

การจำแนกและวิเคราะห์พืชพรรณในเมืองเพื่อหาความสัมพันธ์ของรูปแบบพืชพรรณในเมืองที่มีผลต่อ  
อุณหภูมิผิวพื้นของเมือง: กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร

นางสาวมิ่งขวัญ นันทวิสัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมการสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรมการสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรมการ  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2559  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

URBAN VEGETATION CLASSIFICATION AND ANALYSIS FOR EXPLORING  
THE EFFECT OF URBAN VEGETATION PATTERN ON  
LAND SURFACE TEMPERATURE: A CASE STUDY OF BANGKOK

Miss Mingkwan Nantavisai



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Landscape Architecture Program in Landscape Architecture

Department of Landscape Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การจำแนกและวิเคราะห์พืชพรรณในเมืองเพื่อหา  
ความสัมพันธ์ของรูปแบบพืชพรรณในเมืองที่มีผลต่อ  
อุณหภูมิผิวพื้นของเมือง: กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร

โดย

นางสาวมิ่งขวัญ นันทวิสัย

สาขาวิชา

ภูมิสถาปัตยกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ดร.दनัย ทายตะคุ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นรัชฎ์ กาญจนะจฤดี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ นิลุบล คล่องเวสสะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ดร.दनัย ทายตะคุ)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิโรจน์ อนุกรมบุตร)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล)

มิ่งขวัญ นันทวิสัย : การจำแนกและวิเคราะห์พืชพรรณในเมืองเพื่อหาความสัมพันธ์ของรูปแบบพืชพรรณในเมืองที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นของเมือง: กรณีศึกษา กรุงเทพมหานคร (URBAN VEGETATION CLASSIFICATION AND ANALYSIS FOR EXPLORING THE EFFECT OF URBAN VEGETATION PATTERN ON LAND SURFACE TEMPERATURE: A CASE STUDY OF BANGKOK) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ดร.दनัย ทายตะคุ, 125 หน้า.

การขยายตัวของเมืองในพื้นที่กรุงเทพมหานครเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบเชิงนิเวศของเมืองโดยเฉพาะพืชพรรณในเมือง (Urban Vegetation) เมื่อพืชพรรณในเมืองเปลี่ยนไปจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศเมือง เช่น คุณภาพน้ำและอากาศ แสง การเกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่เมือง และอุณหภูมิผิวพื้น (Surface Temperature) ของเมืองสูงขึ้น พืชพรรณในเมืองจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อเมืองและระบบนิเวศเมือง มีทฤษฎีและงานวิจัยจำนวนมากสนับสนุนแนวความคิดว่าพืชพรรณในเมืองมีความสามารถในการช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นได้ แต่ยังไม่พบการศึกษาถึงลักษณะของโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิที่ต่างกันของพืชพรรณในเมืองนั้นมีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นของเมืองอย่างไร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองกับอุณหภูมิผิวพื้นของเมือง โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบแผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมดินพร้อมทั้งรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองกับแผนที่อุณหภูมิผิวพื้นของเมืองผ่านพื้นที่ศึกษา 8 พื้นที่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินใกล้เคียงกันแต่มีรูปแบบเชิงปริภูมิของสิ่งปกคลุมดินแตกต่างกัน พบว่าถึงแม้ผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณขนาดใหญ่จะมีค่าอุณหภูมิต่ำสุดน้อยกว่าผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณขนาดเล็ก แต่อุณหภูมิผิวพื้นจะต่ำลงเฉพาะภายในผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณและระยะประมาณ 60-120 เมตรโดยรอบเท่านั้น ผืนภูมิทัศน์ของสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใกล้เคียงจะยังคงมีอุณหภูมิผิวพื้นสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด ในทางกลับกันผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณขนาดเล็กแต่เรียงตัวกระจายอยู่ในพื้นที่สิ่งปลูกสร้างจะมีค่าอุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่าผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณขนาดใหญ่ อีกทั้งยังแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิผิวพื้นในภาพรวมมีค่าต่ำลง ไม่จำกัดแค่เพียงบริเวณพื้นที่พืชพรรณ อย่างไรก็ตามเพื่อให้การลดอุณหภูมิผิวพื้นมีประสิทธิภาพดีที่สุดควรจะมีผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กกระจายอยู่ในพื้นที่เมือง

ภาควิชา ภูมิสถาปัตยกรรม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ภูมิสถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

# # 5873322225 : MAJOR LANDSCAPE ARCHITECTURE

KEYWORDS: URBAN VEGETATION / SPATIAL STRUCTURE / SPATIAL PATTERN / SURFACE TEMPERATURE / URBAN VEGETATION CLASSIFICATION / LAND COVER CLASSIFICATION / REMOTE SENSING

MINGKWAN NANTAVISAI: URBAN VEGETATION CLASSIFICATION AND ANALYSIS FOR EXPLORING THE EFFECT OF URBAN VEGETATION PATTERN ON LAND SURFACE TEMPERATURE: A CASE STUDY OF BANGKOK. ADVISOR: DANAI THAITAKOO, Ph.D., 125 pp.

