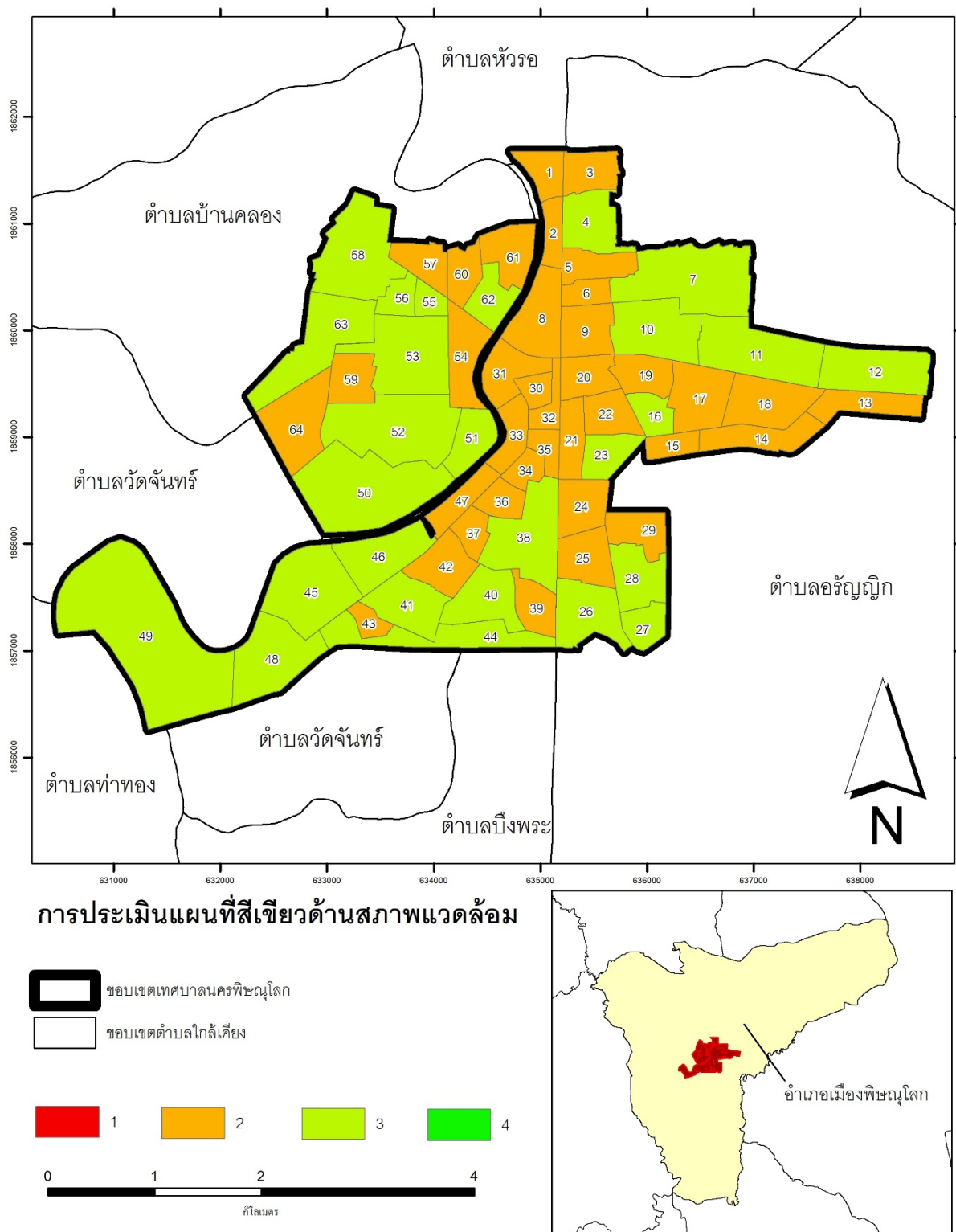


รูปภาพที่ 4.9 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวโดยรวมแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน

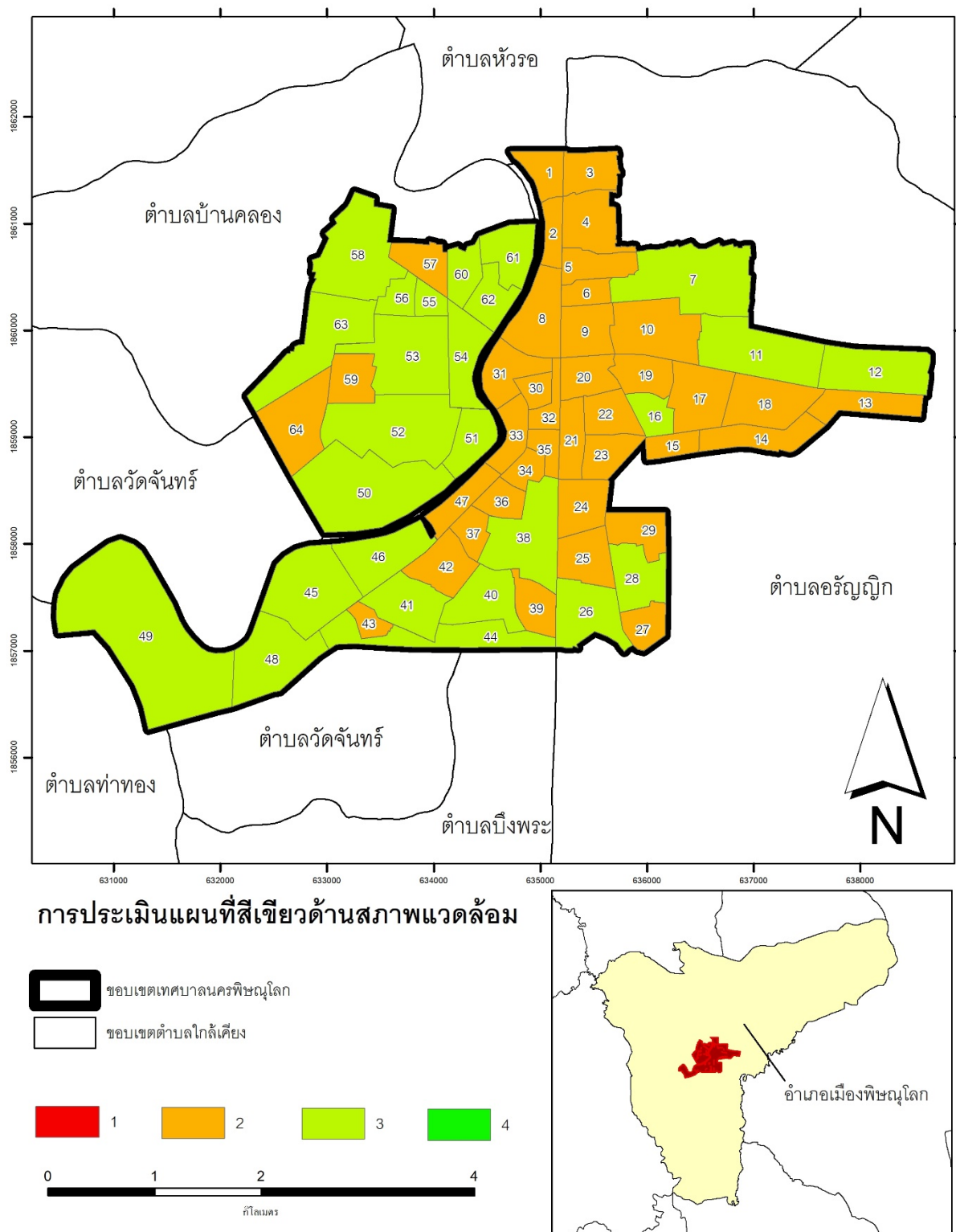




รูปภาพที่ 4.10 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สี่เขียวโดยรวมแบบค่าน้ำหนักไม่เท่ากัน

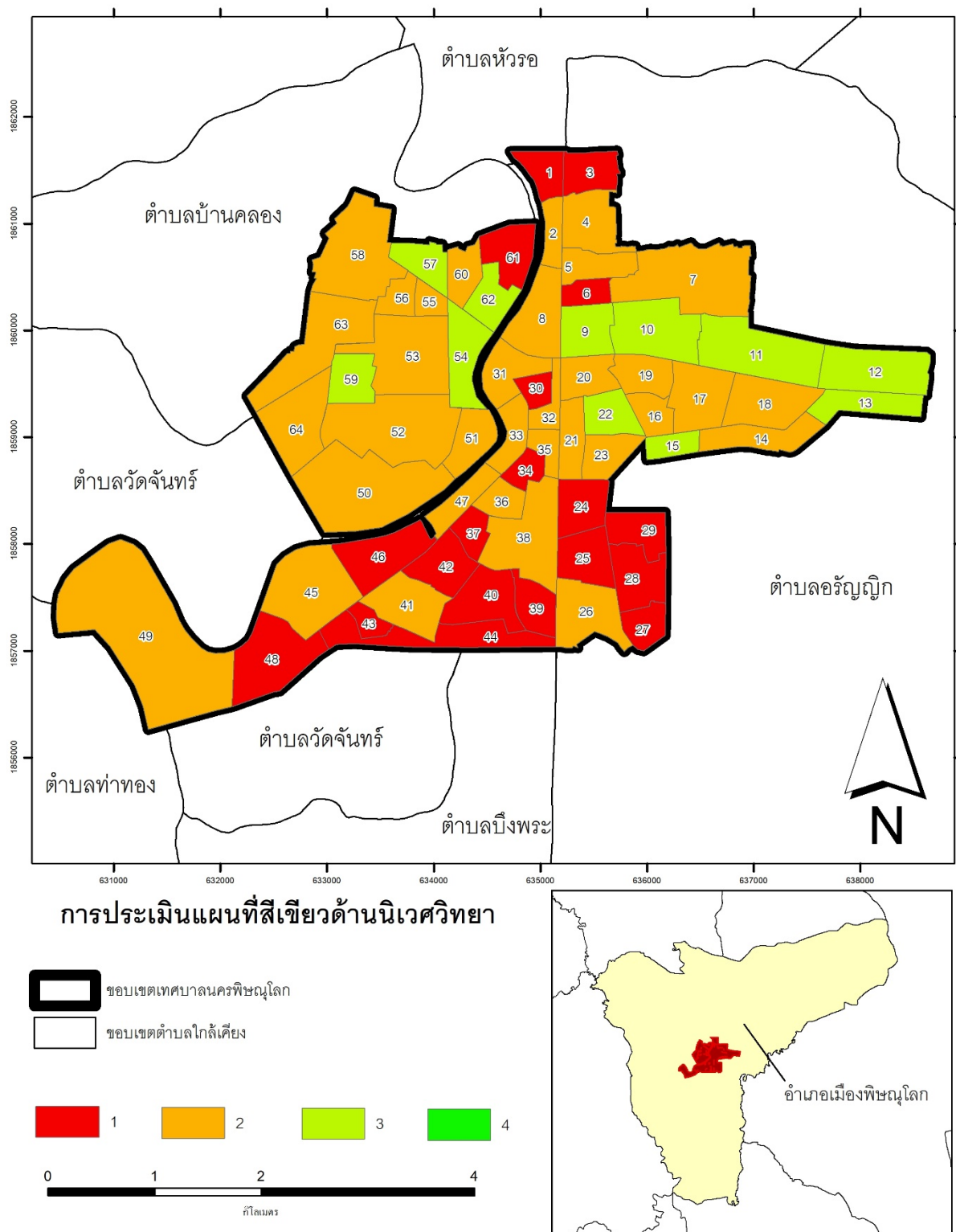


รูปภาพที่ 4.11 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านสิ่งแวดล้อมแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน

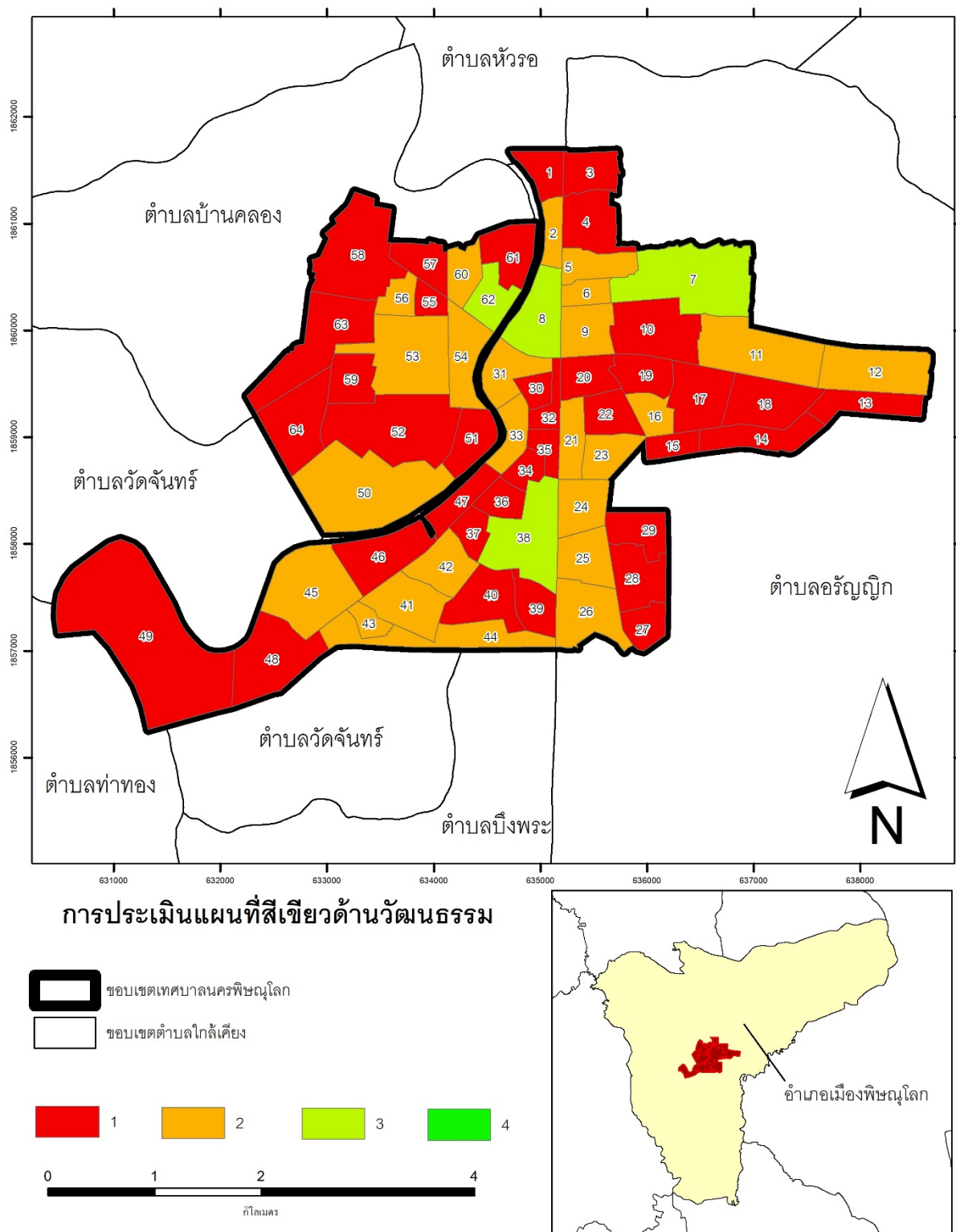


รูปภาพที่ 4.12 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านสิ่งแวดล้อมแบบค่าน้ำหนักไม่เท่ากัน

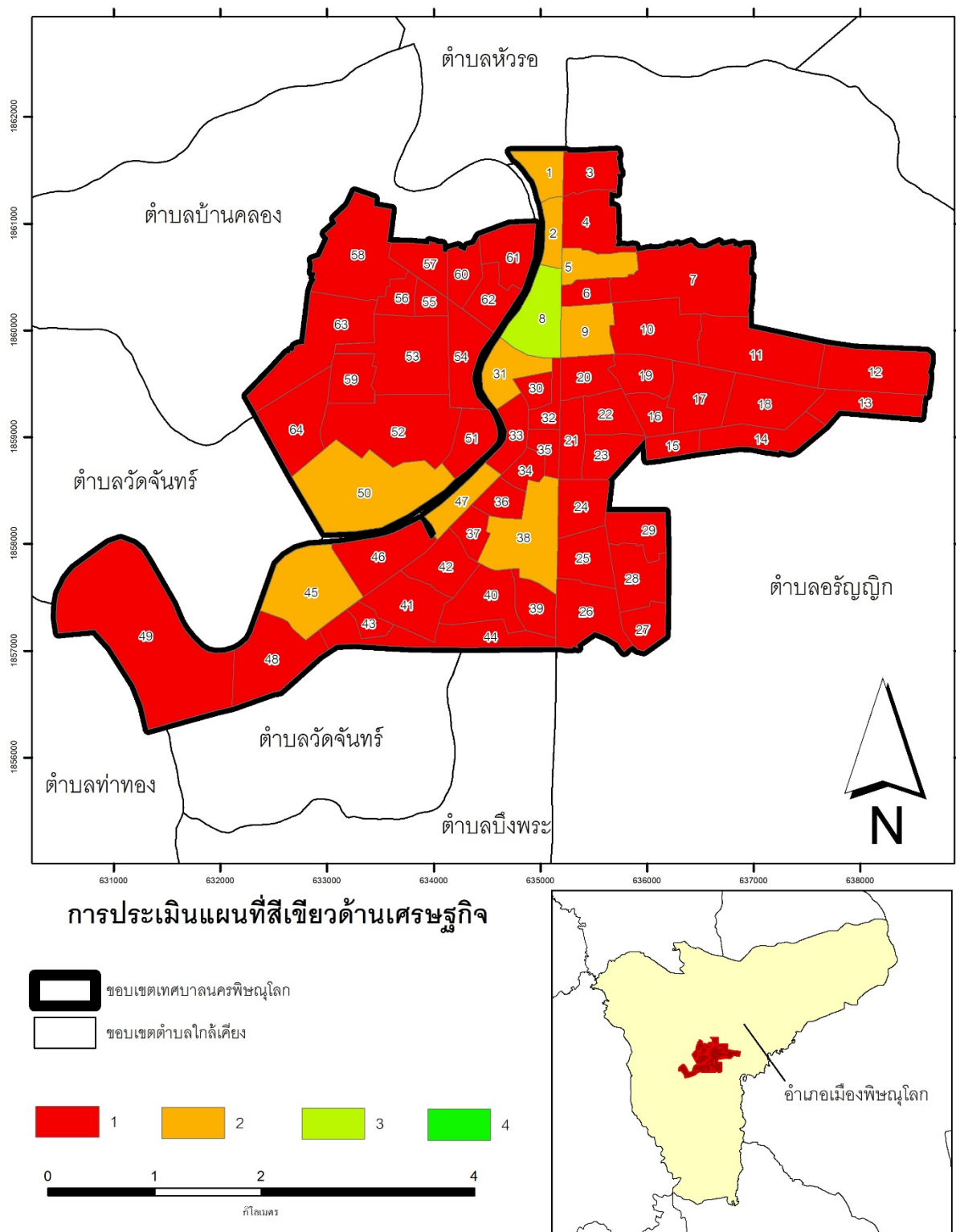




รูปภาพที่ 4.13 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านนิเวศวิทยา



รูปภาพที่ 4.14 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านวัฒนธรรม



รูปภาพที่ 4.15 แผนที่แสดงการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้านเศรษฐกิจ

#### 4.2.5 การนำเสนอผลการประเมินให้กับเทศบาลเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวให้กับคณะผู้บริหารเทศบาลนครพิษณุโลกรับฟัง เพื่อขอความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการประเมิน โดยนำเสนอทั้งแบบค่าน้ำหนักเท่ากันและค่าน้ำหนักไม่เท่ากัน ดังแสดง

ในรูปภาพที่ 4.16Error! Reference source not found. การนำเสนอครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมทั้งสิ้น 7 ท่าน เป็นระดับผู้ให้นโยบาย 2 ท่านและเป็นระดับปฏิบัติการ 5 ท่าน



รูปภาพที่ 4.16 การนำเสนอผลการประเมินให้กับคณะผู้บริหารเทศบาลนครพิษณุโลก

4.3 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก

4.3.1 พื้นที่สีเขียวที่มีอยู่ของเทศบาลนครพิษณุโลก

พื้นที่สีเขียวสาธารณะทั้งหมดมีพื้นที่ประมาณ 1,738.57 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ประเภทต่างๆดังนี้

- พื้นที่สีเขียวริมทางสัญจร 97.13 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6 แบ่งเป็น



|                               |                                          |
|-------------------------------|------------------------------------------|
| ก. ไม้ยืนต้น                  | 5,347 ต้น มีพื้นที่ทรงพุ่ม 106,940 ตร.ม. |
| ข. ไม้คลุมดิน                 | 30.30 ไร่                                |
| - สวนสาธารณะ                  | 92.16 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5                |
| - ลานสุขภาพ                   | 78.68 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5                |
| - พื้นที่ร่อนน้ำ              | 78.89 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5                |
| - พื้นที่ริมทางรถไฟ           | 31.29 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2                |
| - พื้นที่สีเขียวในโรงเรียน    | 880.09 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 54              |
| - พื้นที่สีเขียวในวัด         | 281.65 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 17              |
| - พื้นที่สีเขียวในอาคารราชการ | 198.68 ไร่คิดเป็นร้อยละ 12               |

รูปภาพที่ 4.17 เป็นแผนที่ของพื้นที่สีเขียวทั้งหมดในปัจจุบันของเทศบาลนครพิษณุโลก จะเห็นได้ว่าพื้นที่นันทนาการที่เป็นสวนสาธารณะและลานสุขภาพมีประมาณร้อยละ 11 และพื้นที่สีเขียวส่วนใหญ่อยู่ในโรงเรียนเกินกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่สีเขียวทั้งหมด ส่วนพื้นที่สีเขียวที่มีอยู่ในชุมชนที่ต้องการพื้นที่สีเขียวในระดับเร่งด่วนมาก ปานกลาง และน้อยอยู่ในรูปภาพที่ 4.18-รูปภาพที่ 4.20

#### 4.3.2 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพ

แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวแบ่งออกตามระดับความต้องการ 3 ระดับ คือ

- แผนพัฒนาระยะสั้นสำหรับชุมชนที่ได้คะแนนประเมิน 1 มีทั้งหมด 27 ชุมชน
- แผนพัฒนาระยะปานกลางสำหรับชุมชนที่ได้คะแนนประเมิน 2 มีทั้งหมด 36 ชุมชน
- แผนพัฒนาระยะยาวสำหรับชุมชนที่ได้คะแนนประเมิน 3 มีทั้งหมด 1 ชุมชน



รูปภาพที่ 4.17 พื้นที่สีเขียวในปัจจุบันของเทศบาลนครพิษณุโลก



รูปภาพที่ 4.18 พื้นที่สีเขียวปัจจุบันของชุมชนที่มีความต้องการเร่งด่วน



รูปภาพที่ 4.19 พนพพพื้นที่สีเขียวในปัจจุบันของชุมชนที่มีความต้องการปานกลาง





รูปภาพที่ 4.20 พื้นที่สีเขียวในปัจจุบันของชุมชนที่มีความต้องการน้อย



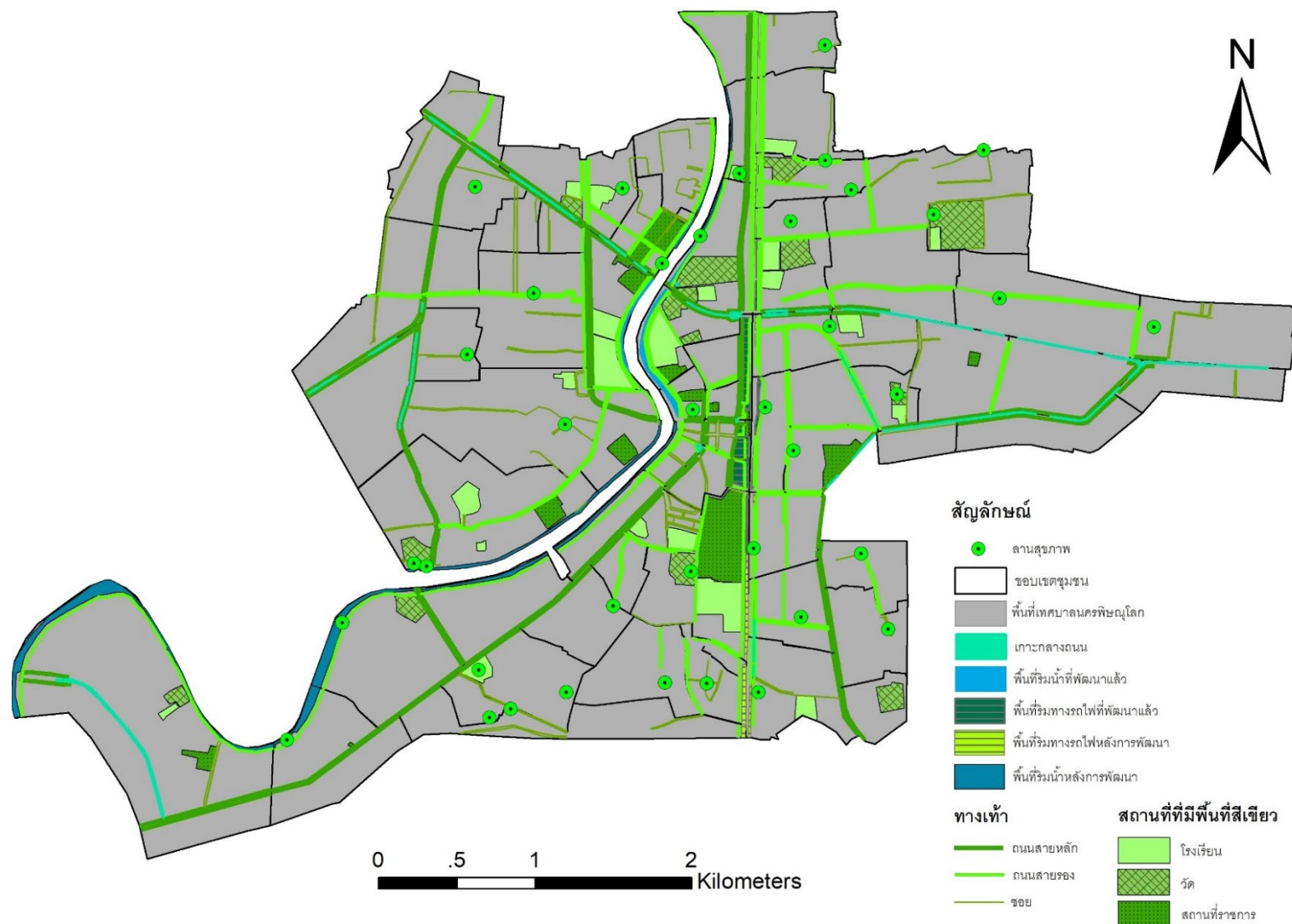
รูปภาพที่ 4.21 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะสั้น



รูปภาพที่ 4.22 แผนที่พื้นที่สีเขียวระยะปานกลาง



รูปภาพที่ 4.23 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะยาว



รูปภาพที่ 4.24 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก

#### 4.3.2.1 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะสั้น

รูปภาพที่ 4.21 แสดงให้เห็นพื้นที่สีเขียวเดิมและพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพในการพัฒนาในอนาคต แบ่งเป็น

- พื้นที่ทางสัญจร ประกอบด้วย
  - ก. ต้นไม้ 3,134 ต้น
  - ข. พุ่มไม้ 52,243.21+4277.5
  - ค. ไม้คลุมดิน 7,129.15 ตร.ม.
  - ค. ไม้เลื้อย 9,860.9 ตร.ม.
- พื้นที่ริมน้ำ 125.02 ไร่
- พื้นที่ริมทางรถไฟ 28.66 ไร่ (แบ่งเป็นพื้นที่ทั่วไป 14.33 ไร่ และพื้นที่เกษตรกรรม 14.33 ไร่)
- พื้นที่อาคารสาธารณะ
  - ก. โรงเรียน 14.95 ไร่
  - ข. วัด - ไร่
  - ค. อาคารราชการ 0.42 ไร่

#### 4.3.2.2 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะปานกลาง

รูปภาพที่ 4.22 แสดงแผนผังของพื้นที่สีเขียวในชุมชนที่ได้ค่าคะแนนระดับ 2 หรือมีความต้องการปานกลางในการพัฒนาพื้นที่สีเขียว พื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนาพื้นที่สีเขียว แบ่งเป็น

- พื้นที่ทางสัญจร ประกอบด้วย
  - ก. ต้นไม้ 4,825 ต้น
  - ข. พุ่มไม้ 103,558.32 ตร.ม.
  - ค. ไม้เลื้อย 14,969.56 ตร.ม.
- พื้นที่ริมน้ำ 276.96 ไร่
- พื้นที่ริมทางรถไฟ 34.25 ไร่ (แบ่งเป็นพื้นที่ทั่วไป 17.125 ไร่ และพื้นที่เกษตรกรรม 17.125 ไร่)
- พื้นที่อาคารสาธารณะ
  - ก. โรงเรียน 16.22 ไร่
  - ข. วัด 0.81 ไร่
  - ค. อาคารราชการ 8.00 ไร่

#### 4.3.2.3 แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะยาว

แผนนี้เป็นแผนสำหรับชุมชนเดียวเพียงเท่านั้นที่ได้คะแนนระดับ 3 ดังแสดงในรูปภาพที่ 4.23 ประกอบไปด้วยพื้นที่ดังต่อไปนี้

- พื้นที่ทางสัญจร ประกอบด้วย
  - ก. ต้นไม้ 453 ต้น
  - ข. พุ่มไม้ 5,002.49 ตร.ม.
  - ค. ไม้เลื้อย 1,005.57 ตร.ม.
- พื้นที่ริมน้ำ 11.61 ไร่
- พื้นที่ริมทางรถไฟ 2.02 ไร่ (แบ่งเป็นพื้นที่ทั่วไป 1.01 ไร่ และพื้นที่เกษตรกรรม 1.01 ไร่)
- พื้นที่อาคารสาธารณะ
  - ก. โรงเรียน 0.66 ไร่
  - ข. วัด 2.30 ไร่
  - ค. อาคารราชการ - ไร่

