การวิเคราะห์นิเวศบริการด้วยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บริเวณพื้นที่ขนานริมคลองแสนแสบ กรุงเทพมหานคร

AN ANALYSIS OF ECOSYSTEM SERVICE USING GEOINFORMATICS APPLICATION ALONG THE PARALLEL AREA OF THE SANSAB CANAL, BANGKOK METROPOLITAN

กมลนิตย์ ยิ้มแย้ม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

การวิเคราะห์นิเวศบริการด้วยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บริเวณพื้นที่ขนานริมคลองแสนแสบ กรุงเทพมหานคร

กมลนิตย์ ยิ้มแย้ม

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ
คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

AN ANALYSIS OF ECOSYSTEM SERVICE USING GEOINFORMATICS APPLICATION ALONG THE PARALLEL AREA OF THE SANSAB CANAL, BANGKOK METROPOLITAN

KAMONNIT YIMYAM

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF SCIENCE

(Geoinformatics)

Faculty of Social Sciences, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์นิเวศบริการด้วยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บริเวณพื้นที่ขนานริมคลองแสนแสบ กรุงเทพมหานคร

ของ

กมลนิตย์ ยิ้มแย้ม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร นิพิฐวิทยา)

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.พันธวัศ สัมพันธ์พานิช)

..... ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์ ดร.ธีรเวทย์ ลิมโกมลวิลาศ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปกรณ์ เมฆแสงสวย)

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์นิเวศบริการด้วยการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บริเวณพื้นที่ขนานริมคลองแสนแสบ กรุงเทพมหานคร
ผู้วิจัย	กมลนิตย์ ยิ้มแย้ม
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรีย์พร นิพิฐวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. ธีรเวทย์ ลิมโกมลวิลาศ

การพัฒนาศักยภาพของนิเวศบริการเพื่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์และเพื่อจัดการปัญหามลพิษทางอากาศนั้นได้นำแนวทางการศึกษามาจากแบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการ และวิเคราะห์ภาพฉายของนิเวศบริการ จากการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลการขยายตัวทางชีวมวลของป่าไม้ ข้อมูลชุดดิน ข้อมูลประเภทหิน ข้อมูลความเร็วในการทับถมเฉลี่ย ข้อมูลจำนวนของประชากร ข้อมูลความหนาแน่นของคาร์บอน และการเก็บรวบรวมข้อมูลสำรวจภาคสนาม ได้แก่ การสำรวจความถูกต้องของการใช้ประโยชน์ที่ดิน การสำรวจพืช การสำรวจระดับความสูง การสำรวจปริมาณฝุ่นละอองขนาดอนุภาค 10 ไมครอน เพื่อดำเนินการจัดทำเป็นแผนที่ระบบนิเวศด้วยการซ้อนทับ 4 ชั้นข้อมูล ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับความสูง ชุดดิน และประเภทหิน และจัดทำแผนที่ความหนาแน่นของพืชด้วยการใช้ความหนาแน่นเคอร์เนล จัดทำภาพฉายนิเวศบริการด้วยการคำนวณตามแบบจำลองคณิตศาสตร์ของแบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ ผลการศึกษาศักยภาพของระบบนิเวศ พบว่า ศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวมากที่สุดเท่ากับ 12 คะแนน บริเวณพื้นที่สวนสาธารณะ สถานที่ราชการ ริมทางรถไฟ ผลการศึกษาความหนาแน่นของพืช พบว่า ความหนาแน่นของไม้ยืนต้นมากที่สุด คือ 0.381 – 0.580 ต้นต่อตร.ม. ความหนาแน่นของพุ่มไม้มากที่สุด คือ 0.086 - 0.146 ต้นต่อตร.ม. ความหนาแน่นของหญ้ามากที่สุด คือ 0.031 – 0.050 ต้นต่อตร.ม. นอกจากนี้ผลการศึกษาภาพฉายการกักเก็บคาร์บอน พบว่า ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด คือ 0 - 103.12 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 50.41 ของขนาดพื้นที่ มูลค่าเงินของการกักเก็บคาร์บอนจากการกักเก็บคาร์บอนในไม้ยืนต้นสามารถหลีกเลี่ยงความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 55,544,699.54 บาท และผลการศึกษาจากภาพฉายการควบคุมอากาศ พบว่า ปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาดอนุภาค 10 ไมครอนมากที่สุด คือ 13.21 กิโลกรัม/เฮกตาร์.ปี มูลค่าเงินของการควบคุมอากาศสามารถหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ 19,657.36 บาท / ตารางเมตร.ปี ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการจัดการและนโยบายของพื้นที่สีเขียว เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนต่อไป

คำสำคัญ : นิเวศบริการ, เมือง, คลองแสนแสบ, ภาพฉาย

Title	AN ANALYSIS OF ECOSYSTEM SERVICE USING GEOINFORMATICS APPLICATION ALONG THE PARALLEL AREA OF THE SANSAB CANAL, BANGKOK METROPOLITAN
Author	KAMONNIT YIMYAM
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Sureeporn Nipithwittaya
Co Advisor	Dr. Teerawate Limgomonvilas

This study is concerned with the development potential of ecosystem services for human benefits and appropriate for air pollution problem-solving and the study process of the natural capital model. This study aims to analyze the factors related to ecosystem services and scenarios of ecosystem services. The data was collected by reference, including: (1)biomass expansion; (2)soil series; (3)rock type; (4)average deposition velocity; (5)population; and (6)carbon density. The data was collected by survey,as follows: (1)accuracy of landuse; (2)vegetation; (3)elevation; and (4)PM_{10} concentration. The survey data used the survey tools to collect data to prepare an ecosystem map. The data were analyzed by overlay tools. The Layer data consisted of four factors: (1)landuse; (2)elevation; (3)soil series; and (4)rock type. The data prepared vegetation density map using kernel density tools. The data prepared ecosystem service scenarios by calculating an accord mathematical model of a natural capital model. The results of the ecosystem potential study on the greenest area potential consisted of 12 points: in parks, public administration, and railroads, The results of vegetation density of the highest density of perennials were 0.381 – 0.580 plants per sqm. The results of vegetation density regarding the highest density of bush were 0.086 – 0.146 plants per sqm. and the highest density of grass were 0.031 – 0.050 plants per sqm. Furthermore, the results of carbon sequestration scenario revealed that the highest potential carbon sequestration was 0 - 103.12 Ton.C/m.yr as 50.41% of the area. The monetary value of carbon sequestration in perennials can avoid climate change for 55,544,699.54 Baht. And The results of air regulation scenario revealed that the highest level of PM_{10} retention were 13.21 kg/ha.year. The monetary value of air regulation can avoid health expenses of 19,657.36 Baht/sqm.year. The results of this study can be used as a database in the management and policy of green spaces for the quality of life of people in the future.

Keyword : ecosystem services, urban, sansab canal, scenario

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตาและความอนุเคราะห์จากหลายบุคคล ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติผู้ใหญ่ และขอบคุณพี่สาว ที่ให้กำลังใจตลอดการทำงานจนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่าน อาจารย์ ดร. ธีรเวทย์ ลิมโกมลวิลาศ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรีย์พร นิพิฐวิทยา ที่เมตตากรุณาให้คำปรึกษา แนะแนวทาง ตรวจสอบ รวมถึงช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดการดำเนินงานวิจัยชิ้นนี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้โอกาสและทุนส่วนหนึ่งในการสนับสนุนการศึกษาระดับมหาบัณฑิต

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนในการไปงานประชุมวิชาการ

ขอขอบพระคุณกรมพัฒนาที่ดิน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและข้อมูลชุดดิน

ขอขอบพระคุณกรมทรัพยากรธรณี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลประเภทหิน

ขอขอบพระคุณบุคลากรภาควิชาภูมิศาสตร์ คุณรัชนี ศรีวรรณะ และ คุณเอมอร น้อยประดิษฐ์ ที่ติดต่อประสานงานและทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ รวมถึงอาจารย์หลายท่านในภาควิชาภูมิศาสตร์ที่ให้ความรู้ ประสบการณ์ในการทำงาน และกำลังใจ

และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกท่านที่สนับสนุนจนงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วง

กมลนิตย์ ยิ้มแย้ม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูปภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 5

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา 5

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 6

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

4. ขอบเขตของการวิจัย 6

4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา 6

4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่ 6

5. นิยามศัพท์เฉพาะ 7

6. กรอบแนวคิดการวิจัย 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

1. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา 9

1.1 ความเป็นมาของคลองแสนแสบ 9

1.2 สภาพทางกายภาพ 9

2. แนวความคิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน 10

2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินริมคลอง 10

2.2 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 12
2.3 การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 13
2.4 การประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน 14
3. แนวความคิดนิเวศบริการ 15
3.1 ทฤษฎีนิเวศบริการกับความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ 15
3.2 นิเวศบริการกับหลักเศรษฐศาสตร์ 16
3.3 มาตราส่วนแผนที่นิเวศบริการ 16
4. ภูมิสารสนเทศ 18
4.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 18
4.2 การรับรู้จากระยะไกล 20
4.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก 20
5. แบบจำลองนิเวศบริการ 20
5.1 แบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ 20
6. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 21
1. พื้นที่ศึกษา 21
2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา 22
2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ 22
2.2 ข้อมูลทุติยภูมิ 23
3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 23
3.1 อุปกรณ์ 23
3.2 โปรแกรมปฏิบัติการ 24
4. วิธีการดำเนินการศึกษา 24

4.1 การเตรียมข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน 24
4.2 การเตรียมข้อมูลของพืช 24
4.3 การเตรียมข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข 25
4.3.1 การสำรวจข้อมูลความสูงจากระบบโครงข่ายดาวเทียมนำทางทั่วโลกแบบจลนศาสตร์ 25
4.4 การเตรียมข้อมูลของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน 26
4.4.1 การเลือกจุดเก็บตัวอย่างของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน 26
4.4.2 การเก็บตัวอย่างของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน 26
4.4.3 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน 27
5. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 27
5.1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการ 27
5.2 การวิเคราะห์ภาพฉายของนิเวศบริการ 27
5.2.1 ภาพฉายการกักเก็บคาร์บอน 27
5.2.2 ภาพฉายการควบคุมอากาศ 33
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 40
1. การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการ 40
1.1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน 40
1.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดความเหมาะสมในการเป็นพื้นที่สีเขียว 48
1.3 แผนที่ระบบนิเวศ 49
1.4 แผนที่ความหนาแน่นของพืช 52
2. การวิเคราะห์ภาพฉายของนิเวศบริการ 73
2.1 ภาพฉายการกักเก็บคาร์บอน 73
2.1.1 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน 73

2.1.2 การกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริง 75
2.1.3 มูลค่าเงินของการกักเก็บคาร์บอน 77
2.1.4 ค่ามาตรฐานของภาพฉายการกักเก็บคาร์บอน 77
2.2 ภาพฉายการควบคุมอากาศ 78
2.2.1 ปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน 78
2.2.2 มูลค่าเงินของการควบคุมอากาศ 79
2.2.3 ค่ามาตรฐานของภาพฉายการควบคุมอากาศ 79
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 80
1. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล 80
2. ข้อเสนอแนะ 82
บรรณานุกรม 83
ภาคผนวก 88
ภาคผนวก ก 89
ภาคผนวก ข 92
ประวัติผู้เขียน 110

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 12
ตาราง 2 เกณฑ์การออกแบบแผนที่ของหน่วยนิเวศวิทยา 17
ตาราง 3 มาตราส่วนแผนที่และขนาดพื้นที่ของหน่วยนิเวศวิทยา 17
ตาราง 4 ภาพรวมของแบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ 21
ตาราง 5 ประสิทธิภาพของการวางตำแหน่งเครื่องรังวัด 26
ตาราง 6 ข้อมูลการนำเข้าแผนที่ที่ใช้ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของนิเวศบริการ 28
ตาราง 7 แผนที่ส่งออกสำหรับนิเวศบริการของการกักเก็บคาร์บอน 29
ตาราง 8 ปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล 30
ตาราง 9 ความหนาแน่นของคาร์บอน 31
ตาราง 10 ข้อมูลการนำเข้าแผนที่ที่ใช้ในการประเมินการควบคุมอากาศของนิเวศบริการ 34
ตาราง 11 แผนที่ส่งออกสำหรับนิเวศบริการของการควบคุมอากาศ 35
ตาราง 12 ขนาดของเฟรกชันของต้นไม้ พุ่มไม้ หญ้า และพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุม 36
ตาราง 13 ความเร็วในการทับถมเฉลี่ย (V_x) 36
ตาราง 14 ความเข้มข้นของค่าฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน 37
ตาราง 15 เฟรกชันของการหยุดชั่วคราวของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน 37
ตาราง 16 จำนวนประชากรของแขวงในพื้นที่ศึกษา 38
ตาราง 17 ขนาดพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา 40
ตาราง 18 ขนาดพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินของแขวงในพื้นที่ศึกษา 42
ตาราง 19 การประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน 45
ตาราง 20 ค่าความถูกต้องโดยรวม 47
ตาราง 21 ค่าคะแนนที่ใช้ในการกำหนดความเหมาะสมในการเป็นพื้นที่สีเขียว 49

ตาราง 22 ค่าคะแนนของแผนที่ระบบนิเวศ 50
ตาราง 23 ความหนาแน่นของไม้ยืนต้นตามรายชนิดในพื้นที่ศึกษา 53
ตาราง 24 ความหนาแน่นของพุ่มไม้ตามรายชนิดในพื้นที่ศึกษา..... 59
ตาราง 25 ความหนาแน่นของหญ้าตามรายชนิดในพื้นที่ศึกษา..... 70
ตาราง 26 ขนาดพื้นที่ของศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน..... 74
ตาราง 27 ขนาดพื้นที่ของการกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริง..... 76

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 8
ภาพประกอบ 2 เขตการปกครองบริเวณคลองแสนแสบ 10
ภาพประกอบ 3 ชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 19
ภาพประกอบ 4 ประเภทของข้อมูล 19
ภาพประกอบ 5 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา 22
ภาพประกอบ 6 แผนภาพขั้นตอนการศึกษา 39
ภาพประกอบ 7 การใช้ประโยชน์ที่ดิน 41
ภาพประกอบ 8 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของแขวง 44
ภาพประกอบ 9 การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา 44
ภาพประกอบ 10 แผนภูมิแสดงค่าคะแนนของศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียว 50
ภาพประกอบ 11 แผนที่ระบบนิเวศ 51
ภาพประกอบ 12 ความหนาแน่นของไม้ยืนต้น 52
ภาพประกอบ 13 ความหนาแน่นของพุ่มไม้ 58
ภาพประกอบ 14 ความหนาแน่นของหญ้า 69
ภาพประกอบ 15 แผนภูมิแสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกในพื้นที่ศึกษา 72
ภาพประกอบ 16 แผนภูมิแสดงความสูงของไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษา 73
ภาพประกอบ 17 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน 75
ภาพประกอบ 18 การกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริง 76
ภาพประกอบ 19 ปริมาณการกักเก็บฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน 78

บทที่ 1
บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

มลพิษทางอากาศเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญและทั่วโลกกำลังให้ความสนใจ เนื่องจากปัญหาฝุ่นละอองที่เกินมาตรฐานส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อยู่อาศัยรวมทั้งประชากรในประเทศไทย ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการเพิ่มควันเสียของเครื่องจักร ยานพาหนะ โรงงานอุตสาหกรรม โรงงานไฟฟ้า และควันที่เกิดจากหุงต้ม สิ่งหนึ่งที่ตามมาหลังจากนั้นคือปัญหามลพิษทางอากาศ แม้ว่าภาครัฐได้ออกแผนปฏิบัติการเพื่อแก้ไขปัญหาโดยการเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่เป็นการป้องกันและลดการกำเนิดมลพิษที่ต้นทาง รวมไปถึงการพัฒนาสิ่งสาธารณูปโภคต่างๆ แต่มลพิษทางอากาศยังคงเป็นปัญหาหลักที่มีค่าเกินมาตรฐาน

คลองแสนแสบในกรุงเทพมหานครเป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำที่เป็นที่รู้จักและใช้เดินทางมาตั้งแต่อดีต เนื่องจากเป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำที่สำคัญของกรุงเทพมหานคร นอกจากนี้กรุงเทพมหานครมีปัญหามลพิษทางอากาศสูงเป็นอันดับสองของโลกรองจากกรุงฮานอย ประเทศเวียดนาม ทำให้ประชาชนต้องประสบปัญหาจากมลพิษทางอากาศที่แผ่คลุมกรุงเทพมหานคร ซึ่งปริมาณฝุ่นละอองเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการใช้ชีวิตของประชาชน เพราะก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพและทัศนวิสัยแย่ลง ในพ.ศ.2562 พบว่า ค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน วัดได้ที่ 102.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังนั้นการศึกษานิเวศบริการจะทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง และช่วยในการวิเคราะห์ศักยภาพของการกักเก็บคาร์บอนและวิเคราะห์ปริมาณของการกักเก็บรักษาฝุ่นละออง เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการ การป้องกัน และการลดผลกระทบของฝุ่นละอองในพื้นที่เมือง (workpointTODAY, 2562)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ปัญหามลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานคร ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน ดังนั้นจึงสนใจศึกษาศักยภาพของการกักเก็บคาร์บอนโดยนำเครื่องมือทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการและแสดงผลในรูปแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองแสดงภาพฉายการกักเก็บคาร์บอนและภาพฉายการควบคุมอากาศสู่การหาแนวทางในการแก้ไขและลดปัญหาจากมลพิษทางอากาศได้

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการ
2. เพื่อวิเคราะห์ภาพฉายของนิเวศบริการ

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการที่มีผลต่อศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวของนิเวศบริการ

2. สามารถนำแนวทางการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการไปจัดทำแผนที่นิเวศบริการด้านต่างๆ ในพื้นที่อื่นที่มีลักษณะพื้นที่ใกล้เคียงกันได้

3. สามารถประเมินสถานการณ์การกักเก็บคาร์บอนและการควบคุมอากาศในปัจจุบันโดยใช้แบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาผลของการวิเคราะห์ปัจจัยและภาพฉายของนิเวศบริการครอบคลุมขอบเขตและประเด็นในการศึกษา ดังนี้

1. การสำรวจทางภาคสนามในการสำรวจข้อมูลพืช สำรวจในพื้นที่สาธารณะที่เข้าถึงได้

2. การสำรวจทางภาคสนามในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เก็บข้อมูลพืชเฉพาะพื้นที่เปิดโล่ง

3. การวิเคราะห์ภาพฉายของนิเวศบริการด้วยแบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ (Natural Capital Model) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เพื่อการหาปริมาณและประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของนิเวศบริการ

4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

บริเวณสองฝั่งริมคลองแสนแสบเริ่มจากท่าเรือสะพานอโศกมนตรีถึงท่าเรือวัดใหม่ช่องลม ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 1.37 ตารางกิโลเมตร โดยกำหนดระยะศึกษาจากริมคลองทั้งสองฝั่งออกไปด้านละ 500 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่เหมาะสมในการเข้าถึงพื้นที่สีเขียวด้วยการเดิน (Giles-Corti et al., 2005) ครอบคลุม 3 เขต ได้แก่ เขตราชเทวี เขตพญาไท และเขตห้วยขวาง

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

นิเวศบริการ (Ecosystem services) หมายถึง ประโยชน์ต่างๆ ที่ผู้คนได้รับจากระบบนิเวศ (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)

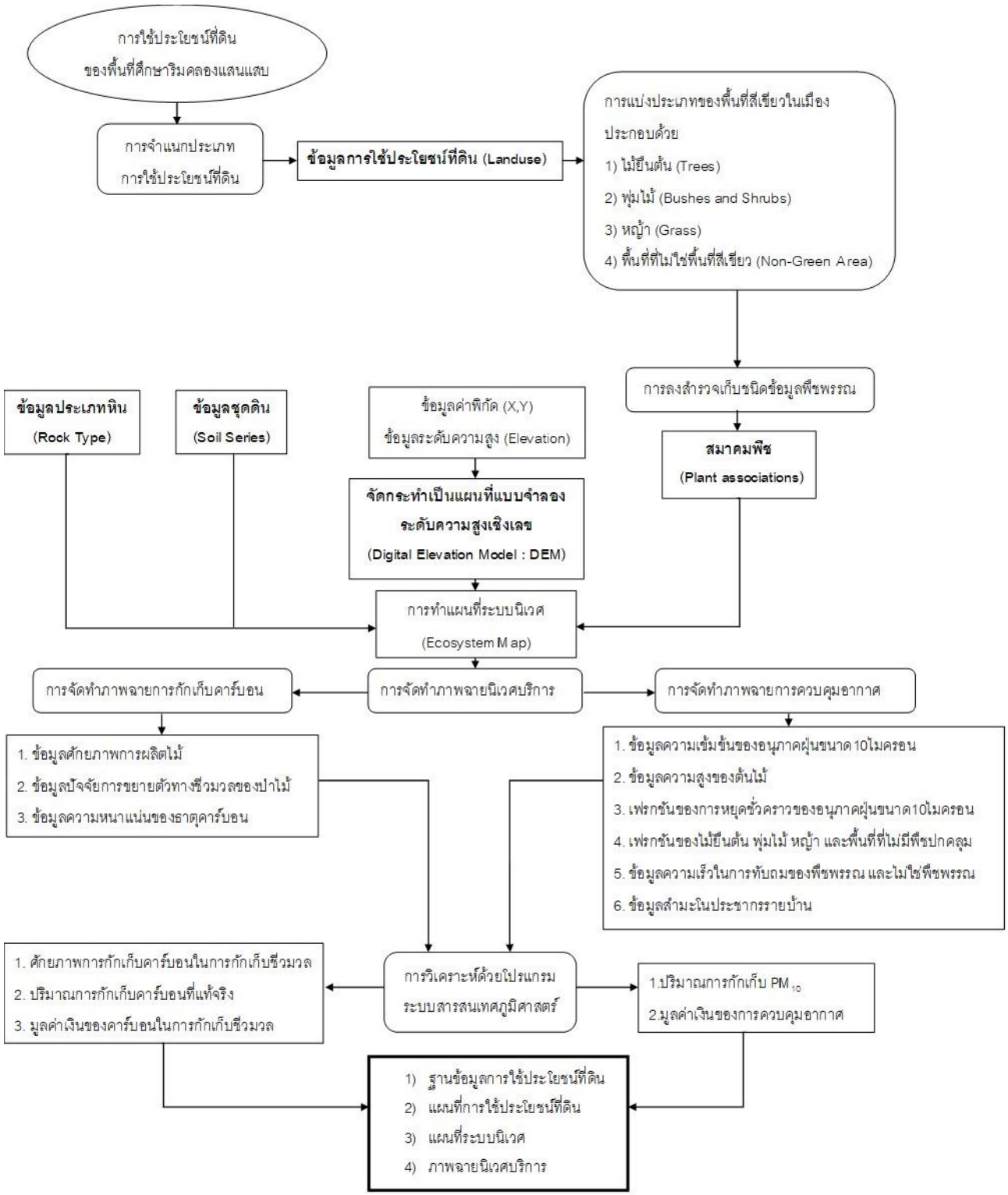
ภาพฉาย (Scenarios) หมายถึง เค้าโครงของลำดับของเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ (Chandler & Munday, 2011)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Landuse) หมายถึง วัตถุประสงค์สำหรับการเป็นพื้นที่ของที่ดินที่ถูกใช้ เช่น ที่อยู่อาศัย เกษตรกรรม พาณิชยกรรม ค้าปลีก อุตสาหกรรม (Park, 2007)

กลุ่มธรรมชาติที่มีศักยภาพ (Potential Natural Community) หมายถึง กลุ่มที่มีความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาถูกสร้างขึ้นบนพื้นที่ในกรณีที่ทุกขั้นตอนตามลำดับเสร็จสิ้นโดยปราศจากการแทรกแซงจากมนุษย์ ภายใต้เงื่อนไขทางสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน (Park, 2007)

สมาคมพืช (Plant Associations) หมายถึง เป็นกลุ่มที่เป็นหนึ่งเดียวกันทางสรีรวิทยา โดยปกติเป็นกลุ่มที่อยู่จุดสูงสุดในสายพันธุ์เด่น ซึ่งมักจะมีหลายสายพันธุ์เด่นร่วมกันหลายสายพันธุ์ ถ้ามีแค่หนึ่งกลุ่มที่เป็นสายพันธุ์เด่นถูกเรียกว่าสมาคมที่ใกล้ชิด (Allaby, 2010)

6. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษา และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา
2. แนวความคิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน
3. แนวความคิดนิเวศบริการ
4. ภูมิสารสนเทศ
5. แบบจำลองนิเวศบริการ
6. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

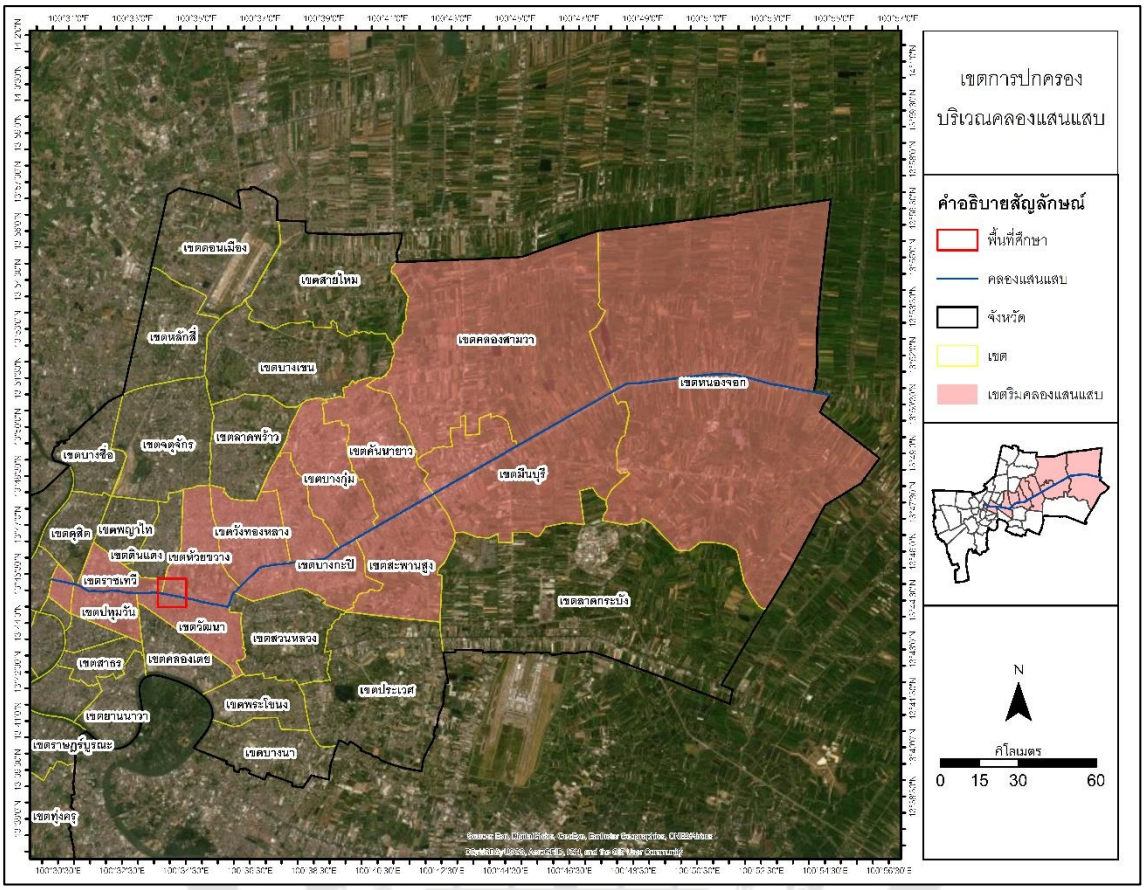
1. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

1.1 ความเป็นมาของคลองแสนแสบ

คลองแสนแสบเป็นคลองที่ถูกขุดขึ้นในพ.ศ.2380 สมัยพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่3) โดยพระยาศรีพิพัฒนรัตนราชโกษา (ทัด) เป็นผู้ควบคุมการขุด แต่เดิมการใช้ประโยชน์ที่ดินริมฝั่งคลองเป็นพื้นที่รกร้าง ต่อมาหลังจากการขุดคลองแสนแสบก็มีผู้คนขยับขยายมาอาศัย แต่แรกจะเป็นพระบรมวงศานุวงศ์และราษฎรทั่วไปทำการเพาะปลูกข้าวและพืชผลทางการเกษตร หลังจากนั้นมีแรงงานจากชนบทอพยพเข้ามาอยู่อาศัยจำนวนมาก ทำให้ต้องการที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น มีการรุกล้ำริมคลองเพื่อสร้างบ้านเรือน เกิดการโยกย้ายผู้คนที่อยู่อาศัยเดิมไปอยู่แหล่งอื่น นอกจากนี้หลังจากพ.ศ.2520 คลองแสนแสบประสบปัญหาน้ำเน่าเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และฝุ่นละอองจากการคมนาคมทางถนน (วราภรณ์ จิวชัยศักดิ์, 2555)

1.2 สภาพทางกายภาพ

คลองแสนแสบอยู่ในเขตปกครองทั้งสิ้น 14 เขต ดังภาพประกอบที่ 2 ได้แก่ เขตดุสิต เขตราชเทวี เขตปทุมวัน เขตห้วยขวาง เขตวัฒนา เขตสวนหลวง เขตวังทองหลาง เขตบึงกุ่ม เขตบางกะปิ เขตสะพานสูง เขตคันนายาว เขตมีนบุรี เขตคลองสามวา และเขตหนองจอก มีความกว้างของคลองเฉลี่ยประมาณ 20-35 เมตร ความยาวของคลองประมาณ 48 กิโลเมตร ลักษณะโดยทั่วไปเป็นพื้นที่ลุ่ม น้ำท่วมถึง คลองแสนแสบบริเวณพื้นที่ในเขตมีนบุรีและหนองจอกเป็นพื้นที่รับน้ำหลาก (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)



ภาพประกอบ 2 เขตการปกครองบริเวณคลองแสนแสบ

2. แนวความคิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินริมคลอง

มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 เกณฑ์พัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินริมคลอง

การกำหนดเกณฑ์พัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินริมคลองเป็นการให้ความสำคัญกับความเป็นอยู่ของมนุษย์ในการใช้ประโยชน์ที่ดินริมคลอง ที่จะส่งผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม หากพื้นที่นั้นไม่สามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549) มีดังต่อไปนี้

2.1.1.1 กรรมสิทธิ์ในการถือครองที่ดิน การถือครองที่ดินมี 3 กลุ่ม คือ ที่ดินของเอกชน ที่ดินของรัฐบาล และที่ดินราชพัสดุ ทำให้เกิดความคล่องตัวต่อพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน

2.1.1.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินเดิม เป็นเกณฑ์สำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการประโยชน์ที่ดินริมคลองเพื่อวางแผนในการพัฒนาพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่มี

ความหนาแน่นหรือพื้นที่ที่มีความหนาแน่นเบาบางจะมีความง่ายในการนำไปพัฒนามากกว่าพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างหนาแน่น การมีสิ่งปลูกสร้างทำให้ยากต่อการรื้อถอนส่งผลต่อประชาชนจำนวนมาก รวมทั้งกิจกรรมเดิมในพื้นที่ก็เป็นตัวกำหนดแนวโน้มของกิจกรรมในพื้นที่ใหม่

2.1.1.3 ความสะดวกในการเข้าถึงพื้นที่ การเข้าถึงพื้นที่ง่ายช่วยทำให้ได้เปรียบในการพัฒนามากกว่าพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก เช่น การเดิน การขี่จักรยาน การเดินทางด้วยรถไฟฟ้า การเดินทางด้วยเรือ มีความสะดวกมากกว่าการเข้าถึงด้วยรถยนต์หรือรถประจำทาง นอกจากนี้พื้นที่ที่มีการเข้าถึงหลายทางมีความสะดวกในการเข้าถึงมากกว่าพื้นที่ที่เข้าถึงได้ทางเดียว การออกแบบพื้นที่ให้มีความสะดวกต่อการเข้าถึงจะส่งเสริมให้ประชาชนออกมาใช้พื้นที่มากขึ้น

2.1.1.4 การเชื่อมโยงกับโครงข่ายคมนาคมสาธารณะ การเชื่อมโยงกันของโครงข่ายระบบถนน ทางเท้า จักรยาน รถไฟฟ้า เรือ ทำให้มีระยะการเดินทางที่สั้นลง มีทางเลือกในการเดินทางและความสามารถในการเข้าถึงสถานที่ต่างๆมากขึ้น ช่วยส่งเสริมศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่

2.1.1.5 ใกล้แหล่งชุมชนที่มีความหนาแน่นมาก การมีปริมาณประชาชนอาศัยอย่างหนาแน่นทำให้การคมนาคมในพื้นที่ที่มีหลายชุมชนเกิดการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพมากกว่า

2.1.1.6 สภาพทางกายภาพที่เหมาะสม สภาพทางกายภาพนับว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพทางกายภาพที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของประชาชนในระยะยาว การคัดเลือกพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนา เช่น ขนาดพื้นที่ที่ไม่เล็กเกินไปจนทำให้การพัฒนาทำได้อย่างจำกัด ขนาดพื้นที่ที่ไม่ใหญ่เกินไปจนทำให้การพัฒนาสิ้นเปลืองงบประมาณและอาจก่อให้เกิดปัญหาในการดูแลรักษา สภาพทางภูมิทัศน์ สภาพพื้นที่ไม่เป็นอุปสรรคในการพัฒนา สภาพแวดล้อมโดยรอบที่ไม่สร้างให้เกิดความขัดแย้ง และไม่มีภัยธรรมชาติ

2.1.1.7 พื้นที่ที่ไม่มีปัญหาในเรื่องมลภาวะ มลภาวะทางน้ำ มลภาวะทางอากาศ มลภาวะทางเสียง รวมไปถึงสภาพภูมิทัศน์ที่เสื่อมโทรม

2.1.1.8 พื้นที่มีสาธารณูปโภคอย่างครบถ้วน สาธารณูปโภคช่วยทำให้พื้นที่นั้นมีการพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบประปา ระบบโทรศัพท์และอินเทอร์เน็ต

2.1.2 กรณีศึกษาการพัฒนาพื้นที่ริมคลอง แนวทางการพัฒนาพื้นที่ริมคลองบางพื้นที่มีความน่าสนใจในการนำมาเป็นตัวอย่าง เพื่อเทียบเคียงกับการพัฒนาพื้นที่ริมคลอง

แสนแสบในบริบทของการเป็นพื้นที่ริมคลองที่อยู่ในบริเวณข้างเคียงชุมชน (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549; ทรงภพ เมฆพรรณโอภาส, 2560) มีดังนี้

2.1.2.1 โครงการฟื้นฟูและพัฒนาวิถีชีวิตริมคลอง กรณีศึกษา : คลองผดุงกรุงเกษม เป็นโครงการปรับปรุงพื้นที่สาธารณะริมน้ำ จากเดิมซึ่งมีสภาพคลองที่เสื่อมโทรม จึงได้มีการพัฒนาทางเดินเท้า สะพาน ลานอเนกประสงค์ การปรับปรุงภูมิทัศน์พร้อมกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียว รวมถึงการเชื่อมต่อกับพื้นที่โดยรอบ

2.1.2.2 โครงการปรับปรุงและฟื้นฟูสภาพแวดล้อมคลองด่าน-คลองบางขุนเทียน-คลองสนามชัยที่มีการปรับปรุงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการควบคุมกิจกรรมประเภทโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ที่ส่งผลต่อการบำบัดน้ำเสีย และเพื่อควบคุมรูปแบบทางกายภาพ จึงได้มีการปรับปรุง รื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ทรุดโทรมมีแนวโน้มพังทลาย การควบคุมความสูงของอาคารและสิ่งปลูกสร้างให้เหมาะสมในระยะที่กำหนดจากริมคลอง และเน้นการสร้างภาพรวมให้คงเอกลักษณ์ของพื้นที่ไว้

2.1.2.3 โครงการพัฒนาพื้นที่ริมคลองแซงต์มาร์แตง (Saint-Martin Canal) ในกรุงปารีส เมื่อ พ.ศ.2511 - พ.ศ.2518 เดิมมีบทบาทเป็นที่อยู่อาศัยของชนชั้นกรรมกร โรงงาน บริเวณซักผ้าสาธารณะ และคลังสินค้า คลองแห่งนี้ถูกวางแผนให้เป็นพื้นที่ริมน้ำที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการท่องเที่ยว การแล่นเรือ กีฬาทางน้ำ มีการอนุรักษ์อาคารเก่าที่เป็นจุดเด่นของเมือง ลดพื้นที่การขนถ่ายสินค้าข้างคลองและที่จอดรถยนต์เพื่อปลูกต้นไม้ใหญ่ เพิ่มสวนสาธารณะและทางเดินเท้าเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ

2.2 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นสามารถแบ่งเป็นชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งได้แนวคิดพื้นฐานการจำแนกมาจากเอกสารแผนที่หน่วยระบบนิเวศ ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ระดับที่ 1 (Level I)	ระดับที่ 2 (Level II)	รหัส (Code)
พื้นที่ป่าไม้และอื่นๆ (Forests and Other)	พื้นที่สีเขียวสาธารณะ (Public Green Space)	28
	พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ (Other Unpaved Terrain)	29

ตาราง 1 (ต่อ)

ระดับที่1 (Level I)	ระดับที่2 (Level II)	รหัส (Code)
พื้นที่สิ่งก่อสร้างและพื้นที่ปูถนน (Built Up and Paved Areas)	ย่านที่อยู่อาศัย (Residential Area)	41
	พื้นที่สำนักงาน (Services: Offices and Businesses)	43
พื้นที่สิ่งก่อสร้างและพื้นที่ปูถนน (Built Up and Paved Areas)	สถานที่ราชการ (Public Administration Area)	44
	ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ (Roads,Parking Lots, Other)	45
	พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน (Green Offices Area)	46
พื้นที่น้ำ (Water)	แม่น้ำและลำธาร (Rivers and Streams)	53

ที่มา: Leeuwen, Zuurmond, and Jong (2017)

2.3 การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การศึกษาประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประกอบไปด้วย

2.3.1 ข้อมูลดาวเทียม GeoEye

ดาวเทียม GeoEye เริ่มปฏิบัติการวันที่ 6 กันยายน พ.ศ.2551 ภายใต้การบริหารจัดการของ GeoEye, Inc. ตั้งแต่นั้น GeoEye ได้ทำงานกับ Google เพื่อเผยแพร่ภาพไปยัง Google Earth และ Google Maps ดาวเทียม GeoEye โคจรโลกหนึ่งรอบในเวลา 99 นาที ในลักษณะสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์โดยผ่านขั้วโลก ที่ระดับความสูงจากพื้นโลกประมาณ 681 กิโลเมตร ด้วยระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกถูกปรับให้เหมาะสมสำหรับโครงการขนาดใหญ่ ทำให้สามารถรวบรวมภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงได้ 350,000 ตารางกิโลเมตรต่อวัน (Cision PR Newswire, 2011; The European Space Agency, 2021)

2.3.2 การแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา (Visual Interpretation)

การแปลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาใช้องค์ประกอบที่แตกต่างของภาพในการพิจารณาตีความข้อมูล ได้แก่ ความเข้มของสีและสี (Tone/Color) ขนาด (Size) รูปร่าง (Shape) เนื้อภาพ (Texture) รูปแบบ (Pattern) ความสูงและเงา (Height and Shadow) ที่ตั้ง (Site) ความเกี่ยวพัน (Association) การจำแนกองค์ประกอบของภาพเป็นแบบหยาบไปละเอียด เช่น พื้นที่สิ่งก่อสร้างและพื้นที่ปูถนน แบ่งออกเป็น ย่านที่อยู่อาศัย พื้นที่สำนักงาน สถานที่ราชการ (ภาคภูมิ เหล่าตระกูล, 2558)

2.4 การประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การประเมินความถูกต้องของการใช้ประโยชน์ที่ดินใช้ในการตรวจสอบผลการวิเคราะห์จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งทำการตรวจสอบด้วยการสร้างตารางเมทริกซ์ (Error Matrix) เปรียบเทียบผลที่ได้จากการแปลภาพด้วยสายตากับผลการสำรวจภาคสนาม คำนวณหาค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy) และ ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa's Coefficient) (กรมชลประทาน, 2562; พนรัตน์ มะโน, 2560) ดังนี้

2.4.1 ค่าความถูกต้องโดยรวม (Overall Accuracy)

$$\text{overall accuracy} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{k} n_{ij} \quad (1)$$

โดย n_{ij} คือ จำนวนตำแหน่งที่จำแนกได้ถูกต้อง

n คือ จำนวนตำแหน่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด

k คือ จำนวนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด

2.4.2 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa's Coefficient)

$$\hat{\mathrm{K}} = \frac{n*\sum_{i=1}^{k} n_{ii} - \sum_{i=1}^{k} n_{i+}*n_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^{k} n_{i+}*n_{+i}} \quad (2)$$

โดย $\hat{\mathrm{K}}$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา

n คือ จำนวนตำแหน่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด

n_{i+} คือ จำนวนตำแหน่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการสำรวจภาคสนาม

n_{+i} คือ จำนวนตำแหน่งประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการแปลภาพด้วยสายตา

n_{ii} คือ จำนวนตำแหน่งที่จำแนกได้ถูกต้อง

k คือ จำนวนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด

3. แนวความคิดนิเวศบริการ

3.1 ทฤษฎีนิเวศบริการกับความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์

Millennium Ecosystem Assessment (2005) ให้ความหมายว่า ประโยชน์ต่างๆ ที่ผู้คนได้รับจากระบบนิเวศ ประกอบด้วย นิเวศบริการด้านการจัดเตรียม (provisioning services) นิเวศบริการด้านการควบคุม (regulating services) นิเวศบริการด้านวัฒนธรรม (cultural services) ที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้คน และนิเวศบริการด้านการสนับสนุน (supporting services) ที่ช่วยส่งเสริมการบริการประเภทอื่นที่มีความเชื่อมโยงกันมาก

ความสัมพันธ์ระหว่างนิเวศบริการกับความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ นิเวศบริการด้านการจัดเตรียม นิเวศบริการด้านการควบคุม นิเวศบริการด้านวัฒนธรรม และนิเวศบริการด้านการสนับสนุน (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) มีรายละเอียดดังนี้

1) นิเวศบริการด้านการจัดเตรียม (provisioning services) คือ ผลผลิตที่ได้รับจากระบบนิเวศ ได้แก่ อาหาร เส้นใย เชื้อเพลิง ยา ผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์ น้ำจืด
2) นิเวศบริการด้านการควบคุม (regulating services) คือ ประโยชน์ต่างๆ ที่ได้รับจากการควบคุมของกระบวนการทางระบบนิเวศ ได้แก่ การควบคุมคุณภาพอากาศในระบบนิเวศที่รวมสารเคมีและแยกสารเคมีจากบรรยากาศที่ส่งผลต่อคุณภาพอากาศ การควบคุมการพังทลายโดยพืชที่มีบทบาทสำคัญในการรักษาดินและป้องกันดินถล่ม
3) นิเวศบริการด้านวัฒนธรรม (cultural services) คือ ประโยชน์ที่ไม่ใช่ทางกายภาพประชาชนได้รับประโยชน์ผ่านทางการเพิ่มคุณค่าทางจิตวิญญาณ การพัฒนาทางองค์ความรู้ การพินิจพิจารณา การพักผ่อนหย่อนใจ และประสบการณ์ด้านสุนทรียภาพ
4) นิเวศบริการด้านการสนับสนุน (supporting services) คือ สิ่งจำเป็นสำหรับนิเวศบริการทั้งหมด มีความแตกต่างจากนิเวศบริการด้านอื่นโดยส่งผลกระทบต่อประชาชนทางอ้อมและเป็นเวลานานมาก ได้แก่ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การหมุนเวียนสารอาหาร การหมุนเวียนน้ำ

3.2 นิเวศบริการกับหลักเศรษฐศาสตร์

ในมุมมองทางวิชาการของสิ่งแวดล้อมกับเศรษฐศาสตร์ได้มีการพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินมูลค่าผลกระทบของระบบเศรษฐกิจที่มีต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการประเมินการพัฒนาสิ่งแวดล้อมในเชิงปริมาณ การติดตามตรวจสอบนโยบายและปฏิบัติการ และการเพิ่มประสิทธิภาพต่อการตัดสินใจ ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์และนำแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์มาประเมินมูลค่าที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม ถือเป็นต้นกำเนิดของนิเวศบริการ การประเมินมูลค่านิเวศบริการ และการจ่ายตอบแทนบริการจากระบบนิเวศในปัจจุบัน (จิรากรณ์ คชเสนี และ นันทนา คชเสนี, 2558)

3.3 มาตราส่วนแผนที่นิเวศบริการ

เกณฑ์การออกแบบแผนที่ของหน่วยนิเวศวิทยาเป็นการจำแนกเพื่อให้เห็นขนาดพื้นที่ต่อจำนวนของประเภทข้อมูลที่ต่างกัน เมื่อทำการวิเคราะห์ประเภทของข้อมูลตามขนาดพื้นที่แล้วจึงนำไปดำเนินการศึกษานิเวศบริการในรายละเอียดต่อไป ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกหน่วยนิเวศวิทยาเป็น Landtype ตามขนาดพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในตาราง 2 และตาราง 3

ตาราง 2 เกณฑ์การออกแบบแผนที่ของหน่วยนิเวศวิทยา

Ecological Unit	Principal map unit design criteria
Landtype association	-Geomorphic process, geologic formation, surficial geology, and elevation -Phases of soil subgroups, families, or series -Local climate -PNC series, subseries, plant associations
Landtype	-Landform and topography -Phases of soil subgroups, families, or series -Rock type, geomorphic process -PNC plant associations
Landtype phase	-Phases of soil subfamilies or series -Landform and slope position -PNC plant associations or phases

ที่มา: Cleland et al. (1997)

ตาราง 3 มาตราส่วนแผนที่และขนาดพื้นที่ของหน่วยนิเวศวิทยา

Ecological unit	Map scale range	General polygon size
Landtype association	1:3,500,000 to 1:250,000	1,000 to 10,000 of acres
Landtype	1:250,000 to 1:60,000	100 to 1,000 of acres
Landtype phase	1:60,000 to 1:24,000	<100 acres

ที่มา: Cleland et al. (1997)

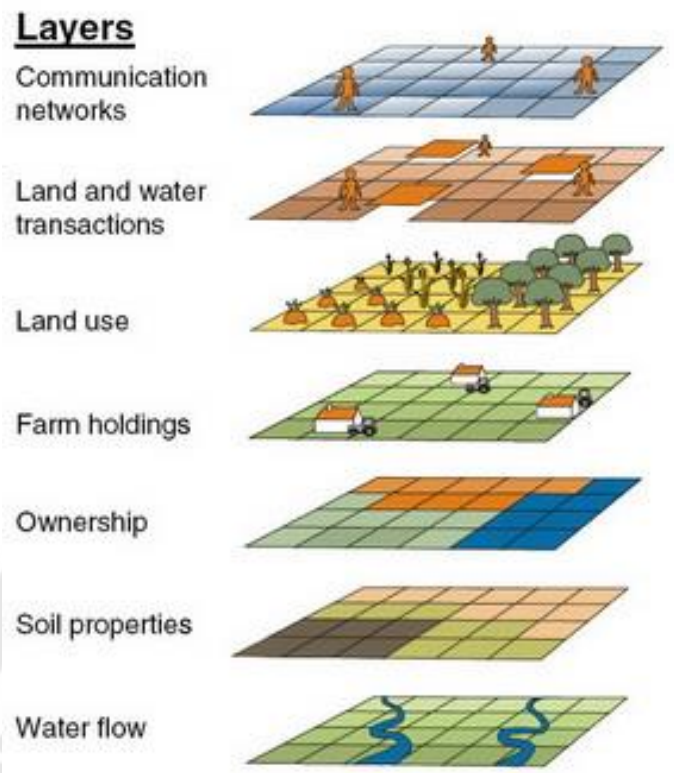
4. ภูมิสารสนเทศ

ภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics) เป็นเทคโนโลยีที่ครอบคลุมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing : RS) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System : GPS) (Singh, 2020) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

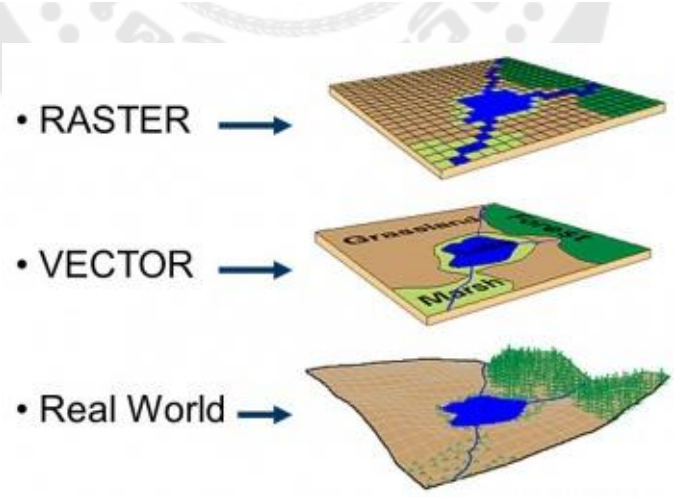
เป็นเครื่องมือในการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์ มีหน้าที่ในการบูรณาการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ในแง่มุมที่หลากหลาย รวมถึงการรวบรวม การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยทั่วไปจะรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือการรับรู้จากระยะไกลและระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก ผลลัพธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ที่ตั้ง รูปร่าง ขนาด และทิศทางของจุดที่สนใจทางภูมิศาสตร์ จากนั้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะดำเนินการวิเคราะห์โดยการรวมหรือการแยกชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Howari and Ghrefat, 2021)

4.1.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ จุด (points) เส้น (lines) และรูปร่างหลายมุม (polygons) แสดงในแบบจำลองข้อมูลที่มีทิศทางและขนาด (vector data model) ซึ่งถูกจัดระเบียบเป็นชั้นข้อมูล (layers) และในแบบจำลองข้อมูลตารางกริด (raster data model) แสดงคุณลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นภูมิภาค (regions) พื้นผิว (surfaces) ส่วนที่ถูกแบ่ง (segments) (Howari and Ghrefat, 2021) ดังแสดงในภาพประกอบ 3 และ 4



ภาพประกอบ 3 ชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ที่มา: Parker, Berger, and Manson (2001)



ภาพประกอบ 4 ประเภทของข้อมูล

ที่มา: Geneva International Centre for Humanitarian Demining (2016)

4.1.2 โครงสร้างข้อมูลเชิงลักษณะ (Descriptive data structures) ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ และรวมโครงสร้างของข้อมูลเชิงสัมพันธ์กับโครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุ

จากข้อมูลข้างต้นเห็นได้ว่า ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่บูรณาการกับข้อมูลเชิงลักษณะนำไปสู่การจัดการข้อมูลทางภูมิศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจัดการกับความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และไม่ใช่เชิงพื้นที่ (Howari and Ghrefat, 2021)

4.2 การรับรู้จากระยะไกล

เป็นวิทยาศาสตร์ของการรับสารสนเทศเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์โดยการวัดรังสีที่ปล่อยหรือสะท้อนออกมาจากพื้นผิวโลก บรรยากาศ และใต้พื้นน้ำเพื่อตรวจจับและสังเกตการณ์ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โดยปราศจากการสัมผัสทางกายภาพ (OmniSci Inc., 2021)

4.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก

เป็นระบบนำทางด้วยคลื่นวิทยุบนอวกาศ ประกอบด้วย กลุ่มของดาวเทียมที่ส่งสัญญาณนำทาง เครือข่ายของสถานีภาคพื้นดิน สถานีควบคุมดาวเทียม ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบและควบคุม ปัจจุบันมีดาวเทียมระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก 31 ดวง โคจรรอบโลกที่ระดับความสูงประมาณ 11,000 ไมล์ ให้ข้อมูลผู้ใช้งานด้วยสารสนเทศที่แม่นยำเกี่ยวกับตำแหน่ง ความเร็ว เวลา ในทุกสถานที่และทุกเงื่อนไขสภาพอากาศบนโลก (United States Department of Transportation, 2020)

5. แบบจำลองนิเวศบริการ

เป็นแบบจำลองการคาดการณ์มูลค่าสำหรับนิเวศบริการที่กำหนดขึ้นอยู่กับตัวแปรทางสภาพแวดล้อมอย่างน้อยหนึ่งอย่างที่ส่งผลต่อมูลค่าของการบริการ มูลค่าสามารถวัดตัวแปรทางสภาพแวดล้อมที่สัมพันธ์กัน เช่น หน่วยตันของคาร์บอน หน่วยลิตรของน้ำ มูลค่าเป็นเงินหรือมูลค่าไม่เป็นเงินต่อมนุษย์ และวัดจากการใช้บริการของผู้คน แบบจำลองนิเวศบริการมีความซับซ้อนของตัวแปรสู่การคาดการณ์นิเวศบริการ และการนำเข้าข้อมูลที่ใช้สำหรับการดำเนินการของแบบจำลอง (Bullock & Ding, 2018)

5.1 แบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ

เป็นแบบจำลองที่ให้ผลลัพธ์ที่สามารถใช้ในการประเมินสถานการณ์ในปัจจุบัน แสดงถึงการผลิตไม้ ชีวมวลสำหรับพลังงาน การกักเก็บคาร์บอน การระบายความร้อนด้วยต้นไม้ และน้ำในพื้นที่เมือง แบบจำลองดังกล่าวได้รับการพัฒนาโดยความร่วมมือระหว่างสำนักงานประเมินสิ่งแวดล้อมเนเธอร์แลนด์ (Netherlands Environmental Assessment Agency)

สถาบันวิจัยสิ่งแวดล้อมวาเคนินเกน (Wageningen Environmental Research : WEnR) และสำนักสถิติกลางเนเธอร์แลนด์ (The Dutch Central Bureau of Statistics : CBS) โดยการบูรณาการข้อมูลระดับชาติ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างประเทศตามนิเวศบริการที่แตกต่างกัน (Remme, Nijs, & Paulin, 2017)

ตาราง 4 ภาพรวมของแบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ

ชื่อแบบจำลอง	ข้อดี	ข้อจำกัด
แบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ (Natural Capital Model : NC Model)	การประเมินมูลค่าช่วยในการกำหนดนโยบายและการติดตามนโยบายให้เป็นผลสำเร็จ	แบบจำลองต้องการข้อมูลจำนวนมาก
	แบบจำลองครอบคลุมการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในการวางแผนเชิงพื้นที่และบริบทของนโยบาย	
	ผลลัพธ์การสร้างแบบจำลองสำหรับสถาบันที่แตกต่างกันจะมีหลักเกณฑ์เดียวกัน ดังนั้นจะไม่เกิดกรณีพิพาท	
	การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับการใช้ที่ดินและการจัดลำดับความสำคัญของการปกป้องระบบนิเวศที่แตกต่างกันง่ายมากขึ้น	

ที่มา: Remme, Nijs, and Paulin (2017)

6. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Paulin et al. (2020a) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินนิเวศบริการโดยใช้แบบจำลองมหานครทางธรรมชาติที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว พร้อมทั้งสร้างแผนที่การปกคลุมของพืชด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่หน่วยนิเวศวิทยาขนาดส่วนย่อย (Subsection) ในเมืองอัมสเตอร์ดัม ประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยา (Geology) ข้อมูลลำดับของดิน (Phases of soil orders) ข้อมูลภูมิอากาศแบบภูมิภาคย่อย (Subregional climatic data) ข้อมูลกลุ่มธรรมชาติที่มีศักยภาพ (Potential Natural Community) มาวิเคราะห์ในแบบจำลองย่อยการควบคุมคุณภาพของอากาศ จากการศึกษาพบว่า ตัวบ่งชี้ของปริมาณการเก็บฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอนโดยพืชเป็น 98.6 พัน.กิโลกรัมต่อปี และตัวบ่งชี้ของค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพที่ลดลงเป็น 4.8 หนึ่งล้านยูโรต่อปี

Paulin et al. (2020b) ทำการศึกษาและประเมินพื้นที่นิเวศบริการของเมืองฮอคเชอวาร์ด (Hoeksche Waard) ประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยแบบจำลองมหานครทางธรรมชาติด้วยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลภาคสนาม และตัวแปรทางเศรษฐกิจ-สังคม เช่น ข้อมูลประชากร ข้อมูลทางสถิติ มาวิเคราะห์โดยการซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis) ในแบบจำลองย่อยการควบคุมคุณภาพของอากาศ จากการศึกษาพบว่า ตัวบ่งชี้ของปริมาณการเก็บฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอนโดยพืชเป็น 140 พัน.กิโลกรัมต่อปี และตัวบ่งชี้ของค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพที่ลดลงเป็น 6 หนึ่งล้านยูโรต่อปี

สนธยา จำปานิล (2547) ทำการประเมินศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย โดยการวางแปลงขนาด 50*50 ตารางเมตร จำนวนทั้งหมด 18 แปลง แบ่งเป็น แปลงในสังคมป่าเบญจพรรณ จำนวน 8 แปลง แปลงในสังคมป่าดิบแล้ง จำนวน 4 แปลง แปลงในสังคมป่าดิบเขา จำนวน 6 แปลง เพื่อสำรวจและนับจำนวนต้นไม้และทำการบันทึกข้อมูลระดับความสูงของต้นไม้ด้วย Haga Hypsometer นำข้อมูลความสูงที่ได้ไปประเมินความสูงของต้นไม้ทั้งหมดด้วยโปรแกรม SILVIC จากนั้นบันทึกข้อมูลการย่อยสลายเศษซากพืชด้วยเครื่องมือดักเก็บเศษซาก เป็นเวลา 1 ปี นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน สมการอัตราการย่อยสลายของเศษซากพืช จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินแบ่งเป็นสังคมป่า 3 ประเภท ดังนี้ สังคมป่าเบญจพรรณมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.12$\pm$43.10 ตัน.คาร์บอนต่อเฮกแตร์ สังคมป่าดิบแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.40$\pm$5.55 ตัน.คาร์บอนต่อเฮกแตร์ สังคมป่าดิบเขามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 128.99$\pm$32.70 ตัน.คาร์บอนต่อเฮกแตร์ ปริมาณผลผลิตเศษซากพืชในรอบปีแบ่งเป็นสังคมป่า

3 ประเภท ดังนี้ สังคมป่าเบญจพรรณมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.53±0.59 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี สังคมป่าดิบแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.93±1.21 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี สังคมป่าดิบเขามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.46±0.05 ตันต่อเฮกแตร์ต่อปี

สมพงษ์ เลิศพุฒิพิศุทธิ์ (2547) ศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน บริเวณสถานีรถไฟฟ้า 3 สถานี คือ สถานีรถไฟฟ้าพญาไท สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง สถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองชนิดติดตัวบุคคล กระดาษกรองชนิดเซลลูโลสผสม และกระดาษกรองใยแก้ว ดำเนินการเก็บฝุ่นละอองอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน ซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นนำกระดาษกรองทั้งสองชนิดมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองด้วยวิธีชั่งน้ำหนัก (Gravimetric Method) จากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพญาไท เท่ากับ 88.9±15.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง เท่ากับ 91.5±19.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} บริเวณสถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี เท่ากับ 62.9±14.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพญาไท เท่ากับ 55.2±12.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง เท่ากับ 52.7±11.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บริเวณสถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี เท่ากับ 39.6±10.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

นวลปราง นวลอุไร (2548) ทำการประเมินศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย จากการรับรู้จากระยะไกล โดยการวางแปลงขนาด 30*30 ตารางเมตร ในภาพถ่ายดาวเทียม จำนวนทั้งหมด 85 แปลง แบ่งเป็นแปลงในสังคมป่าดิบแล้ง จำนวน 50 แปลง แปลงในสังคมป่าเต็งรัง จำนวน 9 แปลง แปลงในสังคมป่าเบญจพรรณ จำนวน 16 แปลง แปลงในสังคมป่าดิบชื้น 10 แปลง ทำการบันทึกข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกทุกลำต้น บันทึกข้อมูลระดับความสูงของต้นไม้แบบการสุ่มและใช้โปรแกรม SILVIC ในการประมาณความสูงรายต้น นำข้อมูลจากการสำรวจมาวิเคราะห์ดัชนีพื้นที่ใบด้วยดัชนีพืชพรรณ 8 รูปแบบ วิเคราะห์ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนด้วยสมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินแบ่งเป็นสังคมป่า 4 ประเภท ดังนี้ สังคมป่าดิบชื้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 168.04±107.88 ตัน.คาร์บอนต่อเฮกแตร์ สังคมป่าดิบแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 103.85±61.32 ตัน.คาร์บอนต่อเฮกแตร์ สังคมป่าเบญจพรรณมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.26±24.18 ตัน.คาร์บอนต่อเฮกแตร์ สังคมป่าเต็งรังมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