รูปภาพที่ 4.24 เป็นแผนผังการพัฒนาพื้นที่สีเขียวโดยรวมของทั้งเทศบาลนครพิษณุโลก โดยพื้นที่สีเขียวทั้งหมดถูกสรุปอยู่ในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 สรุปพื้นที่สีเขียวเดิมและพื้นที่สีเขียวที่มีศักยภาพของเทศบาลนครพิษณุโลก

| ประเภท                       | พื้นที่เดิม                                         | พื้นที่ที่มีศักยภาพ                                  | รวม                                                   |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| สวนสาธารณะ                   | 92.16 ไร่                                           | -                                                    | -                                                     |
| ลานสุขภาพ                    | 78.68 ไร่                                           | -                                                    | -                                                     |
| ริมทางสัญจร                  |                                                     |                                                      |                                                       |
| - ไม้ยืนต้น                  | 5347 ต้น<br>(พื้นที่ปกคลุมทรงพุ่ม<br>106,940 ตร.ม.) | 8,412 ต้น<br>(พื้นที่ปกคลุมทรงพุ่ม<br>168,240 ตร.ม.) | 13,759 ต้น<br>(พื้นที่ปกคลุมทรงพุ่ม<br>160,804 ตร.ม.) |
| - ไม้พุ่ม                    | 29,085 ตร.ม.                                        | 40,201.02 ตร.ม.                                      | 69,286.02 ตร.ม.                                       |
| - ไม้คลุมดินและไม้เลื้อย     | 48,475 ตร.ม.                                        | 25,836 ตร.ม.                                         | 74,311 ตร.ม.                                          |
| พื้นที่ริมน้ำ                | 78.89 ไร่                                           | 401.98 ไร่                                           | 480.87 ไร่                                            |
| - พื้นที่ทั่วไป              | -                                                   | 201 ไร่                                              | 240.5 ไร่                                             |
| - พื้นที่เกษตรกรรม           | -                                                   | 201 ไร่                                              | 240.5 ไร่                                             |
| พื้นที่ริมทางรถไฟ            | 31.29 ไร่                                           | 69 ไร่                                               | 100.28 ไร่                                            |
| - พื้นที่ทั่วไป              | -                                                   | 34.5 ไร่                                             | 34.5 ไร่                                              |
| - พื้นที่เกษตรกรรม           | -                                                   | 34.5 ไร่                                             | 34.5 ไร่                                              |
| พื้นที่ในอาคารสาธารณะ        |                                                     |                                                      |                                                       |
| - โรงเรียน                   | 880.09 ไร่                                          | 31.83 ไร่                                            | 911.92 ไร่                                            |
| - วัด                        | 281.65 ไร่                                          | 3.11 ไร่                                             | 284.76 ไร่                                            |
| - อาคารราชการ                | 198.68 ไร่                                          | 8.42 ไร่                                             | 207.10 ไร่                                            |
| รวม (ไร่)                    | 1944.38                                             | 1001.49                                              | 2581.37                                               |
| รวมไม้ยืนต้นและไม้พุ่ม (ไร่) | 2029.40                                             | 1207.14                                              | 2872.04                                               |

#### 4.3.3 ประโยชน์ของแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียว

จากแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวในหัวข้อ 4.3.2 สามารถคำนวณประโยชน์ด้านต่างๆของพื้นที่สีเขียวได้ดังต่อไปนี้

##### 4.3.3.1 ประโยชน์ของแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะสั้น

###### 1) ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

- ด้านการลดมลพิษอากาศ

พื้นที่สีเขียวเดิมโดยเฉพาะต้นไม้และไม้พุ่มสามารถลดมลพิษได้ 138 กก./ปี ขณะที่พื้นที่ใหม่สามารถลดได้ 543 กก./ปี เพิ่มขึ้น 405 กก./ปี

- ด้านการกักเก็บคาร์บอน

พื้นที่สีเขียวใหม่สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 20.78 ตันเทียบเท่าคาร์บอน/ปี เพิ่มขึ้นจากเดิมที่เก็บคาร์บอนได้ 6.74 ตันเทียบเท่าคาร์บอน/ปี

###### 2) ประโยชน์ด้านนันทนาการ

- ด้านพื้นที่สีเขียวนันทนาการต่อประชากร

จากเดิมมีพื้นที่ลานสุขภาพ 1.08 ตร.ม.ต่อคน เมื่อคิดพื้นที่ที่ร่มน้ำและริมรถไฟเพิ่มขึ้นแล้ว สามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวเป็น 7.46 ตร.ม.ต่อคน

###### 3) ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ

การพัฒนาพื้นที่ที่ร่มน้ำและริมทางรถไฟสามารถเพิ่มพื้นที่เกษตรกรรมได้เป็น 6.37 ตร.ม./คน

#### 4.3.3.2 ประโยชน์ของแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะปานกลาง

###### 1) ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

- ด้านการลดมลพิษอากาศ

พื้นที่สีเขียวเดิมโดยเฉพาะต้นไม้และไม้พุ่มสามารถลดมลพิษได้ 705 กก./ปี ขณะที่พื้นที่ใหม่สามารถลดได้ 1,473.8 กก./ปี เพิ่มขึ้น 767.9 กก./ปี

- ด้านการกักเก็บคาร์บอน

พื้นที่สีเขียวใหม่สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 50.15 ตันเทียบเท่าคาร์บอน/ปี เพิ่มขึ้นจากเดิมที่เก็บคาร์บอนได้ 24.77 ตันเทียบเท่าคาร์บอน/ปี

###### 2) ประโยชน์ด้านนันทนาการ

- ด้านพื้นที่สีเขียวนันทนาการต่อประชากร

พื้นที่ลานสุขภาพและสวนสาธารณะเดิมคิดเป็น 7.23 ตร.ม.ต่อคน เมื่อคิดพื้นที่ที่ร่มน้ำและริมรถไฟเพิ่มขึ้นแล้ว สามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวได้มากถึง 16.43 ตร.ม.ต่อคน

###### 3) ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ

การพัฒนาพื้นที่ที่ร่มน้ำและริมทางรถไฟสามารถเพิ่มพื้นที่เกษตรกรรมได้เป็น 9.20 ตร.ม./คน



#### 4.3.3.3 ประโยชน์ของแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวระยะยาว

##### 1) ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

- ด้านการลดมลพิษอากาศ

พื้นที่สีเขียวเดิมโดยเฉพาะต้นไม้และไม้พุ่มสามารถลดมลพิษได้ 16.7 กก./ปี ขณะที่พื้นที่ใหม่สามารถลดได้ 59.3 กก./ปี เพิ่มขึ้น 42.6 กก./ปี

- ด้านการกักเก็บคาร์บอน

พื้นที่สีเขียวใหม่สามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 3.64 ตันเทียบเท่าคาร์บอน/ปี เพิ่มขึ้นจากเดิมที่เก็บคาร์บอนได้ 1.46 ตันเทียบเท่าคาร์บอน/ปี

##### 2) ประโยชน์ด้านนันทนาการ

- ด้านพื้นที่สีเขียวนันทนาการต่อประชากร

จากเดิมมีพื้นที่ลานสุขภาพเพียง 1.22 ตร.ม.ต่อคน เมื่อคิดพื้นที่ที่ริมน้ำและริมรถไฟเพิ่มขึ้นแล้วสามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวเป็น 9.58 ตร.ม.ต่อคน

##### 3) ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ

การพัฒนาพื้นที่ที่ริมน้ำและริมทางรถไฟสามารถเพิ่มพื้นที่เกษตรกรรมได้เป็น 8.37 ตร.ม./คน โดยสรุปแล้ว แผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวสามารถสร้างประโยชน์ให้กับเมืองเพิ่มขึ้นดังต่อไปนี้

##### ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม

- การลดมลพิษ 4.87 ตัน/ปี
- การกักเก็บคาร์บอน 92.26 ตันเทียบเท่าคาร์บอน/ปี

##### ประโยชน์ด้านนันทนาการ

- พื้นที่สีเขียวต่อประชากร 12.9 ตร.ม./คน

##### ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ

- พื้นที่เกษตรกรรมต่อประชากร 8.1 ตร.ม./คน

## บทที่ 5

### อภิปรายและสรุปผล

บทนี้เป็นการอภิปรายผลจากการทดลองใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายร่วมกับ GIS ในการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก เพื่อระบุประโยชน์และข้อจำกัดของวิธีการนี้ในการนำไปใช้พัฒนาแผนพื้นที่สีเขียวเมืองของเทศบาลอื่นๆต่อไป โดยเนื้อหาของบทนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของการใช้ตัวชี้วัดในการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมือง ข้อคำนึงถึงในการใช้ตัวชี้วัด และแนวทางนำเสนอเพื่อใช้ตัวชี้วัดสำหรับพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองในอนาคต

#### 5.1 ประโยชน์และข้อจำกัดของการใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมือง

##### 5.1.1 ความครอบคลุมประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว

จากประเภทของประโยชน์เชิงนิเวศเมืองที่แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ประโยชน์ด้านควบคุมสิ่งแวดล้อม ประโยชน์ด้านวัฒนธรรม ประโยชน์เชิงนิเวศ และประโยชน์ด้านผลผลิต ทำให้การประเมินประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวมีความซับซ้อนเพราะต้องคำนึงถึงประโยชน์หลายด้าน แต่การใช้ตัวชี้วัดทำให้กระบวนการนี้เป็นไปอย่างครอบคลุมได้มากขึ้น โดยผู้ประเมินสามารถเลือกตัวชี้วัดที่แสดงความสามารถของพื้นที่สีเขียวในด้านที่ต้องการจากการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลก ผู้ประเมินต้องการให้ครอบคลุมประโยชน์ทั้ง 4 ด้านและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน ดังนั้นตัวชี้วัดจึงถูกเลือกมาเพื่อประเมินประโยชน์ด้านต่างๆ ดังนี้

- ด้านสิ่งแวดล้อม 4 ประเด็น คือ ภูมิอากาศ น้ำท่วม คุณภาพอากาศ และการกักเก็บคาร์บอน
- ด้านวัฒนธรรม 2 ประเด็น คือ นันทนาการ และคุณค่าทางประวัติศาสตร์-วัฒนธรรม
- ด้านนิเวศวิทยา 1 ประเด็น คือ ความหลากหลายทางชีวภาพ
- ด้านผลผลิต 1 ประเด็น คือ ผลผลิตเกษตรกรรม

ทั้งนี้ตัวชี้วัดสำหรับประเมินประโยชน์ย่อยในแต่ละด้านสามารถถูกเพิ่มเติมหรือลดทอนลงได้ หากไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาของพื้นที่ เช่น ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมอาจไม่รวมตัวชี้วัดด้านน้ำท่วมหากในพื้นที่นั้นไม่มีปัญหาเรื่องอุทกภัย หรือประโยชน์ด้านวัฒนธรรมอาจเพิ่มเติมประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าทางสุนทรียภาพหรือการศึกษาเรียนรู้เข้าไปได้ รวมทั้งประโยชน์ด้านผลผลิตอาจรวมน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำต่างๆ นอกเหนือจากผลผลิตทางเกษตรกรรม เป็นต้น ดังนั้นการใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายจึงสะท้อนความต้องการและการให้ความสำคัญของแต่ละพื้นที่ได้เป็นอย่างดี (Hubacek & Kronenberg, 2013)

##### 5.1.2 ความยืดหยุ่นในการใช้ตัวชี้วัดเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

ตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินประโยชน์แต่ละด้านของพื้นที่สีเขียวมีอยู่หลายตัวชี้วัดดังแสดงในหัวข้อที่ 2.2.5 ทำให้มีความยืดหยุ่นในการเลือกตัวชี้วัดที่ตรงกับประเด็นปัญหาไปใช้รวมทั้งข้อมูลที่มีอยู่เดิม ตัวชี้วัดที่มีอยู่มีทั้งตัวชี้วัดเชิงปริมาณและตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ โดยตัวชี้วัดเชิงปริมาณมักใช้ประเมินประโยชน์ทุกด้านยกเว้นทางด้านวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าของสถานที่ที่เป็นประโยชน์ที่ไม่สามารถวัดได้ด้วยตัวเลข การใช้ตัวชี้วัด

ทั้ง 2 ประเภททำให้มีความยืดหยุ่นในการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวได้หลายรูปแบบทั้งแบบที่วัดได้และแบบที่วัดเชิงตัวเลขไม่ได้ เช่น คุณค่าทางสุนทรียภาพ เป็นต้น

นอกจากประเภทตัวชี้วัดที่แบ่งออกเป็นเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพแล้ว ยังสามารถแบ่งออกได้เป็นตัวชี้วัดตัวแทน (Proxy indicators) หรือตัวชี้วัดโดยตรง (Direct indicators) ประเภทแรกเป็นตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินประโยชน์แบบอ้อม เพราะไม่สามารถวัดประโยชน์ที่ต้องการได้โดยตรง เช่น การประเมินประโยชน์จากความสามารถลดอุณหภูมิ ไม่ได้วัดจากอุณหภูมิพื้นผิวโดยตรง แต่วัดจากปริมาณต้นไม้ในพื้นที่โดยมีสมมติฐานว่า หากปริมาณต้นไม้ในพื้นที่มีมากจะทำให้อุณหภูมิบริเวณนั้นต่ำกว่าบริเวณที่มีปริมาณต้นไม้้น้อย เพราะให้ร่มเงาได้น้อยกว่า ดังนั้นอุณหภูมิพื้นที่จึงเป็นตัวชี้วัดโดยตรง ขณะที่ปริมาณต้นไม้เป็นตัวชี้วัดแบบตัวแทน การเลือกใช้ตัวชี้วัดแบบใดแบบหนึ่งหรือทั้งสองแบบทำให้การประเมินพื้นที่สีเขียวเมืองมีความยืดหยุ่นได้มากขึ้น เพราะสามารถเลือกใช้ตัวชี้วัดสำหรับประเมินประโยชน์ที่ต้องการได้ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถวัดประโยชน์นั้นได้โดยตรงก็ตาม เนื่องจากขาดทรัพยากรเทคโนโลยีและแรงงาน เช่น การประเมินปริมาณน้ำท่วมอาจต้องการการเก็บข้อมูลในระยะยาวและผู้มีความสามารถในการคำนวณจากหลายตัวแปรที่ยุ่งยากซับซ้อน การใช้ตัวแปรแบบตัวแทนช่วยทำให้การประเมินเป็นไปได้จากการคาดการณ์จากสัดส่วนพื้นที่ ความหนาแน่นเมือง เป็นต้น แม้ว่าจะทำให้ความแม่นยำของผลประเมินลดลงก็ตาม

จากประเภทของตัวชี้วัดแบบตัวแทนแบบวัดผลที่มีผลต่อความแม่นยำของผลประเมิน ทำให้ Roussel et al. (2017) and Alam et al. (2016) เสนอให้มีการระบุประเภทตัวชี้วัดให้ชัดเจนโดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับระดับที่หนึ่ง คือ การใช้ตัวชี้วัดแบบตัวแทนที่ได้จากการประเมินจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เป็นหลักซึ่งส่งผลต่อความแม่นยำมีปานกลาง-ต่ำ และระดับที่สอง คือ การใช้ตัวชี้วัดแบบตรงที่ต้องการวิธีประเมินที่ยุ่งยากหรือใช้แรงงานจากการสำรวจเก็บข้อมูลมากกว่า แต่ให้ความแม่นยำของผลการประเมินในระดับปานกลาง-สูง

### 5.1.3 การประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวแบบให้ข้อมูลด้วยช่วงคะแนนร่วมกับแผนที่

การแสดงผลการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวด้วยช่วงคะแนนช่วยให้เข้าใจผลการประเมินได้ง่ายว่าพื้นที่สีเขียวที่มีอยู่หรือกำลังพัฒนามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงไร จากงานศึกษานี้ที่กำหนดค่าระดับ 4 ค่า โดยกำหนดให้คะแนน 1 เท่ากับมีประสิทธิภาพน้อย และมีความต้องการเร่งด่วนในการพัฒนาพื้นที่สีเขียว ส่วนคะแนน 4 เท่ากับมีประสิทธิภาพมาก และมีความต้องการต่ำสุดในการพัฒนาพื้นที่สีเขียว ทั้งนี้การกำหนดช่วงคะแนนมีความแตกต่างกันในแต่ละงานศึกษา ยังไม่มีการกำหนดช่วงคะแนนแบบมาตรฐาน จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าค่าช่วงคะแนนที่ใช้มากที่สุดคือ 0-1 หรือ 0-100 นอกจากนี้การแสดงผลช่วงคะแนนลงบนแผนที่เมืองทำให้เข้าใจได้ง่ายว่าพื้นที่ใดมีประสิทธิภาพมากและพื้นที่ใดมีประสิทธิภาพน้อย ช่วยเป็นเครื่องมือสื่อสารระหว่างภาครัฐหรือผู้วางแผนกับประชาชนทั่วไปได้ค่อนข้างดี

การประเมินผลแบบช่วงคะแนนจะสามารถบอกข้อมูลได้ดีมากยิ่งขึ้น หากเกณฑ์การประเมินมีการกำหนดค่ามาตรฐานต่ำสุด-สูงสุด หรือเป้าหมายที่ต้องการ โดยค่ามาตรฐานหรือเป้าหมายเหล่านี้ควรสัมพันธ์กับช่วงคะแนน ค่ามาตรฐานต่ำสุดหรือค่าที่รับได้ควรมีค่าคะแนนร้อยละ 50 ของคะแนนทั้งหมด และค่าที่สูงกว่ามาตรฐานหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ควรมีค่าคะแนนสูงขึ้นเป็นลำดับ เช่น สำหรับช่วงคะแนน 0-10 หากมีประเมินขนาดพื้นที่สีเขียวต่อประชากร 1 คน และพื้นที่นั้นมีขนาดพื้นที่สีเขียวครึ่งหนึ่งของเกณฑ์ที่

กำหนด ควรได้คะแนน 5 แต่หากมีปริมาณมากกว่ามาตรฐานควรได้คะแนนสูงขึ้นเป็นลำดับ เป็นต้น การให้คะแนนอ้างอิงจากการค่ามาตรฐานนอกจากจะทำให้รู้ประสิทธิภาพของพื้นที่สีเขียวแล้ว ยังช่วยให้ผู้ประเมินตระหนักว่าพื้นที่ของตนควรต้องมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอีกมากเพียงใดเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายสูงสุด ทั้งนี้ค่าอ้างอิงสามารถกำหนดจากข้อกำหนดระดับประเทศหรือระดับท้องถิ่น นโยบายของรัฐบาล หรือค่าที่กำหนดจากนักวิจัยหรือผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ (Pollesch & Dale, 2016; Rodriguez-Loiñaz et al., 2015)

## 5.2 ประโยชน์และข้อจำกัดการใช้น้ำหนักตัวชี้วัด

การหาค่าน้ำหนักของตัวชี้วัดเป็นกระบวนการที่เพิ่มเติมมาจากการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียว โดยทั่วไปการกำหนดค่าสามารถทำได้โดยผู้ประเมินกำหนดค่าน้ำหนักเอง หรือกำหนดค่าน้ำหนักจากความคิดเห็นของผู้อื่น เช่น ผู้เชี่ยวชาญ ชุมชน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต่างๆ หากต้องการหาค่าน้ำหนักจากบุคคลอื่น จำเป็นต้องมีวิธีการหาค่าน้ำหนักแบบมีส่วนร่วม การทบทวนวรรณกรรมงานศึกษาพื้นที่สีเขียวเมืองพบว่ามีวิธีการหาค่าน้ำหนัก วิธี คือ การจัดอันดับ (Ranking) การกำหนดค่าจากช่วงคะแนน (Rating) การวิเคราะห์แบบ Analytical Hierarchical Process และการตัดสินใจร่วมกันของผู้เชี่ยวชาญ ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 วิธีการหาค่าน้ำหนักจากงานศึกษาด้านการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมือง

| Weighting method | Number of participants | Groups of participants | Reference                                         |
|------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------------------|
| Rating           | N/A                    | Experts                | Alam et al. (2016)                                |
| AHP              | 8                      | Experts                | Andersson-Skold et al. (2018)                     |
| AHP              | N/A                    | Stakeholders           | Antognelli and Vizzari (2017)                     |
| Rating           | N/A                    | Experts                | Fernandez-Campo et al. (2017)                     |
| AHP              | N/A                    | Experts                | Huang and Tsou (2006)                             |
| Rating, AHP      | 12                     | Experts                | Koschke et al. (2012)                             |
| Expert judgment  | N/A                    | Experts                | Kremer, Hamstead, and McPhearson (2016)           |
| AHP              | 19                     | Stakeholders           | Liquete, Udias, Conte, Grizzetti, and Masi (2016) |

|                      |     |              |                                                                 |
|----------------------|-----|--------------|-----------------------------------------------------------------|
| Rating               | 30  | Stakeholders | Meyer and Schulz (2017)                                         |
| Rating, Ranking, AHP | N/A | Stakeholders | Meerow and Newell (2017)                                        |
| Rating               | 15  | Experts      | Montoya-Tangarife, de la Barrera, Salazar, and Inostroza (2017) |
| AHP                  | N/A | Stakeholders | Peng, Liu, Liu, Hu, & Wang (2015)                               |
| AHP                  | N/A | Stakeholders | Sun et al. (2018)                                               |
| Rating               | 21  | Stakeholders | Dizdaroglu and Yigitcanlar (2014)                               |

ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีให้คะแนนและจัดอันดับ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจสำหรับบุคคลทั่วไป เช่น ตัวแทนจากชุมชน วิธี AHP เหมาะกับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักวิชาการหรือผู้เชี่ยวชาญเพราะมีความซับซ้อนกว่ามาก การพิจารณาเลือกใช้การหาค่าน้ำหนักจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงผู้ประเมินและจำนวนตัวชี้วัดที่ต้องการให้ค่าน้ำหนักด้วย

#### 5.2.1 การแสดงประเด็นสำคัญของพื้นที่สีเขียวเมือง

การให้ค่าน้ำหนักตัวชี้วัดช่วยให้การประเมินพื้นที่สีเขียวสอดคล้องกับความต้องการของเมืองได้มากยิ่งขึ้น เพราะตัวชี้วัดที่มีค่าน้ำหนักมากแสดงว่ามีความสำคัญมากกว่าตัวชี้วัดที่มีน้ำหนักน้อย จากการใช้วิธีการประเมินแบบค่าน้ำหนักเท่ากันและแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 4.19 พบว่า การใช้ค่าน้ำหนักทำให้ผลการประเมินเปลี่ยนไปบางส่วน โดยลดจำนวนชุมชนที่ต้องการพัฒนาพื้นที่สีเขียวอย่างเร่งด่วนลงจาก 22 ชุมชน ลดลงเหลือ 17 ชุมชน ทำให้การวางแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเป็นไปอย่างรัดกุมและสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนมากขึ้น อย่างไรก็ตามผลคะแนนเหล่านี้ควรมีการแสดงให้เห็นให้ชุมชนร่วมแสดงความคิดเห็นว่าชุมชนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยอย่างไร ซึ่งผลคะแนนจะช่วยเป็นเครื่องมือสื่อสารเบื้องต้นในการทำความเข้าใจกับชุมชนได้เป็นอย่างดี

#### 5.2.2 การคำนึงถึงปัจจัยทางสังคมในการพัฒนาพื้นที่สีเขียว

นอกจากค่าน้ำหนักที่ต่างกันแล้ว การคำนึงถึงปัจจัยทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะประชากรทำให้การประเมินพื้นที่สีเขียวคำนึงถึงความต้องการของมนุษย์ด้วย ไม่ใช่เพียงแต่การประเมินจากลักษณะทางกายภาพเพียงอย่างเดียว สำหรับปัจจัยทางสังคมสามารถใช้ตัวชี้วัดได้หลายตัวชี้วัด เช่น ความหนาแน่นประชากร สัดส่วนผู้มีระดับการศึกษาขั้นต่ำ สัดส่วนสตรี หรือสัดส่วนกลุ่มชนชาติน้อย เป็นต้น เพื่อสะท้อนความต้องการหรือประเด็นปัญหาที่ต้องการ สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ใช้ตัวชี้วัดที่เกี่ยวกับสัดส่วนผู้สูงอายุ ผู้พิการ

และผู้มีรายได้น้อย เพื่อแสดงให้เห็นถึงการให้ความสำคัญกับกลุ่มอ่อนไหวเหล่านี้ในการเข้าใช้พื้นที่สีเขียวเมือง สำหรับบรรเทาปัญหาด้านความร้อนเมือง โอกาสในการประกอบกิจกรรมนันทนาการ และโอกาสในการมีรายได้เพิ่มจากผลผลิตทางการเกษตร จากการคำนึงถึงปัจจัยทางสังคมสำหรับเทศบาลนครพิษณุโลกพบว่าค่าคะแนนมีความแตกต่างจากแบบไม่คิดปัจจัยทางสังคมค่อนข้างมาก เพราะไม่มีพื้นที่ที่ต้องการพัฒนาอย่างเร่งด่วนที่สุด มีเพียงพื้นที่ที่ต้องการพัฒนาในระดับปานกลางและต่ำเท่านั้น ข้อมูลเหล่านี้ช่วยเป็นเครื่องมือตัดสินใจพัฒนาพื้นที่สีเขียวของเทศบาลได้รัดกุมมากยิ่งขึ้น

อุปสรรคที่สำคัญในการคำนึงถึงปัจจัยทางสังคมสำหรับเทศบาลต่างๆ คือ การมีข้อมูลประชากรไม่เพียงพอ แม้ว่าแต่ละเทศบาลมีการเก็บข้อมูลพื้นฐานประชากรให้กับกระทรวงมหาดไทยทุกปี แต่จากการศึกษางานชิ้นนี้พบว่าในอดีตการเก็บข้อมูลทำได้น้อยกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่เทศบาล มีปีพ.ศ. 2561 ที่เทศบาลนครพิษณุโลกสามารถเก็บข้อมูลได้เกือบครบทุกชุมชนขาดไป 10 ชุมชน ถือว่าเป็นการเก็บข้อมูลพื้นฐานได้มากที่สุดเท่าที่ทำมา ถึงอย่างนั้นก็ตามการขาดข้อมูลชุมชนไป 10 ชุมชนทำให้การประเมินพื้นที่สีเขียวเป็นไปอย่างไม่ครบถ้วน เมื่อพิจารณาขนาดเทศบาลแล้วเทศบาลนครพิษณุโลกถือเป็นเทศบาลขนาดใหญ่ที่สุดยังมีปัญหาด้านการเก็บข้อมูล หากเป็นเทศบาลที่มีขนาดเล็กลงมาน่าจะมีปัญหาข้อมูลด้านประชากรมากยิ่งขึ้น

#### 5.2.3 ความต้องการหาข้อตกลงร่วมกันของค่าน้ำหนักตัวชี้วัด

จากค่าคะแนนที่แตกต่างกันของการใช้ค่าน้ำหนักและการคำนึงถึงปัจจัยทางสังคม ทำให้การประเมินพื้นที่สีเขียวสอดคล้องกับความต้องการของเมืองและประชาชนได้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามความขัดแย้งของค่าคะแนนต้องการการหาข้อตกลงร่วมกันว่าควรใช้ค่าคะแนนใดเป็นหลัก หรือมีการผสมผสานค่าคะแนนเข้าด้วยกัน ซึ่งกระบวนการนี้ต้องการการตัดสินใจอย่างมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆทั้งเทศบาล ชุมชน ภาคเอกชน และภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นและหาข้อยุติร่วมกัน กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลาและทรัพยากรเพิ่มเติม และต้องการภาครัฐที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเหล่านี้ด้วยเช่นกัน

### 5.3 แนวทางการใช้ตัวชี้วัดหลากหลายประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวสำหรับเทศบาลเมือง

การใช้ตัวชี้วัดหลากหลายในการประเมินประโยชน์เพื่อพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองมีประโยชน์และข้อจำกัดดังที่แสดงมาข้างต้น ดังนั้นแนวทางในการใช้ตัวชี้วัดร่วมกับ GIS เพื่อประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองในระดับเทศบาลสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

#### 5.3.1 การคัดเลือกประโยชน์พื้นที่สีเขียวให้ครอบคลุมและเน้นประเด็นปัญหาของพื้นที่

การเลือกกรอบการประเมินควรเป็นไปอย่างครอบคลุมทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านควบคุมสิ่งแวดล้อม ด้านวัฒนธรรม ด้านนิเวศวิทยา และด้านผลผลิต สำหรับประโยชน์ที่จำเป็นของแต่ละด้านที่ทุกเทศบาลน่าจะให้ความสำคัญและควรประเมินสำหรับพื้นที่สีเขียวเมืองของตน ได้แก่

ก. ประโยชน์ด้านควบคุมสิ่งแวดล้อม คือ

- การบรรเทาอุณหภูมิเมือง

- การควบคุมคุณภาพอากาศ

- การกักเก็บคาร์บอน

ข. ประโยชน์ด้านวัฒนธรรม

- ด้านันทนาการ

ค. ประโยชน์ด้านนิเวศวิทยา

- การเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยสำหรับพืช-สัตว์

ง. ประโยชน์ด้านผลผลิต

- การผลิตอาหารให้กับคนเมือง

สำหรับประโยชน์ย่อยของแต่ละด้านอาจมีความแตกต่างกันไปตามความต้องการและประเด็นปัญหาในพื้นที่ แต่ละเทศบาลไม่จำเป็นต้องประเมินทุกประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวเหมือนกันทั้งหมด อาจมีจำนวนมากน้อยแตกต่างกันไป

### 5.3.2 การคัดเลือกตัวชี้วัดที่เหมาะสมจากข้อมูลที่มีและระดับความแม่นยำที่ต้องการ

การคัดเลือกตัวชี้วัดสำหรับประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวควรคำนึงถึงข้อมูลที่มีอยู่หรือที่คาดว่าจะต้องใช้สำหรับประเมิน การใช้ตัวชี้วัดเชิงปริมาณทำให้การประเมินเห็นผลที่ชัดเจนกว่าตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ และอาจสะดวกกับการเก็บข้อมูลมากกว่า เพราะตัวชี้วัดเชิงคุณภาพมักขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและประชาชน ทำให้ต้องใช้วิธีการสำรวจซึ่งใช้ทรัพยากรทางด้านงบประมาณและเวลาค่อนข้างมาก หากต้องการได้กลุ่มตัวอย่างมากพอเพื่อให้ข้อมูลสามารถเป็นตัวแทนในระดับเมืองได้

นอกจากนี้การคัดเลือกตัวชี้วัดต้องคำนึงถึงการใช้ตัวชี้วัดโดยตรงหรือตัวชี้วัดแบบตัวแทน ซึ่งแบบแรกต้องการการวางแผนในการเก็บข้อมูลอย่างยาวนานต่อเนื่องแต่ด้านผลแม่นยำสูง หน่วยงานรัฐจึงควรมีการวางแผนเพื่อเก็บข้อมูลโดยตรงหรือมีความร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหากจำเป็นต้องใช้งาน เช่น ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวเมืองจุดต่างๆอาจใช้ข้อมูลจากภาพถ่ายทางดาวเทียมซึ่งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการคำนวณค่าอุณหภูมิออกมาให้ สำหรับตัวชี้วัดแบบตัวแทนมักขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพที่วัดได้จากแผนที่หรือสภาพแวดล้อมจริง แต่มีความแม่นยำน้อยกว่าจึงเหมาะกับการประเมินในเบื้องต้นเพื่อดูศักยภาพโดยรวมของพื้นที่สีเขียว เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารกับชุมชนในพื้นที่ในระยะเริ่มแรก

### 5.3.3 การหาค่าน้ำหนักด้วยการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน

การหาค่าน้ำหนักตัวชี้วัดที่เลือกมาเป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อให้การพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองสอดคล้องกับความต้องการและปัญหาของชุมชนอย่างแท้จริง วิธีการหาค่าน้ำหนักควรใช้วิธีที่โปร่งใสสามารถอธิบายได้สำหรับชี้แจงในกรณีที่มีข้อสงสัย วิธีที่โปร่งใสเช่นการจัดอันดับและกำหนดค่าช่วงคะแนนเป็นวิธีที่เหมาะสมหากผู้เข้าร่วมเป็นประชาชนทั่วไป แต่หากเป็นผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิชาการสามารถใช้วิธีซับซ้อนแบบ AHP ได้

โดยการแสดงผลการประเมินควรแสดงทั้งแบบค่าน้ำหนักเท่ากันและค่าน้ำหนักต่างกัน เพื่อให้เทศบาลและชุมชนมีทางเลือกในการตัดสินใจพัฒนาพื้นที่สีเขียว

#### 5.3.4 การเลือกเกณฑ์จากมาตรฐานและเป้าหมายระดับประเทศหรือท้องถิ่น

เกณฑ์การประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวควรมีมาตรฐานขั้นต่ำหรือเป้าหมายสูงสุดที่ตั้งไว้ โดยควรอ้างอิงมาตรฐานต่างๆเหล่านี้ โดยลำดับความสำคัญจากระดับท้องถิ่นไปยังระดับสากล

- ข้อกำหนดทางกฎหมายหรือนโยบายระดับท้องถิ่น
- ข้อกำหนดทางกฎหมายหรือนโยบายระดับประเทศ
- เป้าหมายระดับสากลจากองค์การระหว่างประเทศ
- เป้าหมายที่เทียบเคียงจากประเทศหรือเมืองที่ใช้เป็นกรณีศึกษาที่ถือว่าเป็นแบบอย่างที่ดี (Best Practice)

เมื่อเลือกเกณฑ์การประเมินของแต่ละตัวชี้วัดได้แล้ว ควรมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างชัดเจนตามช่วงคะแนนที่กำหนด เช่น 1-4 หรือ 0-10 เป็นต้น โดยให้เกณฑ์ขั้นต่ำได้คะแนนร้อยละ 50 ถือว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานพอดี

#### 5.3.5 การคำนึงถึงอุปสงค์อุปทาน

นอกเหนือจากการประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวแล้ว การคำนึงถึงอุปสงค์อุปทานเป็นสิ่งสำคัญเพื่อประเมินความยั่งยืนของพื้นที่สีเขียวที่มี อุปทานหรือ Ecosystem service supply หมายถึง ความสามารถในการให้ประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว ส่วนอุปสงค์หรือ Ecosystem service demand หมายถึง ความต้องการประโยชน์พื้นที่สีเขียวของมนุษย์ ดังนั้นการประเมินความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทานจึงเป็นเรื่องจำเป็น นอกเหนือจากการหาประโยชน์ของพื้นที่สีเขียวหรืออุปทานเพียงอย่างเดียว เพื่อตรวจสอบว่าพื้นที่ใดไม่มีความสอดคล้องกันระหว่างศักยภาพของพื้นที่สีเขียวและความต้องการพื้นที่สีเขียว (Haase et al., 2012) สำหรับอุปสงค์ของพื้นที่สีเขียว สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามที่ Wolff et al. (2015) คือ

- *ความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะอันตราย* อุปสงค์ที่เกี่ยวกับความเสี่ยงเป็นอุปสงค์ของประโยชน์ทางด้านการควบคุมสิ่งแวดล้อม เพราะหากพื้นที่สีเขียวไม่สามารถควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับที่ต้องการได้ อาจเสี่ยงให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ความเสี่ยงต่ออุณหภูมิที่สูงเกินไป การเกิดน้ำท่วม การมีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน และการมีปริมาณคาร์บอนสะสมสูงเกินไป เป็นต้น ดังนั้นอุปสงค์ด้านความเสี่ยงจึงมักเป็นค่ามาตรฐานขั้นต่ำที่พื้นที่สีเขียวควรควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้ได้ตามที่กำหนด เช่น ค่าปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ หรือเป็นค่าที่ระบุสถานะของสิ่งแวดล้อม เช่น ปริมาณคาร์บอนที่เกิดในเมืองเทียบกับปริมาณคาร์บอนที่สะสมได้ในพื้นที่สีเขียว เป็นต้น

- *ความต้องการ* อุปสงค์ที่เกี่ยวกับความต้องการเป็นอุปสงค์ของประโยชน์ด้านวัฒนธรรม คือ เป็นความต้องการให้สอดคล้องกับการใช้งานที่ควรจะเป็น เช่น ความต้องการใช้พื้นที่สีเขียวเพื่อกิจกรรมนันทนาการ ความต้องการรักษาคุณค่าทางประวัติศาสตร์ของพื้นที่ เป็นต้น การหาสมดุลระหว่างอุปสงค์และ



อุปทานจึงมักอยู่ในรูปของการหาค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณหรือคุณค่าที่มีอยู่ในปัจจุบันกับปริมาณหรือคุณค่าที่ควรจะเป็นหรือตั้งเป้าหมายไว้ เช่น ความแตกต่างระหว่างปริมาณพื้นที่สีเขียวต่อคนที่มีอยู่จริงกับมาตรฐานปริมาณพื้นที่สีเขียวต่อคนที่จะเป็น หรือความแตกต่างระหว่างคุณค่าทางวัฒนธรรมของพื้นที่กับการรับรู้คุณค่าทางวัฒนธรรมของพื้นที่ของกลุ่มคนต่างๆ เป็นต้น

- ปริมาณการบริโภคหรือการใช้ที่แท้จริง อุปสงค์ด้านการบริโภคเกี่ยวข้องโดยตรงกับอุปทานด้านผลผลิตหรือความสามารถผลิตของพื้นที่สีเขียว การหาสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทานจึงเป็นการหาค่าความแตกต่างระหว่างผลผลิตที่ผลิตได้จริงกับปริมาณการบริโภคของประชาชน เช่น ความแตกต่างระหว่างผลผลิตทางการเกษตรเมืองกับปริมาณการบริโภคพืชผักของคนเมือง เป็นต้น

### 5.3.6 การคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างประโยชน์พื้นที่สีเขียว (tradeoffs)

Hansen & Pauleit (2014) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างประโยชน์ของพื้นที่สีเขียว ที่มักต้องมีการแลกเปลี่ยนเสียประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่ง (trade offs) เพื่อแลกกับประโยชน์อีกอย่างหนึ่ง ซึ่งความสัมพันธ์นี้มักเกิดกับพื้นที่ที่มีประโยชน์หลายด้าน เช่น ความต้องการด้านผลผลิตเกษตรทำให้ต้องเสียประโยชน์ด้านพื้นที่ปกคลุมต้นไม้ใหญ่ ซึ่งส่งผลต่ออุณหภูมิเมืองและการกักเก็บคาร์บอน เป็นต้น ไม่ใช่แต่เพียงการเสียอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ลักษณะความสัมพันธ์อาจเป็นการได้ประโยชน์ร่วมกัน (synergies) เช่น การลดอุณหภูมิเมืองจากพืชพันธุ์และการลดปริมาณน้ำท่วม เป็นต้น การคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างประโยชน์พื้นที่สีเขียวนี้ช่วยกำหนดลำดับความสำคัญของประโยชน์พื้นที่สีเขียวที่จำเป็นเร่งด่วน หรือประโยชน์ที่สามารถแลกได้ (Hansen & Pauleit, 2014)

### 5.4 บทสรุป

พื้นที่สีเขียวเทศบาลนครพิษณุโลกได้ถูกประเมินจากตัวชี้วัดที่หลากหลายเพื่อครอบคลุมประโยชน์ทั้งด้านการควบคุมสิ่งแวดล้อม ด้านวัฒนธรรม ด้านนิเวศวิทยา และด้านผลผลิตจำนวน 24 ตัวชี้วัด การประเมินทั้งหมด 54 ชุมชนด้วย 3 วิธีหลัก คือ คำนี้น้ำหนักเท่ากัน คำนี้น้ำหนักต่างกันตามการให้คะแนนของชุมชน และการคำนึงถึงปัจจัยทางสังคม เพื่อวัดผลการประเมินออกเป็นช่วงคะแนน 1-4 โดย 1 หมายถึง มีความต้องการพื้นที่สีเขียวมากที่สุด และ 4 หมายถึงมีความต้องการน้อยที่สุด ผลการประเมินด้วยค่านี้น้ำหนักเท่ากันพบว่าพื้นที่ที่ต้องการพัฒนาพื้นที่สีเขียวแบบเร่งด่วนมีทั้งหมด 27 ชุมชน พื้นที่ที่ต้องการการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในระดับปานกลางมีทั้งหมด 36 ชุมชนและมีเพียง 1 ชุมชนต้องการการพัฒนาในระดับต่ำ และหากมีการพัฒนาพื้นที่ทั้งหมดตามแผนแล้วจะได้รับประโยชน์จากด้านต่างๆเพิ่มขึ้น

จากการทดลองใช้กับเทศบาลนครพิษณุโลก พบว่าการใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายสำหรับประเมินประโยชน์พื้นที่สีเขียวเมืองเป็นวิธีที่มีความยืดหยุ่นและสามารถประเมินประโยชน์ได้อย่างครอบคลุมหลายด้าน ช่วยทำให้การวางแผนพื้นที่สีเขียวเป็นอย่างบูรณาการมากกว่าการคำนึงถึงประโยชน์ด้านใดด้านหนึ่งเพียงอย่างเดียว การมีตัวชี้วัดจำนวนมากหลายประเภททำให้สามารถนำมาเลือกใช้กับการประเมินพื้นที่สีเขียวของเทศบาลได้ในหลายระดับ เพราะแต่ละเทศบาลมีความพร้อมด้านข้อมูลที่แตกต่างกัน หากเป็นเทศบาลขนาดใหญ่ที่มีความพร้อมของข้อมูลมากสามารถใช้ตัวชี้วัดโดยตรงได้ ขณะที่เทศบาลขนาดปานกลางและขนาดเล็กอาจมีข้อจำกัดด้านบุคลากรและข้อมูลสามารถเลือกใช้ตัวชี้วัดแบบตัวแทนได้ นอกจากนี้การให้คะแนนสามารถทำได้ทั้งแบบมี

ค่าน้ำหนักและค่าน้ำหนักเท่ากัน ขึ้นอยู่กับความพร้อมของเทศบาลในการหาค่าน้ำหนักจากกลุ่มตัวแทนของภาคส่วนต่างๆ โดยการให้คะแนนแบบมีค่าน้ำหนักช่วยสะท้อนความต้องการของเมืองได้ดีกว่าแบบค่าน้ำหนักเท่ากัน นอกจากนี้การให้ค่าคะแนนแบบเป็นช่วงคะแนนเทียบจากเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด-สูงสุด ทำให้ผลการประเมินเป็นประโยชน์ต่อการเปรียบเทียบกับมาตรฐานขั้นต่ำหรือเป้าหมายที่ควรจะเป็น โดยคะแนนประเมินสามารถนำไปสัมพันธ์กับการบริหารจัดการด้านการวางแผนพัฒนาพื้นที่สีเขียวเป็นระยะสั้น ระยะปานกลาง และระยะยาวตามแผนงานของเทศบาลที่มีกวางยุทธศาสตร์ในแต่ละปีและในระยะยาว การใช้ตัวชี้วัดที่หลากหลายร่วมกับ GIS จึงเป็นวิธีที่มีประโยชน์และใช้งานได้สำหรับเทศบาลในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาพื้นที่สีเขียวเมืองเพื่อให้ครอบคลุมกับประโยชน์หลายด้านต่อไป

## รายการอ้างอิง

- Achour-Younsi, S., & Kharrat, F. (2016). Outdoor Thermal Comfort: Impact of the Geometry of an Urban Street Canyon in a Mediterranean Subtropical Climate – Case Study Tunis, Tunisia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216, 689-700. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.12.062
- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341-343.
- Alam, M., Dupras, J., & Messier, C. (2016). A framework towards a composite indicator for urban ecosystem services. *Ecological Indicators*, 60, 38-44. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.05.035
- Algeciras, J. A. R., Consuegra, L. G., & Matzarakis, A. (2016). Spatial-temporal study on the effects of urban street configurations on human thermal comfort in the world heritage city of Camagüey-Cuba. *Building and Environment*, 101, 85-101.
- Alwaer, H., & Clements-Croome, D. J. (2010). Key performance indicators (KPIs) and priority setting in using the multi-attribute approach for assessing sustainable intelligent buildings. *Building and Environment*, 45(4), 799-807. doi: 10.1016/j.buildenv.2009.08.019
- Andersson-Skold, Y., Klingberg, J., Gunnarsson, B., Cullinane, K., Gustafsson, I., Hedblom, M., . . . Thorsson, S. (2018). A framework for assessing urban greenery's effects and valuing its ecosystem services. *J Environ Manage*, 205, 274-285. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.09.071
- Andrew, M. E., Wulder, M. A., Nelson, T. A., & Coops, N. C. (2015). Spatial data, analysis approaches, and information needs for spatial ecosystem service assessments: a review. *GIScience & Remote Sensing*, 52(3), 344-373. doi: 10.1080/15481603.2015.1033809

- Anguluri, R., & Narayanan, P. (2017). Role of green space in urban planning: Outlook towards smart cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 25, 58-65.
- Bakarman, M. A., & Chang, J. D. (2015). The Influence of Height/width Ratio on Urban Heat Island in Hot-arid Climates. *Procedia Engineering*, 118, 101-108. doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.408
- Baró, F., Haase, D., Gómez-Baggethun, E., & Frantzeskaki, N. (2015). Mismatches between ecosystem services supply and demand in urban areas: A quantitative assessment in five European cities. *Ecological Indicators*, 55, 146-158. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.03.013
- Baró, F., Palomo, I., Zulian, G., Vizcaino, P., Haase, D., & Gómez-Baggethun, E. (2016). Mapping ecosystem service capacity, flow and demand for landscape and urban planning: A case study in the Barcelona metropolitan region. *Land Use Policy*, 57, 405-417. doi: 10.1016/j.landusepol.2016.06.006
- Belmeziti, A., Cherqui, F., & Kaufmann, B. (2018). Improving the multi-functionality of urban green spaces: Relations between components of green spaces and urban services. *Sustainable Cities and Society*, 43, 1-10. doi: 10.1016/j.scs.2018.07.014
- Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*, 12, 1394-1404.
- Beumer, C., & Martens, P. (2014). Biodiversity in my (back)yard: towards a framework for citizen engagement in exploring biodiversity and ecosystem services in residential gardens. *Sustainability Science*, 10(1), 87-100. doi: 10.1007/s11625-014-0270-8
- Bolliger, J., & Kienast, F. (2010). Landscape functions in a changing environment. *Landscape Online*, 21, 1-5.
- Brandt, J., & Vejre, H. (2004). Multifunctional landscapes-motives, concepts and perspectives. *Multifunctional Landscape* (1), 3-31.
- Bren d'Amour, C., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Guneralp, B., Erb, K. H., . . . Seto, K. C. (2017). Future urban land expansion and implications for global croplands. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 114(34), 8939-8944. doi: 10.1073/pnas.1606036114

- Bryce, R., Irvine, K. N., Church, A., Fish, R., Ranger, S., & Kenter, J. O. (2016). Subjective well-being indicators for large-scale assessment of cultural ecosystem services. *Ecosystem Services*, 21, 258-269. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.07.015
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 21, 17-29. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.06.019
- Cabral, I., Keim, J., Engelmann, R., Kraemer, R., Siebert, J., & Bonn, A. (2017). Ecosystem services of allotment and community gardens: A Leipzig, Germany case study. *Urban Forestry & Urban Greening*, 23, 44-53. doi: 10.1016/j.ufug.2017.02.008
- Cabral, P., Feger, C., Levrel, H., Chambolle, M., & Basque, D. (2016). Assessing the impact of land-cover changes on ecosystem services: A first step toward integrative planning in Bordeaux, France. *Ecosystem Services*, 22, 318-327. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.08.005
- Camps-Calvet, M., Langemeyer, J., Calvet-Mir, L., & Gómez-Baggethun, E. (2016). Ecosystem services provided by urban gardens in Barcelona, Spain: Insights for policy and planning. *Environmental Science & Policy*, 62, 14-23. doi: 10.1016/j.envsci.2016.01.007
- Capotorti, G., Del Vico, E., Anzellotti, I., & Celesti-Grapow, L. (2016). Combining the Conservation of Biodiversity with the Provision of Ecosystem Services in Urban Green Infrastructure Planning: Critical Features Arising from a Case Study in the Metropolitan Area of Rome. *Sustainability*, 9(1), 10. doi: 10.3390/su9010010
- Casado-Arzuaga, I., Onaindia, M., Madariaga, I., & Verburg, P. H. (2013). Mapping recreation and aesthetic value of ecosystems in the Bilbao Metropolitan Greenbelt (northern Spain) to support landscape planning. *Landscape Ecology*, 29(8), 1393-1405. doi: 10.1007/s10980-013-9945-2
- Chen, W. Y. (2015). The role of urban green infrastructure in offsetting carbon emissions in 35 major Chinese cities: A nationwide estimate. *Cities*, 44, 112-120. doi: 10.1016/j.cities.2015.01.005
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68(1), 129-138. doi: 10.1016/j.landurbplan.2003.08.003
- Cinelli, M., Coles, S. R., & Kirwan, K. (2014). Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. *Ecological Indicators*, 46, 138-148. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.06.011

- Clark, K. H., & Nicholas, K. A. (2013). Introducing urban food forestry: a multifunctional approach to increase food security and provide ecosystem services. *Landscape Ecology*, 28(9), 1649-1669. doi: 10.1007/s10980-013-9903-z
- Coccolo, S., Mauree, D., Naboni, E., Kaempf, J., & Scartezzini, J. L. (2017). On the impact of the wind speed on the outdoor human comfort: A sensitivity analysis. *Energy Procedia*, 122, 481-486.
- Cohen, P., Potchter, O., & Schnell, I. (2014). A methodological approach to the environmental quantitative assessment of urban parks. *Applied Geography*, 48, 87-101. doi: 10.1016/j.apgeog.2014.01.006
- Cortinovis, C., & Geneletti, D. (2018). Ecosystem services in urban plans: What is there, and what is still needed for better decisions. *Land Use Policy*, 70, 298-312. doi: 10.1016/j.landusepol.2017.10.017
- Crossman, N. D., & Bryan, B. A. (2009). Identifying cost-effective hotspots for restoring natural capital and enhancing landscape multifunctionality. *Ecological Economics*, 68(3), 654-668. doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.05.003
- Crossman, N. D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemen, L., Petz, K., Palomo, I., . . . Maes, J. (2013). A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem Services*, 4, 4-14. doi: 10.1016/j.ecoser.2013.02.001
- Dallimer, M., Davies, Z. G., Diaz-Porras, D. F., Irvine, K. N., Maltby, L., Warren, P. H., . . . Gaston, K. J. (2015). Historical influences on the current provision of multiple ecosystem services. *Global Environmental Change*, 31, 307-317. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2015.01.015
- Daniels, B., Zaunbrecher, B. S., Paas, B., Ottermanns, R., Ziefle, M., & Ross-Nickoll, M. (2018). Assessment of urban green space structures and their quality from a multidimensional perspective. *Sci Total Environ*, 615, 1364-1378. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.167
- Davids, R., Rouget, M., Boon, R., & Roberts, D. (2016). Identifying ecosystem service hotspots for environmental management in Durban, South Africa. *Bothalia*, 46(2). doi: 10.4102/abc.v46i2.2118
- de la Barrera, F., Reyes-Paecke, S., & Banzhaf, E. (2016). Indicators for green spaces in contrasting urban settings. *Ecological Indicators*, 62, 212-219. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.10.027

- de la Barrera, F., Rubio, P., & Banzhaf, E. (2016). The value of vegetation cover for ecosystem services in the suburban context. *Urban Forestry & Urban Greening*, 16, 110-122. doi: 10.1016/j.ufug.2016.02.003
- De Ridder, K., Adamec, V., Banuelos, A., Bruse, M., Burger, M., Damsgaard, O., . . . Weber, C. (2004). An integrated methodology to assess the benefits of urban green space. *Sci Total Environ*, 334-335, 489-497. doi: 10.1016/j.scitotenv.2004.04.054
- Dennis, M., & James, P. (2016). Site-specific factors in the production of local urban ecosystem services: A case study of community-managed green space. *Ecosystem Services*, 17, 208-216. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.01.003
- Dizdaroglu, D., & Yigitcanlar, T. (2014). A parcel-scale assessment tool to measure sustainability through urban ecosystem components: The MUSIX model. *Ecological Indicators*, 41, 115-130. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.01.037
- Dobbs, C., Escobedo, F. J., & Zipperer, W. C. (2011). A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators. *Landscape and Urban Planning*, 99(3-4), 196-206. doi: 10.1016/j.landurbplan.2010.11.004
- Dobbs, C., Kendal, D., & Nitschke, C. R. (2014). Multiple ecosystem services and disservices of the urban forest establishing their connections with landscape structure and sociodemographics. *Ecological Indicators*, 43, 44-55. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.02.007
- Dou, Y., Zhen, L., De Groot, R., Du, B., & Yu, X. (2017). Assessing the importance of cultural ecosystem services in urban areas of Beijing municipality. *Ecosystem Services*, 24, 79-90. doi: 10.1016/j.ecoser.2017.02.011
- Egoh, B. N., O'Farrell, P. J., Charef, A., Josephine Gurney, L., Koellner, T., Nibam Abi, H., . . . Willemsen, L. (2012). An African account of ecosystem service provision: Use, threats and policy options for sustainable livelihoods. *Ecosystem Services*, 2, 71-81. doi: 10.1016/j.ecoser.2012.09.004
- Ehrenfeld, J. G. (2004). The expression of multiple functions in urban forested wetlands. *Wetlands*, 24(4), 719-733.
- Elmqvist, T., Setälä, H., Handel, S. N., van der Ploeg, S., Aronson, J., Blignaut, J. N., . . . de Groot, R. (2015). Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 101-108. doi: 10.1016/j.cosust.2015.05.001

- Endreny, T., Santagata, R., Perna, A., Stefano, C. D., Rallo, R. F., & Ulgiati, S. (2017). Implementing and managing urban forests: A much needed conservation strategy to increase ecosystem services and urban wellbeing. *Ecological Modelling*, 360, 328-335. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2017.07.016
- Englund, O., Berndes, G., & Cederberg, C. (2017). How to analyse ecosystem services in landscapes—A systematic review. *Ecological Indicators*, 73, 492-504. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.10.009
- Estoque, R. C., & Murayama, Y. (2016). Quantifying landscape pattern and ecosystem service value changes in four rapidly urbanizing hill stations of Southeast Asia. *Landscape Ecology*, 31(7), 1481-1507. doi: 10.1007/s10980-016-0341-6
- Fabos, J. G. (2004). Greenway planning in the United States: its origins and recent case studies. *Landscape and urban planning*, 68(2-3), 321-342.
- Fernandez-Campo, M., Rodríguez-Morales, B., Dramstad, W. E., Fjellstad, W., & Diaz-Varela, E. R. (2017). Ecosystem services mapping for detection of bundles, synergies and trade-offs: Examples from two Norwegian municipalities. *Ecosystem Services*, 28, 283-297. doi: 10.1016/j.ecoser.2017.08.005
- Galler, C., von Haaren, C., & Albert, C. (2015). Optimizing environmental measures for landscape multifunctionality: effectiveness, efficiency and recommendations for agri-environmental programs. *J Environ Manage*, 151, 243-257. doi: 10.1016/j.jenvman.2014.12.011
- Garcia, X., Benages-Albert, M., Pavón, D., Ribas, A., Garcia-Aymerich, J., & Vall-Casas, P. (2017). Public participation GIS for assessing landscape values and improvement preferences in urban stream corridors. *Applied Geography*, 87, 184-196. doi: 10.1016/j.apgeog.2017.08.009
- Goldenberg, R., Kalantari, Z., Cvetkovic, V., Mortberg, U., Deal, B., & Destouni, G. (2017). Distinction, quantification and mapping of potential and realized supply-demand of flow-dependent ecosystem services. *Sci Total Environ*, 593-594, 599-609. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.130
- Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'Farrell, P., . . . Kremer, P. (2013). *Urban Ecosystem Services*. 175-251. doi: 10.1007/978-94-007-7088-1\_11
- Graça, M., Alves, P., Gonçalves, J., Nowak, D. J., Hoehn, R., Farinha-Marques, P., & Cunha, M. (2018). Assessing how green space types affect ecosystem services delivery in Porto,

- Portugal. *Landscape and Urban Planning*, 170, 195-208. doi: 10.1016/j.landurbplan.2017.10.007
- Graça, M. S., Gonçalves, J. F., Alves, P. J. M., Nowak, D. J., Hoehn, R., Ellis, A., . . . Cunha, M. (2017). Assessing mismatches in ecosystem services proficiency across the urban fabric of Porto (Portugal): The influence of structural and socioeconomic variables. *Ecosystem Services*, 23, 82-93. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.11.015
- Grafius, D. R., Corstanje, R., Warren, P. H., Evans, K. L., Hancock, S., & Harris, J. A. (2016). The impact of land use/land cover scale on modelling urban ecosystem services. *Landscape Ecology*, 31(7), 1509-1522. doi: 10.1007/s10980-015-0337-7
- Grêt-Regamey, A., Sirén, E., Brunner, S. H., & Weibel, B. (2017). Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept. *Ecosystem Services*, 26, 306-315. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.10.012
- Grêt-Regamey, A., Weibel, B., Kienast, F., Rabe, S.-E., & Zulian, G. (2015). A tiered approach for mapping ecosystem services. *Ecosystem Services*, 13, 16-27. doi: 10.1016/j.ecoser.2014.10.008
- Grunwald, L., Heusinger, J., & Weber, S. (2017). A GIS-based mapping methodology of urban green roof ecosystem services applied to a Central European city. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22, 54-63. doi: 10.1016/j.ufug.2017.01.001
- Gulickx, M. M. C., Verburg, P. H., Stoorvogel, J. J., Kok, K., & Veldkamp, A. (2013). Mapping landscape services: a case study in a multifunctional rural landscape in The Netherlands. *Ecological Indicators*, 24, 273-283. doi: 10.1016/j.ecolind.2012.07.005
- Haase, D., Larondelle, N., Andersson, E., Artmann, M., Borgstrom, S., Breuste, J., . . . Elmqvist, T. (2014). A quantitative review of urban ecosystem service assessments: concepts, models, and implementation. *Ambio*, 43(4), 413-433. doi: 10.1007/s13280-014-0504-0
- Han, H., Ma, Q., & Li, Y. (2017). Urban Growth Boundaries of the Hangzhou Metropolitan Area Based on Ecosystem Service. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 5(2), 4-16. doi: 10.14246/irspsd.5.2\_4
- Haq, S. M. A. (2011). Urban Green Spaces and an Integrative Approach to Sustainable Environment. *Journal of Environmental Protection*, 02(05), 601-608. doi: 10.4236/jep.2011.25069



- Hansen, R., Olafsson, A. S., van der Jagt, A. P. N., Rall, E., & Pauleit, S. (2017). Planning multifunctional green infrastructure for compact cities: What is the state of practice? *Ecological Indicators*. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.09.042
- Hansen, R., & Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*, 43(4), 516-529. doi: 10.1007/s13280-014-0510-2
- Holt, A. R., Mears, M., Maltby, L., & Warren, P. (2015). Understanding spatial patterns in the production of multiple urban ecosystem services. *Ecosystem Services*, 16, 33-46. doi: 10.1016/j.ecoser.2015.08.007
- Hong, W., & Guo, R. (2017). Indicators for quantitative evaluation of the social services function of urban greenbelt systems: A case study of shenzhen, China. *Ecological Indicators*, 75, 259-267. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.12.044
- Hu, X., Hong, W., Qiu, R., Hong, T., Chen, C., & Wu, C. (2015). Geographic variations of ecosystem service intensity in Fuzhou City, China. *Sci Total Environ*, 512-513, 215-226. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.035
- Huang, S. W., & Tsou, K. W. (2006). The multi-purpose greenways network planning in the Taichung Metropolitan Area, Taiwan. 1, 605-614. doi: 10.2495/ut060581
- Huang, S.-L., Chen, Y.-H., Kuo, F.-Y., & Wang, S.-H. (2011). Emergy-based evaluation of peri-urban ecosystem services. *Ecological Complexity*, 8(1), 38-50. doi: 10.1016/j.ecocom.2010.12.002
- Hubacek, K., & Kronenberg, J. (2013). Synthesizing different perspectives on the value of urban ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 109(1), 1-6.
- Hutry, L. R., Yoon, B., & Alberti, M. (2011). Terrestrial carbon stocks across a gradient of urbanization: a study of the Seattle, WA region. *Global Change Biology*, 17(2), 783-797. doi: 10.1111/j.1365-2486.2010.02238.x
- James, P., Tzoulas, K., Adams, M. D., Barber, A., Box, J., Breuste, J., . . . Ward Thompson, C. (2009). Towards an integrated understanding of green space in the European built environment. *Urban Forestry & Urban Greening*, 8(2), 65-75. doi: 10.1016/j.ufug.2009.02.001

- Jo, H.-k. (2002). Impacts of urban greenspace on offsetting carbon emissions for middle Korea. *J Environ Manage*, 64(2), 115-126. doi: 10.1006/jema.2001.0491
- Juwana, I., Muttil, N., & Perera, B. J. (2012). Indicator-based water sustainability assessment - a review. *Sci Total Environ*, 438, 357-371. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.08.093
- Kain, J.-H., Larondelle, N., Haase, D., & Kaczorowska, A. (2016). Exploring local consequences of two land-use alternatives for the supply of urban ecosystem services in Stockholm year 2050. *Ecological Indicators*, 70, 615-629. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.02.062
- Kim, G., Miller, P. A., & Nowak, D. J. (2015). Assessing urban vacant land ecosystem services: Urban vacant land as green infrastructure in the City of Roanoke, Virginia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(3), 519-526. doi: 10.1016/j.ufug.2015.05.003
- Klimas, C., Williams, A., Hoff, M., Lawrence, B., Thompson, J., & Montgomery, J. (2016). Valuing Ecosystem Services and Disservices across Heterogeneous Green Spaces. *Sustainability*, 8(9), 853. doi: 10.3390/su8090853
- Koschke, L., Fürst, C., Frank, S., & Makeschin, F. (2012). A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning. *Ecological Indicators*, 21, 54-66. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.12.010
- Kremer, P., Hamstead, Z., Haase, D., McPhearson, T., Frantzeskaki, N., Andersson, E., . . . Elmqvist, T. (2016). Key insights for the future of urban ecosystem services research. *Ecology and Society*, 21(2). doi: 10.5751/es-08445-210229
- Kremer, P., Hamstead, Z. A., & McPhearson, T. (2016). The value of urban ecosystem services in New York City: A spatially explicit multicriteria analysis of landscape scale valuation scenarios. *Environmental Science & Policy*, 62, 57-68. doi: 10.1016/j.envsci.2016.04.012
- Kroll, F., Müller, F., Haase, D., & Fohrer, N. (2012). Rural–urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. *Land Use Policy*, 29(3), 521-535. doi: 10.1016/j.landusepol.2011.07.008
- La Notte, A., D'Amato, D., Makinen, H., Paracchini, M. L., Liqueste, C., Egoh, B., . . . Crossman, N. D. (2017). Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecol Indicators*, 74, 392-402. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.11.030

- La Rosa, D., Spyra, M., & Inostroza, L. (2016). Indicators of Cultural Ecosystem Services for urban planning: A review. *Ecological Indicators*, 61, 74-89. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.04.028
- Langemeyer, J., Baró, F., Roebeling, P., & Gómez-Baggethun, E. (2015). Contrasting values of cultural ecosystem services in urban areas: The case of park Montjuïc in Barcelona. *Ecosystem Services*, 12, 178-186. doi: 10.1016/j.ecoser.2014.11.016
- Larondelle, N., Haase, D., & Kabisch, N. (2014). Mapping the diversity of regulating ecosystem services in European cities. *Global Environmental Change*, 26, 119-129. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.04.008
- Larondelle, N., & Lauf, S. (2016). Balancing demand and supply of multiple urban ecosystem services on different spatial scales. *Ecosystem Services*, 22, 18-31. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.09.008
- Larson, L. R., Keith, S. J., Fernandez, M., Hallo, J. C., Shafer, C. S., & Jennings, V. (2016). Ecosystem services and urban greenways: What's the public's perspective? *Ecosystem Services*, 22, 111-116. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.10.004
- Lavorel, S., Bayer, A., Bondeau, A., Lautenbach, S., Ruiz-Frau, A., Schulp, N., . . . Marba, N. (2017). Pathways to bridge the biophysical realism gap in ecosystem services mapping approaches. *Ecological Indicators*, 74, 241-260. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.11.015
- Lee, H., & Lautenbach, S. (2016). A quantitative review of relationships between ecosystem services. *Ecological Indicators*, 66, 340-351. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.02.004
- Li, B., Chen, D., Wu, S., Zhou, S., Wang, T., & Chen, H. (2016). Spatio-temporal assessment of urbanization impacts on ecosystem services: Case study of Nanjing City, China. *Ecological Indicators*, 71, 416-427. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.07.017
- Liquete, C., Udias, A., Conte, G., Grizzetti, B., & Masi, F. (2016). Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control. Highlighting hidden benefits. *Ecosystem Services*, 22, 392-401. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.09.011
- Liu, H., Hu, Y., Li, F., & Yuan, L. (2018). Associations of multiple ecosystem services and disservices of urban park ecological infrastructure and the linkages with socioeconomic factors. *Journal of Cleaner Production*, 174, 868-879. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.10.139

- Liu, W., Chen, W., & Peng, C. (2015). Influences of setting sizes and combination of green infrastructures on community's stormwater runoff reduction. *Ecological Modelling*, 318, 236-244. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2014.11.007
- Lovell, S. T. (2010). Multifunctional Urban Agriculture for Sustainable Land Use Planning in the United States. *Sustainability*, 2(8), 2499-2522. doi: 10.3390/su2082499
- Lovell, S. T., DeSantis, S. r., Nathan, C. A., Olson, M. B., Ernesto Méndez, V., Kominami, H. C., . . . Morris, W. B. (2010). Integrating agroecology and landscape multifunctionality in Vermont: An evolving framework to evaluate the design of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 103(5), 327-341. doi: 10.1016/j.agry.2010.03.003
- Lovell, S. T., & Taylor, J. R. (2013). Supplying urban ecosystem services through multifunctional green infrastructure in the United States. *Landscape Ecology*, 28(8), 1447-1463. doi: 10.1007/s10980-013-9912-y
- Luederitz, C., Brink, E., Gralla, F., Hermelingmeier, V., Meyer, M., Niven, L., . . . von Wehrden, H. (2015). A review of urban ecosystem services: six key challenges for future research. *Ecosystem Services*, 14, 98-112. doi: 10.1016/j.ecoser.2015.05.001
- Manolaki, P., & Vogiatzakis, I. N. (2017). Ecosystem services in a peri-urban protected area in Cyprus: a rapid appraisal. *Nature Conservation*, 22, 129-146. doi: 10.3897/natureconservation.22.13840
- Martellozzo, F., Landry, J. S., Plouffe, D., Seufert, V., Rowhani, P., & Ramankutty, N. (2014). Urban agriculture: a global analysis of the space constraint to meet urban vegetable demand. *Environmental Research Letters*, 9(6), 064025. doi: 10.1088/1748-9326/9/6/064025
- Mastrangelo, M. E., Weyland, F., Villarino, S. H., Barral, M. P., Nahuelhual, L., & Littera, P. (2013). Concepts and methods for landscape multifunctionality and a unifying framework based on ecosystem services. *Landscape Ecology*, 29(2), 345-358. doi: 10.1007/s10980-013-9959-9
- MA. (2005). *Ecosystems and human well-being. Synthesis A report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Washington, D.C.