29.31±9.17 ตัน.คาร์บอนต่อเฮกแตร์ ค่าดัชนีพื้นที่ใบแบ่งเป็นสังคมป่า 4 ประเภท ดังนี้ สังคมป่าดิบชื้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.68 ตันต่อเฮกแตร์ สังคมป่าดิบแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.81 ตันต่อเฮกแตร์ สังคมป่าเบญจพรรณมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.38 ตันต่อเฮกแตร์ สังคมป่าเต็งรังมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.27 ตันต่อเฮกแตร์

กัลยกร ตั้งอุไรวรรณ (2549) ศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในจังหวัดสมุทรปราการ โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง Mini Volume Air Sampler (Mini-vol) กระดาษกรองเทฟลอน และกระดาษกรองควอตซ์ ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน เว้น 1 วัน จากนั้นนำกระดาษกรองทั้งสองชนิดมาวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองด้วยวิธีชั่งน้ำหนัก (Gravimetric Method) จากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองมีค่าระหว่าง 55.63 – 71.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ตระวรรณ หาญกิจรุ่ง (2556) ศึกษาอิทธิพลระหว่างปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยากับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ของพื้นที่ริมถนน ซึ่งปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วย อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน และการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ โดยใช้ข้อมูลฝุ่นละออง PM_{10} เป็นรายชั่วโมงของกรมควบคุมมลพิษจำนวน 3 สถานีตรวจวัด นำข้อมูลมาวิเคราะห์สัมพันธ์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS จากการศึกษาพบว่า ปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นเมื่อ ความเร็วลมต่ำ อากาศเย็นและเสถียร แสงแดดไม่มาก ส่วนปริมาณน้ำฝนช่วยลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากผิวถนน

พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา (2558) ทำการประเมินศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของอำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี โดยการวางแปลงเก็บตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 5 แปลง แบ่งเป็น แปลงในสังคมป่าเบญจพรรณ ขนาด 30*50 ตารางเมตร จำนวน 2 แปลง และขนาด 40*40 ตารางเมตร จำนวน 1 แปลง แปลงในสังคมป่าเต็งรัง ขนาด 40*40 ตารางเมตร จำนวน 2 แปลง จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก บันทึกข้อมูลระดับความสูงของต้นไม้ด้วยเครื่องรังวัดระดับความสูงของต้นไม้ ยี่ห้อ Range Finder รุ่น Forestry Pro นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยสมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากการศึกษาพบว่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มีค่าระหว่าง 4.62 – 34.21 ตัน.คาร์บอนต่อเฮกแตร์ และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.17±13.05 ตัน.คาร์บอนต่อเฮกแตร์

คมสันต์ จันทรเสนา (2560) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่รับน้ำของพื้นที่ชุ่มน้ำเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ (พรุโต๊ะแดง) ระหว่างพ.ศ.2540 ถึง พ.ศ.2559 โดยการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณพื้นที่ศึกษา

ด้วยวิธีการจำแนกแบบกำกับ (Supervised Classification) ร่วมกับการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา (Visual Image Interpretation) จำนวน 2 ช่วงเวลา คือ พ.ศ.2540 และ พ.ศ.2547 ประกอบกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระหว่างพ.ศ.2552 ถึง พ.ศ.2559 จากกรมพัฒนาที่ดิน จากนั้นทำการประเมินความถูกต้องด้วยค่าความถูกต้องโดยรวมและค่าสัมประสิทธิ์แคปปา จากการศึกษาพบว่า ขนาดพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 4 ช่วงเวลา พื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุด พื้นที่ป่าพรุรองลงมา และพื้นที่แหล่งน้ำน้อยที่สุด ผลการประเมินความถูกต้องด้วยค่าความถูกต้องโดยรวมของพ.ศ.2540 และ พ.ศ.2547 เท่ากับ ร้อยละ 90.64 และ ร้อยละ 90.18 ตามลำดับ ผลการประเมินความถูกต้องด้วยค่าสัมประสิทธิ์แคปปาของ พ.ศ.2540 และ พ.ศ.2547 เท่ากับ 0.872 และ 0.871 ตามลำดับ

ธนวิทย์ ถมกระจ่าง (2560) ทำการประเมินศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของป่าชุมชนบุตาต้อง ตำบลนากลาง อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา โดยการบันทึกข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเพื่อการสร้างแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลขและเก็บข้อมูลความสูงของต้นไม้ด้วยอากาศยานไร้คนขับยี่ห้อ Phantom 4 PRO จากนั้นทำการสำรวจรังวัดค่าพิกัดของตำแหน่งต่างๆด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบจลนศาสตร์ (Real Time Kinetic : RTK) ยี่ห้อ Sokkia รุ่น GRX 1 ซึ่งการกำหนดพิกัดอ้างอิงของพื้นที่ศึกษาทำการเชื่อมโยงจากค่าพิกัดหมุดหลักฐานจำนวน 2 หมุด เพื่อใช้สร้างสถานีฐาน (Base Station) ที่อ้างอิงจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point : GCP) จำนวน 14 จุด และจุดตรวจสอบความถูกต้องของภาพถ่ายทางอากาศ (Check Point) จำนวน 25 จุด นำค่าพิกัดจากการสำรวจมาสร้างกลุ่มจุดสามมิติ (Point Cloud) และวิเคราะห์ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนด้วยสมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 1.54 ตันต่อไร่

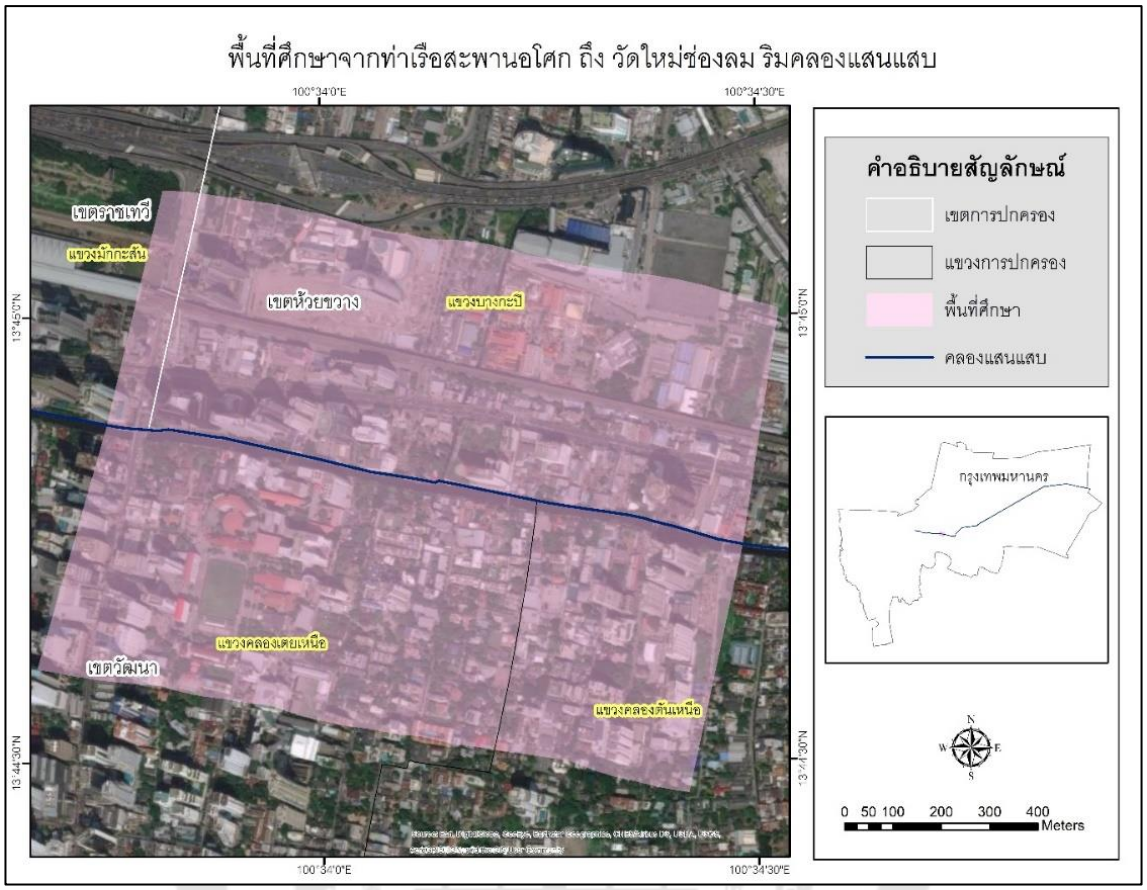
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องนิเวศบริการ จัดทำภาพฉายแสดงการกักเก็บคาร์บอนและจัดทำภาพฉายแสดงการควบคุมอากาศ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. พื้นที่ศึกษา
2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
4. วิธีการดำเนินการศึกษา
5. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. พื้นที่ศึกษา

กำหนดขอบเขตการศึกษาตามคลองแสนแสบตั้งแต่ท่าเรือสะพานอโศกถึงท่าเรือวัดใหม่ช่องลม ระยะทางกันชน (Buffer) ของสองริมฝั่งคลองด้านละ 500 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 1.37 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของเขตการปกครองกรุงเทพมหานคร ได้แก่ เขตวัฒนา เขตห้วยขวาง และเขตราชเทวี ดังแสดงในภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

1) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) จากการจำแนกด้วยสายตาจากภาพถ่ายดาวเทียมโดยมีแผนที่ฐานของกรมพัฒนาที่ดิน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2563

2) ข้อมูลการประเมินความถูกต้องของการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม (Accuracy of Land Use) จากการสำรวจภาคสนาม เดือนมิถุนายน พ.ศ.2564

3) ข้อมูลสมาคมพืช (Plant Associations) จากการสำรวจภาคสนาม เดือนมิถุนายน พ.ศ.2564

4) ข้อมูลศักยภาพการผลิตไม้ (Potential Wood Production) จากสมการศักยภาพการผลิตไม้ เดือนมิถุนายน พ.ศ.2564

5) ข้อมูลความสูงของต้นไม้ (Tree Height) จากการสำรวจภาคสนาม เดือนมิถุนายน พ.ศ.2564

6) ข้อมูลระดับความสูง (Elevation) จากการสำรวจภาคสนาม เดือนสิงหาคม พ.ศ.2564

7) ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน (Concentration of PM_{10}) จากการสำรวจภาคสนาม เดือนมิถุนายน พ.ศ.2564

2.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

1) แผนที่ภูมิประเทศกรมแผนที่ทหาร จากกรมแผนที่ทหาร พ.ศ.2545

2) ข้อมูลการขยายตัวทางชีวมวลของป่าไม้ (Biomass Expansion Factor) จากการอ้างอิงงานวิจัย พ.ศ.2557

3) ข้อมูลชุดดิน (Soil Series) จากกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ.2559

4) ข้อมูลประเภทหิน (Rock Type) จากกรมทรัพยากรธรณี พ.ศ.2559

5) ข้อมูลความเร็วในการทับถมเฉลี่ย (Average Deposition Velocity) จากการอ้างอิงงานวิจัย พ.ศ.2560

6) ข้อมูลจำนวนของประชากร (Population) จากกรมการปกครอง พ.ศ.2562

7) ภาพถ่ายจากดาวเทียม Geoeye จากโปรแกรมภาพถ่ายดาวเทียม Google Earth พ.ศ.2563

8) ข้อมูลความหนาแน่นของคาร์บอน (Carbon Density) จากการอ้างอิงงานวิจัย พ.ศ.2564

3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ได้แก่ อุปกรณ์ (Hardware) และโปรแกรมปฏิบัติการ (Software)

3.1 อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจภาคสนาม ได้แก่

1) โทรศัพท์

2) เทปวัดระยะ

3) เครื่องวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) ยี่ห้อ GARMIN รุ่น Etrex10

4) เครื่องวัดความสูงต้นไม้ (Clinometer)

5) เครื่องรังวัดระดับความสูง ยี่ห้อ EMLID รุ่น REACH RS+

6) เครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศแบบพกพา ยี่ห้อ CEM รุ่น DT-9880

3.2 โปรแกรมปฏิบัติการ

โปรแกรมปฏิบัติการที่ใช้ ได้แก่

1) โปรแกรมปฏิบัติการด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS

2) สร้างแบบสอบถามจาก Google Form

3) โปรแกรมภาพถ่ายดาวเทียม Google Earth

4. วิธีการดำเนินการศึกษา

แบ่งขั้นตอนในการศึกษา ดังนี้

4.1 การเตรียมข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาในพื้นที่ศึกษา ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจาก Geoeye บันทึกภาพเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ.2563 และเลือกใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินเป็นฐาน หลังจากนั้นทำการคัดเลือกพื้นที่ที่สำรวจภาคสนาม ทั้งหมด 24 จุด โดยจำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทละ 3 จุด ทั้ง 8 ประเภท ได้แก่ (1) พื้นที่สีเขียวสาธารณะ (2) พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ (3) ย่านที่อยู่อาศัย (4) พื้นที่สำนักงาน (5) สถานที่ราชการ (6) ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ (7) พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน (8) แม่น้ำและลำธาร การกระจายสัดส่วนในการกำหนดจุดสำรวจภาคสนาม ใช้เครื่องมือ Create Random Point

4.2 การเตรียมข้อมูลของพืช

สร้างแบบสำรวจ Google Form โดยออกแบบฐานข้อมูลในการจัดเก็บ ประกอบด้วย วันที่ (Date) ตำแหน่งพิกัด (GPS Location) ประเภทต้นไม้ (Tree Type) ความสูงต้นไม้ (Tree Height) เส้นรอบวงที่ความสูงระดับอก (Girth at Breast Height : GBH) เส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก (Diameter at Breast Height : DBH) และภาพถ่าย (Picture) ซึ่งมีรายละเอียดการจัดเก็บข้อมูลของพืช ดังต่อไปนี้

1) ประเภทต้นไม้ บันทึกประเภทพืชทั้งสามประเภท ได้แก่ ไม้ยืนต้น พุ่มไม้ หญ้า โดยกำหนดให้ไม้ยืนต้นมีความสูงมากกว่า 2.5 เมตร ขึ้นไป

2) ความสูงต้นไม้ บันทึกความสูงของต้นไม้ หน่วยเป็นเมตร

3) เส้นรอบวงที่ความสูงระดับอก บันทึกการวัดเส้นรอบวงของต้นไม้ที่ระดับความสูง 1.3 เมตร จากระดับพื้นดิน

4) เส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก บันทึกเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.3 เมตร จากพื้นดิน จากการนำค่าเส้นรอบวงหารด้วยค่าไพน์ (π)

4.3 การเตรียมข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข

การเตรียมข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลขโดยอาศัยการสำรวจข้อมูลความสูงจากระบบโครงข่ายดาวเทียมนำทางทั่วโลกแบบจลนศาสตร์ (Realtime Kinetic Global Navigation Satellite System Network : RTK GNSS Network) ร่วมกับแผนที่ภูมิประเทศ L7018 มาตราส่วน 1 ต่อ 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ซึ่งจะให้ผลลัพธ์เป็นค่าความสูงเชิงเลข

4.3.1 การสำรวจข้อมูลความสูงจากระบบโครงข่ายดาวเทียมนำทางทั่วโลกแบบจลนศาสตร์

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยต้องสำรวจระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา โดยการใช้เครื่องรังวัดระดับความสูง ยี่ห้อ EMLID รุ่น REACH RS+ ในการเก็บข้อมูล ซึ่งตัวรับสัญญาณชนิดนี้มีความแม่นยำสูง การเชื่อมต่อความถี่ขนาด 868/915 MHz LoRa ในระยะไกลสุด 8 กิโลเมตร ใช้เวลาในการจัดเก็บข้อมูล 1-2 นาที (Emlid, 2014) การเก็บข้อมูลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.3.1.1 การกำหนดค่าพิกัดตำแหน่ง

การสร้างจุดควบคุม (Control Point) ด้วยวิธีการรังวัดระดับความสูงแบบจลนศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการรังวัดเพื่อการหาตำแหน่งของจุดต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วถึงระดับเซนติเมตร โดยการตั้งตัวรับสัญญาณบนจุดที่ต้องการทราบค่าพิกัดในระยะเวลา 1-2 นาที

4.3.1.2 การกำหนดตำแหน่งเครื่องรังวัด

การเก็บข้อมูลด้วยเครื่องรังวัดระดับความสูงเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน จำเป็นต้องมีการกำหนดระยะทางของเส้นฐาน ค่าความถูกต้องทางตำแหน่งแนวราบ และค่าความถูกต้องทางตำแหน่งแนวดิ่ง

ตาราง 5 ประสิทธิภาพของการวางตำแหน่งเครื่องรังวัด

ประเภทของการสำรวจ (Type of Surveying)	ระยะทางของเส้นฐาน (Single Baseline)	แนวราบ (Horizontal)	แนวดิ่ง (Vertical)
ระบบดาวเทียมนำทางทั่วโลกแบบสถิต (Static Global Navigation Satellite System)	<30 km	5 mm + 1 ppm RMS	10 mm + 2 ppm RMS
จลนศาสตร์ตามเวลาจริง (Real Time Kinematic)	<10 km	7 mm + 1 ppm RMS	14 mm + 2 ppm RMS
จลนศาสตร์หลังการประมวลผล (Post Processed Kinematic)	<10 km	7 mm + 1 ppm RMS	14 mm + 2 ppm RMS

ที่มา: Emlid (2014)

4.3.1.3 การเก็บข้อมูลหมุดหลักฐาน เป็นไปตามมาตรฐานของการสำรวจของกรมแผนที่ทหาร

4.3.1.4 การกำหนดรายละเอียดในการเก็บข้อมูล

การรวบรวมจุด (Point Collection) การสังเกตการณ์จุด (Point Stake Out) โดยควบคุมคุณสมบัติทั้งหมดผ่านแอพพลิเคชั่น ReachView

4.4 การเตรียมข้อมูลของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

4.4.1 การเลือกจุดเก็บตัวอย่างของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดำเนินการเก็บข้อมูลบริเวณสถานที่ราชการมีแนวกันชนออกไป 5,000 เมตรเพื่อเป็นสถานีอ้างอิง จุดเก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ทั้งสิ้น 7 สถานี ได้แก่ สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง โรงเรียนนนทรีวิทยา กรมประชาสัมพันธ์ โรงเรียนบดินทรเดชา กระทรวงวิทย์ การเคหะดินแดง และโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

4.4.2 การเก็บตัวอย่างของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

การดำเนินการเก็บตัวอย่างช่วงเวลา 9.00 – 15.00 น. สถานีละ 15 นาที โดยใช้เครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศแบบพกพา ยี่ห้อ CEM รุ่น DT-9880

4.4.3 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

การหาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน ใช้การวิเคราะห์โดยการสอดแทรกพื้นผิวตารางกริดจากข้อมูลจุดด้วยเทคนิคถ่วงน้ำหนักระยะทางผกผัน (Inverse Distance Weighted : IDW)

5. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการ

1) ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษานิเวศบริการ ได้แก่ ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยประเภทหิน ปัจจัยชุดดิน ปัจจัยระดับความสูง ทำการวิเคราะห์โดยการซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis) ด้วยเครื่องมือ Union ในโปรแกรม ArcGIS 10.2 และนำผลคะแนนมาคำนวณผลรวมเพื่อแบ่งระดับพื้นที่ศึกษา ผลรวมคะแนนที่ได้มีค่าตั้งแต่ 4 ถึง 12

2) การวิเคราะห์ความหนาแน่นของพืช ด้วยเครื่องมือ Kernel Density ในโปรแกรม ArcGIS 10.2 นำค่าความหนาแน่นของข้อมูลพืชจำแนกเป็น 10 ระดับ ด้วยเทคนิคการแบ่งช่วงชั้นแบบ natural breaks

3) การวิเคราะห์ความหนาแน่นของชนิดต้นไม้

$$\text{ความหนาแน่นของชนิดต้นไม้} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้ในแต่ละชนิด}}{\text{ขนาดพื้นที่ศึกษาทั้งหมด}} \qquad (3)$$

โดย Plant species density คือ ความหนาแน่นของชนิดต้นไม้ (ต้น / ตารางเมตร)

Number of plant in each species คือ จำนวนต้นไม้ในแต่ละชนิด (ต้น)

Total study area size คือ ขนาดพื้นที่ศึกษาทั้งหมด (ตารางเมตร)

5.2 การวิเคราะห์ภาพฉายของนิเวศบริการ

การวิเคราะห์ภาพฉายของนิเวศบริการ ใช้โปรแกรม ArcGIS 10.2 เพื่อประเมินศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน ประเมินการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และมูลค่าทางเศรษฐกิจ มีวิธีการดำเนินการศึกษา ดังนี้

5.2.1 ภาพฉายการกักเก็บคาร์บอน

การทำภาพฉายในการกักเก็บคาร์บอนดำเนินการนำเข้าข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในแบบจำลอง ดังรายละเอียดในตาราง 6

ตาราง 6 ข้อมูลการนำเข้าแผนที่ที่ใช้ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของนิเวศบริการ

ข้อมูลนำเข้า (Input)	หน่วย (Unit)	บรรยายสรุป (Short Description)
ปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล (Biomass Expansion Factor : BEF)	ไม่มีหน่วย (dimensionless)	การขยายตัวของชีวมวลทั้งหมดของต้นไม้ที่สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นรายปีทางชีวมวลของลำต้น
ปัจจัยความหนาแน่นของคาร์บอน (Carbon Density)	ตัน . คาร์บอน / ลูกบาศก์เมตร	ปริมาณคาร์บอนต่อหน่วยพื้นที่
ศักยภาพสำหรับการผลิตไม้ (Potential Wood Production)	ลูกบาศก์เมตร / เมตร.ปี	ศักยภาพในการผลิตไม้ที่สามารถทำได้

ที่มา: Remme et al. (2017)

การสร้างแผนที่ส่งออกสำหรับนิเวศบริการของการกักเก็บคาร์บอน ได้ผลลัพธ์ออกมา ดังตาราง 7

ตาราง 7 แผนที่ส่งออกสำหรับนิเวศบริการของการกักเก็บคาร์บอน

แผนที่ส่งออก (Output map)	หน่วย (Unit)	บรรยายสรุป (Short Description)
ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในชีวมวล (Potential carbon sequestration in biomass)	ตัน.คาร์บอน / เมตร.ปี	ปริมาณคาร์บอนที่สามารถถูกกักเก็บไว้ในชีวมวล
การกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริง (Actual carbon sequestration in biomass)	ตัน.คาร์บอน / เมตร.ปี	การกักเก็บคาร์บอนในชีวมวลไม้ในปัจจุบัน
มูลค่าเงินของการกักเก็บคาร์บอนในชีวมวล (Monetary value carbon sequestration in biomass)	บาท / เมตร.ปี	มูลค่าเงินของการกักเก็บคาร์บอนในชีวมวลไม้ในปัจจุบัน

ที่มา: Remme et al. (2017)

แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของนิเวศบริการ

มีรายละเอียดดังนี้

1) ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน (Potential carbon sequestration)

$$\text{ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน} = BEF * C_{density} * \text{Suitability for wood production} \quad (4)$$

โดย BEF คือ ปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล

$C_{density}$ คือ ความหนาแน่นของคาร์บอน (ตัน . คาร์บอน / ลูกบาศก์เมตร)

Suitability for wood production คือ ความเหมาะสมสำหรับการผลิตไม้ (ลูกบาศก์เมตร / เมตร.ปี)

$$\text{ปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล} = \frac{\text{น้ำหนักยอดต้นไม้แห้งรวมกับน้ำหนักลำต้นแห้ง}}{\text{น้ำหนักลำต้นแห้ง}} \quad (5)$$

โดย BEF คือ ปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล

$W_{aboveground}$ คือ น้ำหนักยอดต้นไม้แห้งรวมกับน้ำหนักลำต้นแห้ง (กิโลกรัม)

W_{bole} คือ น้ำหนักลำต้นแห้ง (กิโลกรัม)

ตาราง 8 ปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล

ประเภทป่าไม้ (Forest type)	ปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล (Biomass expansion factor)
ป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest)	3.4
ป่าผลัดใบ (Deciduous Forest)	1.52
ป่าสน (Coniferous Forest)	1.57

ที่มา: Giri, Kumar, Rawat, and Kumar (2014); Siregar, Arif, Suryana, and Indartono (2018)

ตาราง 9 ความหนาแน่นของคาร์บอน

ระบบนิเวศ (Ecosystem)	ความหนาแน่นของคาร์บอน (กรัม.คาร์บอน / ตารางเมตร)	ความหนาแน่นของคาร์บอน (ตัน.คาร์บอน / ตารางเมตร)
ป่าดิบชื้นเขตร้อน (Tropical evergreen forest)	15,500	0.0155
ป่ากึ่งผลัดใบเขตร้อน (Tropical semi-deciduous forest)	22,000	0.022
ป่าเบญจพรรณเขตร้อน/ป่าไม้ (Tropical deciduous forest/woodland)	12,500	0.0125

ที่มา: Wang, Gao, Shen, Shi, and Zhang (2021)

$$\text{ความเหมาะสมสำหรับการผลิตไม้} = \frac{\text{ศักยภาพในการผลิตไม้ที่สามารถทำได้}}{\text{ศักยภาพในการผลิตไม้ทั้งหมด}} \quad (6)$$

โดย Suitability for wood production คือ ความเหมาะสมสำหรับการผลิตไม้ (ลูกบาศก์เมตร / เมตร.ปี)

Potential wood production คือ ศักยภาพในการผลิตไม้ที่สามารถทำได้ (ลูกบาศก์เมตร / เมตร.ปี)

Maximum of the map with the potential wood production คือ ศักยภาพในการผลิตไม้ทั้งหมด (ลูกบาศก์เมตร / เมตร.ปี)

$$\text{ศักยภาพในการผลิตไม้ที่สามารถทำได้} = \frac{\text{ปริมาตรรวม}}{\text{อายุของต้นไม้}} \quad (7)$$

โดย Potential wood production คือ ศักยภาพในการผลิตไม้ที่สามารถทำได้ (ลูกบาศก์เมตร / เมตร.ปี)

V_t คือ ปริมาตรรวม (ลูกบาศก์เมตร)

t คือ อายุของต้นไม้ (ปี)

$$V_t = (DBH^2 * H) \quad (8)$$

โดย V_t คือ ปริมาตรรวม (ลูกบาศก์เมตร)

DBH คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก (เซนติเมตร)

H คือ ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

$$t = \frac{Girth\ at\ Breast\ Height\ (GBH)\ (\text{ซม.})}{2.5\ (\text{ซม.})} \quad (9)$$

โดย t คือ อายุของต้นไม้ (ปี)

GBH คือ ขนาดเส้นรอบวงที่ความสูงระดับอก (เซนติเมตร)

$$DBH = \frac{GBH}{\pi} \quad (10)$$

โดย GBH คือ ขนาดเส้นรอบวงที่ความสูงระดับอก (เซนติเมตร)

π = 3.14

2) การกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริงในชีวมวล

Actual carbon sequestration = BEF * $C_{density}$ * Potential wood production (11)

โดย BEF คือ ปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล

$C_{density}$ คือ ความหนาแน่นของคาร์บอน

Potential wood production คือ ศักยภาพในการผลิตไม้ที่สามารถทำได้ (ลูกบาศก์เมตร / เมตร.ปี)

3) การกักเก็บคาร์บอนที่มีมูลค่าเป็นเงินในชีวมวล

มูลค่าเงินของการกักเก็บคาร์บอนสามารถหาค่าประมาณได้ ดังต่อไปนี้

Monetary Value of Carbon Sequestration = 3,090.72 * Actual Carbon Sequestration (12)

โดย Monetary Value of Carbon Sequestration คือ มูลค่าเงินของการกักเก็บคาร์บอน (บาท)

Actual Carbon Sequestration คือ การกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริง

5.2.2 ภาพฉายการควบคุมอากาศ

การทำภาพฉายในการควบคุมอากาศดำเนินการนำเข้าข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในแบบจำลอง ดังรายละเอียดในตาราง 10

ตาราง 10 ข้อมูลการนำเข้าแผนที่ที่ใช้ในการประเมินการควบคุมอากาศของนิเวศบริการ

ข้อมูลนำเข้า (Input)	หน่วย (Unit)	บรรยายสรุป (Short Description)
ความเข้มข้นของ PM_{10} (Concentration of PM_{10})	ไมโครกรัม / ลูกบาศก์เมตร	ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนในพื้นที่ศึกษา
ความเร็วในการทับถมเฉลี่ย (Average Deposition Velocity)	เมตร / วินาที	ความเร็วในการทับถมของไม้ยืนต้น พุ่มไม้ หญ้า และพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุม
เฟรกชันของการหยุดชั่วคราวของ PM_{10} (Fraction of Resuspension of PM_{10})	ไม่มีหน่วย	ขนาดส่วนหนึ่งของการหยุดชั่วคราวของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนของพื้นที่หนึ่งเซลล์
เฟรกชันของไม้ยืนต้น พุ่มไม้ หญ้า และพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุม (Fraction of Trees, Shrubs, Grasses and Non-Vegetated)	ไม่มีหน่วย	ขนาดส่วนหนึ่งของไม้ยืนต้น พุ่มไม้ หญ้า และพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุมของพื้นที่หนึ่งเซลล์
ความหนาแน่นของประชากร (Population Density)	คน/ตารางเมตร	ความหนาแน่นของประชากรต่อตารางเมตร

ที่มา: Remme et al. (2017)

การสร้างแผนที่ส่งออกสำหรับนิเวศบริการของการควบคุมอากาศ ได้ผลลัพธ์ออกมา ดังตาราง 11

ตาราง 11 แผนที่ส่งออกสำหรับนิเวศบริการของการควบคุมอากาศ

แผนที่ส่งออก (Output map)	หน่วย (Unit)	บรรยายสรุป (Short Description)
ปริมาณการกักเก็บรักษา PM_{10} (PM_{10} retention)	กิโลกรัม / เฮกตาร์.ปี	ปริมาณ PM_{10} ที่กักเก็บรักษาโดยพืชพรรณ
มูลค่าเงินของการควบคุมอากาศ (Monetary value of air regulation)	บาท / ตารางเมตร.ปี	ค่ารักษาทางสุขภาพที่หลีกเลี่ยงได้จากการที่พืชพรรณกักเก็บรักษา PM_{10}

ที่มา: Remme et al. (2017)

แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินการควบคุมอากาศของนิเวศบริการ

มีรายละเอียดดังนี้

1) ปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

$$Retention_{PM10} = V_{dep} * C_{PM10} * fr_{Resuspension} * UnitCorrection \quad (13)$$

โดย $Retention_{PM10}$ หมายถึง ปริมาณการกักเก็บ PM_{10} โดยพืชพรรณ (กิโลกรัม / เฮกตาร์ . ปี)

V_{dep} หมายถึง ความเร็วในการทับถมเฉลี่ย (เมตร / วินาที)