- Madureira, H., & Andresen, T. (2013). Planning for multifunctional urban green infrastructures: Promises and challenges. *URBAN DESIGN International*, 19(1), 38-49. doi: 10.1057/udi.2013.11
- Mathey, J., Rößler, S., Banse, J., Lehmann, I., & Bräuer, A. (2015). Brownfields as an element of green infrastructure for implementing ecosystem services into urban areas. *Journal of Urban Planning Development*, 141(3), A4015001. doi: 10.1061/
- McPherson, E. G., van Doorn, N., & de Goede, J. (2016). Structure, function and value of street trees in California, USA. *Urban Forestry & Urban Greening*, 17, 104-115. doi: 10.1016/j.ufug.2016.03.013
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, 159, 62-75. doi: 10.1016/j.landurbplan.2016.10.005
- Mexia, T., Vieira, J., Principe, A., Anjos, A., Silva, P., Lopes, N., . . . Pinho, P. (2018). Ecosystem services: Urban parks under a magnifying glass. *Environ Res*, 160, 469-478. doi: 10.1016/j.envres.2017.10.023
- Meyer, M. A., & Schulz, C. (2017). Do ecosystem services provide an added value compared to existing forest planning approaches in Central Europe? *Ecology and Society*, 22(3). doi: 10.5751/es-09372-220306
- Montoya-Tangarife, C., de la Barrera, F., Salazar, A., & Inostroza, L. (2017). Monitoring the effects of land cover change on the supply of ecosystem services in an urban region: A study of Santiago-Valparaiso, Chile. *PLoS One*, 12(11), e0188117. doi: 10.1371/journal.pone.0188117
- Mouchet, M. A., Lamarque, P., Martín-López, B., Crouzat, E., Gos, P., Byczek, C., & Lavorel, S. (2014). An interdisciplinary methodological guide for quantifying associations between ecosystem services. *Global Environmental Change*, 28, 298-308. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.07.012
- Neema, M. N., Maniruzzaman, K. M., & Ohgai, A. (2013). Urban Greening Using an Intelligent Multi-Objective Location Modelling with Real Barriers: Towards a Sustainable City Planning. *Current Urban Studies*, 01(04), 75-86. doi: 10.4236/cus.2013.14008

- Neuenschwander, N., Wissen Hayek, U., & Grêt-Regamey, A. (2014). Integrating an urban green space typology into procedural 3D visualization for collaborative planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 48, 99-110. doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2014.07.010
- Nikodinoska, N., Paletto, A., Pastorella, F., Granvik, M., & Franzese, P. P. (2018). Assessing, valuing and mapping ecosystem services at city level: The case of Uppsala (Sweden). *Ecological Modelling*, 368, 411-424. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2017.10.013
- Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3-4), 115-123. doi: 10.1016/j.ufug.2006.01.007
- O'Farrell, P. J., & Anderson, P. M. (2010). Sustainable multifunctional landscapes: a review to implementation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(1-2), 59-65.
- Odgaard, M. V., Turner, K. G., Bøcher, P. K., Svenning, J.-C., & Dalgaard, T. (2017). A multi-criteria, ecosystem-service value method used to assess catchment suitability for potential wetland reconstruction in Denmark. *Ecological Indicators*, 77, 151-165. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.12.001
- Otte, A., Simmering, D., & Wolters, V. (2007). Biodiversity at the landscape level: recent concepts and perspectives for multifunctional land use. *Landscape Ecology*, 22(5), 639-642. doi: 10.1007/s10980-007-9094-6
- Peng, J., Liu, Y., Liu, Z., & Yang, Y. (2017). Mapping spatial non-stationarity of human-natural factors associated with agricultural landscape multifunctionality in Beijing–Tianjin–Hebei region, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 246, 221-233. doi: 10.1016/j.agee.2017.06.007
- Peng, J., Liu, Z., Liu, Y., Hu, X., & Wang, A. (2015). Multifunctionality assessment of urban agriculture in Beijing City, China. *Sci Total Environ*, 537, 343-351. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.136
- Pickard, B. R., Van Berkel, D., Petrasova, A., & Meentemeyer, R. K. (2016). Forecasts of urbanization scenarios reveal trade-offs between landscape change and ecosystem services. *Landscape Ecology*, 32(3), 617-634. doi: 10.1007/s10980-016-0465-8

- Pietrzyk-Kaszyńska, A., Czepkiewicz, M., & Kronenberg, J. (2017). Eliciting non-monetary values of formal and informal urban green spaces using public participation GIS. *Landscape and Urban Planning*, 160, 85-95. doi: 10.1016/j.landurbplan.2016.12.012
- Pollesch, N. L., & Dale, V. H. (2016). Normalization in sustainability assessment: Methods and implications. *Ecological Economics*, 130, 195-208. doi: 10.1016/j.ecolecon.2016.06.018
- Pulighe, G., Fava, F., & Lupia, F. (2016). Insights and opportunities from mapping ecosystem services of urban green spaces and potentials in planning. *Ecosystem Services*, 22, 1-10. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.09.004
- Queiroz, C., Meacham, M., Richter, K., Norstrom, A. V., Andersson, E., Norberg, J., & Peterson, G. (2015). Mapping bundles of ecosystem services reveals distinct types of multifunctionality within a Swedish landscape. *Ambio*, 44 Suppl 1, S89-101. doi: 10.1007/s13280-014-0601-0
- Rall, E., Bieling, C., Zytynska, S., & Haase, D. (2017). Exploring city-wide patterns of cultural ecosystem service perceptions and use. *Ecological Indicators*, 77, 80-95. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.02.001
- Radford, K. G., & James, P. (2013). Changes in the value of ecosystem services along a rural–urban gradient: A case study of Greater Manchester, UK. *Landscape and Urban Planning*, 109(1), 117-127. doi: 10.1016/j.landurbplan.2012.10.007
- Raudsepp-Hearne, C., Peterson, G. D., & Bennett, E. M. (2010). Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 107(11), 5242-5247. doi: 10.1073/pnas.0907284107
- Richards, D. R., & Friess, D. A. (2017). Characterizing Coastal Ecosystem Service Trade-offs with Future Urban Development in a Tropical City. *Environ Manage*, 60(5), 961-973. doi: 10.1007/s00267-017-0924-2
- Robinson, S. L., & Lundholm, J. T. (2012). Ecosystem services provided by urban spontaneous vegetation. *Urban Ecosystems*, 15(3), 545-557. doi: 10.1007/s11252-012-0225-8
- Rodriguez-Loinaz, G., Alday, J. G., & Onaindia, M. (2015). Multiple ecosystem services landscape index: a tool for multifunctional landscapes conservation. *J Environ Manage*, 147, 152-163. doi: 10.1016/j.jenvman.2014.09.001

- Rok, J., & Szmajda, D. (2014). Urban Benchmarking as a tool for complex assessment of development potential: ESPON.
- Roussel, F., Schulp, C. J. E., Verburg, P. H., & van Teeffelen, A. J. A. (2017). Testing the applicability of ecosystem services mapping methods for peri-urban contexts: A case study for Paris. *Ecological Indicators*, 83, 504-514. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.07.046
- Sanches, P. M., & Mesquita Pellegrino, P. R. (2016). Greening potential of derelict and vacant lands in urban areas. *Urban Forestry & Urban Greening*, 19, 128-139. doi: 10.1016/j.ufug.2016.07.002
- Schägnier, J. P., Brander, L., Maes, J., & Hartje, V. (2013). Mapping ecosystem services' values: Current practice and future prospects. *Ecosystem Services*, 4, 33-46. doi: 10.1016/j.ecoser.2013.02.003
- Selman, P. (2017). Planning for landscape multifunctionality. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 5(2), 45-52. doi: 10.1080/15487733.2009.11908035
- Sieber, J., & Pons, M. (2015). Assessment of Urban Ecosystem Services using Ecosystem Services Reviews and GIS-based Tools. *Procedia Engineering*, 115, 53-60. doi: 10.1016/j.proeng.2015.07.354
- Shi, P., & Yu, D. (2014). Assessing urban environmental resources and services of Shenzhen, China: A landscape-based approach for urban planning and sustainability. *Landscape and Urban Planning*, 125, 290-297. doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.01.025
- Shoyama, K., Kamiyama, C., Morimoto, J., Ooba, M., & Okuro, T. (2017). A review of modeling approaches for ecosystem services assessment in the Asian region. *Ecosystem Services*, 26, 316-328. doi: 10.1016/j.ecoser.2017.03.013
- Spake, R., Lasseur, R., Crouzat, E., Bullock, J. M., Lavorel, S., Parks, K. E., . . . Eigenbrod, F. (2017). Unpacking ecosystem service bundles: Towards predictive mapping of synergies and trade-offs between ecosystem services. *Global Environmental Change*, 47, 37-50. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2017.08.004
- Stepniewska, M. (2016). Ecosystem service mapping and assessment as a support for policy and decision making. *CLEAN–Soil, Air, Water*, 44(10), 1414-1422.



- Strohbach, M. W., Arnold, E., & Haase, D. (2012). The carbon footprint of urban green space—A life cycle approach. *Landscape and Urban Planning*, 104(2), 220-229. doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.10.013
- Sun, X., Crittenden, J. C., Li, F., Lu, Z., & Dou, X. (2018). Urban expansion simulation and the spatio-temporal changes of ecosystem services, a case study in Atlanta Metropolitan area, USA. *Sci Total Environ*, 622-623, 974-987. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.062
- Sun, X., & Li, F. (2017). Spatiotemporal assessment and trade-offs of multiple ecosystem services based on land use changes in Zengcheng, China. *Sci Total Environ*, 609, 1569-1581. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.07.221
- Syrbe, R.-U., & Grunewald, K. (2017). Ecosystem service supply and demand – the challenge to balance spatial mismatches. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(2), 148-161. doi: 10.1080/21513732.2017.1407362
- Szulczewska, B., Giedych, R., Borowski, J., Kuchcik, M., Sikorski, P., Mazurkiewicz, A., & Stańczyk, T. (2014). How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence. *Land Use Policy*, 38, 330-345. doi: 10.1016/j.landusepol.2013.11.006
- Tratalos, J., Fuller, R. A., Warren, P. H., Davies, R. G., & Gaston, K. J. (2007). Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 83(4), 308-317. doi: 10.1016/j.landurbplan.2007.05.003
- United Nations. (2018). 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. Retrieved from <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html> (June 16, 2018).
- Van der Biest, K., Vrebos, D., Staes, J., Boerema, A., Bodi, M. B., Fransen, E., & Meire, P. (2015). Evaluation of the accuracy of land-use based ecosystem service assessments for different thematic resolutions. *J Environ Manage*, 156, 41-51. doi: 10.1016/j.jenvman.2015.03.018
- Van Herzele, A., & Wiedemann, T. (2003). A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces. *Landscape and Urban Planning*, 63(2), 109-126. doi: 10.1016/s0169-2046(02)00192-5
- van Leeuwen, E., Nijkamp, P., & de Noronha Vaz, T. (2009). The multi-functional use of urban green space. *Amsterdam*, 2009-51, 1-13.

- Velasco, E., Roth, M., Norford, L., & Molina, L. T. (2016). Does urban vegetation enhance carbon sequestration? *Landscape and Urban Planning*, 148, 99-107. doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.12.003
- Verhagen, W., Kukkala, A. S., Moilanen, A., van Teeffelen, A. J. A., & Verburg, P. H. (2017). Use of demand for and spatial flow of ecosystem services to identify priority areas. *Conserv Biol*, 31(4), 860-871. doi: 10.1111/cobi.12872
- WHO. (2012). Health Indicators of Sustainable Cities. Retrieved from: [http://www.who.int/hia/green\\_economy/indicators\\_cities.pdf](http://www.who.int/hia/green_economy/indicators_cities.pdf) (August 15, 2016).
- Wissen Hayek, Ulrike, Neuenschwander, Noemi, Wirth, Timo von, Kunze, Antje, Halatsch, Jan, Schmitt, Gerhard and Adrienne Grêt-Regamey. 2014. Combining Three Modelling and Visualization Tools for Collaborative Planning of Urban Transformation. In Peer reviewed *proceedings of digital landscape architecture 2014* at ETH Zurich, ed. Wissen Hayek, Ulrike, 152-157. Berlin: Wichman.
- Woldegerima, T., Yeshitela, K., & Lindley, S. (2017). Ecosystem services assessment of the urban forests of Addis Ababa, Ethiopia. *Urban Ecosystems*, 20(3), 683-699. doi: 10.1007/s11252-016-0624-3
- Wolff, S., Schulp, C. J. E., & Verburg, P. H. (2015). Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives. *Ecological Indicators*, 55, 159-171. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.03.016
- Wu, J. (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 125, 209-221. doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.01.018
- Yang, B., Li, M. H., & Li, S. (2013). Design-with-nature for multifunctional landscapes: environmental benefits and social barriers in community development. *Int J Environ Res Public Health*, 10(11), 5433-5458. doi: 10.3390/ijerph10115433
- Yao, L., Chen, L., Wei, W., & Sun, R. (2015). Potential reduction in urban runoff by green spaces in Beijing: A scenario analysis. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(2), 300-308. doi: 10.1016/j.ufug.2015.02.014
- Zhang, B., Shi, Y.-t., Liu, J.-h., Xu, J., & Xie, G.-d. (2017). Economic values and dominant providers of key ecosystem services of wetlands in Beijing, China. *Ecological Indicators*, 77, 48-58. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.02.005

- Zhang, D., Huang, Q., He, C., & Wu, J. (2017). Impacts of urban expansion on ecosystem services in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration, China: A scenario analysis based on the Shared Socioeconomic Pathways. *Resources, Conservation and Recycling*, 125, 115-130. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.06.003
- Zhao, M., Kong, Z. H., Escobedo, F. J., & Gao, J. (2010). Impacts of urban forests on offsetting carbon emissions from industrial energy use in Hangzhou, China. *J Environ Manage*, 91(4), 807-813. doi: 10.1016/j.jenvman.2009.10.010
- Alam, M., Dupras, J., & Messier, C. (2016). A framework towards a composite indicator for urban ecosystem services. *Ecological Indicators*, 60, 38-44. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.05.035

# A Review of Urban Multifunctionality Assessment: A Way Forward for A Standardized Assessment and Comparability

## Abstract

The concept of multifunctionality has been increasingly integrated in the assessment of urban ecosystem services (ES). Although an indicator-based approach has been widely used for urban multifunctionality assessment, a variation in assessment methods still exists. The comparability of the assessment results across cities thus becomes difficult. This article reviewed 94 studies which included more than a single urban ES. The findings demonstrate a variation in the coverage of multifunctionality, indicator types, assessment methods, scoring systems, and the consideration of two important concepts: trade-offs and ecosystem service demands. A standardized assessment framework for urban ecosystems is therefore proposed. It contains five features: enabling users to select ecosystem structures, enabling users to assess the same ecosystem services which are mandatory, enabling users to select indicator types to suit their data availability, the use of reference values to have informative results, and integration of the analysis of trade-offs or ecosystem service demands. With this standardized approach, the comparability of urban multifunctionality is possible.

**Keywords:** urban ecosystem services; multifunctionality; assessment; standardize; comparability

## 1. Introduction

In recent decades, the need for multifunctional urban landscapes has drawn increasing attention. There are several reasons for this. With urban populations on the rise, existing urban green spaces are being threatened. There is a need to enhance the multifunctionality of the limited existing green spaces to cope with increasing urban pressure (Belmeziti et al., 2018). One important reason is that multifunctionality of urban landscapes is regarded as a means towards sustainability (Clark & Nicholas, 2013; Galler et al., 2015; Otte et al., 2007; Selman, 2017). Particularly in handling climate change, multifunctional urban landscapes contribute to resilience enhancement (Gómez-Baggethun et al., 2013) as they can serve as both mitigation and adaptive strategies for reducing greenhouse gas emissions and mitigating negative impacts of climate change (Lovell & Taylor, 2013). Multifunctionality plays a greater role in high density cities as an approach to foster synergies between different benefits (Brandt & Vejre, 2004; Rieke Hansen et al.; Yang, Li, & Li, 2013) which can be effectively combined in the limited spaces (Ahern, 2011). Otherwise, trade-offs or conflicts among different stakeholders can easily arise (Haase et al., 2014; Kain, Larondelle et al., 2016; Queiroz et al., 2015).

The concept of ecosystem services (ES) is fundamental for the development of multifunctional landscapes (O'Farrell & Anderson, 2010). The definition of a multifunctional landscape, which refers to one that provides multiple services in response to human demand (Crossman & Bryan, 2009; Rieke Hansen et al., 2017), highlights the linkage between multifunctionality and ES with a focus on the contribution to human beings. Without a demand from beneficiaries, it is impossible for ES to exist (Wu, 2014 cited in Jian Peng et al., 2017; Syrbe & Grunewald, 2017). There are four types of ESs: regulating, cultural, supporting, and provisioning services (MA, 2005; TEEB, 2011; CICES, 2018), which provide a comprehensive category of services delivered to society. The term "ES bundles" is usually used to analyze interaction among "sets of ES that repeatedly appear together across space or time" (Raudsepp-Hearne, 2010). The integration of multifunctionality in urban green planning is significantly stressed in the concept of green infrastructure characterized as an interconnected network of natural, semi-natural, and artificial areas (Benedict & McMahon, 2006; Tzoulas et al., 2007; European

Commission, 2013). Unlike grey or man-made infrastructures, which serve a single objective, green infrastructures demonstrate spatial patterns of landscaping facilitating the provision of multiple ES (Escobedo, 2018). The demand for urban ES, however, is accelerating due to rapid urban growth (Elmqvist et al., 2015; Gómez-Baggethun et al., 2013). A mismatch between ES supply and demand has become increasingly a concern. Consequently, there is currently an ongoing challenge to find a balance between supply and demand. It is crucial to assess this mismatch to have a better understanding for improving human well-being in urban areas (Baró et al., 2015).

Due to its significant role, multifunctionality has become the target for ES assessment (Mastrangelo et al., 2013). However, it has been examined in only a few studies (Haase et al., 2014; Stępniewska, 2016; Yang et al., 2013). The majority of studies which focused on urban areas emphasized only a single service, while only 10 out of 76 studies, accounting for 13% of the studies simultaneously mapped multiple ES (Pulighe et al., 2016). Some ES are often neglected for the assessment, such as food production (Lovell, 2010; Lovell & Taylor, 2013), species diversity and social cohesion (Rodríguez-Loinaz et al., 2015) in spite of the fact that urban landscapes are the hotspot for cultural services (Queiroz et al., 2015). Apart from little coverage of multifunctionality, there are also some methodological shortcomings impeding the integration of multifunctionality in urban ES assessment. Firstly, an operational definition of multifunctionality is lacking, leading to the divergence in the assessment methods and indicators (Mastrangelo et al., 2013). Differences in assessment approach restrict the comparability across urban ES studies (Egoh et al., 2012). Comparison across cities is important to enable the generalization of local findings (Queiroz et al., 2015) and to have insights about the driving factors in similarities and differences of urban ES (Kremer, et al., 2016). A call for a standardized methodological approach for mapping ES has therefore been made to increase certainty of the assessment results (Crossman et al., 2013; Kroll, Müller et al., 2012). Secondly, suitable indicators are also required for fine-scale assessment since most indicators were developed for large-scale assessment at the regional level (Daniels et al., 2018; Gulickx et al., 2013; Rieke Hansen et al., 2017). Thirdly, a comprehensive consideration of trade-offs is missing (Rodríguez-Loinaz et al., 2015). Especially for urban ES studies including multiple services, the trade-off analysis was rarely addressed (Haase et al., 2014; Sun & Li, 2017), even though the understanding of the interactions of ES bundles is important for preventing unwanted trade-offs and to increase opportunities to take advantage of synergies (Bennett, et al., 2009; Spake et al., 2017). The analysis of ES interactions has been encouraged to determine the effective management of multifunctional landscape (Raudsepp-Hearne et al., 2010; Spake et al., 2017). Lastly, urban ES demands are usually not taken into account. Mapping both supply and demand is useful to have a comprehensive understanding of the sufficiency and sustainability of services delivered (Burkhard, Kroll, Nedkov, & Müller, 2012; Crossman et al., 2013). Nevertheless, most assessments have focused only on the supply side (Larondelle & Lauf, 2016; Wolff et al., 2015).

This article, therefore, examines the multifunctionality assessment of the available urban ES studies. Although reviews of urban ES have been conducted before (Haase et al., 2014; Luederitz et al., 2015), they mainly investigated the assessment approach of a single ES. Multifunctionality was not explicitly addressed. This article therefore aims to analyze the assessment approaches used for mapping multifunctional urban landscapes with special consideration on the following key questions:

1. What are the urban characteristics of the cities in the multifunctionality assessments? Urban characteristics cover the geographical location, population sizes, and types of ecosystem structures.

2. What is the degree of coverage of multifunctionality assessed in the urban ES studies? How many and which ES are usually included for the assessments? Is there any relationship between urban characteristics and the coverage of multifunctionality?

3. What are the assessment approaches used to quantify multifunctionality in urban contexts? Are there indicators used in the assessment methods commonly employed for mapping each ES? What are the scoring methods to derive the assessment results?

4. How are the concepts of trade-offs and ES demands treated in the multifunctionality urban ES assessments? To what extent are both concepts integrated into the assessments?

## ● 2. Materials

### ● 2.1 Review method

A review of literature was carried out by building on a list of literature found in the recent urban ES review conducted by Luederitz et al. (2015) which consists of an analysis of 201 studies. More recent publications were searched for from two electronic databases: the Web of Science and Scopus. Both databases were searched to identify relevant studies from 2013-2018 by using two sets of keywords; “urban” or “city” was combined with “ecosystem services”, “assessment”, “valuation”, or “mapping.”

The initial search resulted in 710 papers from Scopus and 777 papers from the Web of Science. The reading of all papers were conducted to remove irrelevant papers by using the following criteria: 1) the ecosystem delivering the services was in an urban area and the beneficiaries were the urban population, 2) more than one ecosystem service or subcategory of one ecosystem service, as presented in Table 1, must be included to represent the multifunctionality of urban landscapes, and 3) data about indicators and assessment methods for each indicator was presented for in-depth analysis. In total, there were 94 papers for the review.

### ● 2.2 Methods for urban ES assessment analysis

Analysis of the selected papers was broken down into the following steps:

Step 1: Analysis of general information. This step aimed at obtaining information about urban characteristics of the multifunctionality assessments carried out in terms of location, urban size, and ecosystem structure. Urban size is classified into four groups based on population: cities with a population of less than 100,000, between 100,000 – 500,000, between 500,001 - 1,000,000 and over one million. Regarding urban ES structure, the classification was based on four main types: 1) the whole city which is a mix of built-up and natural areas, 2) large-scale green spaces encompassing both private and public green spaces distributed over the whole city, such as greenways, urban parks, residential gardens, street trees, and roof gardens, 3) blue spaces which refer to water bodies and open spaces near water bodies, and 4) sites for specific purposes, such as agricultural lands, brownfields and mangroves.

Table 1. Urban ES classification and subcategories of individual ES based on MA, TEEB, and CICES.

| Services   | MA                 | TEEB                     | CICES                                            | This study                                                  |
|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Regulating | Climate regulation | Local climate regulation | Regulation of chemical composition of atmosphere | Local climate regulation of temperature and thermal comfort |

|            |                                        |                                                      |                                                                                            |                           |
|------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|            |                                        |                                                      | Regulation of temperature and humidity                                                     |                           |
|            | Air quality maintenance                | Air quality regulation                               | Mediation of wastes or toxics through filtration, sequestration, storage, and accumulation | Air quality improvement   |
|            |                                        | Carbon sequestration and storage                     | Sequestration accumulation                                                                 | Carbon sequestration      |
|            | Water regulation and storm protection  | Moderation of extreme events e.g. floods and storms  | Hydrological cycle and water flow regulation                                               | Water regulation          |
|            |                                        |                                                      | Regulation of extreme events                                                               |                           |
|            |                                        |                                                      | Storm protection                                                                           |                           |
|            |                                        |                                                      | Fire protection                                                                            |                           |
|            | Water purification and waste treatment | Waste-water treatment                                | Mediation of wastes or toxic substances                                                    | Water quality improvement |
|            | Erosion control                        | Erosion prevention and maintenance of soil fertility | Control of erosion rates                                                                   | Soil erosion prevention   |
|            | Pollination                            | Pollination                                          | Pollination                                                                                | Pollination               |
|            | Regulation of human diseases           | Biological control to regulate pests and diseases    | Pest control                                                                               | Other                     |
|            |                                        |                                                      | Disease control                                                                            |                           |
|            | -                                      | -                                                    | Mediation of nuisances including smell reduction, Noise attenuation, and visual screening  |                           |
| Supporting | Production of atmospheric oxygen       | -                                                    | -                                                                                          | -                         |
|            | Soil formation and retention           | -                                                    | Regulation of soil quality (regulating services)                                           | Other                     |
|            | Nutrient cycling                       | -                                                    | -                                                                                          |                           |
|            | Water cycling                          | -                                                    | Regulation of the chemical condition of freshwaters                                        |                           |
|            |                                        |                                                      | Regulation of the chemical                                                                 |                           |

|              |                                                      |                                                                    |                                                                                                              |                                                                                |
|--------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                                      |                                                                    | condition of saltwaters                                                                                      |                                                                                |
|              | Provisioning of habitat                              | Habitat for species                                                | Seed dispersal (regulating services)                                                                         | Provisioning of habitat                                                        |
|              |                                                      |                                                                    | Maintaining nursery populations and habitats                                                                 |                                                                                |
|              | -                                                    | Maintenance of genetic diversity                                   | -                                                                                                            | Species diversity                                                              |
| Cultural     | Recreation and ecotourism                            | Recreation and mental and physical health                          | Physical and experiential Interactions promoting health or enjoyment                                         | Recreation                                                                     |
|              |                                                      | Tourism                                                            |                                                                                                              |                                                                                |
|              | Inspiration                                          | Aesthetic appreciation and inspiration for culture, art and design | Bequest value                                                                                                | Aesthetic experiences                                                          |
|              | Aesthetic values                                     |                                                                    | Aesthetic experiences                                                                                        |                                                                                |
|              | Cultural heritage values                             | -                                                                  | Culture and heritage                                                                                         | Cultural and historical values                                                 |
|              | Cultural diversity                                   |                                                                    |                                                                                                              |                                                                                |
|              | Spirit and religious values                          | Spiritual experience and sense of place                            | Symbolic meaning Sacred or religious meaning                                                                 |                                                                                |
|              | Sense of place                                       |                                                                    | Entertainment or representation                                                                              |                                                                                |
|              | Knowledge systems                                    | -                                                                  | Scientific investigation                                                                                     | Other                                                                          |
|              | Educational values                                   | -                                                                  | Educational and training                                                                                     |                                                                                |
|              | Social relations                                     | -                                                                  | Other                                                                                                        |                                                                                |
| Provisioning | Food and fiber                                       | Food                                                               | Food from cultivated plants, aquatic plants, rear animals and reared aquatic animals                         | Food                                                                           |
|              | Fuel                                                 | Raw materials                                                      | Materials and energy derived from fibers and other materials from cultivated plants, fungi, algae, bacteria, | Resources as Raw materials including raw materials, wood/biomass and medicine. |
|              | Ornamental resources                                 |                                                                    |                                                                                                              |                                                                                |
|              | Biochemicals, natural medicines, and pharmaceuticals | Medicinal resources                                                |                                                                                                              |                                                                                |



|  |                   |             |                                                                              |                             |
|--|-------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|  |                   |             | reared animals<br>and reared<br>aquatic animals                              |                             |
|  | Fresh water       | Fresh water | Surface and<br>ground water<br>used for nutrition,<br>materials or<br>energy | Resources as fresh<br>water |
|  | Genetic resources | -           | -                                                                            | -                           |

Step 2: Analysis of multifunctionality and indicator characteristics. Each urban ES study was examined to identify:

- Coverage of urban ES multifunctionality encompassing the four categories of regulating, supporting, cultural, and provisioning services suggested by MA (2005) and TEEB manual for cities (2011). The CICES classification system version 5.1 (2018) is also considered as CICES explicitly distinguished between ES (La Notte et al., 2017). Unlike MA and TEEB, CICES groups ES into three categories of regulating, cultural and provisioning services. Supporting services are treated as part of regulating services and maintenance. The detailed CICES sub-categories of each ES is useful for identifying some ambiguous ES. Combining three classification systems of ES, this study categorizes ES as shown in Table 1.
- Number and type of indicators. The number of indicators measuring urban ES of each paper was identified. Statistical analysis was performed to indicate the average, maximum, and minimum number of indicators in each urban ES category. Following from Alam et al. (2016), indicators were classified as either direct or proxy. Direct indicators are used to directly demonstrate benefits gained from urban ecosystems. Some benefits, on the other hand, are difficult to directly measure; therefore, proxy indicators are used as the substitution of such benefits. They are usually tangible and represent any piece of evidence inferring the interested benefits. For example, green areas can be a proxy for local climate regulation to represent the ability of an ecosystem to reduce air temperature.
- Number of urban ES studies that considered trade-offs and ES demands. Methods to examine trade-offs between different ES are identified. Also, ES demands are classified into three types: risk, desired level of services, and actual consumption, as adapted from Wolff et al. (2015).