C_{PM10} หมายถึง ความเข้มข้นของ PM_{10} (ไมโครกรัม / ลูกบาศก์เมตร)

$fr_{Resuspension}$ หมายถึง เฟรกชันของการหยุดชั่วคราวของ PM_{10}

UnitCorrection หมายถึง 3.1536 เพื่อแก้ไขหน่วยจาก เซนติเมตร / วินาที x ไมโครกรัม / ลูกบาศก์เมตร เป็น กิโลกรัม / เฮกตาร์ . ปี

$$V_{dep} = fr_{tree}\, v_{treei} + fr_{shrub}\, v_{shrub} + fr_{low\text{-}veg}\, v_{low\text{-}veg} + fr_{non\text{-}veg}\, v_{landcoveri} \quad (14)$$

$$Fr_{non\text{-}veg} = 1 - (fr_{tree} + fr_{shrub} + fr_{low\text{-}veg}) \quad (15)$$

โดยที่ fr_x หมายถึง เฟรกชันของไม้ยืนต้น พุ่มไม้ หญ้า และพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุม ของเซลล์

V_x หมายถึง ความเร็วในการทับถมของต้นไม้ พุ่มไม้ หญ้า และพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุม

ตาราง 12 ขนาดของเฟรกชันของต้นไม้ พุ่มไม้ หญ้า และพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุม

ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	ขนาดของเฟรกชัน
ไม้ยืนต้น	0.23	0.17
พุ่มไม้	0.01	0.01
หญ้า	0.02	0.01
ไม่มีพืชปกคลุม	1.08	0.79
น้ำ	0.03	0.02
พื้นที่ทั้งหมด	1.37	1.00

ตาราง 13 ความเร็วในการทับถมเฉลี่ย (V_x)

ประเภท ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ความเร็วในการทับถมของไม้ยืนต้น พุ่มไม้ หญ้า และพื้นที่ที่ไม่มีพืชปกคลุม (เมตร/วินาที)
ไม้ยืนต้น	0.5
พุ่มไม้	0.3
หญ้า	0.2
ไม่มีพืชปกคลุม	0.0
น้ำ	0.1

ที่มา: Remme et al. (2017)

ตาราง 14 ความเข้มข้นของค่าฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

ระดับ	ความเข้มข้นของ PM_{10} (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)
ต่ำสุด	46.2478
สูงสุด	50.4823

ตาราง 15 เฟรกชันของการหยุดชั่วคราวของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

ประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน	$fr_{Resuspension}$
การปกคลุมดินประเภทอื่น (Other Land Cover)	0.5
พื้นที่น้ำ (Water)	0.0

ที่มา: Remme et al. (2017)

2) มูลค่าเงินของการควบคุมอากาศ

มูลค่าเงินของการควบคุมอากาศเป็นค่าประมาณของ PM_{10} สามารถหาค่าประมาณได้ ดังต่อไปนี้

$$฿_{PM10} = Retention_{PM10} * ExtCosts_{PM10} \quad (16)$$

โดยที่ $฿_{PM10}$ หมายถึง มูลค่าทางการเงิน (บาท / ตารางเมตร . ปี)

$Retention_{PM10}$ หมายถึง ปริมาณการเก็บ PM_{10} โดยพืชพรรณ (กิโลกรัม / เฮกตาร์ . ปี)

$ExtCosts_{PM10}$ หมายถึง ต้นทุนภายนอกของ PM_{10} (บาท / กิโลกรัม)

$$ExtCosts_{PM10} = 1764.46 + 3632.2 * \text{Population Density} \quad (17)$$

โดยที่ $ExtCosts_{PM10}$ หมายถึง ต้นทุนภายนอกของ PM_{10} (บาท / กิโลกรัม)

Population Density หมายถึง ความหนาแน่นของประชากรต่อตารางเมตร (คน / ตารางเมตร)

$$\text{Population Density} = \frac{N}{A} \quad (18)$$

โดยที่ Population Density หมายถึง ความหนาแน่นของประชากรต่อตารางเมตร (คน / ตารางเมตร)

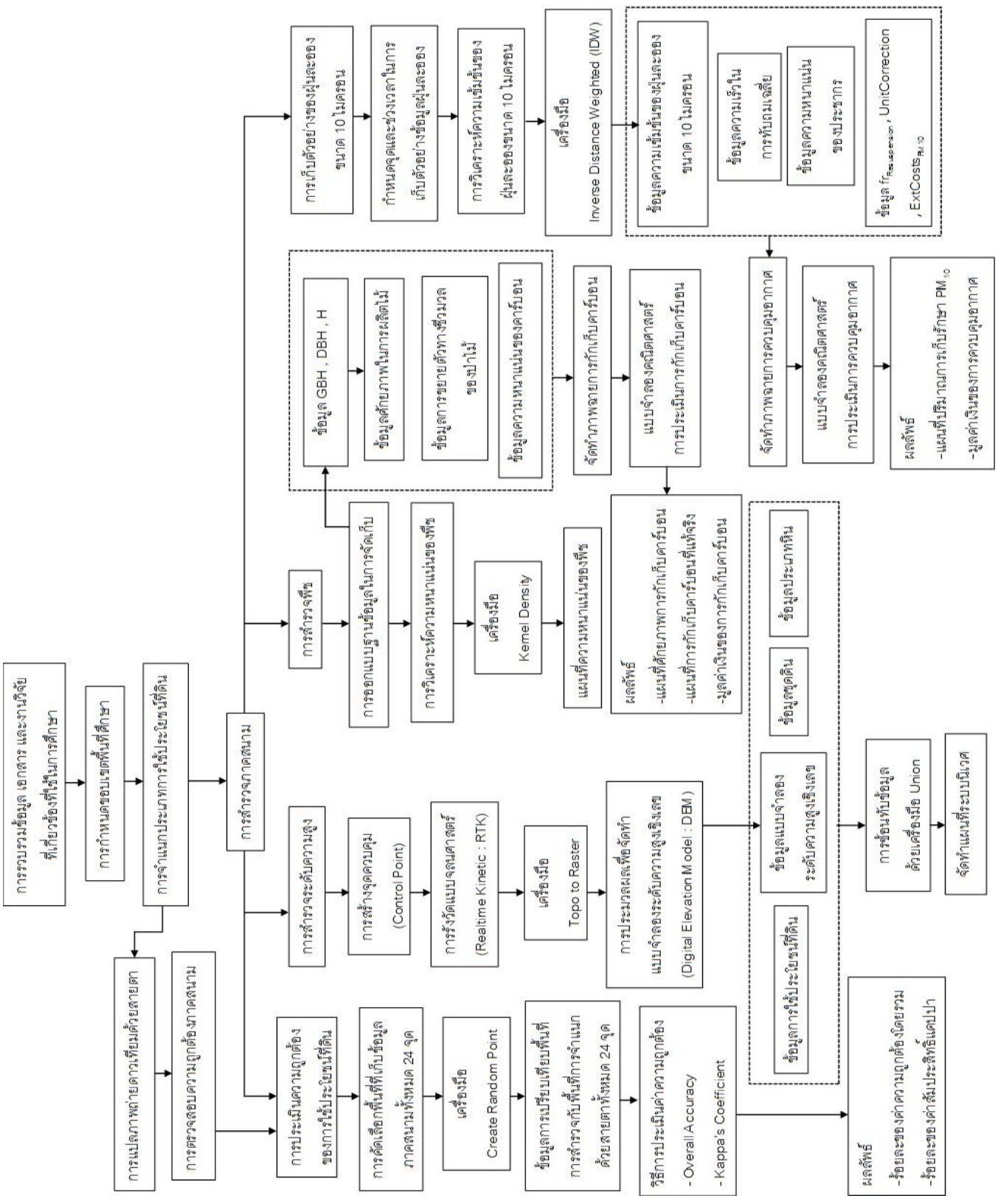
N หมายถึง จำนวนประชากรทั้งหมด (คน)

A หมายถึง พื้นที่ที่ถูกครอบคลุมโดยประชากรกลุ่มนั้น (ตารางเมตร)

ตาราง 16 จำนวนประชากรของแขวงในพื้นที่ศึกษา

แขวงการปกครอง	จำนวนประชากร (คน)
มักกะสัน	4
บางกะปิ	395
คลองเตยเหนือ	402
คลองตันเหนือ	81
รวม	882

ที่มา: กรมการปกครอง (2562)



ภาพประกอบ 6 แผนภาพขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาเรื่องการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์นิเวศบริการริมคลองแสนแสบ กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยการศึกษาตามขั้นตอนต่างๆ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการ
2. การวิเคราะห์ภาพฉายของนิเวศบริการ

1. การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการ ได้แก่

1.1 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

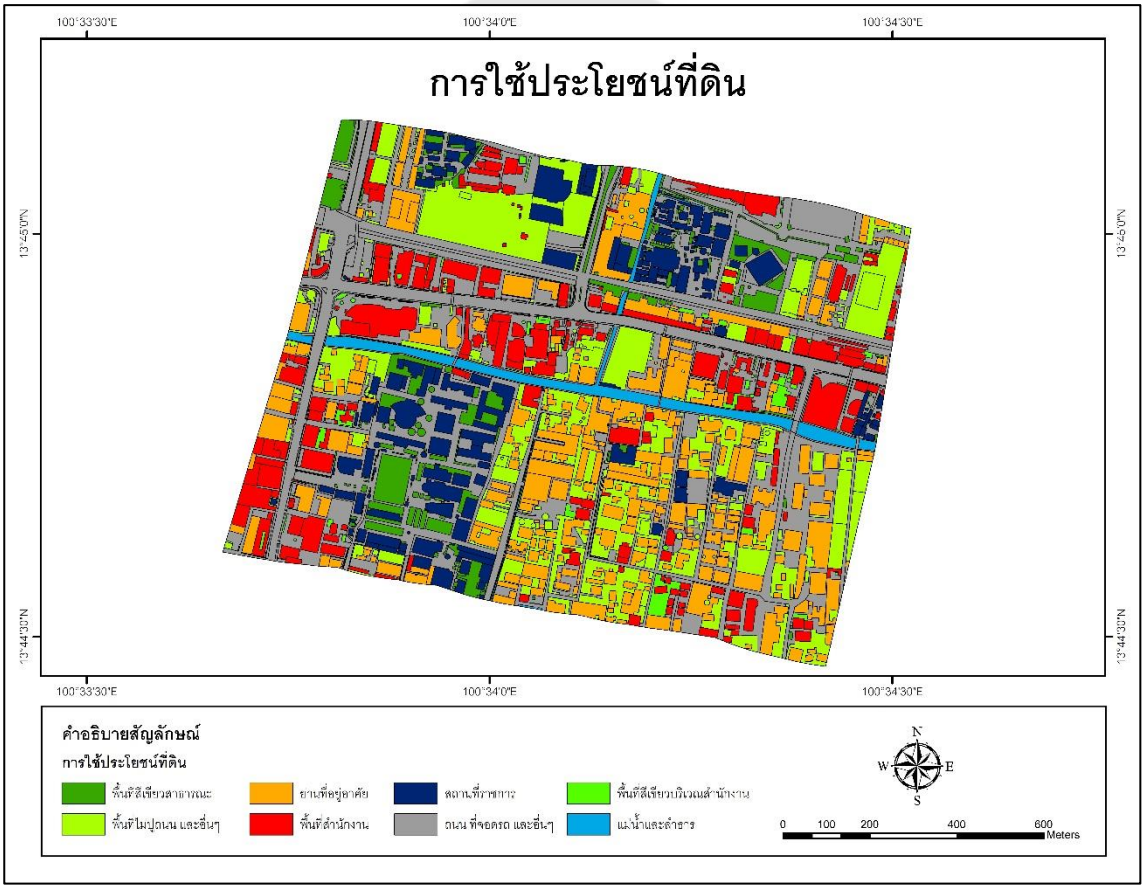
จากการจัดทำฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ด้วยวิธีการการแปลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Geoeye จำแนกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินและนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากเว็บไซต์ของกรมพัฒนาที่ดินเป็นฐาน สามารถจำแนกประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ศึกษาออกเป็น 8 ประเภท แสดงดังตาราง 17 และ ภาพประกอบ 7

ตาราง 17 ขนาดพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)	ขนาดพื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ที่ดิน
พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	72,126	0.07	5.26
พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	240,963	0.24	17.57
ย่านที่อยู่อาศัย	249,270	0.25	18.17
พื้นที่สำนักงาน	166,173	0.17	12.11
สถานที่ราชการ	118,937	0.12	8.67
ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	475,260	0.48	34.65
พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	15,399	0.02	1.12

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)	ขนาดพื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ที่ดิน
แม่น้ำและลำธาร	33,572	0.03	2.45
รวม	1,371,700	1.37	100.00



ภาพประกอบ 7 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากตาราง 17 และภาพประกอบ 7 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ รองลงมา ได้แก่ ย่านที่อยู่อาศัย พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ พื้นที่สำนักงาน สถานที่ราชการ พื้นที่สีเขียวสาธารณะ แม่น้ำและลำธาร และพื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน ตามลำดับ

พื้นที่สีเขียวสาธารณะมีขนาดพื้นที่ประมาณ 72,126 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 5.26 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ใกล้กับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทสถานที่ราชการและประเภทถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ

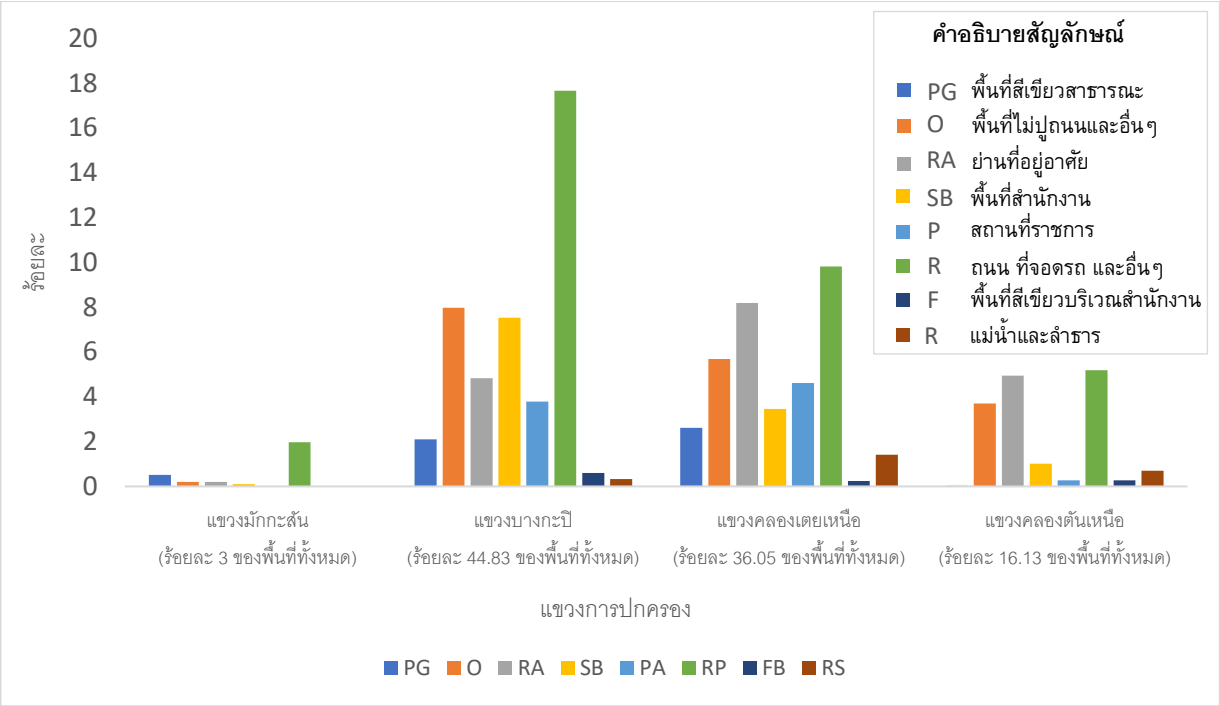
พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงานมีขนาดพื้นที่ประมาณ 15,399 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.12 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ใกล้กับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่สำนักงาน

ตาราง 18 ขนาดพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินของแขวงในพื้นที่ศึกษา

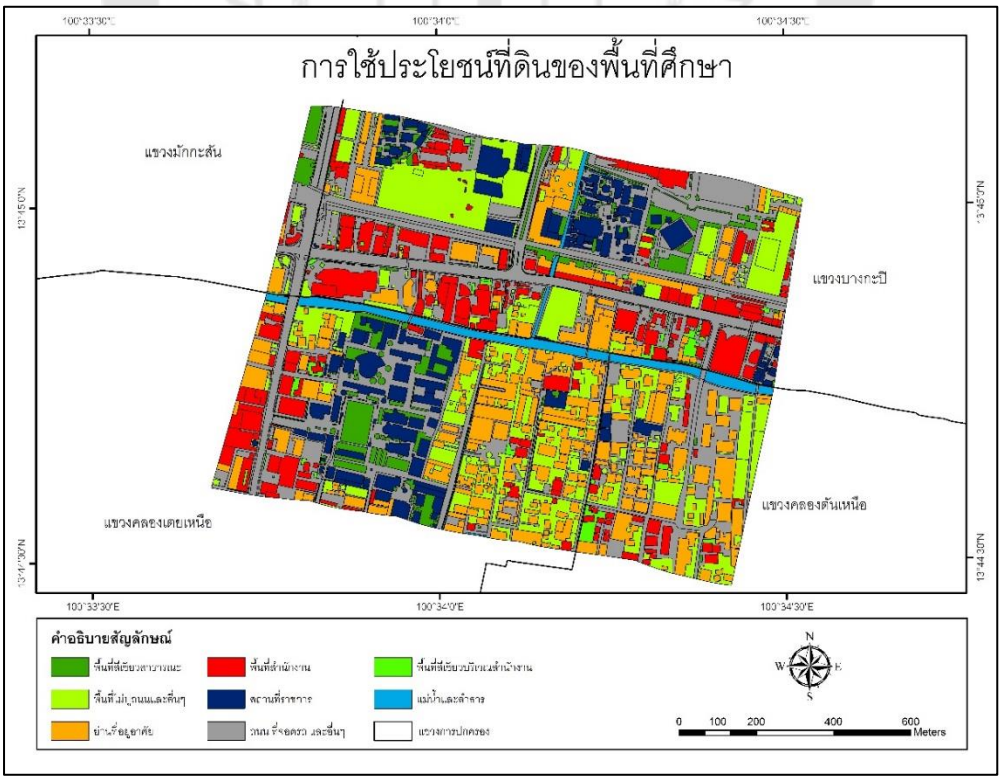
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)	ขนาดพื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	เปอร์เซ็นต์ การใช้ประโยชน์ที่ดิน
แขวงมักกะสัน			
พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	7,109	0.00711	0.518
พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	2,767	0.00277	0.202
ย่านที่อยู่อาศัย	2,720	0.00272	0.198
พื้นที่สำนักงาน	1,430	0.00143	0.104
ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	27,065	0.02707	1.973
พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	15	0.00001	0.001
แม่น้ำและลำธาร	16	0.00002	0.001
แขวงบางกะปิ			
พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	28,728	0.02873	2.095
พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	109,430	0.10943	7.979
ย่านที่อยู่อาศัย	66,261	0.06626	4.831
พื้นที่สำนักงาน	103,318	0.10332	7.533

ตาราง 18 (ต่อ)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)	ขนาดพื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	เปอร์เซ็นต์การใช้ประโยชน์ที่ดิน
สถานที่ราชการ	51,921	0.05192	3.786
ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	242,370	0.24237	17.672
พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	8,223	0.00822	0.600
แม่น้ำและลำธาร	4,565	0.00456	0.333
แขวงคลองเตยเหนือ			
พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	35,909	0.03591	2.618
พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	77,977	0.07798	5.686
ย่านที่อยู่อาศัย	112,372	0.11237	8.193
พื้นที่สำนักงาน	47,439	0.04744	3.459
สถานที่ราชการ	63,286	0.06329	4.614
ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	134,606	0.13461	9.815
พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	3,366	0.00337	0.245
แม่น้ำและลำธาร	19,434	0.01943	1.417
แขวงคลองตันเหนือ			
พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	368	0.00037	0.027
พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	50,771	0.05077	3.702
ย่านที่อยู่อาศัย	67,916	0.06792	4.952
พื้นที่สำนักงาน	13,977	0.01398	1.019
สถานที่ราชการ	3,729	0.00373	0.272
ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	71,097	0.07110	5.184
พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	3,792	0.00379	0.276
แม่น้ำและลำธาร	9,518	0.00952	0.694
รวม	1,371,495	1.37149	100.000



ภาพประกอบ 8 แผนภูมิแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของแขวง



ภาพประกอบ 9 การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษา

จากตาราง 18 ภาพประกอบ 8 และภาพประกอบ 9 แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของแขวงมักกะสันเป็นพื้นที่ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ รองลงมา ได้แก่ พื้นที่สีเขียวสาธารณะ พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ ย่านที่อยู่อาศัย พื้นที่สำนักงาน แม่น้ำและลำธาร และพื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน ตามลำดับ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของแขวงบางกะปิเป็นพื้นที่ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ รองลงมา ได้แก่ พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ พื้นที่สำนักงาน ย่านที่อยู่อาศัย สถานที่ราชการ พื้นที่สีเขียวสาธารณะ พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน และแม่น้ำและลำธาร ตามลำดับ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของแขวงคลองเตยเหนือเป็นถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ รองลงมา ได้แก่ ย่านที่อยู่อาศัย พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ สถานที่ราชการ พื้นที่สำนักงาน พื้นที่สีเขียวสาธารณะ แม่น้ำและลำธาร และพื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน ตามลำดับ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของแขวงคลองตันเหนือเป็นถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ รองลงมา ได้แก่ ย่านที่อยู่อาศัย พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ พื้นที่สำนักงาน แม่น้ำและลำธาร พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน สถานที่ราชการ และพื้นที่สีเขียวสาธารณะ ตามลำดับ

ตาราง 19 การประเมินความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	PG	O	RA	SB	PA	RP	FB	RS	รวม	ความถูกต้องของผู้ใช้ (%)
พื้นที่สีเขียวสาธารณะ (PG)	2	0	0	0	0	0	0	0	2	100
พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ (O)	0	3	0	0	0	0	0	0	3	100
ย่านที่อยู่อาศัย (RA)	0	0	2	0	0	0	0	0	2	100
พื้นที่สำนักงาน (SB)	0	0	0	3	0	0	0	0	3	100

ตาราง 19 (ต่อ)

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	PG	O	RA	SB	PA	RP	FB	RS	รวม	ความถูกต้องของผู้ใช้ (%)
สถานที่ราชการ (PA)	0	0	1	0	3	0	0	0	4	75
ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ (RP)	0	0	0	0	0	3	1	0	4	75
พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน (FB)	1	0	0	0	0	0	2	0	3	66.67
แม่น้ำและลำธาร (RS)	0	0	0	0	0	0	0	3	3	100
รวม	3	3	3	3	3	3	3	3	24	-
ความถูกต้องของผู้ผลิต (%)	66.67	100	66.67	100	100	100	66.67	100	-	87.5

ตาราง 20 ค่าความถูกต้องโดยรวม

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ความคลาดเคลื่อนที่ละไว้ (ร้อยละ)	ความคลาดเคลื่อนที่รวมไว้ (ร้อยละ)	ความถูกต้องรวม (ร้อยละ)
พื้นที่สีเขียวสาธารณะ (PG)	(0/2)*100 = 0	(1/3)*100 = 33.33	(2/2)*100 = 100
พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ (O)	(0/3)*100 = 0	(0/3)*100 = 0	(3/3)*100 = 100
ย่านที่อยู่อาศัย (RA)	(0/2)*100 = 0	(1/3)*100 = 33.33	(2/2)*100 = 100
พื้นที่สำนักงาน (SB)	(0/3)*100 = 0	(0/3)*100 = 0	(3/3)*100 = 100
สถานที่ราชการ (PA)	(1/4)*100 = 25	(0/3)*100 = 0	(3/4)*100 = 75
ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ (RP)	(1/4)*100 = 25	(0/3)*100 = 0	(3/4)*100 = 75
พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน (FB)	(1/3)*100 = 33.33	(0/3)*100 = 0	(2/3)*100 = 66.67
แม่น้ำและลำธาร (RS)	(0/3)*100 = 0	(0/3)*100 = 0	(3/3)*100=100
รวม	(3/24)*100 = 12.5	(2/24)*100 = 8.3	(21/24) = 87.5

ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา (Kappa's Coefficient)

$$\hat{\mathrm{K}} = \frac{n*\sum_{i=1}^{k} n_{ii} - \sum_{i=1}^{k} n_{i+}*n_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^{k} n_{i+}*n_{+i}}$$

$$= \frac{24*(2+3+2+3+3+3+2+3) - [(2*3)+(3*3)+(2*3)+(3*3)+(4*3)+(4*3)+(3*3)]}{24^2-[(2*3)+(3*3)+(2*3)+(3*3)+(4*3)+(4*3)+(3*3)]}$$

$$= \frac{24*(21) - 63}{24^2-63}$$

$$= \frac{504-63}{576-63}$$

$$= \frac{441}{513}$$

$$= 0.859 \approx 0.86$$

จากการประเมินความถูกต้องของการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า การจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินสามารถจำแนกได้ 8 ประเภท ตามการจำแนกของ (Leeuwen et al. 2017) คือ พื้นที่สีเขียวสาธารณะ พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ ย่านที่อยู่อาศัย พื้นที่สำนักงาน สถานที่ราชการ ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน แม่น้ำและลำธาร สามารถสรุปได้ว่าค่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) ร้อยละ 87.5 ค่าสัมประสิทธิ์แคปปา ร้อยละ 86 แสดงถึงความถูกต้องสูงหรือสอดคล้องกัน เห็นได้จากข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการแปลภาพด้วยสายตากับการสำรวจภาคสนามมีค่าความถูกต้องใกล้เคียงกัน

1.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดความเหมาะสมในการเป็นพื้นที่สีเขียว

เกณฑ์ในการกำหนดความเหมาะสมในการเป็นพื้นที่สีเขียวมีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญด้วยวิธีการดำเนินการรวบรวมค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามคำสั่ง (Ordered Weighted Averaging : OWA) ซึ่งได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1) ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดต่อปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ พื้นที่สีเขียวสาธารณะกับพื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน ซึ่งผลการศึกษาความต้องการพื้นที่สีเขียวของประชาชน พบว่า มีความขาดแคลนพื้นที่สีเขียว อีกทั้งต้นไม้สามารถช่วยในการกักเก็บคาร์บอนและการควบคุมอากาศ จึงทำให้สองตัวแปรนี้ส่งผลต่อศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวอย่างมีนัยสำคัญ (ธนพร สีนาคล้วน และ ณัฐวุฒิ ปรียวนิตย์, 2560)

2) ปัจจัยชุดดิน ตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดต่อปัจจัยชุดดิน คือ ธนบุรี ซึ่งคุณสมบัติของดิน ได้แก่ ความอุดมสมบูรณ์ของดินระดับปานกลาง อินทรียวัตถุมีปริมาณต่ำ ความสามารถในการระบายน้ำช้า (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548)

3) ปัจจัยประเภทหิน ตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดต่อปัจจัยประเภทหิน คือ ตะกอนซึ่งเป็นตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำท่วมถึงบนตะกอนดินเคลย์ที่ราบน้ำขึ้นถึงโบราณบนตะกอนดินเคลย์ทะเล (Flood plain clay on old tidal flat clay on marine clay deposit : $Q_{ff/tf2/mc}$) (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2559)

4) ปัจจัยระดับความสูง ตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดต่อปัจจัยระดับความสูง คือ 1 เมตร ซึ่งระดับความสูงของพื้นที่ที่มากขึ้นส่งผลกระทบต่อระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่น้อยลง (กานดา ปุ่มสิน, ไพบูลย์ ประพฤติธรรม, และ สิริกร กาญจนสุนทร, 2555)

ตาราง 21 ค่าคะแนนที่ใช้ในการกำหนดความเหมาะสมในการเป็นพื้นที่สีเขียว

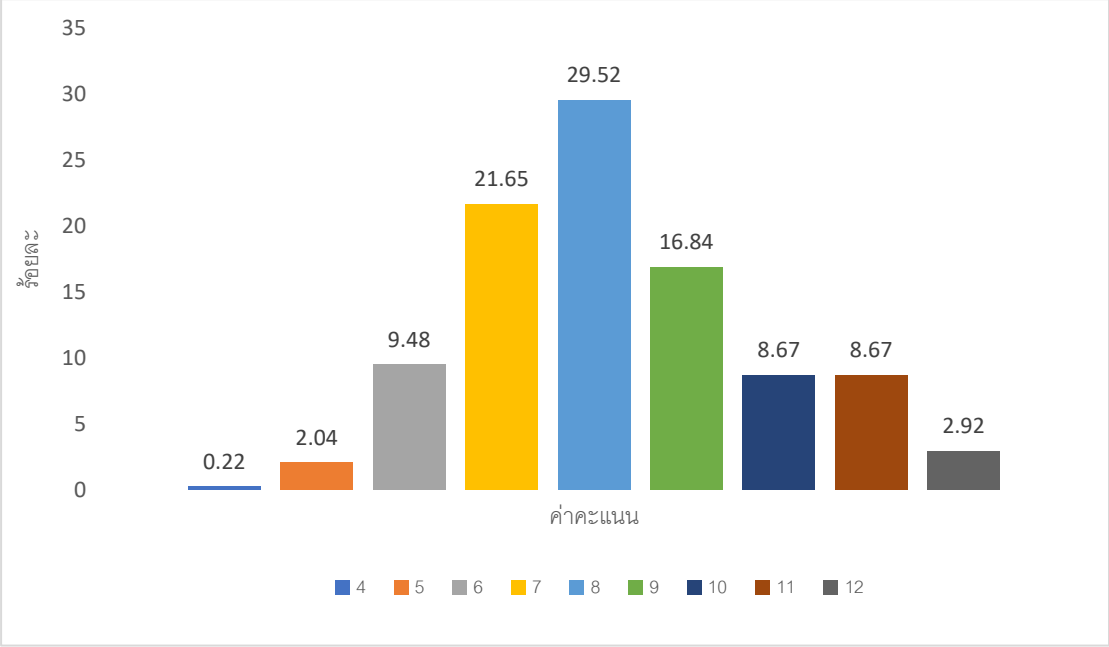
ปัจจัย	หน่วย	ค่าคะแนน				
		1	2	3	4	5
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ประเภท	ย่านที่อยู่อาศัย	ถนนที่จอดรถและอื่นๆ	แม่น้ำและลำธาร	พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	พื้นที่สีเขียวสาธารณะ
		พื้นที่สำนักงาน				พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน
		สถานที่ราชการ				
ชุดดิน	ชุด	บางเขน	ธนบุรี			
ประเภทหิน	ประเภท	ตะกอน				
ระดับความสูง	เมตร	5	4	3	2	1

1.3 แผนที่ระบบนิเวศ

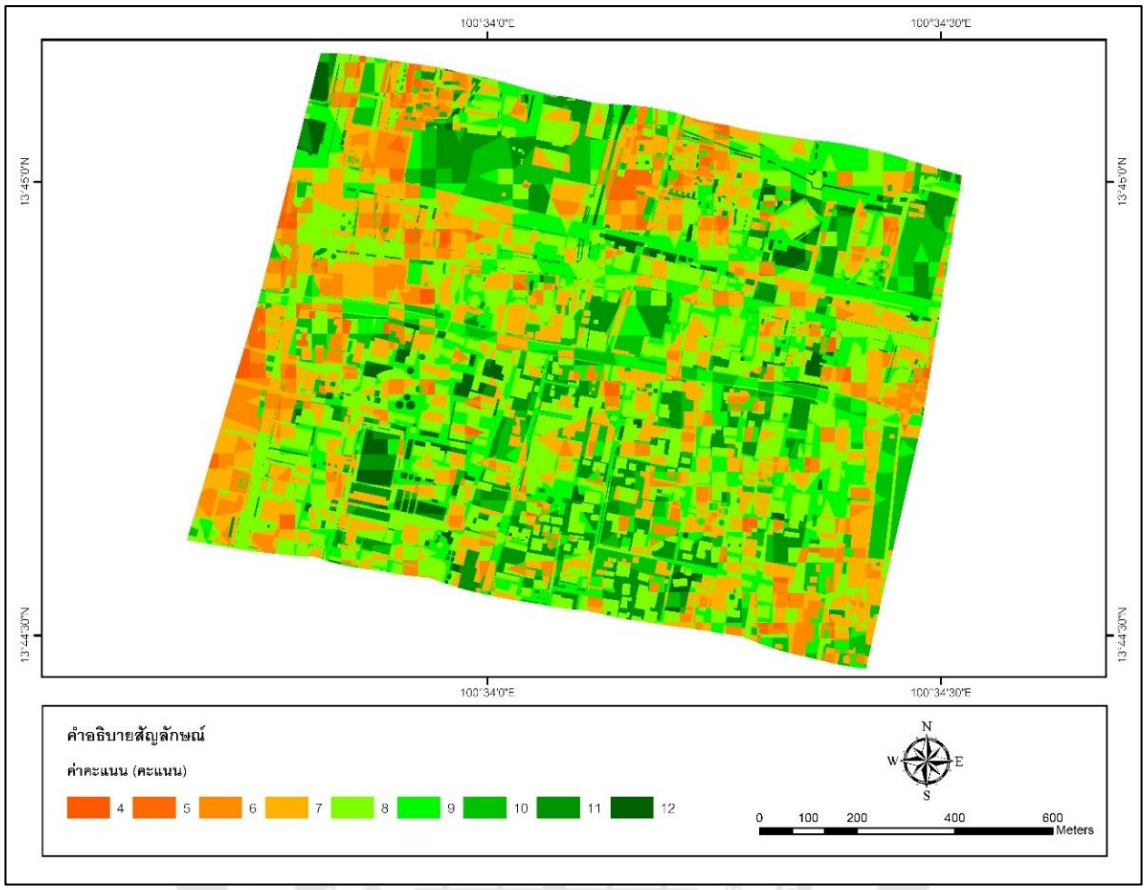
การศึกษาศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการในการประเมินสร้างแผนที่ระบบนิเวศ ในพื้นที่ศึกษาริมคลองแสนแสบ ซึ่งการประเมินศักยภาพจากการบูรณาการปัจจัยสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่ 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยชุดดิน ปัจจัยประเภทหิน ปัจจัยระดับความสูง ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวมากที่สุดมี 0.04 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 2.92 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ที่มีศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวน้อยที่สุดมี 0.003 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 0.22 และพื้นที่ที่มีศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวรวมมี 1.372 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 100 ดังตาราง 22 ภาพประกอบ 10 และภาพประกอบ 11

ตาราง 22 ค่าคะแนนของแผนที่ระบบนิเวศ

ค่าคะแนน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
4	0.003	0.22
5	0.028	2.04
6	0.130	9.48
7	0.297	21.65
8	0.405	29.52
9	0.231	16.84
10	0.119	8.67
11	0.119	8.67
12	0.040	2.92
รวม	1.372	100.00



ภาพประกอบ 10 แผนภูมิแสดงค่าคะแนนของศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียว



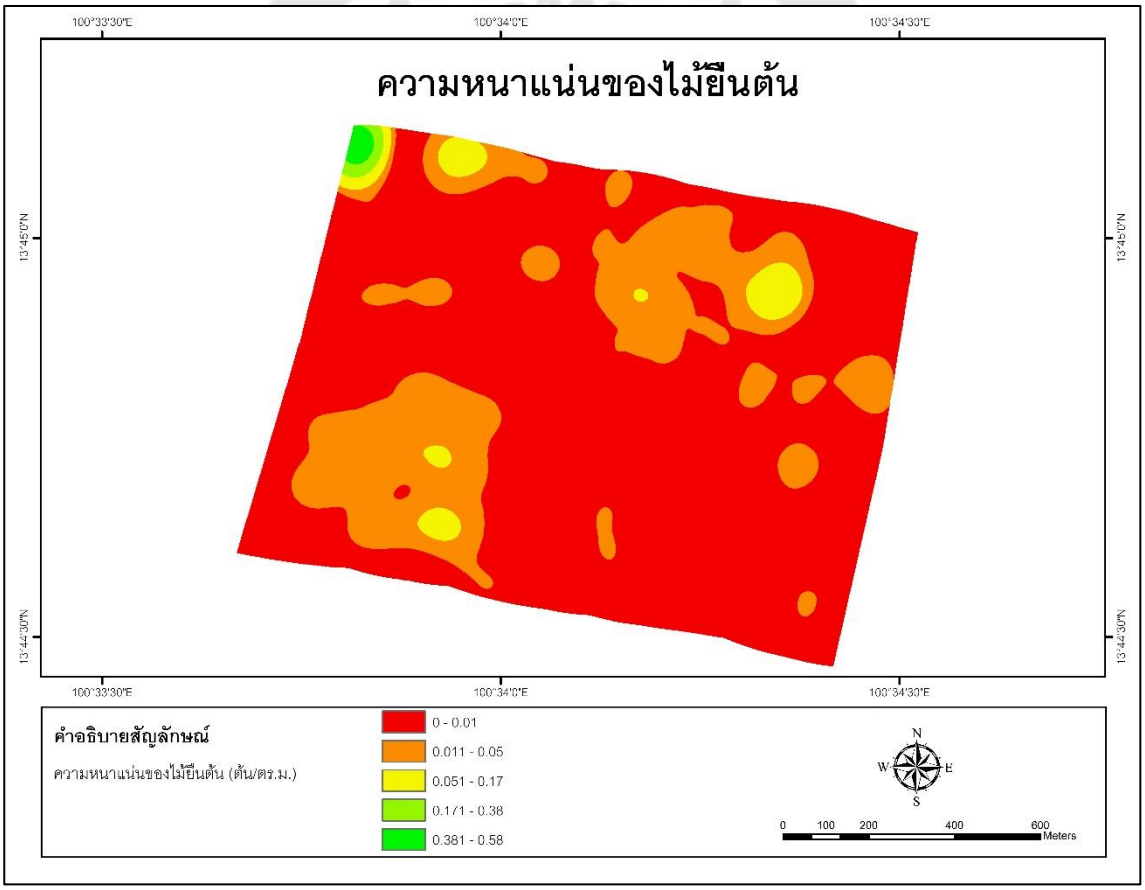
ภาพประกอบ 11 แผนที่ระบบนิเวศ

จากการวิเคราะห์ศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียว พบว่า ค่าคะแนนสูงสุดจะกระจุกตัวในพื้นที่บริเวณสวนสาธารณะใกล้แอร์พอตลิงค์มักกะสัน พื้นที่ริมทางรถไฟ สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์ การทางพิเศษพระราม9 ซึ่งเห็นได้ว่ามีรูปแบบกระจายตัวบริเวณสถานที่ราชการ ทั้งนี้เนื่องมาจากสถานที่ราชการเป็นบริเวณที่มีพื้นที่สีเขียวมาก และค่าคะแนนต่ำสุดจะกระจุกตัวในบริเวณ MRTเพชรบุรี ทางออก3 เพราะปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ พื้นที่สำนักงาน ปัจจัยชุดดิน คือ บางเขน ปัจจัยประเภทหิน คือ ตะกอน และระดับความสูง คือ 5 เมตร จึงมีค่าคะแนนรวมเท่ากับ 4 ค่าคะแนนสูง คือ ศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวสูง ค่าคะแนนต่ำ คือ ศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวต่ำ

1.4 แผนที่ความหนาแน่นของพืช

พื้นที่ศึกษาสามารถจำแนกประเภทของต้นไม้ได้ 3 ประเภท คือ ไม้ยืนต้น พุ่มไม้ หญ้า ทั้งนี้ พบว่า ต้นไม้ในพื้นที่ศึกษามีหลากหลายชนิด ซึ่งมีจำนวนต้นไม้ทั้งหมด 346 ชนิด แบ่งเป็นจำนวนชนิดไม้ยืนต้น 99 ชนิด จำนวนชนิดพุ่มไม้ 229 ชนิด และจำนวนชนิดหญ้า 18 ชนิด (ภาคผนวก ข)

การศึกษาครั้งนี้พบว่ามีไม้ยืนต้นทั้งหมด 99 ชนิด จัดอยู่ใน 43 วงศ์ มีความหนาแน่นของไม้ยืนต้นมากที่สุดระหว่าง 0.381 – 0.58 ต้นต่อตร.ม. ชนิดของไม้ยืนต้นที่พบมากที่สุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ มะขาม ราชพฤกษ์ ชมพูพรรณทิพย์ หมาก อโศกอินเดีย ซึ่งมีจำนวนไม้ยืนต้น 880 294 246 213 และ 187 ต้น ตามลำดับ



ภาพประกอบ 12 ความหนาแน่นของไม้ยืนต้น

จากการศึกษา พบว่า ไม้ยืนต้นมีความหนาแน่นในพื้นที่สำนักงานเขตราชเทวี ระหว่าง 0.381 - 0.58 ต้นต่อตร.ม. สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์ระหว่าง 0.051 - 0.17 ต้นต่อตร.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒระหว่าง 0.051 - 0.17 ต้นต่อตร.ม. การทางพิเศษประเทศไทยพระราม9 ระหว่าง 0.051 - 0.17 ต้นต่อตร.ม.

ตาราง 23 ความหนาแน่นของไม้ยืนต้นตามรายชนิดในพื้นที่ศึกษา

ชนิดของไม้ยืนต้น	ความหนาแน่นของชนิดไม้ยืนต้น (ต้น/ตร.ม.)
กระทิง (Calophyllum inophyllum)	0.0000007
กระบก (Irvingia malayana)	0.0000007
กล้วย (Musa)	0.0000809
กันเกรา (Fagraea fragrans)	0.0000168
กัลปพฤกษ์ (Cassia bakeriana)	0.0000328
กูดพร้าว (Cyathea latebrosa)	0.0000015
แก้วเจ้าจอม (Guaiacum officinale)	0.0000007
แก้วมุกดา (Fagraea ceilanica Thunb.)	0.0000007
ขนุน (Artocarpus heterophyllus)	0.0000044
ข้าวหลาม (Goniothalamus laoticus)	0.0000007
ขี้เหล็ก (Senna siamea)	0.0000015
แคนา (Dolichandrone serrulata)	0.0000044
จามจุรี (Samanea saman)	0.0000029
แจง (Maerua siamensis)	0.0000029
ชงโค (Bauhinia purpurea)	0.0000051
ชมนาด (Vallaris glabra)	0.0000007
ชมพู่ (Syzygium jambos)	0.0000007
ชมพูพรรณทิพย์ (Tabebuia rosea)	0.0001793
ชัยพฤกษ์ (Cassia javanica)	0.0000160
ชิงชัน (Dalbergia oliveri Gamble)	0.0000007

ตาราง 23 (ต่อ)

ชนิดของไม้ยืนต้น	ความหนาแน่นของชนิดไม้ยืนต้น (ต้น/ตร.ม.)
ชุมแสง (Homalium Grandiflorum)	0.0000007
แดง (Xylia xylocarpa)	0.0000007
ตะขบ (Flacourtia jangomas)	0.0000044
ตะแบก (Lagerstroemia floribunda Jack)	0.0000029
ตีนเป็ด (Alstonia scholaris)	0.0000583
เต่าร้าง (Caryota urens)	0.0000066
ถ่อน (Albizia procera)	0.0000036
ทองกวาว (Butea monosperma)	0.0000044
ไทร (Ficus Benjamina)	0.0000175
ไทรเกาหลี (Ficus annulata Blume)	0.0000007
นนทรี (Peltophorum pterocarpum)	0.0000117
นางกวัก (Alocasia cucullata)	0.0000007
นุ่น (Ceiba pentandra)	0.0000007
ใบไม้สีทอง (Bauhinia aureifolia)	0.0000022
ประดู่ (Pterocarpus indicus Willd)	0.0000591
ปาล์ม (Arecaceae)	0.0000022
ปาล์มขวด (Pyllanthus acidus)	0.0000022
ปาล์มแซมเปญ (Hyophorbe lagenicaulis)	0.0000015
ปาล์มหางกระรอก (Nodyetia bifurcate)	0.0000073
ปีบ (Millingtonia hortensis)	0.0000350
ฝรั่ง (Psidium guajava)	0.0000007
ฝ้ายแดง (Gossypium arboreum)	0.0000007
พญาสัตบรรณ (Alstonia scholaris)	0.0000007
พฤกษ์ (Albizia lebbeck)	0.0000015

ตาราง 23 (ต่อ)

ชนิดของไม้ยืนต้น	ความหนาแน่นของชนิดไม้ยืนต้น (ต้น/ตร.ม.)
พะยอม (Shorea talura Roxb)	0.0000015
พะยูง (Dalbergia cochinchinensis)	0.0000168
พิกุล (Mimusops elengi)	0.0000051
โพธิ์ (Ficus religiosa)	0.0000423
มะขาม (Tamarindus indica)	0.0006415
มะขามเทศ (Pithecellobium dulce)	0.0000015
มะขามป้อม (Phyllanthus emblica)	0.0000087
มะเดื่อกวาง (Ficus callosa Willd)	0.0000029
มะนาวเทศ (Triphasia trifolia)	0.0000007
มะพร้าว (Cocos nucifera)	0.0000015
มะเฟือง (Averrhoa carambola)	0.0000051
มะม่วง (Mangifera indica)	0.0000685
มะยม (Phyllanthus acidus)	0.0000036
มะละกอ (Carica papaya)	0.0000124
มะหาด (Artocarpus lacucha)	0.0000015
มะฮอกกานีใบใหญ่ (Swietenia macrophylla)	0.0000080
มั่งมี (Carallia brachiata)	0.0000029
ยอ (Morinda citrifolia)	0.0000015
ยูคาลิปตัส (Eucalyptus)	0.0000255
รวงผึ้ง (Schoutenia glomerata)	0.0000007
ราชพฤกษ์ (Cassia fistula)	0.0002143
ราชายตนพฤกษ์ (Manikara hexandra)	0.0000022
รามใหญ่ (Ardisia elliptica)	0.0000051
ลำดวน (Melodorum fruticosum)	0.0000007
ลำไย (Dimocarpus longan)	0.0000007

ตาราง 23 (ต่อ)

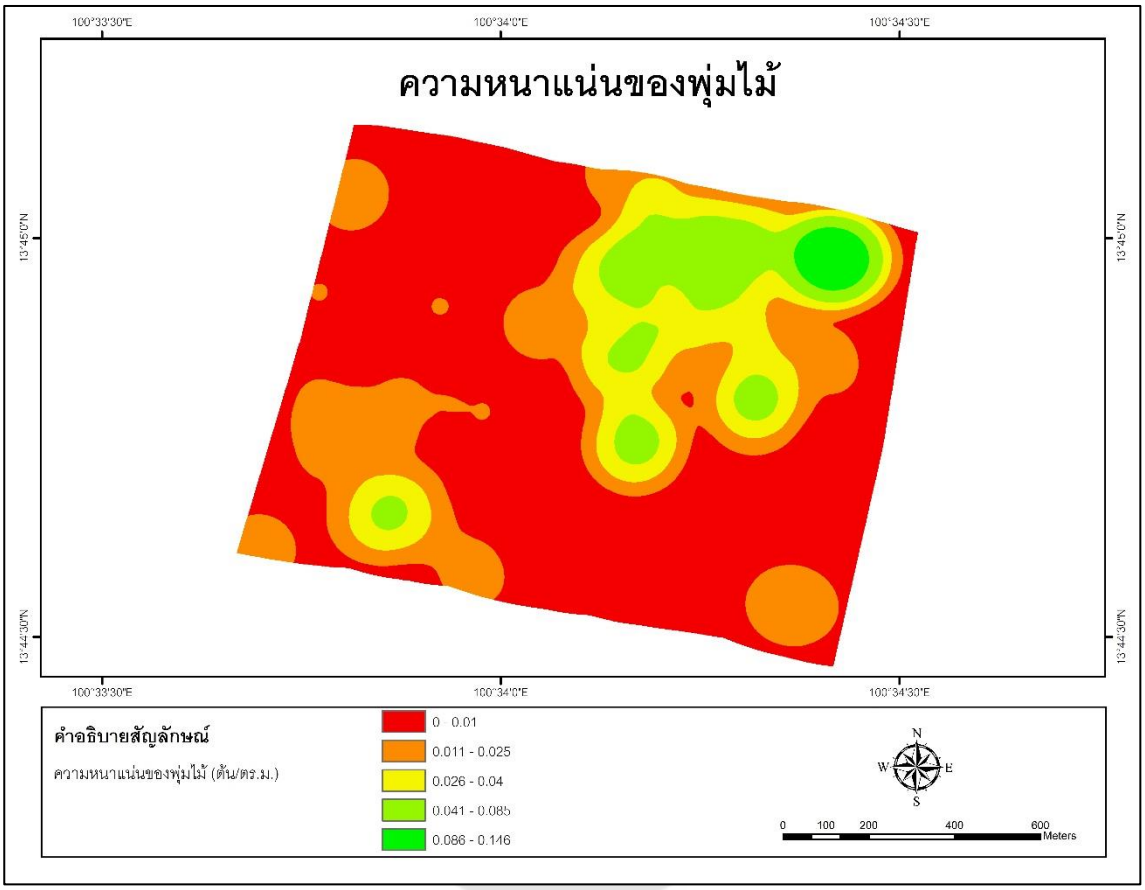
ชนิดของไม้ยืนต้น	ความหนาแน่นของชนิดไม้ยืนต้น (ต้น/ตร.ม.)
ลีลาวดี (Plumeria)	0.0000248
วาสนาอธิษฐาน (Dracaena fragrans)	0.0000007
สนฉัตร (Araucaria cookii)	0.0000007
สนสามร้อยยอด (Pinus)	0.0000015
สมุลแว้ง (Cinamomum bejolghota)	0.0000007
สร้อยสุวรรณ (Lophanthera lactescensDucke)	0.0000007
สราญรมย์ (Erythrina crista galli)	0.0000007
สะเดา (Azadirachta indica)	0.0000270
สักทอง (Tectona grandis)	0.0000547
สารภี (Mammea siamensis)	0.0000007
สาละ (Shorea robusta)	0.0000080
สุวรรณพฤกษ์ (Senna spectabilis)	0.0000109
เสน่ห์จันทร์แดง (Homalomena rubescens)	0.0000007
แสงจันทร์ (Pisonia grandis)	0.0000007
แสมสาร (Senna garrettiana)	0.0000007
โสกขาว (Manitoa germmipara Scheff)	0.0000015
หม่อน (Morus alba)	0.0000029
หมาก (Areca catechu)	0.0001553
หม่าล่า (Sichuan pepper)	0.0000007
หลิว (Salix babylonica)	0.0000139
หว้า (Syzygium cumini)	0.0000022
หางนกยูงไทย (Caesalpinia pulcherrima)	0.0000007
หางนกยูงฝรั่ง (Delonix regia)	0.0000386
หูกระจง (Terminalia ivorensis)	0.0000277
หูกวาง (Terminalia catappa)	0.0000241

ตาราง 23 (ต่อ)

ชนิดของไม้ยืนต้น	ความหนาแน่นของชนิดไม้ยืนต้น (ต้น/ตร.ม.)
อบเชย (Cinnamomum verum)	0.0000036
อโศกอินเดีย (Polyalthia longifolia)	0.0001363
อินจัน (Diospyros decandra)	0.0000015
อินทนิล (Lagerstroemia speciosa)	0.0000022
อินทนิลน้ำ (Lagerstroemia speciosa)	0.0000277
รวม	0.0022279

จากตาราง 23 พบว่า พันธุ์ไม้มีความหนาแน่นมากที่สุด คือ มะขามมีความหนาแน่นของชนิดไม้ยืนต้น 0.0006415 ต้นต่อตร.ม. ราชพฤกษ์มีความหนาแน่นของชนิดไม้ยืนต้น 0.0002143 ต้นต่อตร.ม. ชมพูพรรณทิพย์มีความหนาแน่นของชนิดไม้ยืนต้น 0.0001793 ต้นต่อตร.ม. หมากมีความหนาแน่นของชนิดไม้ยืนต้น 0.0001553 ต้นต่อตร.ม. อโศกอินเดียมีความหนาแน่นของชนิดไม้ยืนต้น 0.0001363 ต้นต่อตร.ม.

การศึกษาครั้งนี้พบว่ามีพุ่มไม้ทั้งหมด 229 ชนิด จัดอยู่ใน 91 วงศ์ มีความหนาแน่นของพุ่มไม้มากที่สุดระหว่าง 0.086 – 0.146 ต้นต่อตร.ม. ชนิดของพุ่มไม้ที่พบมากที่สุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ ชาฮกเกี้ยน ไทรเกาหลี กล้วย โมก เฟื่องฟ้า ซึ่งมีจำนวนพุ่มไม้ 295 251 218 165 และ 110 ต้น ตามลำดับ



ภาพประกอบ 13 ความหนาแน่นของพุ่มไม้

จากการศึกษา พบว่า พุ่มไม้มีความหนาแน่นบริเวณห้างShow DC ระหว่าง 0.086 - 0.146 ต้นต่อตร.ม. วัดอุทัยธาราม ระหว่าง 0.041 - 0.086 ต้นต่อตร.ม. พื้นที่ริมทางรถไฟ ระหว่าง 0.041 - 0.086 ต้นต่อตร.ม. โรงเรียนวัดอุทัยธาราม ระหว่าง 0.041 - 0.086 ต้นต่อตร.ม. สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์ระหว่าง 0.041 - 0.086 ต้นต่อตร.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ระหว่าง 0.041 - 0.086 ต้นต่อตร.ม. โรงเรียนอนุบาลจุฑาภรณ์ ระหว่าง 0.041 - 0.086 ต้นต่อตร.ม. ริมคลองใกล้โรงแรมAvani Atrium Bangkok ระหว่าง 0.041 - 0.086 ต้นต่อตร.ม. สมาคมนักเรียนเก่าอังกฤษ ระหว่าง 0.041 - 0.086 ต้นต่อตร.ม.

ตาราง 24 ความหนาแน่นของพุ่มไม้ตามรายชนิดในพื้นที่ศึกษา

ชนิดของพุ่มไม้	ความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ (ต้น/ตร.ม.)
กกรังกา (Cyperus alternifolius)	0.0000007
กระดังงาไทย (Cananga odorata)	0.0000007
กระถิน (Leucaena leucocephala)	0.0000139
กระบองเพชร (Cereus hexagonus)	0.0000007
กล้วย (Musa)	0.0001589
กวักมรกต (Zamioculcas)	0.0000102
กะเพรา (Ocimum tenuiflorum)	0.0000109
กาบหอยแครง (Tradescantia spathacea Stearn)	0.0000015
กาหลง (Bauhinia acuminata)	0.0000007
กุหลาบ (Rosa)	0.0000022
เกล็ดแก้ว (Alternanthera bettzickiana)	0.0000051
แก้วเจ้าจอม (Guaiacum officinale)	0.0000007
แก้วมุกดา (Fagraea racemosa Javanica)	0.0000007
โกสน (Codiaeum variegatium)	0.0000131
ขมิ้นต้น (Mahonia siamensis)	0.0000007
ข่า (Alpinia galanga)	0.0000051
ข้าวหลาม (Goniothalamus laoticus)	0.0000015
เข็ม (Ixora chinensis)	0.0000474
เข็มกุดั่น (Yucca aloifolia)	0.0000029
เข็มปัตตาเวีย (Jatropha integerrima)	0.0000015
เข็มริมแดง (Dracaena marginata)	0.0000007
คริสติน่า (Syzygium australe)	0.0000022
คล้า (Schumannianthus dichotomus)	0.0000029
คะน้า (Brassica alboglabra)	0.0000007

ตาราง 24 (ต่อ)

ชนิดของพุ่มไม้	ความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ (ต้น/ตร.ม.)
คุณนายตื่นสาย (Portulaca oleracea)	0.0000044
แคนา (Dolichandrone serrulata)	0.0000022
แคแสด (Spathodea campanulata.)	0.0000007
งิ้ว (Bombax ceiba)	0.0000109
จอกแหน (Pistia stratiotes Linnaeus)	0.0000015
จั๋ง (Rhapis siamensis Hodel)	0.0000445
จันทร์ผา (Dracaena loureiri)	0.0000488
จำปา (Michelia champaca)	0.0000087
จำปาขาวนาดี (Magnolia champaca)	0.0000007
จำปี (Michelia alba)	0.0000015
จิงโจ้เฟิร์น (Microsorum pustulatum)	0.0000036
เจอราเนียม (Pelargonium)	0.0000007
ชงโค (Bauhinia purpurea)	0.0000015
ชบา (Hibiscus rosa-sinensis)	0.0000051
ชมนาด (Vallaris glabra)	0.0000007
ชมพู่ (Syzygium jambos)	0.0000022
ชวนชม (Adenium obesum)	0.0000109
ช้อนทอง (Pseudomussaenda)	0.0000015
ชาฮกเกี้ยน (Carmona retusa)	0.0002151
ชิงชี่ (Capparis micracantha)	0.0000007
ชุมแสง (Xanthophyllum lanceatum)	0.0000007
โชคเก้าชั้น (Anthurium 'Renaissance')	0.0000007
ซองออฟอินเดีย (Dracaena reflexa)	0.0000007
ดอกแก้ว (Murraya paniculata)	0.0000459

ตาราง 24 (ต่อ)

ชนิดของพุ่มไม้	ความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ (ต้น/ตร.ม.)
ดอกบัว (Nelumbo nucifera)	0.0000066
ดาวเรือง (Tagetes erecta)	0.0000022
เดฟหัวใจล้านดวง (Dischidia ruscifoli)	0.0000007
เดหลี (Spathiphyllum)	0.0000044
ต้อยติ่ง (Ruellia tuberosa)	0.0000022
ตะขบ (Muntingia calabura)	0.0000036
ตะไคร้ (Cymbopogon citratus)	0.0000095
ตำลึง (Coccinia grandis)	0.0000080
ตีนเป็ด (Alstonia scholaris)	0.0000058
เตยหอม (Pandanus amaryllifolius)	0.0000015
ตะวันยอแสง (Asclepias curassavica)	0.0000007
ถ่อน (Albizia procera)	0.0000007
เถาคัน (Parthenocissus quinquefolia)	0.0000007
ทองกวาว (Butea monosperma)	0.0000015
ทองคำขาว (Graptophyllum)	0.0000007
ทองดอกบวบ (Graptophyllum)	0.0000007
ทองอุไร (Tecoma stans)	0.0000080
ทับทิม (Punica granatum)	0.0000015
เทียนทอง (Duranta erecta)	0.0000102
ไทร (Ficus Benjamina)	0.0000007
ไทรเกาหลี (Ficus)	0.0001830
ไทรใบกลม (Ficus microcarpa)	0.0000007
ไทรใบสัก (Ficus lyrata)	0.0000015

ตาราง 24 (ต่อ)

ชนิดของพุ่มไม้	ความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ (ต้น/ตร.ม.)
ไทรย้อยใบทู่ (Ficus microcarpa)	0.0000007
ไทรย้อยใบแหลม (Ficus benjamina)	0.0000044
ไทรสามเหลี่ยมด่าง (Ficus deltoidei)	0.0000015
นีออน (Leucophyllum frutescens)	0.0000080
บอน (Colocasia esculenta)	0.0000015
บอระเพ็ด (Tinospora crispa)	0.0000007
บัวดอย (Aspidistra elatior)	0.0000015
บานบุรี (Allamanda cathartica)	0.0000007
บานไม่รู้โรย (Gomphrena globosa)	0.0000007
บุหงาลำเจียก (Goniothalamus tapis Miq)	0.0000007
บุหงาส่าหรี (Citharexylum spinosum)	0.0000007
บุหรง (Dasymaschalon blumei)	0.0000007
ใบชะพลู (Piper sarmentosum)	0.0000117
ใบต่างเหรียญ (Evolvulus nummularius)	0.0000007
ใบระบาด (Argyreia nervosa)	0.0000007
ใบเตย (Pandanus amaryllifolius)	0.0000015
ใบทอง (Graptophyllum pictum)	0.0000029
ใบนาก (Graptophyllum pictum)	0.0000007
ปรง (Cycas revoluta)	0.0000015
ประดู่ (Pterocarpus macrocarpus)	0.0000029
ปริกหางกระรอก (Asparagus densiflorus)	0.0000022
ปลาไหลเผือก (Eurycoma longifolia)	0.0000007
ปักษาสวรรค์ (Strelitzia reginae Banks)	0.0000015
ปัตตาเวีย (Jatropha integerrima)	0.0000007
ปาล์มเจ้าเมืองตรัง (Licuala peltata)	0.0000007

ตาราง 24 (ต่อ)