Step 3: Analysis of assessment methods for each indicator by classification into five groups as described below

- Spatial mapping. These mapping methods are based on the measurement of spatial features, such as land use, flooded areas, vegetation areas, sealed surfaces, agricultural areas or distance to green spaces. This spatial data can be collected either from relevant maps, such as topographic or hydrological maps, or from aerial and satellite photograph analysis.
- A Lookup Table (LUT). Unlike other methods quantifying ES based on self-inventory, A LUT rely on a benefit transfer approach. They are used when ES benefits or values derived from literature, including previous studies or government statistics, are transferred to the current ES assessment (Haase et al., 2014). This method can be

combined with spatial mapping to link ES benefits to mapped landscape units (Andrew 2015).

- Modelling. Compared to other methods, modelling involves complex calculations to simulate ecological processes or impacts. Based on England et al.'s (2017) and Andrew's (2015) model classification, two types of models falling into this category are empirical and process models. The former requires point-based measurements to estimate ES using regression analysis. In contrast, the latter has no requirement for direct measurement. Its estimation is often based on a set of biophysical variables of interested parameters. For example, topographic and hydrological variables are used to indicate hydrological services.
- Field measurement. Field survey is conducted to directly collect biophysical data or environmental performance at specific points across ecosystems.
- Opinion Survey. This is a qualitative method to examine people's opinions, perception, or ES value. It can be conducted by using a questionnaire survey for a large number of samples. It also includes other participatory techniques suitable for small sample size, such as interview or focus group meetings to receive expert opinions.

Step 4: Analysis of scoring and weighting methods. Scoring methods and grading scales used to express the final results of the urban ES assessment were analyzed. This step also examined whether a weighted scoring method was applied for assessing the final results and how weighting factors were elicited.

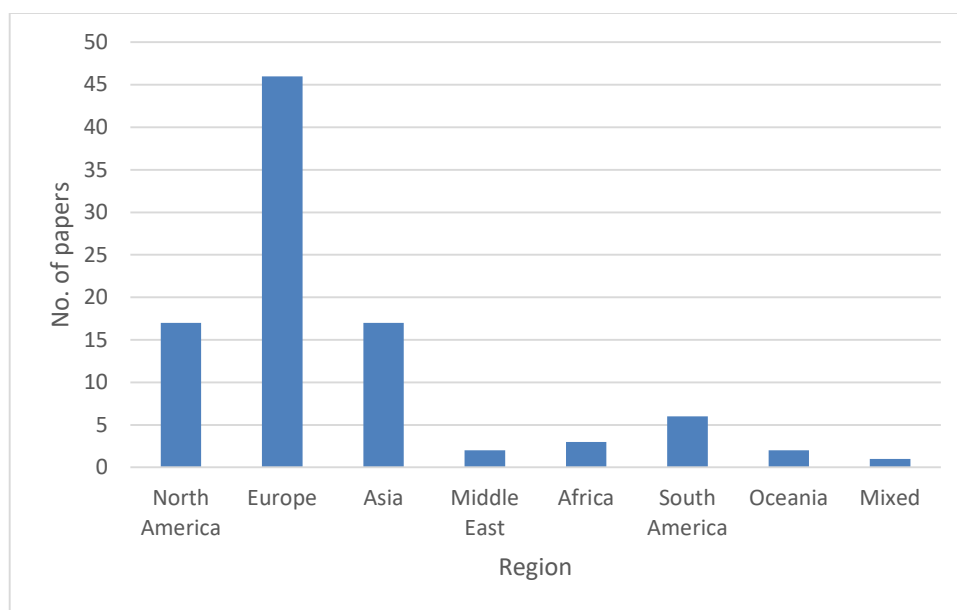
Step 5: Analysis of the consideration of trade-offs and ES demands. According to Mouchet et al. (2014), ES interactions are categorized into three types: supply-supply, supply-demand, and demand-demand. In this article, the concept of trade-offs only deals with supply-supply. Supply-demand trade-offs, which place emphasis on mismatch between ES supply and demand, is separately considered in the concept of ES demands. As defined by Mouchet et al. (2014), supply trade-offs include "trade-offs and synergies in simultaneously provided ES". It focuses on the supply of ES with an aim to examine simultaneous enhancement or conflicts of different ES supplies. Firstly, the frequency of studies integrating supply trade-offs in urban ES assessment was determined. Secondly, ES bundles was defined to identify the number and category of ES considered. Thirdly, the method for trade-off analysis was identified. The same procedure was conducted for analyzing ES demands.

Step 6: Statistical analyses. SPSS v.17 was used to perform a descriptive statistic for analyzing the frequency and the average values of urban size, ecosystem structures, the coverage of multifunctionality and the consideration of ecosystem concepts related to ES supply-demand and trade-offs. Also, chi-square tests were performed to examine the relations between three categorical variables including urban size, ecosystem structures and the coverage of multifunctionality. This analysis helped to evaluate if such three categorical variables have any significant relations, or if they are independent. The strength of relations can be determined from the level of significance (or P-Values). With 95% confidence level, P-Values should be less than .1, .05, and .001. Lastly, one-way ANOVA test was performed, a method for examining significant differences between the means of two or more groups. The analysis was therefore performed to indicate whether independent groups of multifunctionality coverage and urban ecosystem structures have a different number of indicators. To ensure that the data was suitable for one-way ANOVA analysis, data was checked for four concerns including independence of observation, the presence of outliers, normal distribution of dependent variables, and homogeneity of variances.

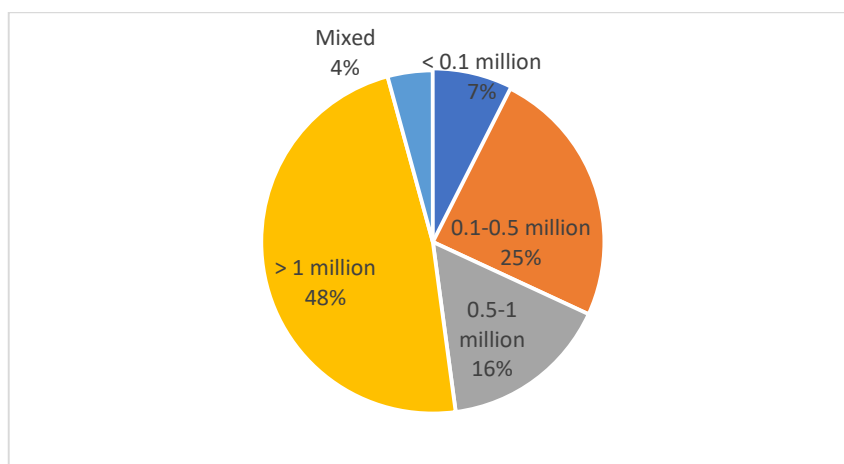
### 3. Results

#### 3.1 General information about a city where indicators are applied

As shown in Fig. 1, urban ES studies with a multifunctionality approach were developed for cities in three main geographical regions: Europe, Asia, and North America. About half of the studies (49%) are found in the European region. A similar number of studies appear in both Asia (19%) and American (18%) cities, followed by cities in South America (6.5%). The remaining studies are in other regions across the world. There is also one study that looks at areas in several cities located in different regions. Regarding urban size (based on population), the number of urban multifunctionality studies positively relate to city size. The majority of the studies were found in the largest cities (48%) while less than 10% of the studies targeted the small-sized cities.



**Fig. 1.** Distribution of urban multifunctionality assessment across regions

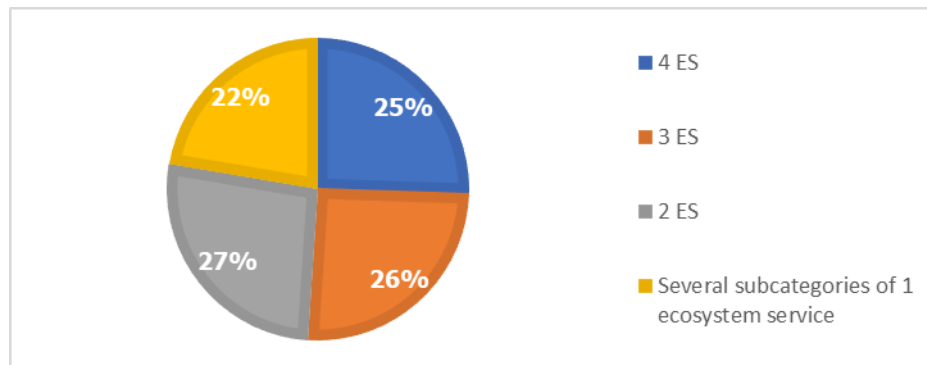


**Fig. 2.** Distribution of urban multifunctionality assessment in different city sizes

Urban multifunctionality assessment is dominated by two ecosystem structures: the whole city (44.7%) and green spaces (42.6%). Blue spaces and specific sites, such as agricultural land and brownfields, had a small share of urban multifunctionality studies. For green spaces, most studies focused on public green space, for 37.3%, covering green spaces (19.1%), urban parks (8.5%), forest (4.3%), greenway (4.3%), and street trees (1.1%).

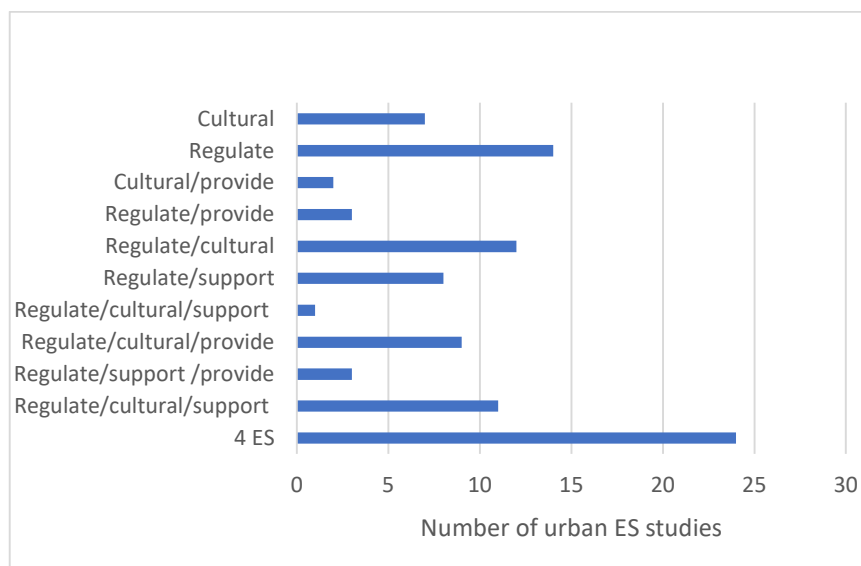
### 3.2 Coverage of multifunctionality in urban ES assessment

Among the four ES, regulating services were the priority in 90% of the studies, followed by cultural services (70%) and supporting services (52%). Provisioning services was the priority in the least number of studies, at 43%. Considering multifunctionality, 78% of the studies incorporated more than one ES in their assessment. The remaining studies assessed only one ecosystem service but considered several sub-categories. Only a quarter of papers covered all four ES. About the same number of papers included either two or three urban ES as presented in Fig. 3.



**Fig. 3.** Number of ES included in the assessments by percentage

Fig. 4 illustrates the coverage of multifunctionality in detail. When two ES were assessed, most studies focused on regulating and cultural services together (13%) or regulating and supporting services (9%). When three ES were assessed, regulating and cultural services were often combined with supporting services (12%) or provisioning services (10%). Overall, most of urban multifunctionality studies therefore covered multiple ES. Only 20% of the studies targeted one ecosystem services but several subcategories of such ecosystem service.



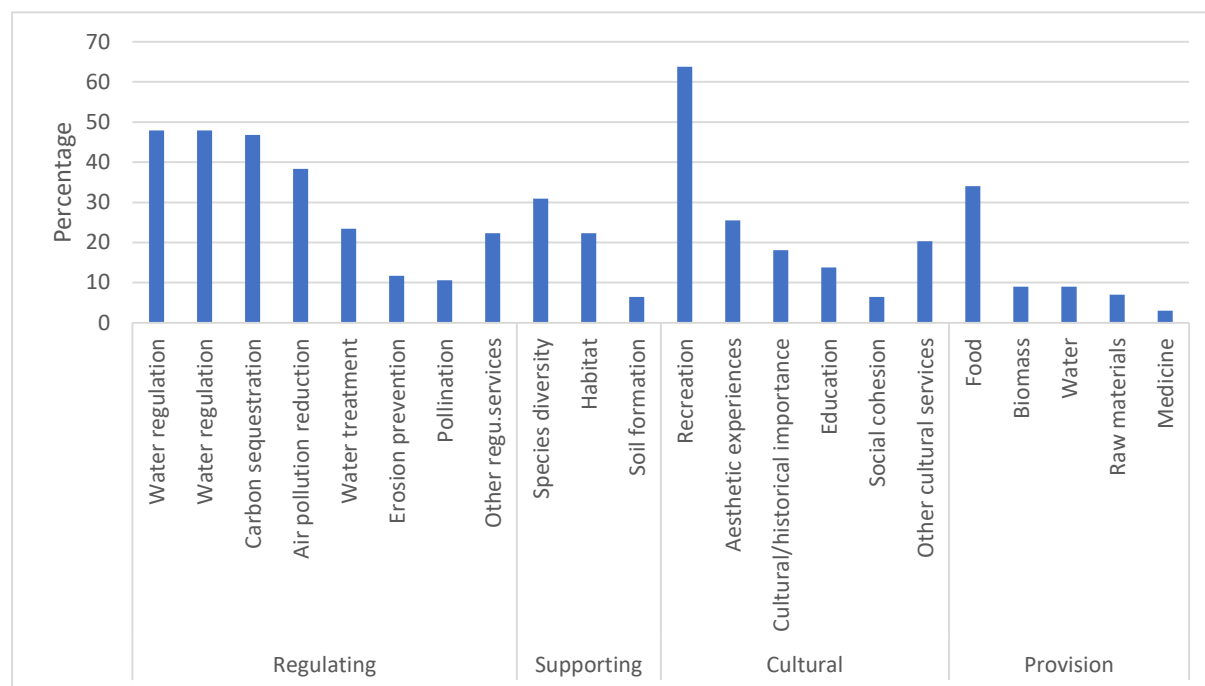
**Fig. 4.** Coverage of multifunctionality

#### 3.2.1 Regulating services

Water regulation related to stormwater management attracted the most attention for the assessment of regulating services, accounting for 48%, followed by 47% for carbon sequestration and 44% for local climate regulation. As Fig. 5 shows, other services were also targeted, including air pollution reduction, water quality improvement, soil erosion prevention, and pollination.

### 3.2.2 Cultural services

Three major benefits considered in cultural services assessments in the studies were: providing recreation opportunity (63%), aesthetic appreciation (25%), and enhancing cultural or historical importance (18%). In contrast, benefits related to providing educational opportunity (14%) and strengthening social cohesion (6%) appeared in far fewer studies.



**Fig. 5.** Sub-categories of urban ES found in the multifunctionality assessments

### 3.2.3 Supporting services

There are two supporting services relevant to cities: maintaining a diversity of plants and animals and providing habitats. The former was found in 31% of urban ES assessments- higher than the latter, which appeared in 22% of the studies.

### 3.2.4 Provisioning services

Food is the most frequently mentioned product - shown in 31% of the multifunctionality assessments - followed by biomass (9%) and water supply (9%). Other products included were medicine (3%) and raw materials in general (7%).

**Table 2.** Average number of indicators in relation to the number of multifunctionality coverage

| Number of ES | Number of Indicators |         |         | Number of studies | Standard Deviation |
|--------------|----------------------|---------|---------|-------------------|--------------------|
|              |                      | Minimum | Maximum |                   |                    |
| 1            | 4.55                 | 2       | 12      | 22                | 2.24090            |
| 2            | 7.33                 | 2       | 18      | 24                | 3.59549            |
| 3            | 13.13                | 4       | 53      | 24                | 11.46758           |
| 4            | 10.54                | 4       | 33      | 24                | 6.94687            |
| Total        | 8.98                 | 2       | 53      | 94                | 7.69440            |

Table 3. Summary of indicator characteristics and assessment methods of urban multifunctionality assessment

| ES         |                         | Indicators                                                            | Number of indicators    |     |     |      | Percentage of indicator types (%) |       | Assessment method (%) |     |           |                   |                |
|------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----|-----|------|-----------------------------------|-------|-----------------------|-----|-----------|-------------------|----------------|
| Category   | Sub-category            |                                                                       | Total number of studies | Min | Max | Mean | Direct                            | Proxy | Spatial mapping       | LUT | Modelling | Field measurement | Opinion survey |
| Regulating | Flood mitigation        | Flood volume/runoff reduction (74%)                                   | 45                      | 1   | 4   | 1.31 | 74                                | 26    | 14                    | 7   | 67        | 7                 | 17             |
|            |                         | Ratio of sealed/unsealed surfaces (12%)                               |                         |     |     |      |                                   |       |                       |     |           |                   |                |
|            |                         | Flood risk (10%)                                                      |                         |     |     |      |                                   |       |                       |     |           |                   |                |
|            |                         | Others, such as the presence of flood control structure/measures (5%) |                         |     |     |      |                                   |       |                       |     |           |                   |                |
|            | Carbon sequestration    | The amount of carbon sequestered by vegetation                        | 47                      | 1   | 4   | 1.23 | 100                               | 0     | 20                    | 13  | 100       | 0                 | 0              |
|            |                         |                                                                       |                         |     |     |      |                                   |       |                       |     |           |                   |                |
|            | Climate regulation      | Cooling capacity of vegetation (65%)                                  | 43                      | 1   | 5   | 1.44 | 70                                | 30    | 20                    | 21  | 25        | 22                | 17             |
|            |                         | Surface temperature (25%)                                             |                         |     |     |      |                                   |       |                       |     |           |                   |                |
|            |                         | Other (15%)                                                           |                         |     |     |      |                                   |       |                       |     |           |                   |                |
|            | Air quality improvement | Pollutant level (58%)                                                 | 39                      | 1   | 6   | 1.38 | 78                                | 12    | 17                    | 25  | 33        | 25                | 14             |
|            |                         | The amount of pollutants removed by vegetation (22%)                  |                         |     |     |      |                                   |       |                       |     |           |                   |                |
|            |                         | Traffic problem (6%)                                                  |                         |     |     |      |                                   |       |                       |     |           |                   |                |

|            |                              |                                                         |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
|------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|----|---|----|------|-----|----|----|----|----|----|----|
|            |                              | Others (11%)                                            |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
|            | Other                        | Water quality                                           | 23 | 1 | 4  | 1.48 | 90  | 10 | 13 | 22 | 35 | 9  | 30 |
|            |                              | Soil erosion prevention                                 | 13 | 1 | 2  | 1.65 | 91  | 9  | 9  | 0  | 81 | 19 | 28 |
|            |                              |                                                         |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
| Supporting | Habitat for species          | Landscape characteristics (32%)                         | 22 | 1 | 10 | 2.50 | 68  | 32 | 27 | 14 | 5  | 27 | 23 |
|            |                              | Species abundance (63%)                                 |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
|            |                              | Other (18%)                                             |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
|            | Species diversity            | Animal species diversity (60%)                          | 28 | 1 | 6  | 2.00 | 76  | 24 | 17 | 24 | 14 | 28 | 28 |
|            |                              | Plant species diversity (40%)                           |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
|            | Other                        | Soil formation                                          | 6  | 1 | 7  | 2.12 | 100 | 0  | 0  | 0  | 33 | 33 | 33 |
|            |                              |                                                         |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
| Cultural   | Recreation                   | Recreational values based on people's perceptions (40%) | 60 | 1 | 9  | 2.02 | 29  | 71 | 38 | 22 | 9  | 13 | 36 |
|            |                              | Recreational values based on facilities (40%)           |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
|            |                              | Accessibility to green areas (17%)                      |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
|            |                              | Number of visitors to green areas (3%)                  |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
|            | Aesthetic experiences        | Aesthetic perception (64%)                              | 22 | 1 | 17 | 2.42 | 64  | 36 | 23 | 5  |    | 5  | 23 |
|            |                              | Aesthetic values based on physical features (36%)       |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |
|            | Cultural and historic values | Cultural and historic values (81%)                      | 16 | 1 | 4  | 1.40 | 81  | 19 | 6  | 13 |    | 13 | 13 |
|            |                              |                                                         |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |    |

|              |          |                                                               |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |     |
|--------------|----------|---------------------------------------------------------------|----|---|----|------|-----|----|----|----|----|----|-----|
|              |          | Cultural and historic values based on physical features (19%) |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |     |
|              | Other    | Social cohesion                                               | 7  | 1 | 1  | 1.00 | 100 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 100 |
|              |          | Education                                                     | 13 | 1 | 2  | 1.08 | 77  | 23 | 17 | 0  | 0  | 8  | 77  |
|              |          | Other                                                         | 18 | 1 | 7  | 2.10 | 67  | 33 | 11 | 17 | 0  | 17 | 56  |
| Provisioning | Food     | Potential food production (72%)                               | 32 | 1 | 8  | 1.75 | 75  | 25 | 19 | 53 | 16 | 13 | 31  |
|              |          | Cultivation areas (9%)                                        |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |     |
|              |          | Economic value of cultivation (9%)                            |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |     |
|              |          | Plant composition for producing agricultural products (6%)    |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |     |
|              |          | Land capability for urban agriculture (6%)                    |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |     |
|              | Resource | Raw materials                                                 | 23 | 1 | 13 | 2.13 | 22  | 1  | 5  | 15 | 2  | 0  | 8   |
|              |          | Wood                                                          |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |     |
|              |          | Medicine                                                      |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |     |
|              |          | Water                                                         |    |   |    |      |     |    |    |    |    |    |     |



### 3.3 Indicators

The total number of proposed indicators for assessing urban ES ranges from 2-53, with the average number being 9. The majority of urban ES assessments with a multifunctionality approach contain less than ten indicators. Only 21% of the studies have a range of 11-20 indicators and about 5% of the studies proposed more than 20 indicators. It should be noted that the number of indicators positively associates with the coverage of multifunctionality. As Table 2 presents, the average number of indicators used for assessing three to four ES was higher than that used to assess only one and two ES. About five indicators were used, on average, to assess a single ES, while the average number of indicators increased to more than 10 when the assessment covered three to four ES. The result of a one-way ANOVA test between the number of indicators and multifunctionality coverage classified into four groups according to the number of ES also confirms that the mean values of indicator numbers are significantly different among four groups of multifunctionality coverage ( $F(3,90) = 6.404$ ,  $P = 0.001$ ). Accordingly, it is likely that an increase in the number of indicators relates to an improved ability to measure multifunctionality in assessment of urban ES.

In the following section, indicator characteristics and assessment methods for each ES are described in detail based on the analysis of indicators found in the current urban ES studies (Supplementary document A). A summary of indicators classified into groups is shown in Table 3 which provides details about the number of indicators, types of indicators, and the percentage of assessment methods applied in all urban ES.

#### 3.3.1 Indicators for assessing regulating services

##### 3.3.1.1 Water regulation

- Classification. Indicators are divided into three main groups. The first group, the most common of indicators, refers to the estimates of flood volume or the storm water-runoff volume. The estimates of flood volume usually involve multiple factors, such as annual precipitation rate, depression area, and runoff coefficients. To make the assessment simpler, some urban ES assessments focused on runoff coefficients or the ability of ecosystems to reduce runoff volume from green areas or permeable surfaces. The second group of indicators found in a smaller number of studies relies on spatial data of sealed and unsealed areas. The higher the proportion of the sealed areas to the unsealed areas, the higher the flood risk. The last group, with the least common indicators, is also based on the spatial data of flood risk areas.
- Type of indicators. The first group of indicators associated with the amount of flood volume or the avoided runoff are considered as the direct indicator, used in 74% of the total studies. The second and third groups of indicators associated with spatial data to estimate the ability to reduce runoff or the exposure level to flooding are proxy indicators and are used in 26% of the studies.
- Assessment methods. Modelling is the most frequently found method for quantifying the flood or runoff volume. Opinion survey was the method used (often combined with other methods such as modelling) for valuation of flood benefits in a smaller number of the studies. Spatial mapping was equally employed to quantify sealed or unsealed surface areas affecting the quantity of runoff. Lastly, a LUT and field measurement were found in the fewest number of studies. The latter was mostly conducted for specific areas, such as wetlands or community gardens.

##### 3.3.1.2 Carbon sequestration

- Classification of indicators. Unlike flood mitigation which is measured by using several indicators, the amount of carbon sequestered by urban green areas is the only indicator found

for this subcategory. However, landscape components in which carbon is sequestered were defined differently in the studies. Only 15% of studies specified that both above-ground and below-ground biomass of vegetation and soil were included for estimating carbon sequestration. The rest of the studies did not specifically indicate landscape components for quantifying the benefits of urban ecosystems, such as carbon sink.

- Type of indicator and assessment methods. Based on the ability of vegetation to sequester carbon, a direct indicator was the type of indicator for this ES and modelling was the method to compute the amount of carbon sequestered by vegetation and soil.

### 3.3.1.3 Local climate regulation

- Classification of indicators. The ability of urban ecosystems in regulating climate is mainly measured from cooling capacity in reducing overall temperature and surface temperature or the amount of heat absorbed. The first group of indicators is more common for assessing the urban ES in this subcategory. Cooling potentials were measured from vegetation characteristics, such as leaf area index (LAI), tree shading, or plant composition. Another group of indicators was based on surface temperature principally derived surface temperature data was obtained from remote sensing images. Other indicators for this ES subcategory relate to urban population characteristics for identifying the vulnerable areas, but they were considered in only six studies.
- Type of indicators. Direct indicators dealing with surface temperature or temperature reduction account for most of the studies. Proxy indicators based on either land cover types or biophysical data of green areas were used for computing temperature reduction achieved through cooling and shading effects of vegetation.
- Assessment methods. Modelling was widely used in about one-third of the studies to calculate cooling capacity of urban ecosystems. It involves several factors related to vegetation characteristics and climatic condition including air movement and thermal radiation. The second most used method, relied on expert judgment or people's perceptions to determine the role of urban ecosystems in modifying microclimates. Mapping green areas and field measurement of urban temperature were also frequently applied to estimate temperature reduction by vegetation and directly measure urban temperature and the amount of heat trapped.

### 3.3.1.4 Air quality improvement

- Classification of indicators. Four groups of indicators are pollutant level, the amount of pollutants removed by vegetation, traffic problem, and others. The first group were most often included to assess air quality.
- Type of indicators. Due to the dependence on the amount of pollutants for urban ES assessment, direct indicators were used in the majority of the studies. Proxy indicators including traffic load, street length, and lichen diversity were used as an indirect measure for pollutant level.
- Assessment methods. Modelling was widely used in one-third of the studies, followed by LUT and field measurement. A LUT was often combined with other methods to quantify benefits based on data obtained from previous studies. For example, the ability of urban trees to remove air pollutants was referenced from Nowak's study (Nowak et al., 2006) of urban trees in American cities. The use of spatial mapping and an opinion-based approach was found in the least number of studies.

### 3.3.1.5 Water quality improvement

- Classification of indicators. Water quality was mainly indicated from the amount of nutrients or pollutants retained in water (48%), the quantity of water recharged (35%), and the presence of wastewater treatment (13%).
- Type of indicators. Direct indicators were used in almost all studies to measure water quality. The remaining ones assessed water quality through proxies such as distance to wastewater treatment plants and the proportion of engineering plants.
- Assessment methods. Modelling and subjective assessment were two important methods used to determine water quality. Other methods were equally applied in different studies.

### 3.3.1.6 Soil erosion prevention

- Classification of indicators. The amount of soil loss (or erosion rate) was the indicator found in almost all studies except for two studies that relied on expert judgement on the ability of ecosystem in erosion prevention.
- Type of indicators. Almost all studies used direct indicators. Only two studies measured from a proxy indicator by associating soil loss with land cover types.
- Assessment methods. Modelling was performed in most studies. Few studies conducted opinion survey and field measurement.

### 3.3.1.7 Others

Other regulating services found in less than ten studies include:

- Noise pollution reduction. Direct indicators were used to measure either noise level or the amount of noise reduced by vegetation. A variety of methods including modelling, field measurement, and a LUT was applied to assess indicators in this subcategory.
- Odor reduction. Only two studies included the ability of urban ecosystems to reduce odor. One used the distance to the odor source and forest area for reducing odor emissions as the measure. Another assessment was based on people's perceptions of the odor problem.
- Pollination. This service was assessed through either bee habitat or habitat quality to attract bees. Opinions on the importance of the areas for pollination is also a measure for pollination service.