ชนิดของพุ่มไม้	ความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ (ต้น/ตร.ม.)
ปาล์มชวา (Livistona rotundifolia)	0.0000029
ปาล์มสิบสองปันนา (Phoenix loureiri Kunth)	0.0000007
ปาล์มหมาก (Areca catechu)	0.0000007
โป๊ยเซียน (Euphorbia milli)	0.0000015
ผกากรอง (Lantana camara)	0.0000007
ผักกาด (Brassica juncea)	0.0000007
ผักชีลาว (Anethum graveolens)	0.0000007
ผักบุ้ง (Ipomcea aquatica)	0.0000022
ไผ่กวนอิม (Dracaena sanderiana)	0.0000044
ไผ่เงิน (Thyrsostachys siamensis Gamble)	0.0000007
ไผ่เลี้ยง (Bambusa multiplex)	0.0000175
ฝรั่ง (Psidium guajava)	0.0000015
ฝ้ายแดง (Gossypium arboreum)	0.0000015
พญาไร้ใบ (Euphorbia tirucalli)	0.0000029
พยับหมอก (Plumbago auriculata)	0.0000036
พริก (Capsicum)	0.0000139
พลับพลึงตีนเป็ด (Hymenocallis littoralis)	0.0000102
พลู (Piper betle)	0.0000190
พวงครามออสเตรเลีย (Petrea volubilis)	0.0000007
พะยูง (Dalbergia cochinchinensis)	0.0000007
พุดซ้อน (Gardenia jasminoides)	0.0000036
พุดน้ำบุศย์ (Gardenia carinata)	0.0000022
พุดศุภโชค (Gardenia jasminoides)	0.0000102
เพชรนารายณ์ (Pleomele thalioides)	0.0000022

ตาราง 24 (ต่อ)

ชนิดของพุ่มไม้	ความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ (ต้น/ตร.ม.)
แพงพวย (Catharanthus roseus)	0.0000051
โพธิ์ (Ficus religiosa)	0.0000226
ฟักเขียว (Benincasa hispida)	0.0000095
ฟ้าทะลายโจร (Andrographis paniculata)	0.0000022
ฟิโลเดนดรอน (Philodendron)	0.0000131
เฟิร์น (Pteridophyta)	0.0000219
เฟื่องฟ้า (Bougainvillea)	0.0000802
ม่วงมงคล (Tibouchina urvilleana)	0.0000007
มอนสเตอร่า (Monstera deliciosa)	0.0000007
มะกรูด (Citrus hystrix)	0.0000087
มะขาม (Tamarindus indica)	0.0000204
มะขามป้อม (Phyllanthus emblica)	0.0000015
มะเขือเปราะ (Solanum virginianum)	0.0000124
มะเขือพวง (Solanum torvum Swartz)	0.0000007
มะเขือม่วง (Solanum melongena)	0.0000044
มะนาว (Citrus aurantifolia)	0.0000598
มะพร้าว (Cocos nucifera)	0.0000022
มะเฟือง (Averrhoa carambola)	0.0000102
มะม่วง (Mangifera indica)	0.0000131
มะยม (Phyllanthus acidus)	0.0000051
มะรุม (Moringa oleifera)	0.0000044
มะละกอ (Carica papaya)	0.0000204
มะลิ (Jasminum sambac)	0.0000044
มะหาด (Artocarpus lacucha)	0.0000007
มะฮอกกานีใบเล็ก (Swietenia mahogany)	0.0000007

ตาราง 24 (ต่อ)

ชนิดของพุ่มไม้	ความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ (ต้น/ตร.ม.)
มะฮอกกานีใบใหญ่ (Swietenia macrophylla King)	0.0000007
มันฝรั่ง (Solanum tuberosum)	0.0000007
มัลเบอร์รี่ (Morus alba)	0.0000007
โมก (Wrightia religiosa Benth.)	0.0001203
ไมยราบ (Mimosa pigra)	0.0000044
ยี่โถ (Nerium oleander)	0.0000007
ยี่หร่า (Ocimum gratissimum)	0.0000007
รวงผึ้ง (Schoutenia glomerata King)	0.0000007
รักแรกพบ (Xanthostemon chrysanthus)	0.0000007
รางจืด (Thumbergia laurifolia)	0.0000007
ราชพฤกษ์ (Cassia fistula)	0.0000015
ราชาวดี (Buddleja paniculata Wall)	0.0000022
รามใหญ่ (Ardisia elliptica Thunb)	0.0000007
ร็อคโรส (Helianthemum nummularian)	0.0000007
ละมุด (Manilkara zapota)	0.0000007
ลิ้นกระบือ (Excoecaria cochinchinensis)	0.0000051
ลิ้นมังกร (Sansevieria trifasciata Prain)	0.0000066
ลีลาวดี (Plumeria)	0.0000226
ลูกใต้ใบ (Phyllanthus amarus)	0.0000073
ลูกพลับ (Diospyros kaki)	0.0000007
เล็บครุฑ (Polyscias)	0.0000036
เล็บเหยี่ยว (Ziziphus oenopolia)	0.0000007

ตาราง 24 (ต่อ)

ชนิดของพุ่มไม้	ความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ (ต้น/ตร.ม.)
ว่านกาบหอยแครง (Tradescantia spathacea)	0.0000058
ว่านนางคุ้ม (Proiphys amboinensis)	0.0000007
ว่านนิลพัตร (Dichondra micrantha)	0.0000007
ว่านปราบสมุทร (Kaempferia angustifolia Roscoe)	0.0000007
ว่านพญามือเหล็ก (Alpinia sandrerae)	0.0000007
ว่านมหาลาภ (Eucrosia bicolor)	0.0000007
ว่านรวยไม่เลิก (Drimiopsis botryoides Baker)	0.0000007
ว่านรางเงิน (Hippeastrum reticulatum)	0.0000022
ว่านอ้ายใบ้ (Dieffenbachia)	0.0000007
ว่านสี่ทิศ (Hippeastrum johnsonii Bury)	0.0000007
ว่านหางจระเข้ (Aloe vera)	0.0000073
วาสนา (Dracaena fragrans)	0.0000241
ศุภโชค (Pachira aquatica)	0.0000007
เศรษฐีก้านทอง (Chlorophytum filipendulum Baker)	0.0000007
เศรษฐีพันล้าน (Kalanchoe hybrid)	0.0000007
สนฉัตร (Araucaria heterophylla)	0.0000022
สนสามร้อยยอด (Juniperus)	0.0000007
สนบอล (Platycladus orientalis)	0.0000007
สนไทรเงิน (Baeckea frutescens)	0.0000029
สนหอม (Chamae Cyparis Lawoniana)	0.0000044

ตาราง 24 (ต่อ)

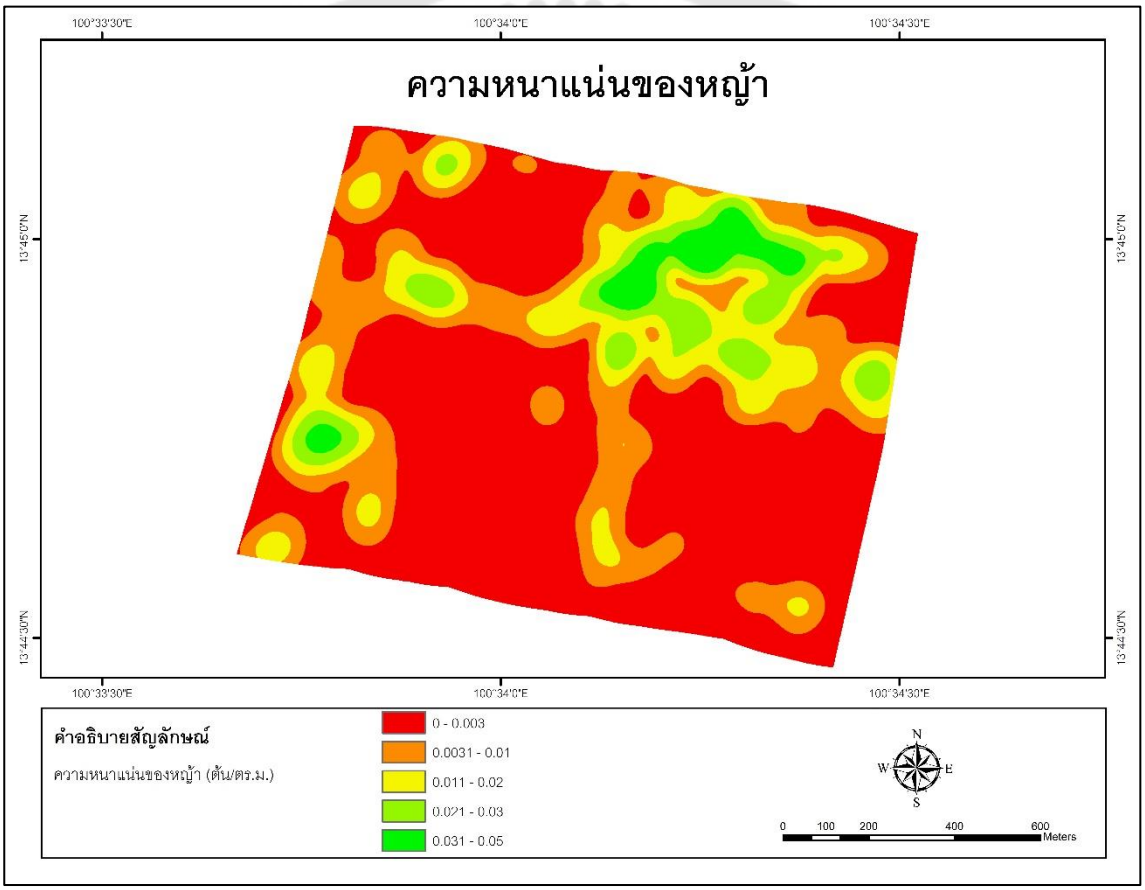
ชนิดของพุ่มไม้	ความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ (ต้น/ตร.ม.)
สเน่ห์จันทร์แดง (Homalomena rubescens)	0.0000022
ส้มจี๊ด (Citrus japonica)	0.0000015
ส้มเช้า (Euphorbia neriifolia)	0.0000022
สะเดา (Azadirachta indica)	0.0000015
สะระแหน่ (Mentha)	0.0000029
สักทอง (Tectona grandis)	0.0000022
สังกรณี (Barleria strigosa)	0.0000022
สายหยุด (Desmos chinensis)	0.0000007
สารภี (Mammea siamensis)	0.0000007
สาลิกาด่าง (Ficus deltoidea)	0.0000007
สาละ (Shorea robusta Roxb)	0.0000007
สาวน้อยประแป้ง (Dieffenbachia seguine)	0.0000233
สาหร่ายห่างกระรอก (Hydrilla verticillata)	0.0000007
เสี้ยวป่า (Bauhinia saccocalyx)	0.0000007
แสงจันทร์ (Pisonia grandis)	0.0000044
แสยก (Euphorbia tithymaloides)	0.0000015
หนวดปลาหมึก (Schefflera actinophylla)	0.0000233
หนุมานนั่งแท่น (Jatropha podagrica)	0.0000007
หมาก (Areca catechu)	0.0000204
หมากผู้หมากเมีย (Cordyline fruticosa)	0.0000036
หมากเหลือง (Dypsis lutescens)	0.0000168
หลิวไต้หวัน (Cuphea hyssopifolia Kunth)	0.0000007
หว้า (Syzygium cumini)	0.0000007
หอมแดง (Allium ascalonicum)	0.0000007

ตาราง 24 (ต่อ)

ชนิดของพุ่มไม้	ความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ (ต้น/ตร.ม.)
หัวใจสีม่วง (Tradescantia pallida)	0.0000051
หางกระรอกแดง (Acalypha hispida burm)	0.0000007
หูกระจง (Terminalia ivorensis)	0.0000036
หูกวาง (Terminalia catappa)	0.0000022
หูช้าง (Philodendron giganteum)	0.0000007
เหลืองปรีดียาธร (Tabebuia argentea)	0.0000015
โหระพา (Ocimum basilicum)	0.0000066
อบเชย (Cinnamomum)	0.0000007
อโศกอินเดีย (Polyalthia longifolia)	0.0000007
อังกาบ (Barleria cristata)	0.0000015
อัญชัน (Clitoria ternatea)	0.0000022
อินทนิล (Lagerstroemia speciosa)	0.0000007
อ้าหลวง (Melastoma malabathricum)	0.0000007
เอื้องทอง (Sanchezia speciosa Leonard)	0.0000015
เอื้องหมายนา (Costus speciosus)	0.0000036
อินทนิลน้ำ (Lagerstroemia speciosa)	0.0000007
โฮย่าออสเตรลิส (Hoya australis)	0.0000015
เฮลิโคเนีย (Heliconiaceae)	0.0000058
รวม	0.0018320

จากตาราง 24 พบว่า พันธุ์ไม้มีความหนาแน่นมากที่สุด คือ ชาฮกเกี้ยน มีความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ 0.0002151 ต้นต่อตร.ม. ไทรเกาหลีมีความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ 0.0001830 ต้นต่อตร.ม. กล้วยมีความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ 0.0001589 ต้นต่อตร.ม. โมกมีความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ 0.0001203 ต้นต่อตร.ม. เฟื่องฟ้ามีความหนาแน่นของชนิดพุ่มไม้ 0.0000802 ต้นต่อตร.ม.

การศึกษาครั้งนี้พบว่ามีหญ้าทั้งหมด 18 ชนิด จัดอยู่ใน 13 วงศ์ มีความหนาแน่นของหญ้ามากที่สุดระหว่าง 0.031 – 0.05 ต้นต่อตร.ม. ชนิดของหญ้าที่พบมากที่สุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ หญ้าแดง เถาคัน ต้อยติ่ง กระดุมทองเลื้อย ตำลึง ซึ่งมีจำนวนหญ้า 52 8 7 6 และ 4 ต้น ตามลำดับ



ภาพประกอบ 14 ความหนาแน่นของหญ้า

จากการศึกษา พบว่า หญ้ามีความหนาแน่นบริเวณลานจอดรถใกล้ห้าง Show DC ระหว่าง 0.031 – 0.05 ต้นต่อตร.ม. วัดอุทัยธาราม ระหว่าง 0.031 – 0.05 ต้นต่อตร.ม. โรงเรียนวัดอุทัยธาราม ระหว่าง 0.031 – 0.05 ต้นต่อตร.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ระหว่าง 0.031 – 0.05 ต้นต่อตร.ม. สมาคมนักเรียนเก่าอังกฤษ ระหว่าง 0.021 – 0.03 ต้นต่อตร.ม. ริมคลองใกล้โรงแรมAvani Atrium Bangkok ระหว่าง 0.021 – 0.03 ต้นต่อตร.ม. วัดใหม่ช่องลม ระหว่าง 0.021 – 0.03 ต้นต่อตร.ม. ร้านอาหารReal Ichi ระหว่าง 0.021 – 0.03 ต้นต่อตร.ม. การทางพิเศษประเทศไทยพระราม9 ระหว่าง 0.021 – 0.03 ต้นต่อตร.ม.

ตาราง 25 ความหนาแน่นของหญ้าตามรายชนิดในพื้นที่ศึกษา

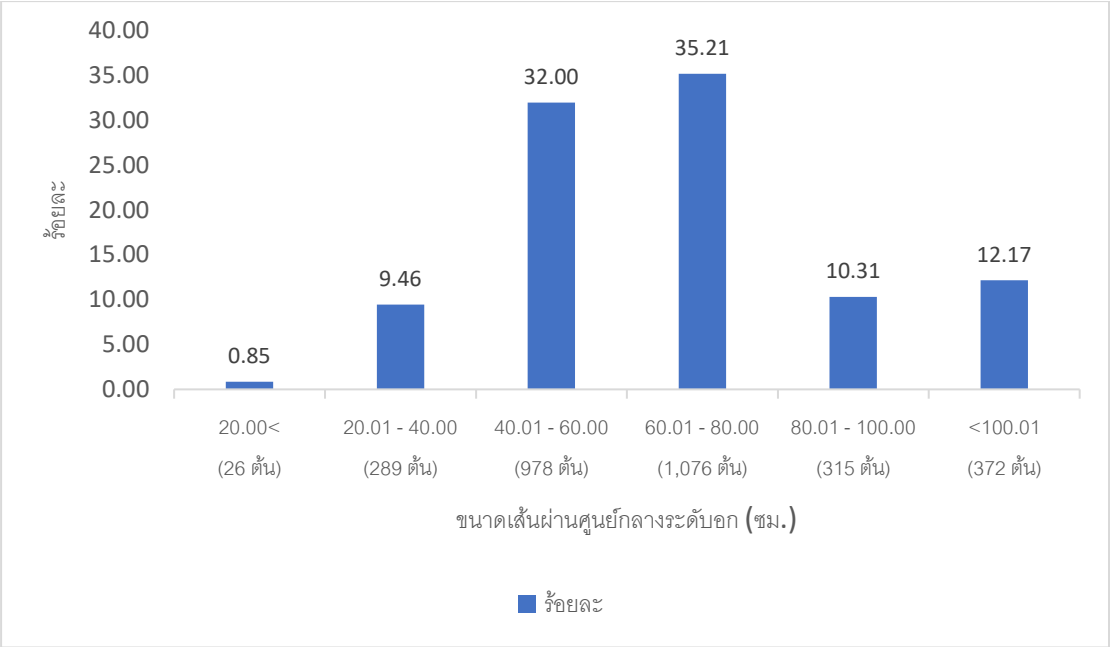
ชนิดของหญ้า	ความหนาแน่นของชนิดหญ้า (ต้น/ตร.ม.)
กระเจานา (Corchorus aestuans)	0.0000007
กระดุมทองเลื้อย (Wedelia trilobata)	0.0000044
ขลู่ (Pluchea indica)	0.0000007
ต้อยติ่ง (Ruellia tuberosa)	0.0000051
ตะไคร้ (Cymbopogon citratus)	0.0000015
ตำลึง (Coccinia grandis)	0.0000029
เถาคัน (Parthenocissus quinquefolia)	0.0000058
บาหยา (Asystasia gangetica)	0.0000022
ผักโขมสวน (Amaranthus viridis)	0.0000015
เล็บเหยี่ยว (Ziziphus oenopolia)	0.0000015
หญ้าเกล็ดหอย (Desmodium triflorum)	0.0000007
หญ้าขัดมอน (Sida rhombifolia)	0.0000015
หญ้าคา (Imperata cylindrica)	0.0000007
หญ้างวงช้าง (Heliotropium indicum)	0.0000007
หญ้าแดง (Ischaemum rugosum)	0.0000379
หญ้าตีนตุ๊กแก (Tridax procumbens)	0.0000015
หญ้าพันงูเขียว (Stachytarpheta jamaicensis)	0.0000007
หญ้าลิ้นงู (Oldenlandia corymbosa)	0.0000022

ตาราง 25 (ต่อ)

ชนิดของหญ้า	ความหนาแน่นของชนิดหญ้า (ต้น/ตร.ม.)
รวม	0.0000722

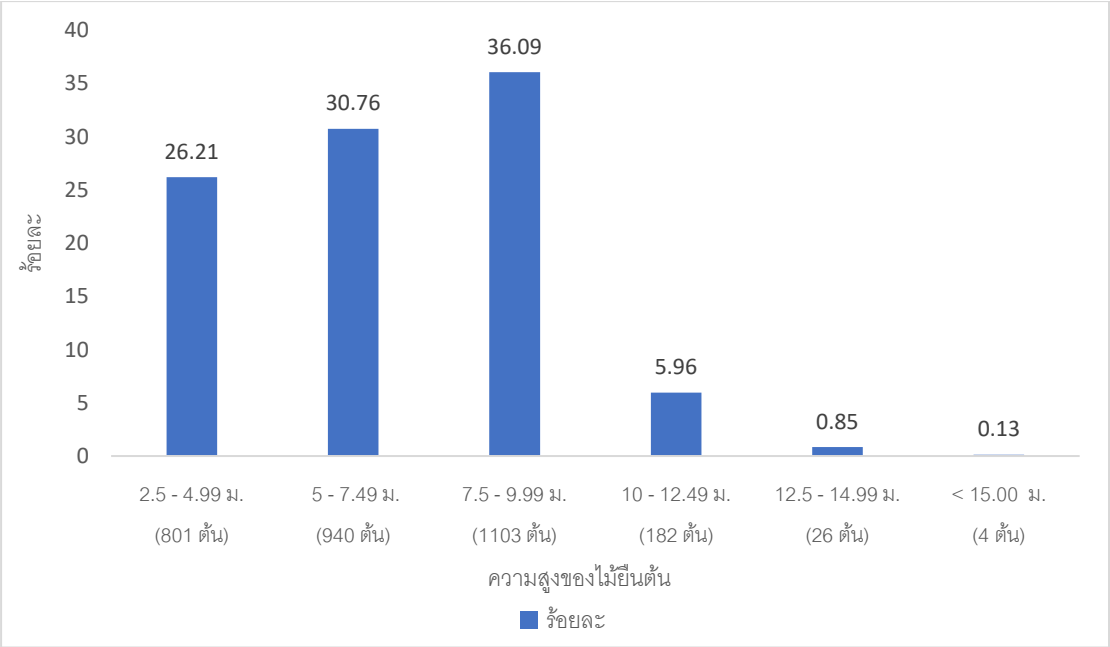
จากตาราง 25 พบว่า พันธุ์ไม้มีความหนาแน่นมากที่สุด คือ หญ้าแดง มีความหนาแน่นของชนิดหญ้า 0.0000379 ต้นต่อตร.ม. เถาคันมีความหนาแน่นของชนิดหญ้า 0.0000058 ต้นต่อตร.ม. ต้อยติ่งมีความหนาแน่นของชนิดหญ้า 0.0000051 ต้นต่อตร.ม. กระดุมทองเลื้อย มีความหนาแน่นของชนิดหญ้า 0.0000044 ต้นต่อตร.ม. ตำลึงมีความหนาแน่นของชนิดหญ้า 0.0000029 ต้นต่อตร.ม.

ความหนาแน่นไม้ของต้นไม้แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ โดยความหนาแน่นของไม้ยืนต้นครอบคลุมบริเวณสถานที่ราชการ 4 แห่ง ได้แก่ สำนักงานเขตราชเทวี สำนักข่าวกรมประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ การทางพิเศษประเทศไทยพระราม9 เป็นต้น มีจำนวนไม้ยืนต้นทั้งหมด 3,056 ต้น ความหนาแน่นของพุ่มไม้กระจายตามฟุตบาทของพื้นที่ถนนกับสถานที่ราชการ มีจำนวนพุ่มไม้ทั้งหมด 2,513 ต้น ความหนาแน่นของหญ้ากระจุกบริเวณพื้นที่สำนักงานกับสถานที่ราชการ มีจำนวนหญ้าทั้งหมด 99 ต้น



ภาพประกอบ 15 แผนภูมิแสดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกในพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษา พบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก ต่ำกว่า 20 ซม. มีจำนวน 26 ต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกระหว่าง 20.01 – 40.00 ซม. มีจำนวน 289 ต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกระหว่าง 40.01 – 60.00 ซม. มีจำนวน 978 ต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกระหว่าง 60.01 – 80.00 ซม. มีจำนวน 1,076 ต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกระหว่าง 80.01 – 100.00 ซม. มีจำนวน 315 ต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอกมากกว่า 100.01 ซม. มีจำนวน 372 ต้น



ภาพประกอบ 16 แผนภูมิแสดงความสูงของไม้ยืนต้นในพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษา พบว่า ความสูงของไม้ยืนต้นระหว่าง 2.5 - 4.99 เมตร มีจำนวน 801 ต้น ความสูงของไม้ยืนต้นระหว่าง 5 – 7.49 เมตร มีจำนวน 940 ต้น ความสูงของไม้ยืนต้นระหว่าง 7.5 - 9.99 เมตร มีจำนวน 1103 ต้น ความสูงของไม้ยืนต้นระหว่าง 10 - 12.49 เมตร มีจำนวน 182 ต้น ความสูงของไม้ยืนต้นระหว่าง 12.5 - 14.99 เมตร มีจำนวน 26 ต้น ความสูงของไม้ยืนต้นมากกว่า 15.00 เมตร มีจำนวน 4 ต้น

2. การวิเคราะห์ภาพฉายของนิเวศบริการ

ในการศึกษาครั้งนี้จำแนกเป็น 2 ภาพฉาย ได้แก่

2.1 ภาพฉายการกักเก็บคาร์บอน

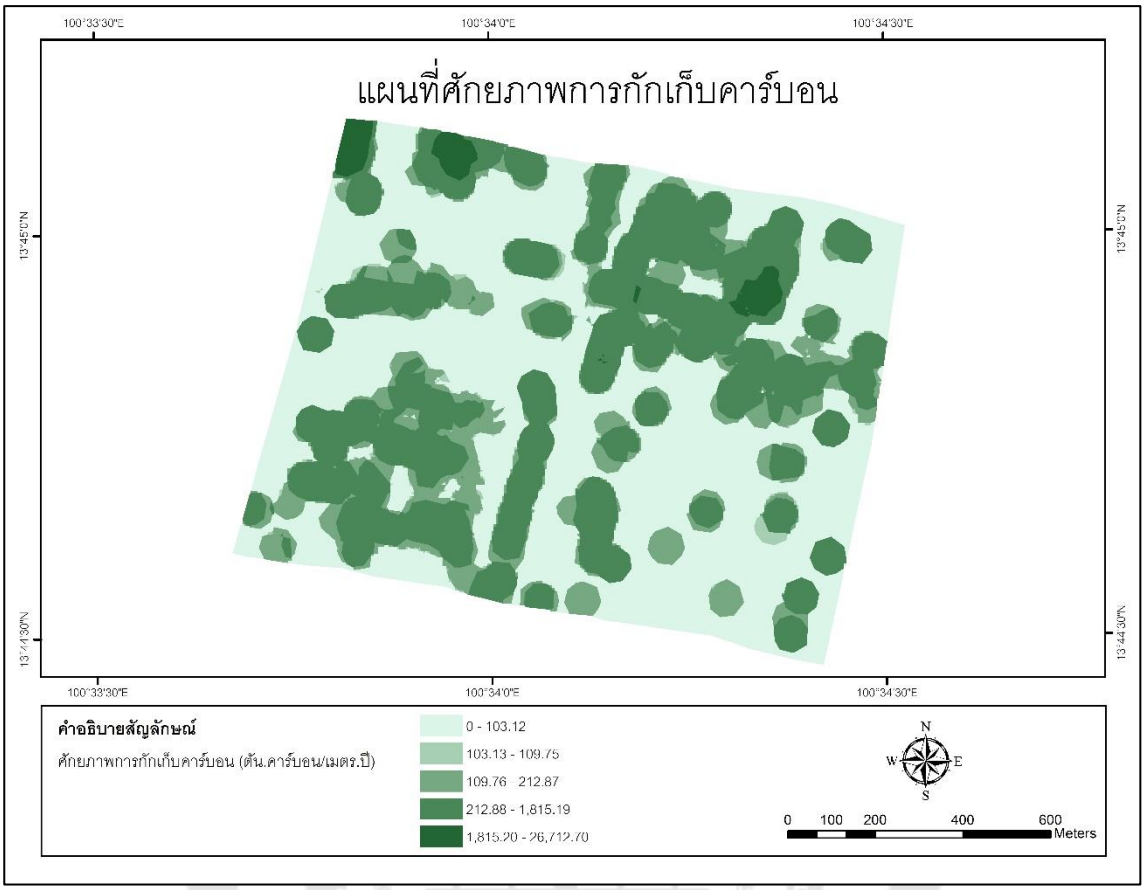
2.1.1 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน

ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนคำนวณได้จากผลคูณของปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล (BEF) ความหนาแน่นของคาร์บอน ความเหมาะสมสำหรับการผลิตไม้ จากการศึกษา พบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด คือ 0 - 103.12 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 50.41 ของขนาดพื้นที่ รองลงมา คือ 212.88 – 1,815.19 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 35.94 ของขนาดพื้นที่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 109.76 – 212.87 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 11.19 ของขนาดพื้นที่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 1,815.20 - 26,712.70

ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 1.84 ของขนาดพื้นที่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 103.13 - 109.75 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 0.62 ของขนาดพื้นที่ ตามลำดับ

ตาราง 26 ขนาดพื้นที่ของศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน

ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน (ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี)	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ร้อยละ
0 - 103.12	0.69	691,362.85	50.41
103.13 - 109.75	0.01	8,480.53	0.62
109.76 - 212.87	0.15	153,450.37	11.19
212.88 - 1,815.19	0.49	492,929.73	35.94
1,815.20 - 26,712.70	0.03	25,289.78	1.84
รวม	1.37	1,371,513.26	100.00



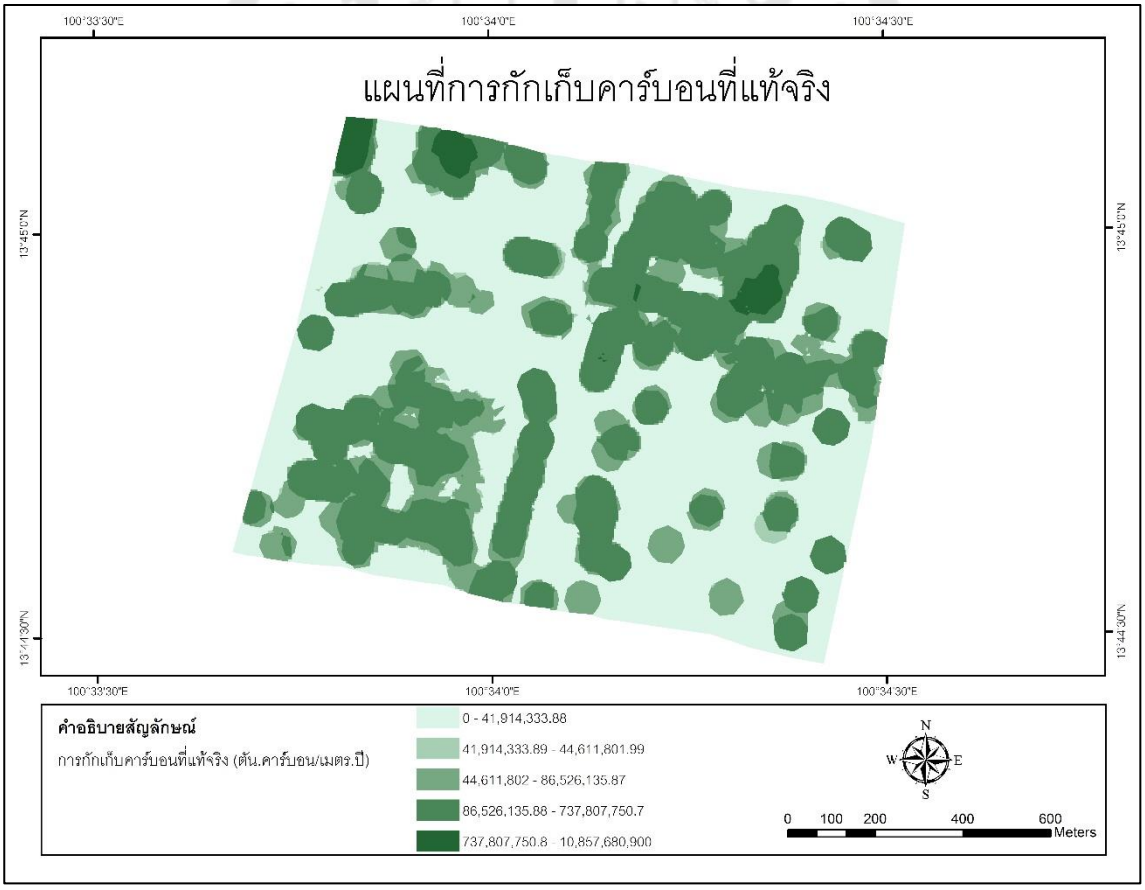
ภาพประกอบ 17 ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน

2.1.2 การกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริง

การกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริงคำนวณได้จากผลคูณของปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล (BEF) ความหนาแน่นของคาร์บอน ศักยภาพในการผลิตไม้ที่สามารถทำได้ จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด คือ 0 – 41,914,333.88 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 50.41 ของขนาดพื้นที่ รองลงมา คือ 86,526,135.88 – 737,807,750.70 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 35.94 ของขนาดพื้นที่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 44,611,802.00 – 86,526,135.87 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 11.19 ของขนาดพื้นที่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 86,526,135.88 – 737,807,750.70 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 1.84 ของขนาดพื้นที่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน 737,807,750.8 – 10,857,680,900 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 0.62 ของขนาดพื้นที่ ตามลำดับ

ตาราง 27 ขนาดพื้นที่ของการกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริง

การกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริง (ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี)	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ร้อยละ
0.00 – 41,914,333.88	0.69	691,362.85	50.41
41,914,333.89 – 44,611,801.99	0.01	8,480.53	0.62
44,611,802.00 – 86,526,135.87	0.15	153,450.37	11.19
86,526,135.88 – 737,807,750.70	0.49	492,929.73	35.94
737,807,750.8 – 10,857,680,900	0.03	25,289.78	1.84
รวม	1.37	1,371,513.26	100.00



ภาพประกอบ 18 การกักเก็บคาร์บอนที่แท้จริง

2.1.3 มูลค่าเงินของการกักเก็บคาร์บอน

การศึกษามูลค่าเงินของการกักเก็บคาร์บอน พบว่า การกักเก็บคาร์บอนในไม้ยืนต้นสามารถหลีกเลี่ยงความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคิดเป็นมูลค่า 55,544,699.54 บาท

Monetary Value of Carbon Sequestration = 3,090.72 * Actual Carbon Sequestration

Monetary Value of Carbon Sequestration = 3,090.72 * 17,971.4434

Monetary Value of Carbon Sequestration = 55,544,699.54

2.1.4 ค่ามาตรฐานของภาพฉายการกักเก็บคาร์บอน

1) ค่ามาตรฐานของปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวล

ปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวลของประเภทป่าไม้ในการศึกษานี้ ประกอบด้วย ป่าไม่ผลัดใบ ป่าผลัดใบ ป่าสน (ตาราง 8) ทั้งนี้ไม่สามารถเก็บข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามของปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวลได้โดยตรง เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลน้ำหนักยอดต้นไม้แห้งและน้ำหนักลำต้นแห้งของไม้ยืนต้นในแต่ละชนิดของพืชที่มากเพียงพอเพื่อที่จะสรุปค่ามาตรฐานของปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวลได้ แต่จากการศึกษานี้พบว่าพื้นที่ศึกษามีประเภทป่าไม้คล้ายกับการศึกษาในจังหวัดจาการ์ตา ประเทศอินโดนีเซีย (Siregar et al., 2018) พบว่าปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวลในประเภทป่าไม่ผลัดใบมีค่า 3.4 อีกทั้งคล้ายกับการศึกษาในจังหวัดเดห์ราดุน ประเทศอินเดีย (Giri et al., 2014) พบว่า ปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวลในประเภทป่าผลัดใบและป่าสนมีค่า 1.52 และ 1.57 ตามลำดับ

2) ค่ามาตรฐานของความหนาแน่นของคาร์บอน

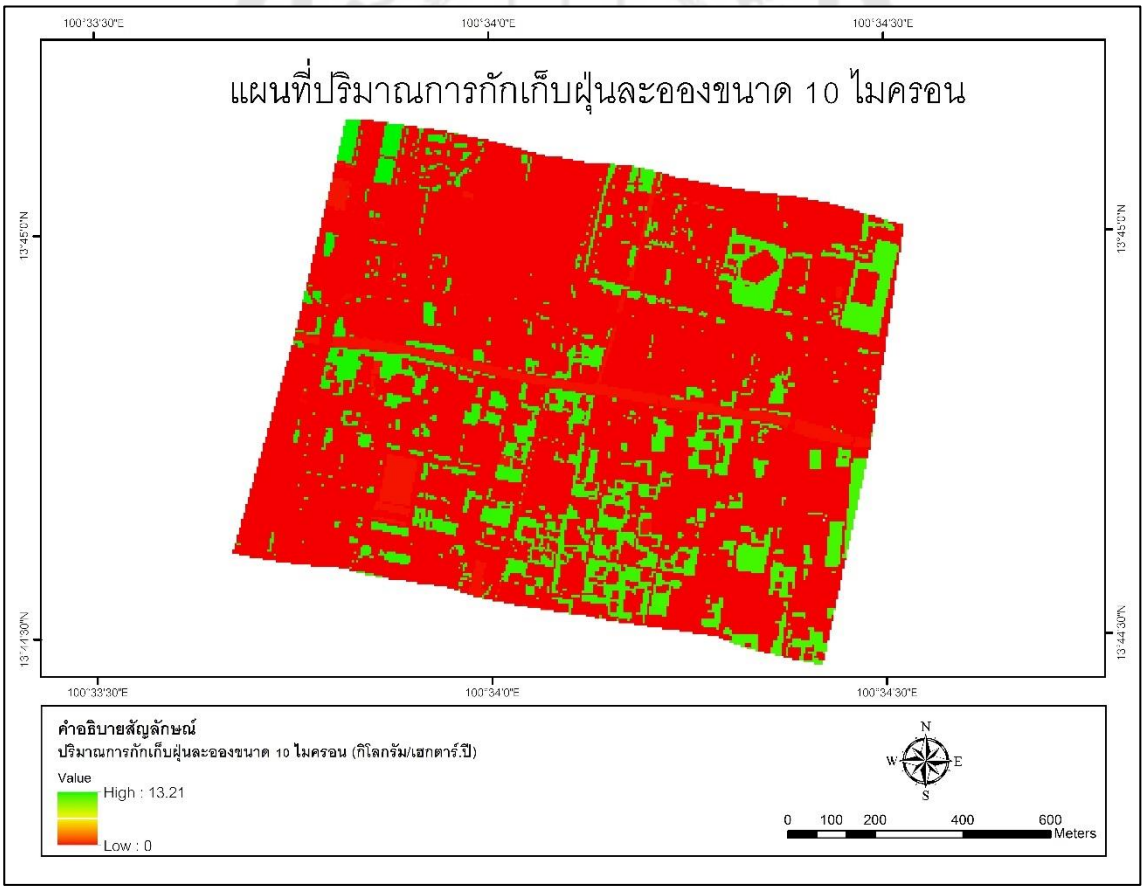
ความหนาแน่นของคาร์บอนของประเภทป่าไม้ในการศึกษานี้ ประกอบด้วย ป่าดิบชื้นเขตร้อน ป่ากึ่งผลัดใบเขตร้อน ป่าเบญจพรรณเขตร้อน (ตาราง 9) ทั้งนี้ไม่สามารถเก็บข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามของความหนาแน่นของคาร์บอนได้โดยตรง จึงต้องใช้ข้อมูลการดูดซึมคาร์บอนสุทธิโดยพืชผ่านการสังเคราะห์ด้วยแสง (Net carbon assimilated by plants via photosynthesis : NPP) อัตราการหมุนเวียนของคาร์บอนในดิน (The turnover rate of the soil carbon pool : τ_{soil}) และอัตราการหมุนเวียนของคาร์บอนในพืช (The turnover rate of the vegetation carbon pool : τ_{veg}) เพื่อที่จะสรุปค่ามาตรฐานของความหนาแน่นของคาร์บอน แต่จากการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษามีชนิดของต้นไม้คล้ายกับการศึกษาในประเทศจีน (Wang et al., 2021) พบว่า ความหนาแน่นของคาร์บอนของประเภทป่าดิบชื้นเขตร้อนมีค่า

0.0155 ตัน.คาร์บอนต่อตารางเมตร ความหนาแน่นของคาร์บอนของประเภทป่ากึ่งผลัดใบเขตร้อนมีค่า 0.022 ตัน.คาร์บอนต่อตารางเมตร ป่าเบญจพรรณเขตร้อนมีค่า 0.0125 ตัน.คาร์บอนต่อตารางเมตร

2.2 ภาพฉายการควบคุมอากาศ

2.2.1 ปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

ปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน คำนวณได้จากผลคูณของปัจจัยความเร็วในการทับถมเฉลี่ย ปัจจัยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน ปัจจัยส่วนหนึ่งของการหยุดชั่วคราวของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน และการแก้ไขหน่วย (UnitCorrection) จากการศึกษา พบว่า ปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน มากที่สุด คือ 13.21 กิโลกรัม/เฮกตาร์.ปี และปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน น้อยที่สุด คือ 0 กิโลกรัม/เฮกตาร์.ปี ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 ปริมาณการกักเก็บฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

2.2.2 มูลค่าเงินของการควบคุมอากาศ

การศึกษามูลค่าเงินของการควบคุมอากาศ พบว่า การควบคุมอากาศสามารถหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพคิดเป็นมูลค่า 19,657.36 บาท / ตารางเมตร . ปี

$$฿_{PM10} = Retention_{PM10} * ExtCosts_{PM10}$$

$฿_{PM10}$ = 111,260 * 1,766.79549439

$฿_{PM10}$ = 196,573,666.706 บาท/เฮกตาร์.ปี

$฿_{PM10}$ = 19,657.36 บาท / ตารางเมตร . ปี

2.2.3 ค่ามาตรฐานของภาพฉายการควบคุมอากาศ

1) ค่ามาตรฐานของความเร็วในการทับถมเฉลี่ย

ความเร็วในการทับถมเฉลี่ยในการศึกษานี้ ประกอบด้วย ไม้ยืนต้น พุ่มไม้ หญ้า ไม่มีพืชปกคลุม และแหล่งน้ำ (ตาราง 13) ทั้งนี้ไม่สามารถเก็บข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามของความเร็วในการทับถมเฉลี่ย เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานเพื่อที่จะสรุปข้อมูล แต่จากการศึกษานี้พบว่าพื้นที่ศึกษามีประเภทป่าไม้คล้ายกับการศึกษาใน (Remme et al., 2017) พบว่า ความเร็วในการทับถมเฉลี่ยของไม้ยืนต้นมีค่า 0.5 เมตรต่อวินาที ความเร็วในการทับถมเฉลี่ยของพุ่มไม้มีค่า 0.3 เมตรต่อวินาที ความเร็วในการทับถมเฉลี่ยของหญ้ามีค่า 0.2 เมตรต่อวินาที ความเร็วในการทับถมเฉลี่ยของไม่มีพืชปกคลุมมีค่า 0.0 เมตรต่อวินาที ความเร็วในการทับถมเฉลี่ยของน้ำมีค่า 0.1 เมตรต่อวินาที

2) ค่ามาตรฐานของเฟรกชันของการหยุดชั่วคราวของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน

เฟรกชันของการหยุดชั่วคราวของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน ประกอบด้วย การปกคลุมดินประเภทอื่น พื้นที่น้ำ (ตาราง 15) ทั้งนี้ไม่สามารถเก็บข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามของเฟรกชันของการหยุดชั่วคราวของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน เนื่องจากเป็นค่ามาตรฐานในแบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ การศึกษาใน (Remme et al., 2017) พบว่า เฟรกชันของการหยุดชั่วคราวของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนของการปกคลุมดินประเภทอื่นมีค่า 0.5 เฟรกชันของการหยุดชั่วคราวของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนของพื้นที่น้ำมีค่า 0.0

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยชุดดิน ปัจจัยประเภทหิน ปัจจัยระดับความสูง โดยพิจารณาตามเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดความเหมาะสมในการเป็นพื้นที่สีเขียว และศึกษาความหนาแน่นของพืชจากประเภทของต้นไม้ 3 ประเภท คือ ไม้ยืนต้น พุ่มไม้ หญ้า รวมทั้งศึกษาภาพฉายของนิเวศบริการ โดยมีพื้นที่ส่วนหนึ่งของคลองแสนแสบเป็นพื้นที่กรณีศึกษา สามารถแบ่งหัวข้อในการสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล
2. ข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการ และการวิเคราะห์ภาพฉายของนิเวศบริการ บริเวณริมคลองแสนแสบ กรุงเทพมหานคร ในการศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การศึกษาศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียว ภาพฉายการกักเก็บคาร์บอน และภาพฉายการควบคุมอากาศ

วิธีการวิจัยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับนิเวศบริการนี้ประกอบด้วยส่วนหลักๆ คือ ส่วนแรกเป็นการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลประเภทหิน ข้อมูลชุดดิน ข้อมูลระดับความสูง ในการรวบรวมข้อมูลระดับความสูง ผู้วิจัยใช้เครื่องรังวัดระดับความสูง ยี่ห้อ EMLID รุ่น REACH RS+ มีประสิทธิภาพของการวางตำแหน่งเครื่องรังวัด 14 mm + 2 ppm RMS ผู้วิจัยได้สร้างจุดควบคุม (Control Point) จากนั้นนำข้อมูลจุดความสูงมาสร้างแบบจำลองระดับความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) ส่วนที่สองเป็นการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์ ได้สร้างแผนที่ศักยภาพที่มีความเป็นพื้นที่สีเขียวบริเวณพื้นที่ศึกษาริมคลองแสนแสบ ส่วนที่สามเป็นการสำรวจพืช ในการสำรวจพืช ผู้วิจัยใช้แบบสำรวจ Google Form จัดเก็บข้อมูลพืช ได้แก่ วันที่ ตำแหน่งพิกัด ประเภทต้นไม้ ความสูงต้นไม้ เส้นรอบวงที่ความสูงระดับอก เส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก และภาพถ่าย ส่วนที่สี่เป็นการศึกษาความหนาแน่นของพืชโดยใช้เครื่องมือ Kernel Density ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ได้สร้างแผนที่ความหนาแน่นของไม้ยืนต้น แผนที่ความหนาแน่นของพุ่มไม้ แผนที่ความหนาแน่นของหญ้า

การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวบริเวณพื้นที่ศึกษาริมคลองแสนแสบ ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ศักยภาพสูงสุด คือ 12 คะแนน มีขนาด 0.040 ตร.กม. หรือร้อยละ 2.92 และพื้นที่ศักยภาพต่ำสุด 4 คะแนน มีขนาด 0.003 ตร.กม. หรือร้อยละ 0.22 จากการตรวจสอบความถูกต้องการใช้ประโยชน์ที่ดินของผลการแปลภาพด้วยสายตากับผลการสำรวจภาคสนาม พบว่า ข้อมูลมีค่าความถูกต้องโดยรวมร้อยละ 87.5 แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องของผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียว สรุปได้ว่าการจัดทำแผนที่มีศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียวด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ จึงสามารถนำแผนที่นี้ไปใช้เป็นข้อมูลส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในบริเวณที่ศักยภาพต่ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (พรพิชชา นันตา, 2563) ที่ทำการประเมินศักยภาพพื้นที่สีเขียวด้วยวิธีการแปลภาพถ่ายทางอากาศและลงสำรวจพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียว ผลการศึกษาที่ได้พบว่า สวนสาธารณะ พื้นที่เปิดโล่งของสถานที่ราชการ มีศักยภาพสูง

การวิเคราะห์ความหนาแน่นของพืชบริเวณพื้นที่ศึกษาริมคลองแสนแสบ ผลการศึกษาพบว่า ไม้ยืนต้นมีความหนาแน่นมากที่สุดระหว่าง 0.381 - 0.58 ต้นต่อตร.ม. ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (อริญชัย นิลสนธิ, 2561) ที่ทำการศึกษาโครงสร้างสังคมพืชจากการวางแปลงศึกษาในพื้นที่ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างสังคมพืช ได้แก่ ความหนาแน่นของพืช ร้อยละความหนาแน่นสัมพัทธ์ ความถี่ของต้นไม้ชนิดหนึ่ง ร้อยละความถี่สัมพัทธ์ ร้อยละความเด่นสัมพัทธ์ เป็นต้น ผลการศึกษาที่ได้พบว่า ไม้ยืนต้นมีความหนาแน่น 0.40 ต้นต่อตร.ม.

การวิเคราะห์ภาพฉายนิเวศบริการครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้วิธีการของ (Remme et al., 2017) เพื่อประเมินการกักเก็บคาร์บอนและการควบคุมอากาศในพื้นที่ศึกษาด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ของแบบจำลองมหานครทางธรรมชาติ ผลการศึกษาของภาพฉายการกักเก็บคาร์บอน พบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด คือ 0 - 103.12 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 50.41 ของขนาดพื้นที่ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนน้อยที่สุด คือ 103.13 - 109.75 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี คิดเป็นร้อยละ 0.62 ของขนาดพื้นที่ ผลการศึกษาของภาพฉายการควบคุมอากาศ พบว่า ปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน มากที่สุด คือ 13.21 กิโลกรัม/เฮกตาร์.ปี และปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน น้อยที่สุด คือ 0 กิโลกรัม/เฮกตาร์.ปี

การประเมินภาพฉายนิเวศบริการสามารถแบ่งการวิเคราะห์ภาพฉายนิเวศบริการเป็นสองส่วน ส่วนแรกวิเคราะห์ภาพฉายการกักเก็บคาร์บอน ซึ่งผลลัพธ์ของภาพฉายการกักเก็บคาร์บอนแปรผันตามปัจจัยการขยายตัวทางชีวมวลของป่าไม้ ปัจจัยความหนาแน่นของคาร์บอน ปัจจัยศักยภาพการผลิตไม้ และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก ส่วนที่สองวิเคราะห์ภาพฉายการควบคุมอากาศ ซึ่งผลลัพธ์ของภาพฉายการควบคุมอากาศแปรผันตามปัจจัยความเร็วในการทับถมเฉลี่ย ปัจจัยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอน ปัจจัยความหนาแน่นของประชากร

การเปรียบเทียบศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนกับงานวิจัยของ (ถิรายุ เกลี้ยงสอาด, ลดาวัลย์ พวงจิตร, และ วาทินี สวนผกา, 2562) พบว่า ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 313.18 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี ซึ่งในการศึกษานี้มีศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ย 1220.38 ตัน.คาร์บอน/เมตร.ปี โดยพื้นที่ศึกษานี้มีศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนเฉลี่ยมากกว่าสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร การเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนกับงานวิจัยของ (Paulin et al., 2020c) พบว่า ปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนมากที่สุด 34 กิโลกรัม/เฮกตาร์.ปี ซึ่งในการศึกษานี้มีปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนมากที่สุด 13.21 กิโลกรัม/เฮกตาร์.ปี โดยพื้นที่ศึกษานี้มีปริมาณการกักเก็บรักษาฝุ่นละอองขนาด 10 ไมครอนน้อยกว่าเมืองอัมสเตอร์ดัม ประเทศเนเธอร์แลนด์

2. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยข้างต้น จึงมีข้อเสนอแนะระดับนโยบายคือ การศึกษาศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียว และการกำหนดยุทธศาสตร์การบริหารจัดการพื้นที่ที่สอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา นอกจากนั้นควรให้ความสำคัญกับการแก้ไขผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โดยการจัดทำแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาในพื้นที่ศึกษา รวมทั้งส่งเสริมและพัฒนาบทบาทของประชาชนให้เข้ามามีส่วนร่วม นอกจากนี้ควรมีการจัดการผังเมืองที่จะนำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินไปสู่การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรมและเกิดประโยชน์สูงสุด

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป เนื่องจากพื้นที่ศึกษาเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพื้นที่ริมคลองแสนแสบ งานวิจัยนี้จึงขอเสนอว่างานวิจัยต่อไปอาจเลือกทำการศึกษาการวิเคราะห์นิเวศบริการในพื้นที่ริมคลองแหล่งอื่นว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่อศักยภาพความเป็นพื้นที่สีเขียว การกักเก็บคาร์บอน และการควบคุมอากาศ หรือการนำค่าปัจจัยอื่นทางเศรษฐกิจ สังคม เข้ามาใช้วิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ผลวิจัยที่เป็นตัวแทนของพื้นที่มากที่สุด

บรรณานุกรม

Allaby M. (2010). *A Dictionary of Ecology* (4th ed.). Oxford: Oxford University Press.

Bullock J. M., และ Ding H. (2018). *A GUIDE TO SELECTING ECOSYSTEM SERVICE MODELS FOR DECISION-MAKING*. Washington, DC: World Resources Institute.

Chandler D., และ Munday R. (2011). *A Dictionary of Media and Communication*. Oxford: Oxford University Press.

Cision PR Newswire. (2011). GeoEye to Offer Premium Satellite Imagery as a Service via Google Earth Builder. Retrieved from https://www.prnewswire.com/news-releases/geoeye-to-offer-premium-satellite-imagery-as-a-service-via-google-earth-builder-132044603.html

Cleland D. T., Avers P. E., McNab W. H., Jensen M. E., Bailey R. G., King T., และ Russell W. E. (1997). *National Hierarchical Framework of Ecological Units*. New Haven, CT: Yale University Press.

Emlid. (2014). *REACH RS+ Datasheet*. Budapest: Poladrone.

Geneva International Centre for Humanitarian Demining. (2016). Types of Data. Retrieved from http://mwiki.gichd.org:8090/IM/Types_of_Data

Giles-Corti Billie, Broomhall Melissa H., Knuiman Matthew, Collins Catherine, Douglas Kate, Ng Kevin, . . . Donovan Robert J. (2005). Increasing walking: How important is distance to, attractiveness, and size of public open space?. *American Journal of Preventive Medicine,* 28(2), 169-176.

Giri N., Kumar R., Rawat L., และ Kumar P. (2014). Development of Biomass Expansion Factor (BEF) and Estimation of Carbon Pool in Ailanthus excelsa Roxb Plantation. *Journal of Chemical Engineering & Process Technology,* 5(6), 1-4.

Howari F. M., และ Ghrefat H. (2021). Geographic information system: spatial data structures, models, and case studies. In *Pollution Assessment for Sustainable Practices in Applied Sciences and Engineering* (Chapter 4, Pages. 165-198). Oxford: Butterworth-Heinemann Elsevier.

Leeuwen N. V., Zuurmond M., และ Jong R. D. (2017). *Ecosystem Unit map product*

description. The Hague: Statistics Netherlands.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.

OmniSci Inc. (2021). Remote Sensing Definition. Retrieved from https://www.omnisci.com/technical-glossary/remote-sensing

Park C. (2007). *A Dictionary of Environment and Conservation*. Oxford: Oxford University Press.

Parker D. C., Berger T., และ Manson S. M. (2001). *Agent-Based Models of Land-Use and Land-Cover Change* (LUCC Report Series No. 6). Retrived from https://www.researchgate.net/publication/228871179_Agent-Based_Models_of_Land-Use_and_Land-Cover_Change

Paulin M. J., Remme R. P., De Nijs T., Rutgers M., Koopman K. R., De Knegt B., . . . Breure A. M. (2020a). Application of the Natural Capital Model to assess changes in ecosystem services from changes in green infrastructure in Amsterdam. *Ecosystem Services,* 43(2020), 101114.

Paulin M. J., Remme R. P., van der Hoek D. C. J., de Knegt B., Koopman K. R., Breure A. M., . . . de Nijs T. (2020c). Towards nationally harmonized mapping and quantification of ecosystem services. *Science of the Total Environment,* 703, 134973.

Paulin M. J., Rutgers M., De Nijs T., Hendriks A. J., Koopman K. R., Van Buul T., . . . Breure A. M. (2020b). Integration of local knowledge and data for spatially quantifying ecosystem services in the Hoeksche Waard, the Netherlands. *Ecological Modelling,* 438(2020), 109331.

Remme R., Nijs T. D., และ Paulin M. (2017). *Natural Capital Model Technical documentation of the quantification, mapping and monetary valuation of urban ecosystem services* (RIVM Report 2017-0040).

Singh T. P. (2020). Good scope for earth-based studies. Retrieved from https://www.deccanherald.com/supplements/dh-education/good-scope-for-earth-based-studies-810460.html

Siregar U. J., Arif M. F., Suryana J., และ Indartono Y. S. (2018). Potential of biomass as source for electricity at Pulau Panggang Village, North Kepulauan Seribu Subdistrict. *Earth and Environmental Science,* 1755-1315(196), 012027.

The European Space Agency. (2021). GeoEye-1 Instruments. Retrieved from https://earth.esa.int/eogateway/missions/geoeye-1

United States Department of Transportation. (2020). Satellite Navigation - Global Positioning System (GPS). Retrieved from https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/gps

Wang L. X., Gao J. X., Shen W. M., Shi Y. L., และ Zhang H. W. (2021). Carbon storage in vegetation and soil in Chinese ecosystems estimated by carbon transfer rate method. *Ecosphere,* 12(1), e03341.

workpointTODAY. (2562). กรุงเทพฯ ติดอันดับ 2 มลพิษทางอากาศสูงสุดในโลก คาด 1 ต.ค.ฝนตกฝุ่นจะลดลง. สืบค้นจาก https://workpointtoday.com/world-aqi-ranking-bangkok/

กรมการปกครอง. (2562). สถิติจำนวนประชากร. สืบค้นจาก https://stat.bora.dopa.go.th/stat/statnew/statMONTH/statmonth/#/view

กรมชลประทาน. (2562). คู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การสำรวจทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน. กรุงเทพฯ: สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2548). มหัศจรรย์พันธุ์ดิน. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2559). การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: กรมทรัพยากรธรณี.

กัลยกร ตั้งอุไรวรรณ. (2549). การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ. (ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กานดา ปุ่มสิน, ไพบูลย์ ประพฤติธรรม, และ สิริกร กาญจนสุนทร. (2555). การประยุกต์ใช้ข้อมูลระดับความสูง อันดับดิน การชลประทานและสภาพความชื้นดินเพื่อการวางแผนจัดการทรัพยากรที่ดินทางการเกษตร บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย. วารสารดินและปุ๋ย, 34(1-4), 81-93.

คมสันต์ จันทรเสนา. (2560). การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่รับน้ำของพื้นที่ชุ่มน้ำเขต

รักษาพันธุ์สัตว์ป่าเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ (พรุโต๊ะแดง) จังหวัดนราธิวาส. (ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จิรากรณ์ คชเสนี, และ นันทนา คชเสนี. (2558). นิเวศวิทยาเพื่อสิ่งแวดล้อม (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2549). โครงการพัฒนาพื้นที่โล่งว่างริมคลองสำคัญในกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: ศูนย์บริการวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ตระวรรณ หาญกิจรุ่ง. (2556). อิทธิพลของปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาและการจราจรต่อปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ริมถนนในเขตกรุงเทพมหานคร. (ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ถิรายุ เกลี้ยงสอาด, ลดาวัลย์ พวงจิตร, และ วาทินี สวนผกา. (2562). การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในสวนสันติภาพ กรุงเทพมหานคร. วารสารวนศาสตร์ไทย, 39(1), 86-96.

ทรงภพ เมฆพรรณโอภาส. (2560). บทบาทและแนวทางการฟื้นฟูคลองสมถวิล จังหวัดมหาสารคาม. (ปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ธนพร สีนาคล้วน, และ ณัฐวุฒิ ปรียวนิตย์. (2560). การประเมินศักยภาพการเป็นพื้นที่สาธารณะสีเขียวในพื้นที่เขตพระนคร เขตป้อมปราบศัตรูพ่ายและเขตสัมพันธ์วงศ์. *Veridian E-Journal,* 10(2), 3116-3122.

ธนวิทย์ ถมกระจ่าง. (2560). การประเมินปริมาณคาร์บอนของป่าชุมชน ด้วยเทคนิคอากาศยานไร้คนขับ: กรณีศึกษาป่าชุมชนบ้านบุตาต้อง ตำบลนากลาง อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา. (ปริญญานิพนธ์อักษรศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นวลปราง นวลอุไร. (2548). การเปรียบเทียบค่าดัชนีพื้นที่ใบ มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมที่อยู่เหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่า จากการสำรวจด้านป่าไม้และการรับรู้จากระยะไกล บริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย. (ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา. (2558). *ศักยภาพการสะสมธาตุคาร์บอนของไม้ยืนต้นในพื้นที่ อพ. สธ. จังหวัดสระบุรี.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พนรัตน์ มะโน. (2560). การประยุกต์ใช้เซลลูลาร์ออโตมาตาศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของพื้นที่อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี. (ปริญญาการวางแผนภาคและเมืองมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พรพิชชา นันตา. (2563). แนวทางการเพิ่มพื้นที่สีเขียวและการประเมินศักยภาพพื้นที่สีเขียวในเขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร. สาระศาสตร์(4), 908-920.

ภาคภูมิ เหล่าตระกูล. (2558). การแปลตีความข้อมูลจากดาวเทียมด้วยสายตา. สืบค้นจาก https://www.gistda.or.th/main/th/node/997

วราภรณ์ จิวชัยศักดิ์. (2555). คลองแสนแสบ : ความเป็นมาและการเปลี่ยนแปลง. วารสารไทยศึกษา , 8(2), 1-23.