Overall, regulating services is mostly based on an objective approach requiring quantitative indicators for measuring benefits related to urban environmental quality. Methods which relied on empirical data, such as modelling, were therefore frequently used for computing regulating services related to water and air quality, urban temperature, storm water runoff, carbon emissions, and soil erosion. Almost 70 modelling tools have therefore been developed for assessing multiple services, particularly regulating services (Grêt-Regamey et al., 2017). For urban ES assessment, the two modelling tools most often used are Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs (InVEST) and i-Tree. Both tools are applied in 13 papers, accounting for 14% of the total studies. InVEST is capable of quantifying all ES while i-Tree can only be used for assessing regulating services based on the capacity of urban trees and the characteristics of permeable and non-permeable surfaces.

Another important method for quantitative measurement is mapping bio-physical data used as proxies for assessing ES. Land use or land cover is the common bio-physical data widely used since 1997 when Costanza et al. mapped economic values of ecosystems based on different land uses at the global level (Englund et al., 2017; Schägner et al., 2013; Shoyama et al., 2017). However, this method is ineffective for small-scale areas where spatial variations are high (Van der Biest et al., 2015). For urban areas with heterogeneous land uses, land covers associated with fine-scale landscape elements, such as vegetation types, geography, and soil types serve as a basis for urban ES assessment (Haase et al., 2014). Among 84 studies which assessed regulating ES, 19 studies relied on the land cover approach. However, not all studies showed interest in using a refined land cover classification. Ten

studies incorporated additional data with land cover data, as shown in Table 4, to provide more site-specific assessment. Refined land cover classification was found in two studies to capture variability in urban landscape. The refinement of a land use system helps to improve the accuracy of mapping methods particularly for regulating services (Van der Biest et al., 2015). The remaining studies relied on the standard land cover classification to detect the impact of land use change on ES. The usage of field measurement for testing water, air, or soil samples was limited to the assessment of small-scale ecosystem structures (e.g. urban parks and wetlands) as this empirical approach is time consuming and resource intensive (Englund et al., 2017). For regulating services, air quality improvement had the largest share of studies using field surveys which were usually conducted in sampling sites distributed across study areas.

In addition, qualitative measurement is found in several studies which assess urban ES based on people's opinions. Participatory methods based on expert opinions were mostly found to assess two subcategories of water quality and soil erosion prevention.

The number of indicators varies greatly across subcategories. The average number of indicators is lower than 1.5. Only two subcategories have an average number above 1.5, namely soil loss prevention and others. This means that both categories had more than one indicator for their assessment.

**Table 4.** Urban ES assessment with land cover approach

| Source                        | Additional data                                                       |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| de la Barrera et al. (2016)   | Vegetation cover and impervious cover                                 |
| Cabral et al. (2016)          | -                                                                     |
| Davids et al. (2016)          | Location and biophysical data                                         |
| Estoque & Murayama (2016)     | Landscape connectivity and fragmentation analysis                     |
| Fernandez-Campo et al. (2017) | Tree canopies, the potential for trees to grow, and ground conditions |
| Goldenberg et al. (2017)      | Soil data and habitat classification                                  |
| Grafius et al. (2016)         | -                                                                     |
| Haase et al.(2012)            | -                                                                     |
| Haase et al. (2014)           | -                                                                     |
| Holt et al. (2015)            | Topography map to provide heterogeneous land cover                    |
| Hong & Guo (2017)             | Demographic data                                                      |
| Hu et al. (2015)              | Ratio of impermeable surface                                          |
| Kroll et al. (2012)           | Land use intensity, soil, climate, and population data                |
| Klimas et al. (2016)          | Tree cover, non-woody vegetation cover, and impervious area           |
| Larondelle et al. (2014)      | -                                                                     |

|                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| Pickard et al. (2016)  | Use of InVEST model |
| Roussel et al. (2017)  | -                   |
| Sun et al. (2018)      | -                   |
| Tratalos et al. (2007) | -                   |

### 3.3.2 Indicators for assessing supporting services

Among 54 studies, indicators for assessing the two subcategories of supporting services can be presented as follows:

#### 3.3.2.1 Provisioning of habitat

- **Classification.** This subcategory is mainly measured through landscape characteristics (32%) and species abundance (63%). Landscape connectivity and the percentage of green area are landscape metrics used for assessing habitat quality based on landscape characteristics related to connectivity and patch characteristics. More specific characteristics, such as the depth of water features, were analyzed for small-scale landscape features, such as wetlands. Indicators related to species abundance can be classified into plant and animal richness. Other indicators used for measuring habitat quality relate to ecosystem processes, such as biotic interaction and overall habitat quality.
- **Type of indicators.** Indicators that rely on landscape metrics for assessment are considered as proxies, accounting for about 30% of the studies. The usage of direct indicators based on the number of species or ecological value is more common.
- **Assessment methods.** Field survey and spatial analysis are the two methods most frequently used to derive landscape data, followed by an opinion survey. A LUT and modelling were the methods undertaken in only a small number of studies.

#### 3.3.2.2 Species diversity

- **Classification of indicators.** Among 29 studies, species diversity was assessed through animal species diversity (60%) and plant diversity (40%). Only three studies use landscape characteristics to indicate biodiversity.
- **Type of indicators.** Since species diversity was the indicator in most studies, direct indicators were the main indicator type of this subcategory. Proxy indicators indirectly indicate biodiversity according to physical characteristics of urban ecosystems and were found in 24% of the studies.
- **Assessment methods.** All methods except for modelling were performed in most studies. Similar to that found in habitat for species, field survey and opinion survey were the methods used in the majority of the studies to indicate the quantity of species found in the study areas and to indicate ecological value of urban ecosystems. Spatial mapping was mostly conducted to identify plant diversity from landscape characteristics. Use of a LUT was also a significant method to gather benefits or biological data from literature or government documents.

#### 3.3.2.3 Others

- **Soil formation.** Soil quality related to soil fertility and the amount of nutrients was used to assess this ES. Different assessment methods were found to measure soil quality including modelling, field measurement and the use of expert opinions.

For supporting services, two subcategories contain a similar set of indicators related to the number of species or landscape characteristics. Compared to regulating services, field survey takes the greater role as the assessment method since data collection at site-specific areas is required to

analyze species diversity of habitat quality. In contrast, modelling becomes the least frequently used method. The number of indicators for supporting services are higher than that for regulating services. Up to ten indicators were used for assessing habitat quality, with the average number being more than two.

### 3.3.3 Indicators for assessing cultural services

#### 3.3.3.1 Recreation.

- Classification of indicators. A total of 58 studies investigated recreational services along with other urban ES. Recreational services were measured through either qualitative or quantitative indicators. Indicators can be classified into five groups. The first group, used by most studies (40%), is recreational values based on people's perceptions, followed by recreational values based on facilities provided in green areas (21%) and the proportion of green areas per capita (19%). The other two groups of indicators were accessibility to green areas (17%) and the number of visitors to green areas (3%).
- Type of indicators. Based on the five groups of indicators described above, only the first group measuring recreational values from people's perceptions is considered to be direct indicators. The remaining groups demonstrate the attempts to use proxies enabling quantitative measurement through the quantity of facilities and amenities, green areas, the distance to green areas, and the number of visitors.
- Assessment methods. For indicators related to people's perceptions of recreational services, survey methods were undertaken in almost all studies except for a few studies which referenced data from previous studies. Two other two important methods are spatial mapping, which rely on quantitative data of green areas for the assessment, and a LUT as a reference recreational potential from previous studies.

#### 3.3.3.2 Aesthetic experiences

- Classification of indicators. Among 22 studies, two main indicators used for measuring cultural services related to the aesthetic aspect are aesthetic perception (64%) and aesthetic values based on physical features (36%).
- Type of indicators. Direct indicators refer to those that depend on people's opinions on aesthetic values of urban ecosystems. Proxies were used when aesthetic assessment was assessed through physical features of urban ecosystems.
- Assessment methods. A questionnaire survey was the main method used to measure aesthetic value from people's perceptions (59%) and expert judgment (23%). Spatial mapping was conducted in 23% of the studies, and their assessment was based on physical features of urban ecosystems. Only one study measured aesthetic experience from a field survey (Pietrzyk-Kaszyńska et al., 2017), and another study used the LUT method by linking of aesthetic values to land cover classification (Koschke et al., 2012).

#### 3.3.3.3 Cultural and historical values

- Classification of indicators. Most studies measured cultural importance of urban ecosystems through people's perceptions. Such studies used qualitative measurement to directly ask respondents to assign a value to a particular place. Only few studies used quantitative indicators (such as distance to historical sites, size of green areas or the presence of historical buildings) to determine cultural importance of an urban ecosystem.
- Type of indicators. As most studies directly ask opinions about cultural values, direct indicators took account for 81% of the studies. The remaining used proxies that relied on the spatial aspect of a place.
- Assessment methods. A participatory approach was the most important method used including a questionnaire survey of people's perceptions (56%) and expert judgment (13%).

Field surveys and a LUT were the method undertaken in 13% (each) of the studies. Spatial mapping was conducted in only one study that made the judgment according to the distance to historical sites.

#### 3.3.3.4 Others

- Social cohesion. Seven studies include social cohesion as one of the cultural services for urban ES assessment. All of them utilized a qualitative approach by asking people's opinions on the social significance of urban ecosystems in connecting people.
- Education opportunity. A variety of indicators were used to determine education opportunity of urban ecosystems. Qualitative indicators used in ten studies include those that asked people directly to rate their value on either learning opportunity or nature experience. Quantitative indicators found in three studies refer to the distance to educational facilities or the number of educational visits.
- Others. Other cultural services relate to benefits of urban ecosystems that help to provide inspiration, improve health condition, and enhance well-being associated with environmental quality of sound, smell and safety.

Overall, the assessment of cultural services was largely based on a qualitative approach relying on people's perceptions or expert judgment. This subjective-based assessment involving participation of stakeholders has been reported as the main method for measuring non-monetary services for small-scale areas (Haase et al., 2014; La Rosa et al., 2016; Wolff et al., 2015). Only three studies employed both non-monetary and monetary valuation methods like benefit-transfer, travel cost method, and contingent valuation for assessing multiple cultural services (Dou et al., 2017; Estoque & Murayama, 2016; Langemeyer et al., 2015). In contrast to large-scale assessments that have no obvious indicators for measuring cultural benefits (Bryce et al., 2016), city-scale assessments are likely to employ the same perception-based indicators for assessing this category. Only cultural services related to recreation were not exclusively assessed from participatory methods. Quantitative measurement was also incorporated to assess the role of urban ecosystems in facilitating recreational activities through the proportion of green area per capita and the number of visitors.

The number of indicators for cultural services varied across the subcategories. Recreation and aesthetic appreciation often had more than one indicator, with the maximum number being 17. The other subcategories mostly contained only one indicator.

#### 3.3.4 Indicators for assessing provisioning services

##### 3.3.4.1 Food

- Classification of indicators. Different indicators were used to assess provisioning services in terms of potential food production, convenience to have access to fresh food, and economic values of agricultural products. Most studies focused on the assessment of potential food production (72%). Other indicators include cultivation areas (9%), economic value of cultivation (9%), plant composition for producing agricultural products (6%), and land capability for urban agriculture (6%). Accessibility to food was measured in only one study using proximity to farms as the indicator.
- Type of indicators. Direct indicators related to yield per area unit and economic value of cultivation were used in 75% of the studies. Proxy indicators were found in the studies based on spatial information of agricultural land.
- Assessment methods. A LUT was the method applied in most studies (53%). This method was often combined with spatial mapping, modelling, or field survey to estimate crop yield. A

questionnaire survey of agricultural value was another important method conducted in 44% of the studies.

#### 3.3.4.2 Resource

- Classification of indicators. A total of 23 studies had indicators measuring resource provision. About 75% of the studies focused on the provision of natural resources covering raw materials, wood or timber products, and medicine. Water resources received the second largest share of attention in the studies at 40%. Five studies were interested in converting provisioning services into economic values.
- Type of indicators. Most of the indicators were direct indicators based on the production of certain resources. Only two studies used proxies based on spatial information of distance to the resources and vegetation types to indicate the value of provisioning services.
- Assessment methods. A LUT was the important method applied in nearly 60% of the studies to quantify resource production of the study areas on a basis of relevant data derived from previous studies. For example, Hu et al. (2015) assigned the value of each land use category in Fuzhou in accordance with the value of ecosystems in China estimated by Xie et al. (2003 cited in Hu et al., 2015). Larondelle & Lauf (2016) obtained information about the demand for water supply and the groundwater recharge of the city of Berlin from statistics of government agencies. Two other important methods were a survey of people's valuation to determine provisioning services in one-third of the studies and spatial mapping (31%).

Overall, food production was more highlighted than the provision of resources for provisioning services of urban ecosystems. Compared to other services, a LUT became the most important method for assessing food and resource production based on data derived from previous studies. In addition, participatory methods, particularly valuation surveys, were another important type of assessment method for a number of studies that utilized qualitative measurement.

The number of indicators for provisioning services varied from 1-8 for food production and up to 13 for resource provision. Generally, the assessment of resource provision used more indicators with the average number being two.

### 3.4 Scoring methods and results

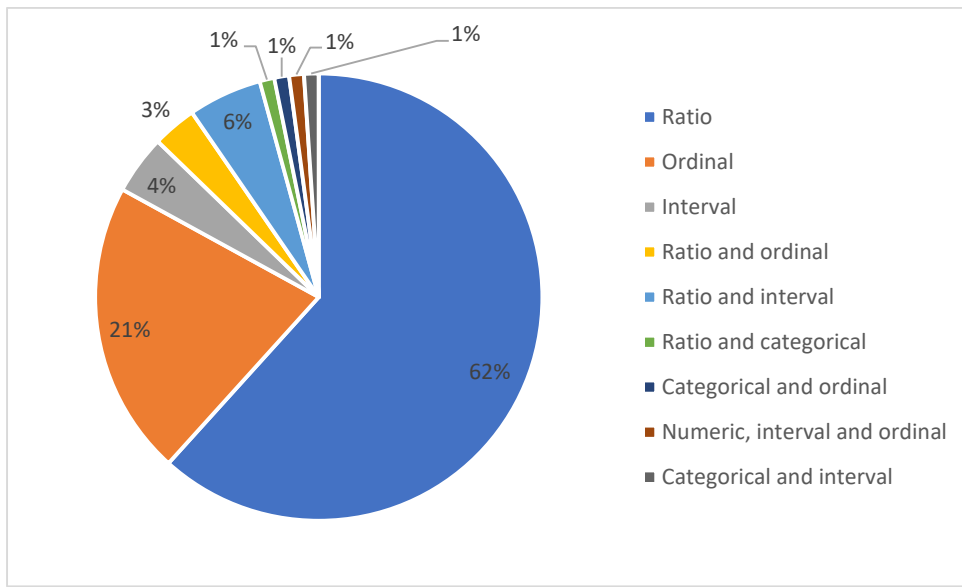
Scoring methods vary according to measurement scales of each indicator. There are four measurement scales found in urban ES assessment: nominal, ordinal, interval, and ratio. Nominal scales are also known as categorical scales and are used to classify data into categories, such as "yes" and "no." Ordinal scales are often used for rating preferences or ranking order. A Likert scale ranging from 1-5 is the common ordinal scale used for rating preference by assigning a value of 1 to represent the least preference and a 5 for the highest preference. Interval scales, in this study, refer to ranking order that is based on measurable quantity classified into a scale. In contrast to ordinal scales measuring perceived values, interval scales are physical measures like land cover types or desired characteristics. For example, different land cover types can be assigned scores by using a scale of 1-10 based on their urban ES. Or, a scale of 1-4 can be used to classify local climate regulation of urban districts based on the ratio of sealed to unsealed surfaces and urban density. Lastly, ratio scales represent quantity, and the differences between scales can be quantified. Obviously, nominal and ordinal scales are used for qualitative data while interval and ratio scales are used to measure quantitative data.

Fig. 6 illustrates that about 70% of urban ES studies used numeric scales consisting of ratio scales (62%), interval scales (4%), a mix of ratio and interval scales (5%), and a mix of ratio and ordinal scales (3%). The usage of ordinal scales for ranking ES values was found in 22% of the studies, while



categorical scales were used in the least number of studies - about 3%. A mix of ratio, interval, and ordinal scales was found in only one study.

With nominal, ordinal, and interval measurement, each indicator is assessed by using grading scales. Therefore, a range of certain scores according to grading scales is given for an individual indicator. The total scores of each subcategory or category can be achieved from the sum of an individual score divided by the number of indicators. For interval measurement, assessment criteria were developed to indicate reference values for each indicator. Scores are therefore determined based on reference values.



**Fig. 6.** Type of measurement scales in urban ES assessment

Regarding indicators with a ratio measurement scale, the assessment results of each indicator are numeric values with different measurement units. Such numeric values are therefore often normalized relative to the maximum and minimum values derived from each indicator. These maximum and minimum values are usually derived from urban ES in the study areas, demonstrating the focus on a certain city. The normalization process converts the numeric values into a scale of 0-1 or 0-100. Then the total scores can be indicated from the average values of each ES. However, a number of studies (39%) did not normalize numeric values of individual indicators since the overall assessment results were not considered as much as those of individual services.

**Table 5.** Weighting methods used in urban ES studies

| Weighting method | Number of participants | Groups of participants | Reference                     |
|------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Rating           | N/A                    | Experts                | Alam et al. (2016)            |
| AHP              | 8                      | Experts                | Andersson-Skold et al. (2018) |
| AHP              | N/A                    | Stakeholders           | Antognelli & Vizzari (2017)   |

|                      |     |              |                                 |
|----------------------|-----|--------------|---------------------------------|
| Rating               | N/A | Experts      | Fernandez-Campo et al. (2017)   |
| AHP                  | N/A | Experts      | Huang & Tsou (2006)             |
| Rating, AHP          | 12  | Experts      | Koschke et al. (2012)           |
| Expert judgment      | N/A | Experts      | Kremer et al. (2016)            |
| AHP                  | 19  | Stakeholders | Liquete et al. (2016)           |
| Rating               | 30  | Stakeholders | Meyer & Schulz (2017)           |
| Rating, Ranking, AHP | N/A | Stakeholders | Meerow & Newell (2017)          |
| Rating               | 15  | Experts      | Montoya-Tangarife et al. (2017) |
| AHP                  | N/A | Stakeholders | Peng et al. (2015)              |
| AHP                  | N/A | Stakeholders | Sun et al. (2018)               |
| Rating               | 21  | Stakeholders | Dizdaroglu & Yigitcanlar (2014) |

A weighting system was incorporated in 16% of urban ES studies. This helps by taking into account the different values given to urban ES (Koschke et al., 2012). Weighting factors were derived from people's opinions through three main methods: expert judgment, Analytical Hierarchical Process-AHP, and ranking or rating. Usually, there are two groups of participants in the weighting process: experts in the concerned fields and public stakeholders (Bryan, 2010 cited in Kremer et al., 2016). With expert judgment, weightings were assigned depending on the priority given to urban ES. The AHP technique, known as Saaty's method, elicits weights from participants who assessed pairwise comparisons by using a 9-point rating scale. After the questionnaire survey is assessed, a reciprocal matrix is constructed from all responses and computed to determine the relative values of individual services. Ranking or rating is the simpler technique recommended as the method among planners to acquire weighting (Andersson-Skold et al., 2018). Interestingly, the number of participants in this weighting process was not often reported. Table 5 shows that only six out of fourteen studies mentioned the number of participants, which ranged from 8-30.

With or without a weighting system, the assessment results are expressed through either total scores or grading scales. Several grading scales are utilized as presented in Table 6. A scale of 0-1, 0-10, or 0-100 was the most common scale-type used by a quarter of the studies. A lesser number of studies (15%) displayed the assessment results through a scale of 1-5. Most of these studies assessed urban ES from people's perceptions. The use of other grading scales was infrequent. Due to the differences in grading scales, it is clear that there is no standardization for the representation of urban ES assessment results. Notably, over 60% of urban ES studies expressed the assessment results by using grading scales. The remaining only displayed scores obtained for each service. Different methods make comparability of the assessment results impossible.

**Table 6.** Grading scales used for the assessment results of urban ES studies

| Grading scales | Frequency | Percentage |
|----------------|-----------|------------|
|----------------|-----------|------------|

|           |    |      |
|-----------|----|------|
| 0-1       | 13 | 13.8 |
| 0-10      | 5  | 3.3  |
| 0-100     | 6  | 6.4  |
| 1-3       | 6  | 6.4  |
| 1-4       | 2  | 2.1  |
| 1-5       | 14 | 14.9 |
| 1-6       | 2  | 2.1  |
| 1-7       | 1  | 1.1  |
| 1-8       | 2  | 2.1  |
| 1-9       | 1  | 1.1  |
| -1.5-+1.5 | 1  | 1.1  |
| Yes/No    | 4  | 4.3  |
| No scale  | 37 | 39.4 |

### 3.5 Integration of trade-off analysis

Only six studies investigated the interactions among ES in urban landscapes. Table 7 provides the details of such studies in terms of the coverage of multifunctionality, the types of urban ecosystems, and the methods for trade-off analysis. It shows that the concept of trade-off was mostly incorporated when the whole city or large-scale areas became the target of the assessment, although small-scaled landscapes like wetlands and river flood plains were assessed for identifying a trade-off relationship.

**Table 7.** Characteristics of urban ES assessments with the consideration of trade-offs

| Author                        | Type of urban ecosystems | Methods for trade-off analysis                                          | Coverage of multifunctionality |                     |                   |                       |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|
|                               |                          |                                                                         | Regulating services            | Supporting services | Cultural services | Provisioning services |
| Dobbs et al. (2014)           | City                     | Correlation for all ES                                                  | √                              | √                   | √                 | √                     |
| Fernandez-Campo et al. (2017) | City                     | Pairwise comparison for only bioenergy provision                        | √                              | X                   | √                 | √                     |
| Richards & Friess (2017)      | Wetland                  | Scenarios and pairwise comparison with urban development and between ES | √                              | √                   | √                 | √                     |
| Stępniewska (2017)            | Floodplain               | Opinion                                                                 | √                              | √                   | √                 | X                     |
| Sun et al. (2018)             | City                     | Scenarios and correlation for all ES                                    | √                              | √                   | √                 | √                     |
| Li et al. (2016)              | City                     | Correlation for all ES                                                  | √                              | √                   | √                 | √                     |

For multifunctional urban landscapes, interactions among ES were considered when a minimum of three ES was included. Almost all studies examined supply trade-offs by using correlation analysis to identify positive and negative relations between ES. Only one study investigated trade-offs between maintaining habitat for wildlife and recreation services from the discussion among stakeholders (Stępniewska, 2016). The main purpose of these six studies was to indicate gains and losses of urban ES from changes in landscape structures as a result of urban development in order to formulate better ecosystem management plan that is able to balance ES.

### 3.6 Integration of urban ES demands

Only six studies integrated the concept of urban ES demands in the multifunctionality assessment as given in Table 8. All studies conducted the assessment at the city level and had indicators for measuring the demands for regulating services. Half of the studies contained indicators for other ES.

Regarding the types of urban ES demands, the demands for regulating services were considered as risks and required mitigation in five studies. These risks included air pollution, high temperature, and flood risk. They were measured through the ability of urban green spaces to remove pollutants, reduce temperature, and reduce runoff volume. Otherwise, the demands for regulating services were treated the same way as the demand for actual consumption, such as energy consumption.

**Table 8.** Characteristics of urban ES assessments with the consideration of urban ES demands

| Author                   | Type of urban ecosystems | Regulating services | Supporting services | Cultural services | Provisioning services | Indicators for urban ES demand                                                                                                                                                                | Types of ES demand                | Method for demand analysis                                                         |
|--------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Larondelle & Lauf (2016) | City                     | √                   | X                   | √                 | √                     | Water consumption, demand for particulate matter removal, ratio of elderly to overall population density, required heat regulation, demand for carbon sequestration, quantity of green spaces | Risk, consumption, desired target | Differences between supply and demand in same unit measurement                     |
| Verhagen et al. (2017)   | City                     | √                   | X                   | √                 | X                     | Potential flood damage, NO <sub>2</sub> concentration, pollination dependency of a crop type, population density for                                                                          | Risk, desired target              | Comparison between the priority areas of supply and demand by using a scale of 0-1 |

|                          |      |   |   |   |   |                                                                                                                                                                                                      |                      |                                                                                                                                                                |
|--------------------------|------|---|---|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          |      |   |   |   |   | urban leisure demand                                                                                                                                                                                 |                      |                                                                                                                                                                |
| Baró et al. (2016)       | City | √ | X | √ | X | The availability of recreational sites, population density, NO <sub>2</sub> concentration levels                                                                                                     | Risk, desired target | Differences between capacity and demand by using a scale of 1-5                                                                                                |
| Baró et al. (2015)       | City | √ | X | X | X | PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , and O <sub>3</sub> concentration levels, annual CO <sub>2</sub> -eq emissions per ha, annual CO <sub>2</sub> emissions per capita, the number of heat risk days | Risk, desired target | Comparison with the desired levels. High and moderate levels of mismatch are assigned based on the extent to which supply is lower than the reduction targets. |
| Goldenberg et al. (2017) | City | √ | X | X | X | Opinions on demand for local climate regulation and storm water regulation of each land cover                                                                                                        | Risk                 | Differences between supply and demand by using a scale of 0-5                                                                                                  |
| Kroll et al. (2012)      | City | √ | X | X | X | Final energy demand per hectare of each land cover type, water consumption per hectare of each land cover type, food demand per hectare of                                                           | Actual use           | Ratio between supply and demand                                                                                                                                |

|  |  |  |  |  |  |                    |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--------------------|--|--|
|  |  |  |  |  |  | each land use type |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--------------------|--|--|

## 4. Discussion

### 4.1 Comprehensiveness of urban ES assessment

As shown in section 3, multifunctionality assessment of urban ecosystems concentrates on three geographical regions: Europe, Asia and North America. This non-uniform distribution also occurs for the general ES assessment (Crossman et al., 2013). The high number of studies in cities having over one million inhabitants demonstrates that the concept of multifunctionality was often integrated for urban ES assessment of a highly populated city where ES demands are high. No relationship between urban size and the coverage of multifunctionality was found from a Chi-square test ( $\chi^2(12) = 13.612$ ,  $P = 0.326$ ). This means that the inclusion of all four ES is applicable for multifunctionality assessment in small, medium, or large cities.

A review of 94 studies shows that indicators were proposed to cover four ES. It is clear that regulating services receive the greatest attention from nearly 90% of multifunctionality assessments, followed by cultural and supporting services, which were included in 70% and 52% of the total studies, respectively. Provisioning services received the least priority from 43% of urban multifunctional assessments. The emphasis on regulating and cultural services in urban settings corresponds to previous findings (Camps-Calvet et al., 2016; Cortinovis & Geneletti, 2018; Luederitz et al., 2015). The chi-squared test shows significant relations between the number of ES and urban ecosystem structure classified as the whole city, green spaces, and the others ( $\chi^2(6) = 17.87$ ,  $P = 0.007$ ). It is found that three to four ES were mostly assessed for all urban ecosystem structures except for green spaces, which mainly focused on the assessment of one to two ES. An association between ES category and urban ecosystem structure was also observed,  $\chi^2(20) = 38.51$ ,  $p = 0.008$ , indicating the differences in multifunctionality coverage among four ecosystem structures. It is clearly shown that provisioning services were mostly included when the whole cities were considered, accounting for 55% of the total studies. Smaller shares of studies covered provisioning services in the assessment of other urban ecosystem structures, especially green spaces, which are found only in 25% of the studies. Different coverage of multifunctionality not only demonstrates a lack of consensus of an operational definition of multifunctional urban landscaping, but also indicates local variation in the needs and concerns for urban ES (Hubacek & Kronenberg, 2013).

Differences in local concerns contribute to discrepancies in the assessment framework of urban ES multifunctionality and result in the incomparability of the assessment results between different cities. To enable this type of comparison, the main values of each ES category that share common concerns at global and local scales should be defined with a set of pre-requisite indicators. These types of indicators are aimed at preventing failures in achieving the minimum requirements of key issues (Alwaer et al., 2010). In addition, indicators for measuring other urban ES that are specific to some local contexts should be considered as optional.

## 4.2 Variation in indicators

A variety of indicators were used for the four ES. As shown in Section 3.3, quantitative indicators were applied in the majority of urban multifunctionality ES assessments. Qualitative indicators based on people's opinions were found in 20% of the studies, and mostly aimed to measure the values of ES. They were also significantly used for assessing cultural services that are intangible. Aesthetic appreciation, historical significance, and education opportunity are three services heavily measured through qualitative indicators employed in over 70% of the studies.

For quantitative indicators, both proxy and direct indicators were used, but the degree to which these two types of indicators were used was different depending on each ES. Proxy indicators can refer to proxy models that relate ES to land cover using abiotic and biotic variables (Lavorel et al., 2017). Spatial mapping is the common method for assessing proxy indicators, coupled with other methods, such as using a LUT and expert judgment. Among the four ES, proxy indicators were mostly found for the assessment of cultural and supporting services including recreational opportunity and habitat conservation. The use of proxy indicators was not common for regulating services which were predominantly assessed through direct indicators based on a modelling approach for all subcategories. The largest share of direct indicators requiring empirical data from field survey were found in supporting services. For provisioning services, most studies used direct indicators coupled with a LUT to quantify food or resource production from statistical data. Accordingly, a variation of indicators and assessment methods is found not only in each ES but also across the four ES. This divergence in indicator types requires a standard approach for indicator selection to enable the comparability in multifunctionality between urban ES studies.

## 4.3 Variation in scoring approach

Assessment results of the urban multifunctionality studies were expressed as the real values of ES or a grading scale. The former is used by the majority of the studies. With the real values, the capability of urban ecosystems in providing ES is known, but the extent to which the provision of ES meets the desired level remains unknown. On the other hand, a grading scale indicates the performance level of urban ecosystems in relation to the reference values. The reference values are different depending on the type of measurement scale. For a ratio scale, a score derived from min-max normalization indicates the performance of the urban ecosystem based on the poorest and highest performances found in the study area. Therefore, ES in the local context is used as the reference values for a grading scale with the min-max approach. For an interval scale, the scores are assigned based on the reference values. These reference values can be set according to biological thresholds, policy goals, or from established expert judgment (Pollesch & Dale, 2016; Rodriguez-Loinaz et al., 2015). However, most studies set the reference values in an arbitrary manner. Only a small number of studies explicitly provided the sources of their reference values. For example, Baró et al. (2016) used the minimum concentration of air pollutants set in the European Union air quality Directive as the reference values for regulating services related to air quality. Grêt-Regamey et al. (2015) defined the reference values of recreational services based on the local standards set by the municipality of Zurich concerning the maximum distance to, minimum size and maximum capacity of recreation areas. Without the ability to generalize reference values to a larger scale, the assessment results of urban multifunctionality are useful only at the local level, impeding the ability to compare the ES provision with other cities.

To make the assessment more informative, assessment values of each indicator should therefore be used as a reference or benchmark against what is considered as a high standard or an accepted standard. The decisions on measurement scales that are defined on an ad hoc basis or external values should instead be shifted to the use of reference values that relate to baseline or target values. This approach with standards benchmarking is useful for monitoring of results and indicating measures for

continuous improvement as it provides information on the state of the system in respect of ideal targets or agreed upon standards (Pollesch & Dale, 2016; Rok & Szmajda, 2014). It is argued that the urban ES assessment should provide relevant policy-support (van Leeuwen et al., 2009). Accordingly, reference values need to be defined based on the minimum requirements for urban ES development set in standards or regulations as well as the preferred targets aimed at to be achieved according to government policy.

Despite the small number of studies which applied a weighted scoring system, the methods for eliciting weights were still highly varied. The two most popular methods were AHP and rating. AHP method is not suitable for eliciting weights of the assessment tools with more than seven indicators (Satty & Ozdemir, 2003). This method is considered time-consuming and complicated (Cinelli, Coles, & Kirwan, 2014), leading to a lack of motivation among participants to assign weights and inaccuracy in the weighting results when compared to those derived from easier methods, such as by using the Likert scale for rating (Koschke et al., 2012). To prevent any biased decisions regarding the assessment results, Koschke et al. (2012) implemented three scoring approaches: equal weighting, weighted system from AHP method, and weighted system from rating method, and then conducted a sensitivity analysis for informing decision makers. Importantly, this scoring approach allows the comparison of the assessment results computed either with or without a weighted system.

#### 4.4 A lack of analysis for trade-off relationships and ES demand

Only a small number of studies included the concepts of trade-off and ES demand, accounting for about 6% of the total studies. Based on the multifunctionality assessment framework of green infrastructure proposed by Hansen & Pauleit (2014), it is important to not only identify the hotspots of multifunctionality, but also to understand other issues including trade-off relationships and balance between ES supply and demand. The consideration of synergies and trade-offs between ES helps to set priorities for the improvement of urban landscapes (Hansen & Pauleit 2014). In the existing studies, there were two studies that incorporated scenario analysis with the trade-off concept to identify losses and benefits from different urban development options (Richards & Friess, 2017; Sun et al., 2018). This application for identifying the best options demonstrates the ability of the valuation with the trade-off concept in supporting decisions between different measures that influence the provision of ES (Hansen & Pauleit, 2014). To analyze relationships between ES, correlation is the most common method used in almost all studies to compare relationships between each pair of ES. However, this method tends to identify a no-effect relationship. By comparison, descriptive methods without any explicit quantitative measures have a high probability of identifying trade-offs (Lee & Lautenbach, 2016). Therefore, a combination of both correlation and descriptive methods for assessing trade-offs should be undertaken to validate the results.

Regarding ES demand, the types of ES demand used in the assessments can be distinguished from ES as shown in Table 9. For regulating services alone, ES demands were mostly considered as risks needing ES supply for mitigation. It should be noted that only one study conducted by Larondelle and Lauf (2016) included the social aspect for the analysis of regulating services demand. They considered population density and the ratio of elderly as the factors affecting the degree of ES demand. In terms of recreational services, ES demand was correlated with the suitable amount of green spaces as a desired target. For provisioning services, ES demand was clearly identified as the actual consumption of food and water.

**Table 9.** Characteristics of ES demand in urban multifunctionality assessment

| ES         | Subcategory   | Indicator for ES demand   | Type of demand           |
|------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| Regulating | Air pollution | ● Pollutant concentration | ● Risk and vulnerability |



|              |                          |                                                |                                     |
|--------------|--------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|
|              |                          |                                                | ●Acceptable level of air pollutants |
|              | Local climate regulation | ●Ratio of elderly<br>●Population density       | ●Risk and vulnerability             |
|              | Storm water management   | ●Potential flood damage                        | ●Risk and vulnerability             |
|              | Carbon sequestration     | ●CO <sub>2</sub> emissions                     | ●Risk and vulnerability             |
|              | Pollination              | ●Pollination dependency of a crop type         | ●Desired target                     |
|              | Energy                   | ●Energy demand for each land cover type        | ●Actual consumption                 |
| Cultural     | Recreation               | ●Recreation demand based on population density | ●Desired target                     |
| Provisioning | Food                     | ●Food consumption                              | ●Actual consumption                 |
|              | Water supply             | ●Water consumption                             | ●Actual consumption                 |

To analyze the mismatch between ES supply and demand, different methods were used including identifying the differences or indicating the ratio between supply and demand. For supply and demand of regulating services, most studies directly compared the capacity of urban ecosystems with the degree of the concerned risk by using the same measurement units, such as the comparison between the quantity of air pollutants removed by vegetation and the concentration amount of air pollutants. Indirect comparison through a scale of 0-1 or 0-5 is found when ES supply and demand were not set in the same measurement units or when ES assessment was based on a land cover approach. Although the concept of ES demand still receives little attention, the type of ES demand can be distinguished for each service. As with indicator types for multifunctionality assessment, a variety of methods for demand analysis exist. Thus, a standardized approach is required for understanding the ES supply and demand balance.

## 5. Proposed assessment framework for urban multifunctionality

This assessment framework is proposed for developing a standardized approach for urban multifunctionality assessment to address the shortcomings of the existing approach with a variation in coverage, multiple indicator type assessment methods, and a scoring system. This proposed framework enables a comparison across cities and provides informative results for decision makers in order to accurately assess the performance of urban ecosystems and reach the desired goals.

Fig. 7 illustrates the proposed framework for urban multifunctionality assessment. This proposed framework provides the methodological procedure for assessing multifunctional urban landscapes. It consists of five main stages.

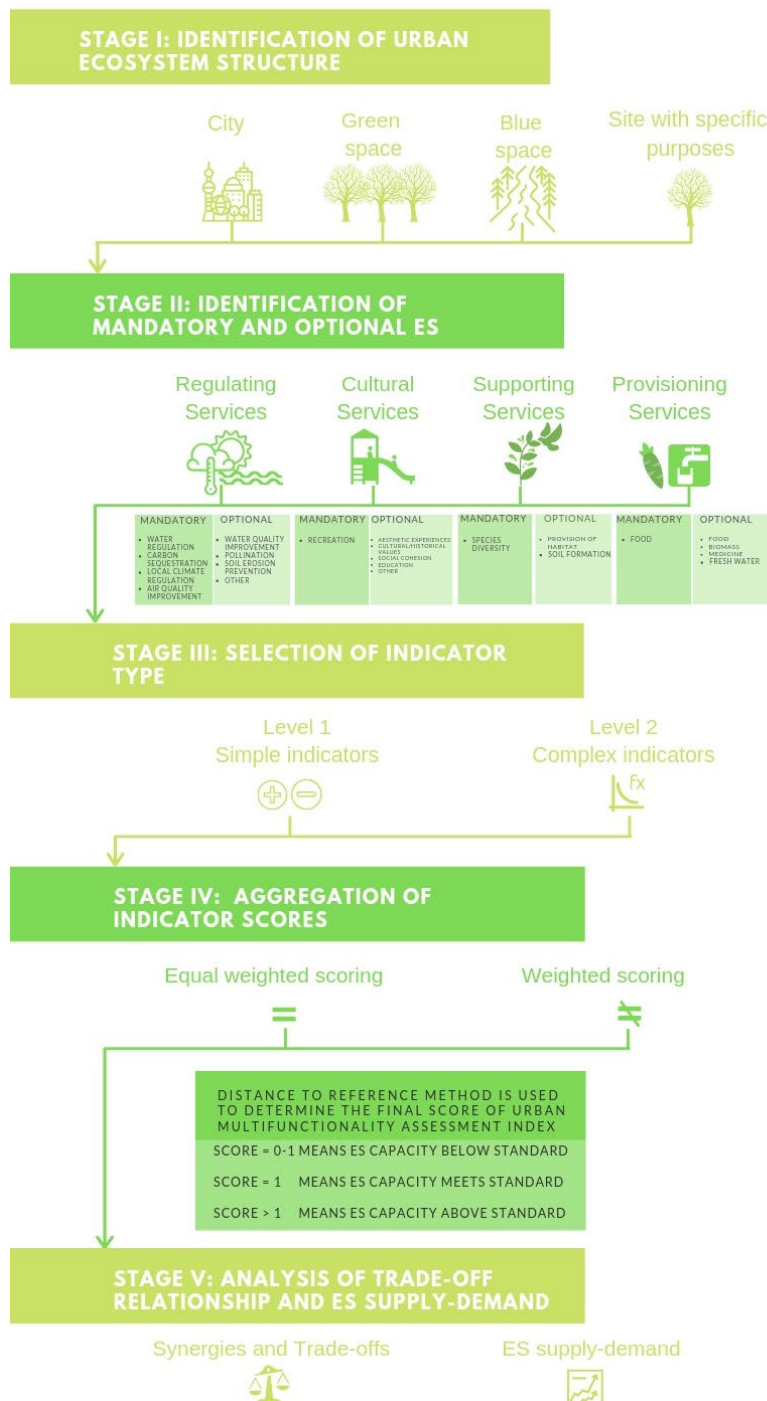
Stage I is to define the characteristics of an urban ecosystem in terms of urban size and ES type. Urban size can be defined from the number of populations as suggested in this study. Based on a review of urban ES assessment, there are four main categories of urban ecosystem structure and subcategories as presented in Table 10. This classification of ecosystem types enables the selection from general to more specific types. ES bundle types are quite distinctive for certain areas with similar social-ecological systems (Raudsepp-Hearne et al., 2010). It is therefore necessary to compare urban ES assessment when the same type of urban ecosystems and similar urban contexts are concerned. The identification of urban ecosystem structure helps to clarify urban characteristics in the early stage.

**Table 10.** Urban ecosystem structure

| Category | Subcategory |
|----------|-------------|
|----------|-------------|

|                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| The whole city              | -                              |
| Green space                 | Urban park                     |
|                             | Urban forest                   |
|                             | Public green space/ Greenway   |
|                             | Street tree                    |
|                             | Public and private green space |
|                             | Residential garden             |
| Blue space                  | Public water bodies            |
|                             | Flood plain                    |
|                             | Wetland                        |
| Sites for specific purposes | Agricultural land              |
|                             | Brownfield                     |
|                             | Mangrove                       |
|                             | Green roof                     |

# URBAN MULTIFUNCTIONALITY ASSESSMENT



**Fig. 7.** Proposed assessment framework for urban multifunctionality

Stage II is to identify ES for the assessment. All four ES are included for the assessment but not all subcategories of the individual ES are needed to be assessed. It is suggested that only the most often assessed subcategories found in this review are considered as a mandatory ES, while the subcategories that are less frequently found in the multifunctionality assessment are classified as optional ES. Based on the findings in Section 3.2, the mandatory subcategories of regulating services are water regulation,

carbon sequestration, local climate regulation, and air quality improvement. Other services which are mandatory for cultural, supporting, and provisioning services are recreation, species diversity, and food production.

By using this framework, the coverage of multifunctionality would remain the same among different studies. Each study is still able to address the local concerns through the inclusion of optional ES if such ES are not in the mandatory list. This mandatory and optional assessment system is used for the world's leading sustainability rating systems, Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) and Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), offering flexibility and comparability of the assessment. It also helps to identify the prioritizing areas influencing the performance of the system. The inclusion of all ES is useful for the comprehensive assessment of urban ecosystems; however, it perhaps makes the assessment become cumbersome. Some ES are irrelevant to some cities. For example, water regulation may not be important for cities in arid climate. In this case, the selection of scoring methods in stage IV is required to consider both equal weighted and weighted systems in order to convey the assessment results that can be comparable and relevant to local contexts.

Stage III is to select the level of indicators for assessing ES and develop an assessment index. Classification of indicators based on the level of complexity is suggested by Grêt-Regamey et al. (2015), Roussel et al. (2017) and Alam et al. (2016) to cope with inconsistent ES mapping methods. Grêt-Regamey et al. (2015) introduced a tier approach for mapping ES to help scholars to select a set of indicators that are adequate and manageable in a given setting. They classified indicators by using a three-tier system. A step up in the tier refers to the increasing level of detail and complexity required for the assessment. Based on their examples of indicators at different tier levels for mapping recreational services, indicators in tier 1 are mainly based on the assessment of biophysical data and those in tier 3 require more detailed data from field survey or in-depth analysis. A tier 1 approach is suitable for mapping ES in data poor regions and a tier 3 approach can be useful for urban planning (Gret 2015). Instead of three levels of indicators, Alam et al. (2016) and Roussel et al. (2017) classify indicators into two levels. Level 1 contains simple indicators assessed through spatial analysis or proxy models based on land cover types, while Level 2 contains complex indicators assessed through more complicated models like phenomenological or empirical models. For the sake of simplicity, two levels of indicators suggested by Alam et al. (2016) and Roussel et al. (2017) are used for the assessment framework proposed in this study. Table 10 presents the suggested indicators for mandatory services in level 1 and level 2 found in the previous studies of urban multifunctionality assessment.

Stage IV is to assess ES through the selected indicators against the reference values. The reference values should be based on the local context, but they should be applicable at the global level. Table 11 presents the reference values for the suggested indicators. These reference values are mainly obtained from three sources: preferred targets set by international organizations, national standards or local regulations, and previous urban ES studies. Reference values from the first source type are suggested mainly for ES related to water and local climate regulation. These values are the preferred targets derived from a consultation process among experts who make judgement based on their experiences and best practices. The second source type offers more specific targets associated with local concerns, national standards or regulations are used to indicate reference values for ES related to human health including air quality and recreation. Lastly, reference values from present literature are used when international or national standards are not available. The use of reference values from literature is found in ES related to carbon sequestration, species diversity, and food production. For carbon sequestration, reference values are based on a number of studies that quantified the amount of carbon sequestered by urban vegetation. The highest values are used as reference values to

represent best practices and the desired goals that should be achieved. For species diversity and food production, the reference values are the same values suggested in recent studies which seek suitable benchmarks based on the comparative analysis of various cities around the world.

Using the reference values, the capacity of ES for each ES can be determined by using distance to a reference as a normalized method. Alam et al. (2016) suggests that it is one of the common techniques for comparing performances at the country level, but with limited use for ES assessment. According to Juwana, Muttill, and Perera (2012), the score of an individual indicator can be computed by dividing the actual value of an indicator with the reference value of such indicator. The final score can then be achieved through aggregation with equal weighting. The weighted scoring method is optional to take local context and needs into account. For a weighted approach, weighting factors of ES should be assigned according to the level of importance to reflect local concerns. The final score is a sum of individual scores multiplied by their own weights. Accordingly, the final scores can be expressed in two values: one with equal weighing scoring and another with weighted scoring. With a score of 1, it means that the ES capacities meet the minimum requirements. A score lower than 1 means the ES capacities are below the standard, and a score higher than 1 means the ES capacities are above the standard. This scoring system helps to indicate the performance or quality of urban ecosystem. It also helps to inform decision makers where hot spots of ES are located and where the ES capacity should be increased relative to specific targets.

Stage V is to identify the relationship between ES and the mismatch between ES supply and demand. This stage is optional since additional indicators are required to quantify ES demand. The use of indicator level I and level II can also be applied for the selection of indicators for ES demand same as indicators for ES in Stage III.

1 **Table 11.** Suggested indicators and reference values

| ES                                    | Simple indicators                                                                                           | Reference values                                                                                                  | Complex indicators                                                                                                                                    | Reference values                                                                                                                              | Justification for reference values                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Regulating</b><br>Water regulation | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ratio of unsealed surfaces to sealed surfaces<sup>c</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>50% (Grunwald et al., 2017; Liu et al., 2015; Yao et al., 2015)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Runoff coefficients<sup>b</sup></li> <li>The amount of storm water retained in the area<sup>a</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Runoff coefficients for each land use type</li> <li>80% (U.S. Green Building Council, 2018)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ratio of unsealed surface to sealed surface are suggested in several urban ES studies. These values can be considered as the preferred target based on best practice from several cities.</li> <li>As runoff coefficients are usually provided as guidelines for designing drainage systems of a country, they can be used as a national standard.</li> <li>The percentage of stormwater retained in the area is given by the U.S Green Building Council as the preferred target for green neighborhood development.</li> </ul> |
| Carbon sequestration                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Carbon sequestration by vegetation<sup>c</sup></li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2-2.6 tons CO<sub>2</sub>e/ha</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ratio of carbon sequestration by vegetation to carbon emissions from urban activities<sup>c</sup></li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4%</li> </ul>                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reference values are based on the highest amount of carbon sequestered by vegetation in cities found in literature (Hutyra et al., 2011; Jo, 2002; Strohbach et al., 2012; Zhao, Kong, Escobedo, &amp; Gao, 2010) and the average ratio of carbon sequestration by vegetation to carbon emissions which ranges from -0.01-4.4%(Chen,</li> </ul>                                                                                                                                                                                 |

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                    | 2015; Crawford & Christen 2015 , Velasco et al., 2016)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Local climate regulation | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Percentage of shade from trees<sup>a</sup></li> <li>● Percentage of areas with vegetation or light color pavement or open-grid pavement<sup>a</sup></li> <li>● Percentage of streets with height-width ratio between 1-2 or percentage of east-west oriented streets<sup>c</sup></li> <li>● Percentage of tree coverage<sup>c</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 40% of the total street length (U.S. Green Building Council, 2018)</li> <li>● 50% (U.S. Green Building Council, 2018)</li> <li>● 50% (Achour-Younsi &amp; Kharrat, 2016; Algeciras et al., 2016; Bakarman &amp; Chang, 2015)</li> <li>● 30% (Ng, 2012)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Physiological Equivalent Temperature (PET) index for each country<sup>c</sup></li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 18-23°C for Western-Middle Europe</li> <li>● 26-30°C for hot humid countries</li> <li>● 20-25°C for Mediterranean climate (Coccolo et al., 2017; Gómez-Baggethun et al., 2013)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Length of streets with shade and light color pavement is suggested as the preferred target for designing a green neighborhood.</li> <li>● Urban temperature depends on the amount of green areas. The greener cities are, the better thermal comfort can be achieved. However, 30% of tree coverage was suggested as a feasible target for cooling a city since higher tree coverage is considered impractical (Ng, 2012).</li> <li>● PET values are indicated as the comfortable thermal range for cities in different climates.</li> </ul> |
| Air quality improvement  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Percentage of tree canopy on the total street length<sup>a</sup></li> <li>● Percentage of tree coverage<sup>c</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 50% (U.S. Green Building Council, 2018)</li> <li>● 30% (Ng, 2012)</li> </ul>                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Concentration of air pollutants (PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, and SO<sub>2</sub>)<sup>b</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Air quality standard of each country</li> </ul>                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Length of streets with tree canopy is suggested as the preferred target for designing a green neighborhood.</li> <li>● Like local climate improvement, the greener cities are, the air pollutants can be absorbed (Nowak et al., 2018; Jeanjean et al., 2016). A lack of available land for green spaces in cities, however, limits the percentage of tree coverage in urban settings.</li> </ul>                                                                                                                                            |

|                                     |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Air quality standard is a national standard differing across countries.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Cultural Recreation</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Green space per capita<sup>b,a</sup></li> </ul>                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varied across countries</li> </ul>                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Green space per capita<sup>b</sup></li> <li>• Distance from various types of public parks to residential areas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varied across countries</li> <li>• 400 m for neighborhood parks</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• The amount of green space per capita is usually set as national standards for each country. If not, a global standard, 9 m<sup>2</sup>/capita, suggested by the World Health Organization (2010) can be used.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Supporting Species diversity</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Average size of green spaces<sup>a</sup></li> <li>• Proximity between green spaces<sup>c</sup></li> <li>• Percentage of impervious surface<sup>c</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.5 ha (FAO, 2000) 100-500m (Novak &amp; Konvicka, 2006; Hüse et al., 2016; Sanches, 2016)</li> <li>• 60%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• The relative abundance of the most common plant species<sup>a</sup></li> </ul>                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10% (Santamour, 1990)</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A minimum green space of 0.5 ha is suggested as forest by the FAO (2000).</li> <li>• A proximity of 100-500 m to urban green spaces is suggested in literature as the preferable distance to enhance and maintain species diversity.</li> <li>• The percentage of impervious surfaces of 40-60% is suggested as the threshold for plant diversity (Yan et al., 2019).</li> <li>• Santamour's proposed a benchmark for species diversity in the urban forest was tested in 151 sites located in 108 cities around the world and it is considered as the suitable benchmark to increase diversity at the species level (Kendal et al., 2014).</li> </ul> |
| <b>Provisioning Food production</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Percentage of agricultural areas supplied by a city<sup>c</sup></li> </ul>                                                                                        |                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Average caloric gained from fruit and</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 grams</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• One-third of the total urban area is recommended as the</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



|  |                                                     |                                                                                                                                       |                                              |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30% of the total urban area (Bren d'Amour et al., 2017; Martellozzo et al., 2014)</li> </ul> | vegetable production per capita <sup>a</sup> |  | <p>adequate amount for urban agriculture to meet the vegetable consumption of urban dwellers regardless of different populations across citeis (Martellozzl et al., 2014)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A minimum of 400 g of fruit and vegetables per day is the dietary recommendation by FAO/WHO (2004).</li> </ul> |
|--|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2      Note: <sup>a</sup> target set by international organizations, <sup>b</sup> national standards or local regulations, and <sup>c</sup> previous urban ES studies

## 6. Conclusion

To examine the existing approaches for assessing urban multifunctionality, this article reviewed 94 papers that mapped more than one ES. The findings demonstrate a wide diversity of assessment approaches including coverage of multifunctionality, indicator types, assessment methods, and scoring systems. A lack of a standardized approach for assessing multifunctional urban landscapes contributes to difficulties in comparison across cities and prevents the possibility of applying data gained from other cities with different contexts. A standard assessment framework for urban multifunctionality is therefore proposed to overcome the variation in the assessment approaches which arise due to different local concerns and different degrees of data availability. Key features of this proposed assessment frameworks are:

1) The coverage of all major ES: regulating, cultural, supporting, and provisioning. Some subcategories of these ES are mandatory for the assessment while the remaining ES are optional.

2) Two levels of indicators: simple and complex. Simple indicators are mainly based on spatial mapping. They are suitable for rapid assessment and for cities with limited data collection. On the other hand, complex indicators are useful for urban planning which requires more details and greater accuracy.

3) Scoring systems with the use of reference values. The reference values are based on environmental standards or targeted goals set by international organizations. Therefore, any city can use these reference values as the minimum requirement to assess their ES capacity. With the same reference values, the assessment results can then be compared across cities.

4) Incorporation of the concepts of trade-offs and ES demand. Both concepts are important to have a better understanding of losses and gains from multifunctional landscapes and to find a balance between ES supply and demand.

It should be noted that the suggested reference values are defined based on current situations and recent studies. They should be dynamic and regularly revised to be responsive to future challenges. In addition, this assessment approach, which is based on explicit reference values, may be problematic for cultural indicators, which usually rely on qualitative measures. Despite such shortcomings, this proposed framework for urban multifunctionality assessment has major advantages related to its comparability between urban ES studies and the provision of informative results for decision makers with specific targets recognized at the international level.

## ● Reference

- Achour-Younsi, S., & Kharrat, F. (2016). Outdoor Thermal Comfort: Impact of the Geometry of an Urban Street Canyon in a Mediterranean Subtropical Climate – Case Study Tunis, Tunisia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216, 689-700. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.12.062
- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341-343.
- Alam, M., Dupras, J., & Messier, C. (2016). A framework towards a composite indicator for urban ecosystem services. *Ecological Indicators*, 60, 38-44. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.05.035
- Algeciras, J. A. R., Consuegra, L. G., & Matzarakis, A. (2016). Spatial-temporal study on the effects of urban street configurations on human thermal comfort in the world heritage city of Camagüey-Cuba. *Building and Environment*, 101, 85-101.
- Alwaer, H., & Clements-Croome, D. J. (2010). Key performance indicators (KPIs) and priority setting in using the multi-attribute approach for assessing sustainable intelligent buildings. *Building and Environment*, 45(4), 799-807. doi: 10.1016/j.buildenv.2009.08.019

- Andersson-Skold, Y., Klingberg, J., Gunnarsson, B., Cullinane, K., Gustafsson, I., Hedblom, M., . . . Thorsson, S. (2018). A framework for assessing urban greenery's effects and valuing its ecosystem services. *J Environ Manage*, 205, 274-285. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.09.071
- Andrew, M. E., Wulder, M. A., Nelson, T. A., & Coops, N. C. (2015). Spatial data, analysis approaches, and information needs for spatial ecosystem service assessments: a review. *GIScience & Remote Sensing*, 52(3), 344-373. doi: 10.1080/15481603.2015.1033809
- Antognelli, S., & Vizzari, M. (2017). Landscape liveability spatial assessment integrating ecosystem and urban services with their perceived importance by stakeholders. *Ecological Indicators*, 72, 703-725. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.08.015
- Bakarman, M. A., & Chang, J. D. (2015). The Influence of Height/width Ratio on Urban Heat Island in Hot-arid Climates. *Procedia Engineering*, 118, 101-108. doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.408
- Baró, F., Haase, D., Gómez-Baggethun, E., & Frantzeskaki, N. (2015). Mismatches between ecosystem services supply and demand in urban areas: A quantitative assessment in five European cities. *Ecological Indicators*, 55, 146-158. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.03.013
- Baró, F., Palomo, I., Zulian, G., Vizcaino, P., Haase, D., & Gómez-Baggethun, E. (2016). Mapping ecosystem service capacity, flow and demand for landscape and urban planning: A case study in the Barcelona metropolitan region. *Land Use Policy*, 57, 405-417. doi: 10.1016/j.landusepol.2016.06.006
- Belmeziti, A., Cherqui, F., & Kaufmann, B. (2018). Improving the multi-functionality of urban green spaces: Relations between components of green spaces and urban services. *Sustainable Cities and Society*, 43, 1-10. doi: 10.1016/j.scs.2018.07.014
- Bennett, E. M., Peterson, G. D., & Gordon, L. J. (2009). Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecology Letters*, 12, 1394-1404.
- Beumer, C., & Martens, P. (2014). Biodiversity in my (back)yard: towards a framework for citizen engagement in exploring biodiversity and ecosystem services in residential gardens. *Sustainability Science*, 10(1), 87-100. doi: 10.1007/s11625-014-0270-8
- Brandt, J., & Vejre, H. (2004). Multifunctional landscapes-motives, concepts and perspectives. *Multifunctional Landscape* (1), 3-31.
- Bren d'Amour, C., Reitsma, F., Baiocchi, G., Barthel, S., Guralp, B., Erb, K. H., . . . Seto, K. C. (2017). Future urban land expansion and implications for global croplands. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 114(34), 8939-8944. doi: 10.1073/pnas.1606036114
- Bryce, R., Irvine, K. N., Church, A., Fish, R., Ranger, S., & Kenter, J. O. (2016). Subjective well-being indicators for large-scale assessment of cultural ecosystem services. *Ecosystem Services*, 21, 258-269. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.07.015
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 21, 17-29. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.06.019
- Cabral, I., Keim, J., Engelmann, R., Kraemer, R., Siebert, J., & Bonn, A. (2017). Ecosystem services of allotment and community gardens: A Leipzig, Germany case study. *Urban Forestry & Urban Greening*, 23, 44-53. doi: 10.1016/j.ufug.2017.02.008
- Cabral, P., Feger, C., Levrel, H., Chambolle, M., & Basque, D. (2016). Assessing the impact of land-cover changes on ecosystem services: A first step toward integrative planning in Bordeaux, France. *Ecosystem Services*, 22, 318-327. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.08.005
- Camps-Calvet, M., Langemeyer, J., Calvet-Mir, L., & Gómez-Baggethun, E. (2016). Ecosystem services provided by urban gardens in Barcelona, Spain: Insights for policy and planning. *Environmental Science & Policy*, 62, 14-23. doi: 10.1016/j.envsci.2016.01.007
- Capotorti, G., Del Vico, E., Anzellotti, I., & Celesti-Grapow, L. (2016). Combining the Conservation of Biodiversity with the Provision of Ecosystem Services in Urban Green Infrastructure Planning: Critical Features Arising from a Case Study in the Metropolitan Area of Rome. *Sustainability*, 9(1), 10. doi: 10.3390/su9010010
- Casado-Arzuaga, I., Onaindia, M., Madariaga, I., & Verburg, P. H. (2013). Mapping recreation and aesthetic value of ecosystems in the Bilbao Metropolitan Greenbelt (northern Spain) to

- support landscape planning. *Landscape Ecology*, 29(8), 1393-1405. doi: 10.1007/s10980-013-9945-2
- Chen, W. Y. (2015). The role of urban green infrastructure in offsetting carbon emissions in 35 major Chinese cities: A nationwide estimate. *Cities*, 44, 112-120. doi: 10.1016/j.cities.2015.01.005
- Cinelli, M., Coles, S. R., & Kirwan, K. (2014). Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. *Ecological Indicators*, 46, 138-148. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.06.011
- Clark, K. H., & Nicholas, K. A. (2013). Introducing urban food forestry: a multifunctional approach to increase food security and provide ecosystem services. *Landscape Ecology*, 28(9), 1649-1669. doi: 10.1007/s10980-013-9903-z
- Coccolo, S., Mauree, D., Naboni, E., Kaempf, J., & Scartezzini, J. L. (2017). On the impact of the wind speed on the outdoor human comfort: A sensitivity analysis. *Energy Procedia*, 122, 481-486.
- Cohen, P., Potchter, O., & Schnell, I. (2014). A methodological approach to the environmental quantitative assessment of urban parks. *Applied Geography*, 48, 87-101. doi: 10.1016/j.apgeog.2014.01.006
- Cortinovis, C., & Geneletti, D. (2018). Ecosystem services in urban plans: What is there, and what is still needed for better decisions. *Land Use Policy*, 70, 298-312. doi: 10.1016/j.landusepol.2017.10.017
- Crawford, B., & Christen, A. (2015). Spatial source attribution of measured urban eddy covariance CO<sub>2</sub> fluxes. *Theoretical and applied climatology*, 119(3-4), 733-755.
- Crossman, N. D., & Bryan, B. A. (2009). Identifying cost-effective hotspots for restoring natural capital and enhancing landscape multifunctionality. *Ecological Economics*, 68(3), 654-668. doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.05.003
- Crossman, N. D., Burkhard, B., Nedkov, S., Willemsen, L., Petz, K., Palomo, I., . . . Maes, J. (2013). A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. *Ecosystem Services*, 4, 4-14. doi: 10.1016/j.ecoser.2013.02.001
- Dallimer, M., Davies, Z. G., Diaz-Porras, D. F., Irvine, K. N., Maltby, L., Warren, P. H., . . . Gaston, K. J. (2015). Historical influences on the current provision of multiple ecosystem services. *Global Environmental Change*, 31, 307-317. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2015.01.015
- Daniels, B., Zaunbrecher, B. S., Paas, B., Ottermanns, R., Ziefle, M., & Ross-Nickoll, M. (2018). Assessment of urban green space structures and their quality from a multidimensional perspective. *Sci Total Environ*, 615, 1364-1378. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.167
- Davids, R., Rouget, M., Boon, R., & Roberts, D. (2016). Identifying ecosystem service hotspots for environmental management in Durban, South Africa. *Bothalia*, 46(2). doi: 10.4102/abc.v46i2.2118
- de la Barrera, F., Reyes-Paecke, S., & Banzhaf, E. (2016). Indicators for green spaces in contrasting urban settings. *Ecological Indicators*, 62, 212-219. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.10.027
- de la Barrera, F., Rubio, P., & Banzhaf, E. (2016). The value of vegetation cover for ecosystem services in the suburban context. *Urban Forestry & Urban Greening*, 16, 110-122. doi: 10.1016/j.ufug.2016.02.003
- De Ridder, K., Adamec, V., Banuelos, A., Bruse, M., Burger, M., Damsgaard, O., . . . Weber, C. (2004). An integrated methodology to assess the benefits of urban green space. *Sci Total Environ*, 334-335, 489-497. doi: 10.1016/j.scitotenv.2004.04.054
- Dennis, M., & James, P. (2016). Site-specific factors in the production of local urban ecosystem services: A case study of community-managed green space. *Ecosystem Services*, 17, 208-216. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.01.003
- Dizdaroglu, D., & Yigitcanlar, T. (2014). A parcel-scale assessment tool to measure sustainability through urban ecosystem components: The MUSIX model. *Ecological Indicators*, 41, 115-130. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.01.037