สนธยา จำปานิล. (2547). การเปรียบเทียบผลผลิตและการย่อยสลายของเศษซากพืช เพื่อประเมินการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าในเขตอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย. (ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมพงษ์ เลิศพุฒิพิศุทธิ์. (2547). การกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 และ 10 ไมครอนบริเวณสถานีรถไฟฟ้า กรุงเทพมหานคร. (ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อริญชัย นิลสนธิ. (2561). อิทธิพลของซากพืชที่ร่วงหล่นต่ออินทรียวัตถุในดินและสภาพดินในระบบนิเวศที่มนุษย์สร้างขึ้น. (ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสำรวจ

ตารางภาคผนวก ก-1 แบบสำรวจการตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ลำดับที่	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากการแปลภาพด้วยสายตา	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากการสำรวจภาคสนาม	ภาพถ่ายจาก การสำรวจภาคสนาม
1	แม่น้ำและลำธาร	แม่น้ำและลำธาร	
2	แม่น้ำและลำธาร	แม่น้ำและลำธาร	
3	แม่น้ำและลำธาร	แม่น้ำและลำธาร	
4	พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	
5	พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	
6	พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	
7	ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	
8	ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	
9	ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	ถนน ที่จอดรถ และอื่นๆ	
10	สถานที่ราชการ	สถานที่ราชการ	
11	สถานที่ราชการ	สถานที่ราชการ	
12	สถานที่ราชการ	สถานที่ราชการ	
13	พื้นที่สำนักงาน	พื้นที่สำนักงาน	
14	พื้นที่สำนักงาน	พื้นที่สำนักงาน	
15	พื้นที่สำนักงาน	พื้นที่สำนักงาน	
16	ย่านที่อยู่อาศัย	ย่านที่อยู่อาศัย	
17	ย่านที่อยู่อาศัย	ย่านที่อยู่อาศัย	
18	ย่านที่อยู่อาศัย	สถานที่ราชการ	
19	พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	
20	พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	
21	พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	พื้นที่ไม่ปูถนนและอื่นๆ	
22	พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	
23	พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	
24	พื้นที่สีเขียวสาธารณะ	พื้นที่สีเขียวบริเวณสำนักงาน	

ตารางภาคผนวก ก-2 แบบสำรวจฐานข้อมูลของพืช

วันที่	ตำแหน่ง GPS		รูปแบบต้นไม้	ชื่อต้นไม้	ความสูง	GBH	DBH	รูป	รูป
	LAT	LONG	(Form)		ต้นไม้	(cm)	(cm)	ถ่าย ต้นไม้	ถ่าย ใบไม้

ภาคผนวก ข

ชนิดของต้นไม้ วงศ์ ประเภทป่าไม้ จำนวนต้น ของพื้นที่ศึกษา

ตารางภาคผนวก ข-1 ชนิดของไม้ยืนต้น วงศ์ ประเภทป่าไม้ จำนวนต้น ของพื้นที่ศึกษา

ชนิดของไม้ยืนต้น	วงศ์	ประเภทป่าไม้	จำนวนต้น (ต้น)
กระทิง (Calophyllum inophyllum)	Clusiaceae	Evergreen Forest	1
กระบก (Irvingia malayana)	Irvingiaceae	Evergreen Forest	1
กล้วย (Musa)	Musaceae	Evergreen Forest	111
กันเกรา (Fagraea fragrans)	Gentianaceae	Evergreen Forest	23
กัลปพฤกษ์ (Cassia bakeriana)	Fabaceae	Deciduous Forest	45
กูดพร้าว (Cyathea latebrosa)	Cyatheaceae	Evergreen Forest	2
แก้วเจ้าจอม (Guaiacum officinale)	Zygophyllaceae	Evergreen Forest	1
แก้วมุกดา (Fagraea ceilanica Thunb.)	Gentianaceae	Evergreen Forest	1
ขนุน (Artocarpus heterophyllus)	Moraceae	Evergreen Forest	6
ข้าวหลาม (Goniothalamus laoticus)	Annonaceae	Evergreen Forest	1
ขี้เหล็ก (Senna siamea)	Fabaceae	Evergreen Forest	2
แคนา (Dolichandrone serrulata)	Bignoniaceae	Deciduous Forest	6
จามจุรี (Samanea saman)	Mimosaceae	Evergreen Forest	4
แจง (Maerua siamensis)	Capparaceae	Deciduous Forest	4
ชงโค (Bauhinia purpurea)	Fabaceae	Evergreen Forest	7

ชนิดของไม้ยืนต้น	วงศ์	ประเภทป่าไม้	จำนวนต้น (ต้น)
ชมนาด (Vallaris glabra)	Apocynaceae	Evergreen Forest	1
ชมพู่ (Syzygium jambos)	Myrtaceae	Evergreen Forest	1
ชมพูพรรณทิพย์ (Tabebuia rosea)	Bignoniaceae	Deciduous Forest	246
ชัยพฤกษ์ (Cassia javanica)	Fabaceae	Deciduous Forest	22
ชิงชัน (Dalbergia oliveri Gamble)	Fabaceae	Deciduous Forest	1
ชุมแสง (Homalium Grandiflorum)	Xathop-Hlla ceae	Deciduous Forest	1
แดง (Xylia xylocarpa)	Fabaceae	Deciduous Forest	1
ตะขบ (Flacourtia jangomas)	Salicaceae	Evergreen Forest	6
ตะแบก (Lagerstroemia floribunda Jack)	Lythraceae	Evergreen Forest	4
ตีนเป็ด (Alstonia scholaris)	Apocynaceae	Semi-deciduous Forest	80
เต่าร้าง (Caryota urens)	Arecaceae	Evergreen Forest	9
ถ่อน (Albizia procera)	Fabaceae	Deciduous Forest	5
ทองกวาว (Butea monosperma)	Leguminosae	Deciduous Forest	6
ไทร (Ficus Benjamina)	Moraceae	Evergreen Forest	24
ไทรเกาหลี (Ficus annulata)	Moraceae	Evergreen Forest	1
นนทรี (Peltophorum pterocarpum)	Leguminosae	Evergreen Forest	16
นางกวัก (Alocasia cucullata)	Araceae	Evergreen Forest	1
นุ่น (Ceiba pentandra)	Bombacaceae	Deciduous Forest	1
ใบไม้สีทอง (Bauhinia aureifolia)	Fabaceae	Deciduous Forest	3

ชนิดของไม้ยืนต้น	วงศ์	ประเภทป่าไม้	จำนวนต้น (ต้น)
ประดู่ (Pterocarpus indicus)	Fabaceae	Deciduous Forest	81
ปาล์ม (Arecaceae)	Arecaceae	Evergreen Forest	3
ปาล์มขวด (Pyllanthus acidus)	Arecaceae	Evergreen Forest	3
ปาล์มแซมเปญ (Hyophorbe lagenicaulis)	Arecaceae	Evergreen Forest	2
ปาล์มหางกระรอก (Nodyetia bifurcate)	Arecaceae	Evergreen Forest	10
ปีบ (Millingtonia hortensis)	Bignoniaceae	Deciduous Forest	48
ฝรั่ง (Psidium guajava)	Myrtaceae	Evergreen Forest	1
ฝ้ายแดง (Gossypium arboreum)	Malvaceae	Evergreen Forest	1
พญาสัตบรรณ (Alstonia scholaris)	Apocynaceae	Semi-deciduous Forest	1
พฤกษ์ (Albizia lebbeck)	Fabaceae	Deciduous Forest	2
พะยอม (Shorea talura)	Dipterocarpaceae	Deciduous Forest	2
พะยูง (Dalbergia cochinchinensis)	Leguminosae	Evergreen Forest	23
พิกุล (Mimusops elengi)	Sapotaceae	Evergreen Forest	7
โพธิ์ (Ficus religiosa)	Moraceae	Evergreen Forest	58
มะขาม (Tamarindus indica)	Fabaceae	Evergreen Forest	880
มะขามเทศ (Pithecellobium dulce)	Fabaceae	Deciduous Forest	2
มะขามป้อม (Phyllanthus emblica)	Phyllanthaceae	Deciduous Forest	12
มะเดื่อกวาง (Ficus callosa)	Moraceae	Deciduous Forest	4
มะนาวเทศ (Triphasia trifolia)	Rutaceae	Deciduous Forest	1

ชนิดของไม้ยืนต้น	วงศ์	ประเภทป่าไม้	จำนวนต้น (ต้น)
มะพร้าว (Cocos nucifera)	Arecaceae	Evergreen Forest	2
มะเฟือง (Averrhoa carambola)	Oxalidaceae	Evergreen Forest	7
มะม่วง (Mangifera indica)	Anacardiaceae	Evergreen Forest	94
มะยม (Phyllanthus acidus)	Phyllanthaceae	Evergreen Forest	5
มะละกอ (Carica papaya)	Caricaceae	Evergreen Forest	17
มะหาด (Artocarpus lacucha)	Moraceae	Deciduous Forest	2
มะฮอกกานีใบใหญ่ (Swietenia macrophylla)	Meliaceae	Evergreen Forest	11
มั่งมี (Carallia brachiata)	Rhizophoraceae	Evergreen Forest	4
ยอ (Morinda citrifolia)	Rubiaceae	Evergreen Forest	2
ยูคาลิปตัส (Eucalyptus)	Myrtaceae	Evergreen Forest	35
รวงผึ้ง (Schoutenia glomerata)	Malvaceae	Evergreen Forest	1
ราชพฤกษ์ (Cassia fistula)	Leguminosae	Semi-deciduous Forest	294
ราชายตนพฤกษ์ (Manikara hexandra)	Leguminosae	Semi-deciduous Forest	3
รามใหญ่ (Ardisia elliptica)	Myrsinaceae	Evergreen Forest	7
ลำดวน (Melodorum)	Annonaceae	Evergreen Forest	1
ลำไย (Dimocarpus longan)	Sapindaceae	Evergreen Forest	1
ลีลาวดี (Plumeria)	Apocynaceae	Evergreen Forest	34
วาสนาอธิษฐาน (Dracaena fragrans)	Dracaenaceae	Evergreen Forest	1
สนฉัตร (Araucaria cookii)	Araucariaceae	Coniferous Forest	1
สนสามร้อยยอด (Pinus)	Cupressaceae	Coniferous Forest	2
สมุลแว้ง (Cinamomum)	Lauraceae	Evergreen Forest	1

ชนิดของไม้ยืนต้น	วงศ์	ประเภทป่าไม้	จำนวนต้น (ต้น)
สร้อยสุวรรณ (Lophanthera lactescensDucke)	Malpighiaceae	Semi-deciduous Forest	1
สราญรมย์ (Erythrina crista galli)	Leguminosae	Deciduous Forest	1
สะเดา (Azadirachta indica)	Meliaceae	Evergreen Forest	37
สักทอง (Tectona grandis)	Lamiaceae	Deciduous Forest	75
สารภี (Mammea siamensis)	Clusiaceae	Evergreen Forest	1
สาละ (Shorea robusta)	Dipterocarpaceae	Evergreen Forest	11
สุวรรณพฤกษ์ (Senna spectabilis)	Fabaceae	Semi-deciduous Forest	15
เสน่ห์จันทร์แดง (Homalomena rubescens)	Araceae	Evergreen Forest	1
แสงจันทร์ (Pisonia grandis)	Nyctaginaceae	Evergreen Forest	1
แสมสาร (Senna garrettiana)	Fabaceae	Evergreen Forest	1
โสกขาว (Manitoa germmipara Scheff)	Leguminosae	Evergreen Forest	2
หม่อน (Morus alba)	Moraceae	Deciduous Forest	4
หมาก (Areca catechu)	Arecaceae	Evergreen Forest	213
หม่าล่า (Sichuan pepper)	Rutaceae	Evergreen Forest	1
หลิว (Salix babylonica)	Salicaceae	Deciduous Forest	19
หว้า (Syzygium cumini)	Myrtaceae	Evergreen Forest	3
หางนกยูงไทย (Caesalpinia pulcherrima)	Fabaceae	Evergreen Forest	1
หางนกยูงฝรั่ง (Delonix regia)	Leguminosae	Evergreen Forest	53
หูกระจง (Terminalia ivorensis)	Combretaceae	Evergreen Forest	38
หูกวาง (Terminalia catappa)	Combretaceae	Deciduous Forest	33

ชนิดของไม้ยืนต้น	วงศ์	ประเภทป่าไม้	จำนวนต้น (ต้น)
อบเชย (Cinnamomum verum)	Lauraceae	Evergreen Forest	5
อโศกอินเดีย (Polyalthia longifolia)	Annonaceae	Evergreen Forest	187
อินจัน (Diospyros decandra)	Ebenaceae	Evergreen Forest	2
อินทนิล (Lagerstroemia speciosa)	Lythraceae	Evergreen Forest	3
อินทนิลน้ำ (Lagerstroemia speciosa)	Lythraceae	Evergreen Forest	38
รวม			3056

ตารางภาคผนวก ข-2 ชนิดของพุ่มไม้ วงศ์ จำนวนต้น ของพื้นที่ศึกษา

ชนิดของพุ่มไม้ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
กกรังกา (Cyperus alternifolius)	Cyperaceae	1
กระดังงาไทย (Cananga odorata)	Annonaceae	1
กระถิน (Leucaena leucocephala)	Leguminosae	19
กระบองเพชร (Cereus hexagonus)	Cactaceae	1
กล้วย (Musa)	Musaceae	218
กวักมรกต (Zamioculcas zamiifolia)	Araceae	14
กะเพรา (Ocimum tenuiflorum)	Labiatae	15
กาบหอยแครง (Tradescantia spathacea Stearn)	Commelinaceae	2
กาหลง (Bauhinia acuminata)	Leguminosae	1
กุหลาบ (Rosa)	Rosaceae	3
เกล็ดแก้ว (Alternanthera bettzickiana)	Anaranthaceae	7
แก้วเจ้าจอม (Guaiacum officinale)	Zygophyllaceae	1
แก้วมุกดา (Fagraea racemosa Javanica)	Loganiaceae	1
โกสน (Codiaeum variegatium)	Euphorbiaceae	18
ขมิ้นต้น (Mahonia siamensis)	Berberidaceae	1
ข่า (Alpinia galanga)	Zingiberaceae	7
ข้าวหลาม (Goniothalamus laoticus)	Annonaceae	2
เข็ม (Ixora chinensis)	Rubiaceae	65
เข็มกุดั่น (Yucca aloifolia)	Agavaceae	4
เข็มปัตตาเวีย (Jatropha integerrima)	Euphorbiaceae	2

ชนิดของพุ่มไม้ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
เข็มริมแดง (Dracaena marginata)	Rubiaceae	1
คริสติน่า (Syzygium australe)	Myrtaceae	3
คล้า (Schumannianthus dichotomus)	Marantaceae	4
คะน้า (Brassica alboglabra)	Brassicaceae	1
คุณนายตื่นสาย (Portulaca oleracea)	Portulacaceae	6
แคนา (Dolichandrone serrulata)	Bignoniaceae	3
แคแสด (Spathodea campanulata)	Bignoniaceae	1
งิ้ว (Bombax ceiba)	Bombacaceae	15
จอกแหน (Pistia stratiotes Linnaeus)	Araceae	2
จั๋ง (Rhapis siamensis Hodel)	Arecaceae	61
จันทร์ผา (Dracaena loureiri)	Asparagaceae	67
จำปา (Michelia champaca)	Magnoliaceae	12
จำปาขาวนาดี (Magnolia champaca)	Magnoliaceae	1
จำปี (Michelia alba)	Magnoliaceae	2
จิงโจ้เฟิร์น (Microsorum pustulatum)	Polypodiaceae	5
เจอราเนียม (Pelargonium)	Geraniaceae	1
ชงโค (Bauhinia purpurea)	Leguminosae	2
ชบา (Hibiscus rosa-sinensis)	Malvaceae	7
ชมนาด (Vallaris glabra)	Apocynaceae	1
ชมพู่ (Syzygium jambos)	Myrtaceae	3
ชวนชม (Adenium obesum)	Apocynaceae	15
ช้อนทอง (Pseudomussaenda flava)	Rubiaceae	2
ชาฮกเกี้ยน (Carmona retusa)	Boraginaceae	295
ชิงชี่ (Capparis micracantha)	CAPPARACEAE	1
ชุมแสง (Xanthophyllum lanceatum)	Xanthophyllaceae	1
โชคเก้าชั้น (Anthurium 'Renaissance')	Araceae	1
ซองออฟอินเดีย (Dracaena reflexa)	Asparagaceae	1

ชนิดของพุ่มไม้ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
ดอกแก้ว (Murraya paniculata)	Rutaceae	63
ดอกบัว (Nelumbo nucifera)	Nelumbonaceae	9
ดาวเรือง (Tagetes erecta)	Asteraceae	3
เดฟหัวใจล้านดวง (Dischidia ruscifolia)	Apocynaceae	1
เดหลี (Spathiphyllum spp.)	Araceae	6
ต้อยติ่ง (Ruellia tuberosa)	Acanthaceae	3
ตะขบ (Muntingia calabura)	Muntingiaceae	5
ตะไคร้ (Cymbopogon citratus)	Poaceae	13
ตำลึง (Coccinia grandis)	Cucurbitaceae	11
ตีนเป็ด (Alstonia scholaris)	Apocynaceae	8
เตยหอม (Pandanus amaryllifolius)	Pandaceae	2
ตะวันยอแสง (Asclepias curassavica)	Apocynaceae	1
ถ่อน (Albizia procera)	Leguminosae	1
เถาคัน (Parthenocissus quinquefolia)	Vitaceae	1
ทองกวาว (Butea monosperma)	Leguminosae	2
ทองคำขาว (Graptophyllum pictum)	Acanthaceae	1
ทองดอกบวบ (Graptophyllum pictum)	Acanthaceae	1
ทองอุไร (Tecoma stans)	Bignoniaceae	11
ทับทิม (Punica granatum)	Punicaceae	2
เทียนทอง (Duranta erecta)	Verbenaceae	14
ไทร (Ficus Benjamina)	Moraceae	1
ไทรเกาหลี (Ficus sp.)	Moraceae	251
ไทรใบกลม (Ficus microcarpa)	Moraceae	1
ไทรใบสัก (Ficus lyrata)	Moraceae	2
ไทรย้อยใบทู่ (Ficus microcarpa)	Moraceae	1
ไทรย้อยใบแหลม (Ficus benjamina)	Moraceae	6

ชนิดของพุ่มไม้ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
ไทรสามเหลี่ยมด่าง (Ficus deltoidei)	Moraceae	2
นีออน (Leucophyllum frutescens)	Scrophulariaceae	11
บอน (Colocasia esculenta)	Araceae	2
บอระเพ็ด (Tinospora crispa)	Menispermaceae	1
บัวดอย (Aspidistra elatior)	Convallariaceae	2
บานบุรี (Allamanda cathartica)	Apocynaceae	1
บานไม่รู้โรย (Gomphrena globosa)	Amaranthaceae	1
บุหงาลำเจียก (Goniothalamus tapis Miq)	Annonaceae	1
บุหงาส่าหรี (Citharexylum spinosum)	Verbenaceae	1
บุหรง (Dasymaschalon blumei)	Annonaceae	1
ใบชะพลู (Piper sarmentosum)	Piperaceae	16
ใบต่างเหรียญ (Evolvulus nummularius)	Convolvulaceae	1
ใบระบาด (Argyreia nervosa)	Convolvulaceae	1
ใบเตย (Pandanus amaryllifolius)	Pandanaceae	2
ใบทอง (Graptophyllum pictum)	Acanthaceae	4
ใบนาก (Graptophyllum pictum)	Acanthaceae	1
ปรง (Cycas revoluta)	Cycadaceae	2
ประดู่ (Pterocarpus macrocarpus)	Leguminosae	4
ปริกหางกระรอก (Asparagus densiflorus)	Asparagaceae	3
ปลาไหลเผือก (Eurycoma longifolia)	Simaroubaceae	1
ปักษาสวรรค์ (Strelitzia reginae Banks)	Strelitziaceae	2

ชนิดของพุ่มไม้ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
โป๊ยเซียน (Euphorbia milli)	Euphorbiaceae	2
ปัตตาเวีย (Jatropha integerrima)	Euphorbiaceae	1
ปาล์มเจ้าเมืองตรัง (Licuala peltata)	Arecaceae	1
ปาล์มชวา (Livistona rotundifolia)	Palmae	4
ปาล์มสิบสองปันนา (Phoenix loureiri Kunth)	Palmae	1
ปาล์มหมาก (Areca catechu)	Arecaceae	1
ผกากรอง (Lantana camara)	Verbenaceae	1
ผักกาด (Brassica juncea)	Brassicaceae	1
ผักชีลาว (Anethum graveolens)	Umbelliferae	1
ผักบุ้ง (Ipomcea aquatica)	Convolvulaceae	3
ไผ่กวนอิม (Dracaena sanderiana)	Asparagaceae	6
ไผ่เงิน (Thyrsostachys siamensis)	Poaceae	1
ไผ่เลี้ยง (Bambusa multiplex)	Poaceae	24
ฝรั่ง (Psidium guajava)	Myrtaceae	2
ฝ้ายแดง (Gossypium arboreum)	Malvaceae	2
พญาไร้ใบ (Euphorbia tirucalli)	Euphorbiaceae	4
พยับหมอก (Plumbago auriculata)	Plumbaginaceae	5
พริก (Capsicum spp.)	Solanacaeac	19
พลับพลึงตีนเป็ด (Hymenocallis littoralis)	Amaryllidaceae	14
พลู (Piper betle)	Piperaceae	26
พวงครามออสเตรเลีย (Petrea volubilis)	Verbenaceae	1
พะยูง (Dalbergia cochinchinensis)	Leguminosae	1
พุดซ้อน (Gardenia jasminoides)	Rubiaceae	5
พุดน้ำบุศย์ (Gardenia carinata)	Rubiaceae	3

ชนิดของพุ่มไม้ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
เฟิร์น (Pteridophyta)	Cyatheaceae	30
พุดศุภโชค (Gardenia jasminoides)	Rubiaceae	14
เพชรนารายณ์ (Pleomele thalioides)	Liliaceae	3
แพงพวย (Catharanthus roseus)	Apocynaceae	7
โพธิ์ (Ficus religiosa)	Moraceae	31
ฟักเขียว (Benincasa hispida)	Cucurbitaceae	13
ฟ้าทะลายโจร (Andrographis paniculata)	Acanthaceae	3
ฟิโลเดนดรอน (Philodendron sp.)	Araceae	18
เฟื่องฟ้า (Bougainvillea spp.)	Nyctaginaceae	110
ม่วงมงคล (Tibouchina urvilleana)	Melastomataceae	1
มอนสเตอร่า (Monstera deliciosa)	Araceae	1
มะกรูด (Citrus hystrix)	Rutaceae	12
มะขาม (Tamarindus indica)	Leguminosae	28
มะขามป้อม (Phyllanthus emblica)	Euphorbiaceae	2
มะเขือเปราะ (Solanum virginianum)	Solanaceae	17
มะเขือพวง (Solanum torvum Swartz)	Solanaceae	1
มะเขือม่วง (Solanum melongena)	Solanaceae	6
มะนาว (Citrus aurantifolia)	Rutaceae	82
มะพร้าว (Cocos nucifera)	Arecaceae	3
มะเฟือง (Averrhoa carambola)	Oxalidaceae	14
มะม่วง (Mangifera indica)	Anacardiaceae	18
มะยม (Phyllanthus acidus)	Euphorbiaceae	7
มะรุม (Moringa oleifera)	Moringaceae	6
มะละกอ (Carica papaya)	Caricaceae	28
มะลิ (Jasminum sambac)	Oleaceae	6
มะหาด (Artocarpus lacucha)	Moraceae	1

ชนิดของพุ่มไม้ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
รวงผึ้ง (Schoutenia glomerata)	Malvaceae	1
มะฮอกกานีใบเล็ก (Swietenia mahogany)	Meliaceae	1
มะฮอกกานีใบใหญ่ (Swietenia macrophylla King)	Meliaceae	1
มันฝรั่ง (Solanum tuberosum)	Solanaceae	1
มัลเบอร์รี่ (Morus alba)	Moraceae	1
โมก (Wrightia religiosa)	Apocynaceae	165
ไมยราบ (Mimosa pigra)	Fabaceae	6
ยี่โถ (Nerium oleander)	Apocynaceae	1
ยี่หร่า (Ocimum gratissimum)	Lamiaceae	1
รักแรกพบ (Xanthostemon chrysanthus)	Myrtaceae	1
รางจืด (Thumbergia laurifolia)	Acanthaceae	1
ราชพฤกษ์ (Cassia fistula)	Leguminosae	2
ราชาวดี (Buddleja paniculata Wall)	Scrophulariaceae	3
รามใหญ่ (Ardisia elliptica Thunb)	Myrsinaceae	1
ร็อคโรส (Helianthemum nummularian)	Cistaceae	1
ละมุด (Manilkara zapota)	Sapotaceae	1
ลิ้นกระบือ (Excoecaria cochinchinensis)	Euphorbiaceae	7
ลิ้นมังกร (Sansevieria trifasciata Prain)	Asparagaceae	9
ลีลาวดี (Plumeria spp.)	Apocynaceae	31
ลูกใต้ใบ (Phyllanthus amarus)	Euphorbiaceae	10
ลูกพลับ (Diospyros kaki)	Ebenaceae	1

ชนิดของพุ่มไม้ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
ว่านรวยไม่เลิก (Drimiopsis botryoides Baker)	Asparagaceae	1
เล็บครุฑ (Polyscias spp.)	Araliaceae	5
เล็บเหยี่ยว (Ziziphus oenopolia)	Rhamnaceae	1
ว่านกาบหอยแครง (Tradescantia spathacea)	Commelinaceae	8
ว่านนางคุ้ม (Proiphys amboinensis)	Amaryllidaceae	1
ว่านนิลพัตร (Dichondra micrantha)	Convolvulaceae	1
ว่านปราบสมุทร (Kaempferia angustifolia Roscoe)	Zingiberaceae	1
ว่านพญามือเหล็ก (Alpinia sandrerae)	Zingiberaceae	1
ว่านมหาลาภ (Eucrosia bicolor)	Amaryllidaceae	1
ว่านรางเงิน (Hippeastrum reticulatum)	Amaryllidaceae	3
ว่านอ้ายใบ้ (Dieffenbachia sp.)	Araceae	1
ว่านสี่ทิศ (Hippeastrum johnsonii Bury)	Amaryllidaceae	1
ว่านหางจระเข้ (Aloe vera)	Aloaceae	10
วาสนา (Dracaena fragrans)	Dracaenaceae	33
ศุภโชค (Pachira aquatica)	Malvaceae	1
เศรษฐีก้านทอง (Chlorophytum filipendulum)	Asparagaceae	1
เศรษฐีพันล้าน (Kalanchoe hybrid)	Crassulaceae	1
สนฉัตร (Araucaria heterophylla)	Araucariaeae	3
สนสามร้อยยอด (Juniperus x media Van Melle)	Cupressaceae	1
สนบอล (Platycladus orientalis)	Cupressaceae	1

ชนิดของพุ่มไม้ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
สารภี (Mammea siamensis)	Calophyllaceae	1
สาลิกาด่าง (Ficus deltoidea)	Moraceae	1
สนไทรเงิน (Baeckea frutescens)	Myrtaceae	4
สนหอม (Chamae Cyparis Lawoniana)	Cupressaceae	6
สเน่ห์จันทร์แดง (Homalomena rubescens)	Araceae	3
ส้มจี๊ด (Citrus japonica)	Rutaceae	2
ส้มเช้า (Euphorbia neriifolia)	Euphorbiaceae	3
สะเดา (Azadirachta indica)	Meliaceae	2
สะระแหน่ (Mentha × villosa)	Lamiaceae	4
สักทอง (Tectona grandis)	Lamiaceae	3
สังกรณี (Barleria strigosa)	Acanthaceae	3
สายหยุด (Desmos chinensis)	Annonaceae	1
สาละ (Shorea robusta Roxb)	Dipterocarpaceae	1
สาวน้อยประแป้ง (Dieffenbachia)	Araceae	32
สาหร่ายห่างกระรอก (Hydrilla verticillata)	Hydrocharitaceae	1
เสี้ยวป่า (Bauhinia saccocaly)	Leguminosae	1
แสงจันทร์ (Pisonia grandis)	Nyctaginaceae	6
แสยก (Euphorbia tithymaloides)	Euphorbiaceae	2
หนวดปลาหมึก (Schefflera actinophylla)	Araliaceae	32
หนุมานนั่งแท่น (Jatropha podagrica)	Euphorbiaceae	1
หมาก (Areca catechu)	Arecaceae	28
หมากผู้หมากเมีย (Cordyline fruticosa)	Asparagaceae	5

ชนิดของพุ่มไม้ (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
อังกาบ (Barleria cristata)	Acanthaceae	2
อัญชัน (Clitoria ternatea)	Leguminosae	3
หมากเหลือง (Dypsis lutescens)	Palmae	23
หลิวไต้หวัน (Cuphea hyssopifolia)	Lythraceae	1
หว้า (Syzygium cumini)	Myrtaceae	1
หอมแดง (Allium ascalonicum)	Amaryllidaceae	1
หัวใจสีม่วง (Tradescantia pallida)	Commelinaceae	7
หางกระรอกแดง (Acalypha hispida)	Euphorbiaceae	1
หูกระจง (Terminalia ivorensis)	Combretaceae	5
หูกวาง (Terminalia catappa)	Combretaceae	3
หูช้าง (Philodendron giganteum)	Araceae	1
เหลืองปรีดียาธร (Tabebuia argentea)	Bignoniaceae	2
โหระพา (Ocimum basilicum)	Labiatae	9
อบเชย (Cinnamomum spp.)	Lauraceae	1
อโศกอินเดีย (Polyalthia longifolia)	Annonaceae	1
อินทนิล (Lagerstroemia speciosa)	Lythraceae	1
อ้าหลวง (Melastoma malabathricum)	Melastomataceae	1
เอื้องทอง (Sanchezia speciosa Leonard)	Acanthaceae	2
เอื้องหมายนา (Costus speciosus)	Costaceae	5
อินทนิลน้ำ (Lagerstroemia speciosa)	Lythraceae	1
โฮย่าออสเตรลิส (Hoya australis)	Apocyneceae	2
เฮลิโคเนีย (Heliconiaceae)	Heliconiaceae	8
รวม		2513

ตารางภาคผนวก ข-3 ชนิดของหญ้า วงศ์ จำนวนต้น ของพื้นที่ศึกษา

ชนิดของหญ้า (ชื่อวิทยาศาสตร์)	Family (วงศ์)	จำนวน (ต้น)
กระเจานา (Corchorus aestuans)	Tiliaceae	1
กระดุมทองเลื้อย (Wedelia trilobata)	Asteraceae	6
ขลู่ (Pluchea indica)	Asteraceae	1
ต้อยติ่ง (Ruellia tuberosa)	Acanthaceae	7
ตะไคร้ (Cymbopogon citratus)	Poaceae	2
ตำลึง (Coccinia grandis)	Cucurbitaceae	4
เถาคัน (Parthenocissus quinquefolia)	Vitaceae	8
บาหยา (Asystasia gangetica)	Acanthaceae	3
ผักโขมสวน (Amaranthus viridis)	Amaranthaceae	2
เล็บเหยี่ยว (Ziziphus oenopolia)	Rhamnaceae	2
หญ้าเกล็ดหอย (Desmodium triflorum)	Papilionoideae	1
หญ้าขัดมอน (Sida rhombifolia)	Malvaceae	2
หญ้าคา (Imperata cylindrica)	Poaceae	1
หญ้างวงช้าง (Heliotropium indicum)	Boraginaceae	1
หญ้าแดง (Ischaemum rugosum)	Poaceae	52
หญ้าตีนตุ๊กแก (Tridax procumbens)	Asteraceae	2
หญ้าพันงูเขียว (Stachytarpheta jamaicensis)	Verbenaceae	1
หญ้าลิ้นงู (Oldenlandia corymbosa)	Rubiaceae	3
รวม		99

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	กมลนิตย์ ยิ้มแย้ม
วัน เดือน ปี เกิด	25 กุมภาพันธ์ 2541
สถานที่เกิด	สมุทรสงคราม
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2562 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