- Dobbs, C., Escobedo, F. J., & Zipperer, W. C. (2011). A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators. *Landscape and Urban Planning*, 99(3-4), 196-206. doi: 10.1016/j.landurbplan.2010.11.004
- Dobbs, C., Kendal, D., & Nitschke, C. R. (2014). Multiple ecosystem services and disservices of the urban forest establishing their connections with landscape structure and sociodemographics. *Ecological Indicators*, 43, 44-55. doi: 10.1016/j.ecolind.2014.02.007
- Dou, Y., Zhen, L., De Groot, R., Du, B., & Yu, X. (2017). Assessing the importance of cultural ecosystem services in urban areas of Beijing municipality. *Ecosystem Services*, 24, 79-90. doi: 10.1016/j.ecoser.2017.02.011
- Egoh, B. N., O'Farrell, P. J., Charef, A., Josephine Gurney, L., Koellner, T., Nibam Abi, H., . . . Willemen, L. (2012). An African account of ecosystem service provision: Use, threats and policy options for sustainable livelihoods. *Ecosystem Services*, 2, 71-81. doi: 10.1016/j.ecoser.2012.09.004
- Ehrenfeld, J. G. (2004). The expression of multiple functions in urban forested wetlands. *Wetlands*, 24(4), 719-733.
- Elmqvist, T., Setälä, H., Handel, S. N., van der Ploeg, S., Aronson, J., Blignaut, J. N., . . . de Groot, R. (2015). Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 101-108. doi: 10.1016/j.cosust.2015.05.001
- Endreny, T., Santagata, R., Perna, A., Stefano, C. D., Rallo, R. F., & Ulgiati, S. (2017). Implementing and managing urban forests: A much needed conservation strategy to increase ecosystem services and urban wellbeing. *Ecological Modelling*, 360, 328-335. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2017.07.016
- Englund, O., Berndes, G., & Cederberg, C. (2017). How to analyse ecosystem services in landscapes—A systematic review. *Ecological Indicators*, 73, 492-504. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.10.009
- Estoque, R. C., & Murayama, Y. (2016). Quantifying landscape pattern and ecosystem service value changes in four rapidly urbanizing hill stations of Southeast Asia. *Landscape Ecology*, 31(7), 1481-1507. doi: 10.1007/s10980-016-0341-6
- FAO. (2000). FAO Global Forest Resources Assessment 2000. Main Report FAO Forestry Paper No. 140, Rome (2000), p. 479
- FAO/WHO. (2004). Fruit and Vegetables for Health: Report of a Joint FAO/WHO Workshop. <http://www.fao.org/3/a-y5861e.pdf> (accessed 2 February 2019).
- Fernandez-Campo, M., Rodríguez-Morales, B., Dramstad, W. E., Fjellstad, W., & Diaz-Varela, E. R. (2017). Ecosystem services mapping for detection of bundles, synergies and trade-offs: Examples from two Norwegian municipalities. *Ecosystem Services*, 28, 283-297. doi: 10.1016/j.ecoser.2017.08.005
- Galler, C., von Haaren, C., & Albert, C. (2015). Optimizing environmental measures for landscape multifunctionality: effectiveness, efficiency and recommendations for agri-environmental programs. *J Environ Manage*, 151, 243-257. doi: 10.1016/j.jenvman.2014.12.011
- Garcia, X., Benages-Albert, M., Pavón, D., Ribas, A., Garcia-Aymerich, J., & Vall-Casas, P. (2017). Public participation GIS for assessing landscape values and improvement preferences in urban stream corridors. *Applied Geography*, 87, 184-196. doi: 10.1016/j.apgeog.2017.08.009
- Goldenberg, R., Kalantari, Z., Cvetkovic, V., Mortberg, U., Deal, B., & Destouni, G. (2017). Distinction, quantification and mapping of potential and realized supply-demand of flow-dependent ecosystem services. *Sci Total Environ*, 593-594, 599-609. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.130
- Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'Farrell, P., . . . Kremer, P. (2013). Urban Ecosystem Services. 175-251. doi: 10.1007/978-94-007-7088-1\_11
- Graça, M., Alves, P., Gonçalves, J., Nowak, D. J., Hoehn, R., Farinha-Marques, P., & Cunha, M. (2018). Assessing how green space types affect ecosystem services delivery in Porto, Portugal. *Landscape and Urban Planning*, 170, 195-208. doi: 10.1016/j.landurbplan.2017.10.007
- Graça, M. S., Gonçalves, J. F., Alves, P. J. M., Nowak, D. J., Hoehn, R., Ellis, A., . . . Cunha, M. (2017). Assessing mismatches in ecosystem services proficiency across the urban fabric of Porto

- (Portugal): The influence of structural and socioeconomic variables. *Ecosystem Services*, 23, 82-93. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.11.015
- Grafius, D. R., Corstanje, R., Warren, P. H., Evans, K. L., Hancock, S., & Harris, J. A. (2016). The impact of land use/land cover scale on modelling urban ecosystem services. *Landscape Ecology*, 31(7), 1509-1522. doi: 10.1007/s10980-015-0337-7
- Grêt-Regamey, A., Sirén, E., Brunner, S. H., & Weibel, B. (2017). Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept. *Ecosystem Services*, 26, 306-315. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.10.012
- Grêt-Regamey, A., Weibel, B., Kienast, F., Rabe, S.-E., & Zulian, G. (2015). A tiered approach for mapping ecosystem services. *Ecosystem Services*, 13, 16-27. doi: 10.1016/j.ecoser.2014.10.008
- Grunwald, L., Heusinger, J., & Weber, S. (2017). A GIS-based mapping methodology of urban green roof ecosystem services applied to a Central European city. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22, 54-63. doi: 10.1016/j.ufug.2017.01.001
- Gulickx, M. M. C., Verburg, P. H., Stoorvogel, J. J., Kok, K., & Veldkamp, A. (2013). Mapping landscape services: a case study in a multifunctional rural landscape in The Netherlands. *Ecological Indicators*, 24, 273-283. doi: 10.1016/j.ecolind.2012.07.005
- Haase, D., Larondelle, N., Andersson, E., Artmann, M., Borgstrom, S., Breuste, J., . . . Elmqvist, T. (2014). A quantitative review of urban ecosystem service assessments: concepts, models, and implementation. *Ambio*, 43(4), 413-433. doi: 10.1007/s13280-014-0504-0
- Haase, D., Schwarz, N., Strohbach, M., Kroll, F., & Seppelt, R. (2012). Synergies, Trade-offs, and Losses of Ecosystem Services in Urban Regions: an Integrated Multiscale Framework Applied to the Leipzig-Halle Region, Germany. *Ecology and Society*, 17(3). doi: 10.5751/es-04853-170322
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2018). Common international classification of ecosystem services (CICES, Version 5.1). *European Environment Agency*, 53.
- Han, H., Ma, Q., & Li, Y. (2017). Urban Growth Boundaries of the Hangzhou Metropolitan Area Based on Ecosystem Service. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 5(2), 4-16. doi: 10.14246/irspsd.5.2\_4
- Hansen, R., Olafsson, A. S., van der Jagt, A. P. N., Rall, E., & Pauleit, S. (2017). Planning multifunctional green infrastructure for compact cities: What is the state of practice? *Ecological Indicators*. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.09.042
- Hansen, R., & Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*, 43(4), 516-529. doi: 10.1007/s13280-014-0510-2
- Holt, A. R., Mears, M., Maltby, L., & Warren, P. (2015). Understanding spatial patterns in the production of multiple urban ecosystem services. *Ecosystem Services*, 16, 33-46. doi: 10.1016/j.ecoser.2015.08.007
- Hong, W., & Guo, R. (2017). Indicators for quantitative evaluation of the social services function of urban greenbelt systems: A case study of shenzhen, China. *Ecological Indicators*, 75, 259-267. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.12.044
- Hu, X., Hong, W., Qiu, R., Hong, T., Chen, C., & Wu, C. (2015). Geographic variations of ecosystem service intensity in Fuzhou City, China. *Sci Total Environ*, 512-513, 215-226. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.01.035
- Huang, S. W., & Tsou, K. W. (2006). The multi-purpose greenways network planning in the Taichung Metropolitan Area, Taiwan. 1, 605-614. doi: 10.2495/ut060581
- Huang, S.-L., Chen, Y.-H., Kuo, F.-Y., & Wang, S.-H. (2011). Emergy-based evaluation of peri-urban ecosystem services. *Ecological Complexity*, 8(1), 38-50. doi: 10.1016/j.ecocom.2010.12.002
- Hubacek, K., & Kronenberg, J. (2013). Synthesizing different perspectives on the value of urban ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 109(1), 1-6.

- Hüse, B., Szabó, S., Deák, B., & Tóthmérész, B. (2016). Mapping an ecological network of green habitat patches and their role in maintaining urban biodiversity in and around Debrecen city (Eastern Hungary). *Land use policy*, 57, 574-581.
- Hutyra, L. R., Yoon, B., & Alberti, M. (2011). Terrestrial carbon stocks across a gradient of urbanization: a study of the Seattle, WA region. *Global Change Biology*, 17(2), 783-797. doi: 10.1111/j.1365-2486.2010.02238.x
- Jeanjean, A. P., Monks, P. S., & Leigh, R. J. (2016). Modelling the effectiveness of urban trees and grass on PM<sub>2.5</sub> reduction via dispersion and deposition at a city scale. *Atmospheric Environment*, 147, 1-10.
- Jo, H.-k. (2002). Impacts of urban greenspace on offsetting carbon emissions for middle Korea. *J Environ Manage*, 64(2), 115-126. doi: 10.1006/jema.2001.0491
- Juwana, I., Muttill, N., & Perera, B. J. (2012). Indicator-based water sustainability assessment - a review. *Sci Total Environ*, 438, 357-371. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.08.093
- Kain, J.-H., Larondelle, N., Haase, D., & Kaczorowska, A. (2016). Exploring local consequences of two land-use alternatives for the supply of urban ecosystem services in Stockholm year 2050. *Ecological Indicators*, 70, 615-629. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.02.062
- Kendal, D., Dobbs, C., & Lohr, V. I. (2014). Global patterns of diversity in the urban forest: Is there evidence to support the 10/20/30 rule?. *Urban forestry & urban greening*, 13(3), 411-417.
- Kim, G., Miller, P. A., & Nowak, D. J. (2015). Assessing urban vacant land ecosystem services: Urban vacant land as green infrastructure in the City of Roanoke, Virginia. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(3), 519-526. doi: 10.1016/j.ufug.2015.05.003
- Klimas, C., Williams, A., Hoff, M., Lawrence, B., Thompson, J., & Montgomery, J. (2016). Valuing Ecosystem Services and Disservices across Heterogeneous Green Spaces. *Sustainability*, 8(9), 853. doi: 10.3390/su8090853
- Koschke, L., Fürst, C., Frank, S., & Makeschin, F. (2012). A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning. *Ecological Indicators*, 21, 54-66. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.12.010
- Kremer, P., Hamstead, Z., Haase, D., McPhearson, T., Frantzeskaki, N., Andersson, E., . . . Elmqvist, T. (2016). Key insights for the future of urban ecosystem services research. *Ecology and Society*, 21(2). doi: 10.5751/es-08445-210229
- Kremer, P., Hamstead, Z. A., & McPhearson, T. (2016). The value of urban ecosystem services in New York City: A spatially explicit multicriteria analysis of landscape scale valuation scenarios. *Environmental Science & Policy*, 62, 57-68. doi: 10.1016/j.envsci.2016.04.012
- Kroll, F., Müller, F., Haase, D., & Fohrer, N. (2012). Rural–urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. *Land Use Policy*, 29(3), 521-535. doi: 10.1016/j.landusepol.2011.07.008
- La Notte, A., D'Amato, D., Makinen, H., Paracchini, M. L., Liqueste, C., Egoh, B., . . . Crossman, N. D. (2017). Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecol Indic*, 74, 392-402. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.11.030
- La Rosa, D., Spyra, M., & Inostroza, L. (2016). Indicators of Cultural Ecosystem Services for urban planning: A review. *Ecological Indicators*, 61, 74-89. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.04.028
- Langemeyer, J., Baró, F., Roebeling, P., & Gómez-Baggethun, E. (2015). Contrasting values of cultural ecosystem services in urban areas: The case of park Montjuïc in Barcelona. *Ecosystem Services*, 12, 178-186. doi: 10.1016/j.ecoser.2014.11.016
- Larondelle, N., Haase, D., & Kabisch, N. (2014). Mapping the diversity of regulating ecosystem services in European cities. *Global Environmental Change*, 26, 119-129. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.04.008
- Larondelle, N., & Lauf, S. (2016). Balancing demand and supply of multiple urban ecosystem services on different spatial scales. *Ecosystem Services*, 22, 18-31. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.09.008

- Larson, L. R., Keith, S. J., Fernandez, M., Hallo, J. C., Shafer, C. S., & Jennings, V. (2016). Ecosystem services and urban greenways: What's the public's perspective? *Ecosystem Services*, 22, 111-116. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.10.004
- Lavorel, S., Bayer, A., Bondeau, A., Lautenbach, S., Ruiz-Frau, A., Schulp, N., . . . Marba, N. (2017). Pathways to bridge the biophysical realism gap in ecosystem services mapping approaches. *Ecological Indicators*, 74, 241-260. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.11.015
- Lee, H., & Lautenbach, S. (2016). A quantitative review of relationships between ecosystem services. *Ecological Indicators*, 66, 340-351. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.02.004
- Li, B., Chen, D., Wu, S., Zhou, S., Wang, T., & Chen, H. (2016). Spatio-temporal assessment of urbanization impacts on ecosystem services: Case study of Nanjing City, China. *Ecological Indicators*, 71, 416-427. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.07.017
- Liquete, C., Udias, A., Conte, G., Grizzetti, B., & Masi, F. (2016). Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control. Highlighting hidden benefits. *Ecosystem Services*, 22, 392-401. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.09.011
- Liu, H., Hu, Y., Li, F., & Yuan, L. (2018). Associations of multiple ecosystem services and disservices of urban park ecological infrastructure and the linkages with socioeconomic factors. *Journal of Cleaner Production*, 174, 868-879. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.10.139
- Liu, W., Chen, W., & Peng, C. (2015). Influences of setting sizes and combination of green infrastructures on community's stormwater runoff reduction. *Ecological Modelling*, 318, 236-244. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2014.11.007
- Lovell, S. T. (2010). Multifunctional Urban Agriculture for Sustainable Land Use Planning in the United States. *Sustainability*, 2(8), 2499-2522. doi: 10.3390/su2082499
- Lovell, S. T., DeSantis, S. r., Nathan, C. A., Olson, M. B., Ernesto Méndez, V., Kominami, H. C., . . . Morris, W. B. (2010). Integrating agroecology and landscape multifunctionality in Vermont: An evolving framework to evaluate the design of agroecosystems. *Agricultural Systems*, 103(5), 327-341. doi: 10.1016/j.agsy.2010.03.003
- Lovell, S. T., & Taylor, J. R. (2013). Supplying urban ecosystem services through multifunctional green infrastructure in the United States. *Landscape Ecology*, 28(8), 1447-1463. doi: 10.1007/s10980-013-9912-y
- Luederitz, C., Brink, E., Gralla, F., Hermelingmeier, V., Meyer, M., Niven, L., . . . von Wehrden, H. (2015). A review of urban ecosystem services: six key challenges for future research. *Ecosystem Services*, 14, 98-112. doi: 10.1016/j.ecoser.2015.05.001
- MA. (2005). Ecosystems and human well-being. Synthesis *A report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Washington, D.C.
- Madureira, H., & Andresen, T. (2013). Planning for multifunctional urban green infrastructures: Promises and challenges. *URBAN DESIGN International*, 19(1), 38-49. doi: 10.1057/udi.2013.11
- Manolaki, P., & Vogiatzakis, I. N. (2017). Ecosystem services in a peri-urban protected area in Cyprus: a rapid appraisal. *Nature Conservation*, 22, 129-146. doi: 10.3897/natureconservation.22.13840
- Martellozzo, F., Landry, J. S., Plouffe, D., Seufert, V., Rowhani, P., & Ramankutty, N. (2014). Urban agriculture: a global analysis of the space constraint to meet urban vegetable demand. *Environmental Research Letters*, 9(6), 064025. doi: 10.1088/1748-9326/9/6/064025
- Mastrangelo, M. E., Weyland, F., Villarino, S. H., Barral, M. P., Nahuelhual, L., & Laterra, P. (2013). Concepts and methods for landscape multifunctionality and a unifying framework based on ecosystem services. *Landscape Ecology*, 29(2), 345-358. doi: 10.1007/s10980-013-9959-9
- Mathey, J., Rößler, S., Banse, J., Lehmann, I., & Bräuer, A. (2015). Brownfields as an element of green infrastructure for implementing ecosystem services into urban areas. *Journal of Urban Planning Development*, 141(3), A4015001. doi: 10.1061/



- McPherson, E. G., van Doorn, N., & de Goede, J. (2016). Structure, function and value of street trees in California, USA. *Urban Forestry & Urban Greening*, 17, 104-115. doi: 10.1016/j.ufug.2016.03.013
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, 159, 62-75. doi: 10.1016/j.landurbplan.2016.10.005
- Mexia, T., Vieira, J., Principe, A., Anjos, A., Silva, P., Lopes, N., . . . Pinho, P. (2018). Ecosystem services: Urban parks under a magnifying glass. *Environ Res*, 160, 469-478. doi: 10.1016/j.envres.2017.10.023
- Meyer, M. A., & Schulz, C. (2017). Do ecosystem services provide an added value compared to existing forest planning approaches in Central Europe? *Ecology and Society*, 22(3). doi: 10.5751/es-09372-220306
- Montoya-Tangarife, C., de la Barrera, F., Salazar, A., & Inostroza, L. (2017). Monitoring the effects of land cover change on the supply of ecosystem services in an urban region: A study of Santiago-Valparaíso, Chile. *PLoS One*, 12(11), e0188117. doi: 10.1371/journal.pone.0188117
- Mouchet, M. A., Lamarque, P., Martín-López, B., Crouzat, E., Gos, P., Byczek, C., & Lavorel, S. (2014). An interdisciplinary methodological guide for quantifying associations between ecosystem services. *Global Environmental Change*, 28, 298-308. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.07.012
- Neema, M. N., Maniruzzaman, K. M., & Ohgai, A. (2013). Urban Greening Using an Intelligent Multi-Objective Location Modelling with Real Barriers: Towards a Sustainable City Planning. *Current Urban Studies*, 01(04), 75-86. doi: 10.4236/cus.2013.14008
- Neuenschwander, N., Wissen Hayek, U., & Grêt-Regamey, A. (2014). Integrating an urban green space typology into procedural 3D visualization for collaborative planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 48, 99-110. doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2014.07.010
- Ng, E., Chen, L., Wang, Y., & Yuan, C. (2012). A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong. *Building and Environment*, 47, 256-271.
- Nikodinoska, N., Paletto, A., Pastorella, F., Granvik, M., & Franzese, P. P. (2018). Assessing, valuing and mapping ecosystem services at city level: The case of Uppsala (Sweden). *Ecological Modelling*, 368, 411-424. doi: 10.1016/j.ecolmodel.2017.10.013
- Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3-4), 115-123. doi: 10.1016/j.ufug.2006.01.007
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Doyle, M., McGovern, M., & Pasher, J. (2018). Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. *Urban Forestry & Urban Greening*, 29, 40-48.
- O'Farrell, P. J., & Anderson, P. M. (2010). Sustainable multifunctional landscapes: a review to implementation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(1-2), 59-65.
- Odgaard, M. V., Turner, K. G., Bøcher, P. K., Svenning, J.-C., & Dalgaard, T. (2017). A multi-criteria, ecosystem-service value method used to assess catchment suitability for potential wetland reconstruction in Denmark. *Ecological Indicators*, 77, 151-165. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.12.001
- Otte, A., Simmering, D., & Wolters, V. (2007). Biodiversity at the landscape level: recent concepts and perspectives for multifunctional land use. *Landscape Ecology*, 22(5), 639-642. doi: 10.1007/s10980-007-9094-6
- Peng, J., Liu, Y., Liu, Z., & Yang, Y. (2017). Mapping spatial non-stationarity of human-natural factors associated with agricultural landscape multifunctionality in Beijing–Tianjin–Hebei region, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 246, 221-233. doi: 10.1016/j.agee.2017.06.007
- Peng, J., Liu, Z., Liu, Y., Hu, X., & Wang, A. (2015). Multifunctionality assessment of urban agriculture in Beijing City, China. *Sci Total Environ*, 537, 343-351. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.136

- Pickard, B. R., Van Berkel, D., Petrasova, A., & Meentemeyer, R. K. (2016). Forecasts of urbanization scenarios reveal trade-offs between landscape change and ecosystem services. *Landscape Ecology*, 32(3), 617-634. doi: 10.1007/s10980-016-0465-8
- Pietrzyk-Kaszyńska, A., Czepkiewicz, M., & Kronenberg, J. (2017). Eliciting non-monetary values of formal and informal urban green spaces using public participation GIS. *Landscape and Urban Planning*, 160, 85-95. doi: 10.1016/j.landurbplan.2016.12.012
- Pollesch, N. L., & Dale, V. H. (2016). Normalization in sustainability assessment: Methods and implications. *Ecological Economics*, 130, 195-208. doi: 10.1016/j.ecolecon.2016.06.018
- Pulighe, G., Fava, F., & Lupia, F. (2016). Insights and opportunities from mapping ecosystem services of urban green spaces and potentials in planning. *Ecosystem Services*, 22, 1-10. doi: 10.1016/j.ecoser.2016.09.004
- Queiroz, C., Meacham, M., Richter, K., Norstrom, A. V., Andersson, E., Norberg, J., & Peterson, G. (2015). Mapping bundles of ecosystem services reveals distinct types of multifunctionality within a Swedish landscape. *Ambio*, 44 Suppl 1, S89-101. doi: 10.1007/s13280-014-0601-0
- Rall, E., Bieling, C., Zytynska, S., & Haase, D. (2017). Exploring city-wide patterns of cultural ecosystem service perceptions and use. *Ecological Indicators*, 77, 80-95. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.02.001
- Radford, K. G., & James, P. (2013). Changes in the value of ecosystem services along a rural–urban gradient: A case study of Greater Manchester, UK. *Landscape and Urban Planning*, 109(1), 117-127. doi: 10.1016/j.landurbplan.2012.10.007
- Raudsepp-Hearne, C., Peterson, G. D., & Bennett, E. M. (2010). Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 107(11), 5242-5247. doi: 10.1073/pnas.0907284107
- Richards, D. R., & Friess, D. A. (2017). Characterizing Coastal Ecosystem Service Trade-offs with Future Urban Development in a Tropical City. *Environ Manage*, 60(5), 961-973. doi: 10.1007/s00267-017-0924-2
- Robinson, S. L., & Lundholm, J. T. (2012). Ecosystem services provided by urban spontaneous vegetation. *Urban Ecosystems*, 15(3), 545-557. doi: 10.1007/s11252-012-0225-8
- Rodriguez-Loinaz, G., Alday, J. G., & Onaindia, M. (2015). Multiple ecosystem services landscape index: a tool for multifunctional landscapes conservation. *J Environ Manage*, 147, 152-163. doi: 10.1016/j.jenvman.2014.09.001
- Rok, J., & Szmajda, D. (2014). Urban Benchmarking as a tool for complex assessment of development potential: ESPON.
- Roussel, F., Schulp, C. J. E., Verburg, P. H., & van Teeffelen, A. J. A. (2017). Testing the applicability of ecosystem services mapping methods for peri-urban contexts: A case study for Paris. *Ecological Indicators*, 83, 504-514. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.07.046
- Sanches, P. M., & Mesquita Pellegrino, P. R. (2016). Greening potential of derelict and vacant lands in urban areas. *Urban Forestry & Urban Greening*, 19, 128-139. doi: 10.1016/j.ufug.2016.07.002
- Santamour Jr, F. S. (2004). Trees for urban planting: diversity uniformity, and common sense. C. Elevitch, *The Overstory Book: Cultivating connections with trees*, 396-399.
- Schägnier, J. P., Brander, L., Maes, J., & Hartje, V. (2013). Mapping ecosystem services' values: Current practice and future prospects. *Ecosystem Services*, 4, 33-46. doi: 10.1016/j.ecoser.2013.02.003
- Selman, P. (2017). Planning for landscape multifunctionality. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 5(2), 45-52. doi: 10.1080/15487733.2009.11908035
- Sieber, J., & Pons, M. (2015). Assessment of Urban Ecosystem Services using Ecosystem Services Reviews and GIS-based Tools. *Procedia Engineering*, 115, 53-60. doi: 10.1016/j.proeng.2015.07.354
- Shi, P., & Yu, D. (2014). Assessing urban environmental resources and services of Shenzhen, China: A landscape-based approach for urban planning and sustainability. *Landscape and Urban Planning*, 125, 290-297. doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.01.025

- Shoyama, K., Kamiyama, C., Morimoto, J., Ooba, M., & Okuro, T. (2017). A review of modeling approaches for ecosystem services assessment in the Asian region. *Ecosystem Services*, 26, 316-328. doi: 10.1016/j.ecoser.2017.03.013
- Spake, R., Lasseur, R., Crouzat, E., Bullock, J. M., Lavorel, S., Parks, K. E., . . . Eigenbrod, F. (2017). Unpacking ecosystem service bundles: Towards predictive mapping of synergies and trade-offs between ecosystem services. *Global Environmental Change*, 47, 37-50. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2017.08.004
- Stępniewska, M. (2016). Ecosystem service mapping and assessment as a support for policy and decision making. *CLEAN—Soil, Air, Water*, 44(10), 1414-1422.
- Strohbach, M. W., Arnold, E., & Haase, D. (2012). The carbon footprint of urban green space—A life cycle approach. *Landscape and Urban Planning*, 104(2), 220-229. doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.10.013
- Sun, X., Crittenden, J. C., Li, F., Lu, Z., & Dou, X. (2018). Urban expansion simulation and the spatio-temporal changes of ecosystem services, a case study in Atlanta Metropolitan area, USA. *Sci Total Environ*, 622-623, 974-987. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.062
- Sun, X., & Li, F. (2017). Spatiotemporal assessment and trade-offs of multiple ecosystem services based on land use changes in Zengcheng, China. *Sci Total Environ*, 609, 1569-1581. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.07.221
- Syrbe, R.-U., & Grunewald, K. (2017). Ecosystem service supply and demand – the challenge to balance spatial mismatches. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(2), 148-161. doi: 10.1080/21513732.2017.1407362
- Szulcewska, B., Giedych, R., Borowski, J., Kuchcik, M., Sikorski, P., Mazurkiewicz, A., & Stańczyk, T. (2014). How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence. *Land Use Policy*, 38, 330-345. doi: 10.1016/j.landusepol.2013.11.006
- TEEB. (2011). TEEB manual for cities: ecosystem services in urban management *The Economics of Ecosystems & Biodiversity*.
- Tratalos, J., Fuller, R. A., Warren, P. H., Davies, R. G., & Gaston, K. J. (2007). Urban form, biodiversity potential and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning*, 83(4), 308-317. doi: 10.1016/j.landurbplan.2007.05.003
- U.S. Green Building Council. (2018). LEED v4 for Neighborhood Development.
- Van der Biest, K., Vrebos, D., Staes, J., Boerema, A., Bodi, M. B., Franssen, E., & Meire, P. (2015). Evaluation of the accuracy of land-use based ecosystem service assessments for different thematic resolutions. *J Environ Manage*, 156, 41-51. doi: 10.1016/j.jenvman.2015.03.018
- Van Herzele, A., & Wiedemann, T. (2003). A monitoring tool for the provision of accessible and attractive urban green spaces. *Landscape and Urban Planning*, 63(2), 109-126. doi: 10.1016/s0169-2046(02)00192-5
- van Leeuwen, E., Nijkamp, P., & de Noronha Vaz, T. (2009). The multi-functional use of urban green space. *Amsterdam*, 2009-51, 1-13.
- Velasco, E., Roth, M., Norford, L., & Molina, L. T. (2016). Does urban vegetation enhance carbon sequestration? *Landscape and Urban Planning*, 148, 99-107. doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.12.003
- Verhagen, W., Kukkala, A. S., Moilanen, A., van Teeffelen, A. J. A., & Verburg, P. H. (2017). Use of demand for and spatial flow of ecosystem services to identify priority areas. *Conserv Biol*, 31(4), 860-871. doi: 10.1111/cobi.12872
- Woldegerima, T., Yeshitela, K., & Lindley, S. (2017). Ecosystem services assessment of the urban forests of Addis Ababa, Ethiopia. *Urban Ecosystems*, 20(3), 683-699. doi: 10.1007/s11252-016-0624-3
- Wolff, S., Schulp, C. J. E., & Verburg, P. H. (2015). Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives. *Ecological Indicators*, 55, 159-171. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.03.016

- World Health Organization. (2010). Urban planning, environment and health: from evidence to policy action. Copenhagen, Denmark.
- Wu, J. (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 125, 209-221. doi: 10.1016/j.landurbplan.2014.01.018
- Yang, B., Li, M. H., & Li, S. (2013). Design-with-nature for multifunctional landscapes: environmental benefits and social barriers in community development. *Int J Environ Res Public Health*, 10(11), 5433-5458. doi: 10.3390/ijerph10115433
- Yao, L., Chen, L., Wei, W., & Sun, R. (2015). Potential reduction in urban runoff by green spaces in Beijing: A scenario analysis. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(2), 300-308. doi: 10.1016/j.ufug.2015.02.014
- Zhang, B., Shi, Y.-t., Liu, J.-h., Xu, J., & Xie, G.-d. (2017). Economic values and dominant providers of key ecosystem services of wetlands in Beijing, China. *Ecological Indicators*, 77, 48-58. doi: 10.1016/j.ecolind.2017.02.005
- Zhang, D., Huang, Q., He, C., & Wu, J. (2017). Impacts of urban expansion on ecosystem services in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration, China: A scenario analysis based on the Shared Socioeconomic Pathways. *Resources, Conservation and Recycling*, 125, 115-130. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.06.003
- Zhao, M., Kong, Z. H., Escobedo, F. J., & Gao, J. (2010). Impacts of urban forests on offsetting carbon emissions from industrial energy use in Hangzhou, China. *J Environ Manage*, 91(4), 807-813. doi: 10.1016/j.jenvman.2009.10.010