Rapid urbanization and expansion, caused land cover change in Bangkok, have had many impacts on urban environments, such as water and air pollution, urban flooding and raising land surface temperatures. Urban vegetation is the key to mitigate these environmental impacts. Although many theories and researches support that urban vegetation plays an important role in reducing land surface temperature, there is no research available to determine how the spatial structure and pattern of urban vegetation affects land surface temperature.

This study investigates the effects of urban vegetation pattern on land surface temperature by comparing among land cover classification maps, spatial patterns and surface temperature contour maps. Eight areas which have similar land cover ratio but different spatial patterns have been selected for the study. The results show that large vegetation patches can decrease surface temperature better than small vegetation patches. A large vegetation patch has an ability to reduce surface temperature only in the patch itself and 60-120 meters surrounding the patch, but built-up patches that reside next to the patch still have high surface temperature. On the other hand, the maximum temperature of areas composed of several small vegetation patches is lower than the large patches. Overall, small scattered vegetation patches not only reduce the surface temperature on a patch itself but also in a wider area. It seems that having many small vegetation patches benefit urban areas in reducing surface temperature more than one large vegetation patch does. However, both large and small scattered vegetation patches should be combined for the most efficient means of decreasing urban surface temperature.

Department: Landscape Architecture      Student's Signature .....

Field of Study: Landscape Architecture      Advisor's Signature .....

Academic Year: 2016

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ ดร.दनัย ทายตะคุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่เอาใจใส่ตลอดการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน รศ.นิลุบล คล่องเวสสะ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.รุจีโรจน์ อนามัยบุตร และ รศ.ดร.ชัยสิทธิ์ ด้านกิตติกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาในการประเมินผลวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า นอกจากนี้ขอแสดงความขอบคุณต่ออาจารย์ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่มอบความรู้ สอนการวิเคราะห์อย่างมีเหตุมีผลให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยา และ U.S. Department of the Interior และ U.S. Geological Survey ที่อนุเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย และโครงการวิจัย CU-58-061-CC ตามโครงการ “ส่งเสริมการทำงานวิจัยเชิงลึกในสาขาวิชาที่มีศักยภาพสูง ประจำปีงบประมาณ 2558” ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนบางส่วนแก่วิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร.ขวัญนันท นันทวิสัย และ อ.คชานนท์ นิรันดร์พงศ์ สำหรับความช่วยเหลือด้านวิชาการ โดยเฉพาะข้อมูลและทฤษฎีในทางฟิสิกส์ให้แก่ข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวที่รักของข้าพเจ้า สำหรับการสนับสนุนในทุกๆด้าน และเป็นกำลังใจสำคัญตลอดช่วงชีวิตที่ผ่านมา วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่สามารถสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จากทุกท่านที่กล่าวมาข้างต้น ขอได้รับคำขอบคุณจากข้าพเจ้าไว้ ณ โอกาสนี้

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2. คำถามในการวิจัย .....	2
1.3. วัตถุประสงค์ .....	2
1.4. ขอบเขตการวิจัย .....	2
1.5. ระเบียบวิธีวิจัย .....	3
1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.7. นิยามศัพท์.....	6
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	9
2.1. ทฤษฎีสำหรับกำหนดกรอบความคิดในการศึกษา .....	9
2.1.1. ทฤษฎีภูมินิเวศ .....	10
2.1.2. ทฤษฎีเกี่ยวกับพืชพรรณในเมือง (Urban Vegetation) .....	16
2.1.3. ทฤษฎีการบริการเชิงนิเวศของพืชพรรณในเมือง.....	17
2.2. ทฤษฎีสำหรับกำหนดกรอบวิธีการดำเนินการศึกษา .....	26
2.2.1. ทฤษฎีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Classification) .....	26
2.2.2. ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) .....	33

2.2.3. เทคนิคในการจำแนกประเภทข้อมูล (Image Classification) .....	37
2.2.4. ทฤษฎีเกี่ยวกับอุณหภูมิผิวพื้น (Land Surface Temperature: LST) .....	40
2.3. ทฤษฎีสำหรับการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ .....	41
2.3.1. ทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์ (Landscape Infrastructure) .....	41
2.3.2. ทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure) .....	43
2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	44
2.5. สรุปทฤษฎีและกรอบความคิดในการวิจัย .....	45
บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา ข้อมูลและเครื่องมือในการศึกษา .....	47
3.1. การเลือกพื้นที่ศึกษาย่อย .....	47
3.2. ข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการศึกษา .....	54
3.2.1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม .....	54
3.2.2. ข้อมูลการลงพื้นที่ภาคสนาม .....	57
3.2.3. ข้อมูลอุณหภูมิอากาศรายวันย้อนหลัง .....	58
3.3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา .....	59
บทที่ 4 วิธีการวิจัย .....	60
4.1. การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดิน .....	62
4.2. การเลือกพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรและระบุรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณ ในเมือง .....	65
4.3. การทำแผนที่อุณหภูมิผิวพื้นของเมือง .....	70
4.3.1. การแปลงค่า Digital Number (DN) เป็นค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิ (Brightness Temperature) .....	70
4.3.2. การทำแผนที่อุณหภูมิผิวพื้น .....	70
บทที่ 5 ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล .....	73
5.1. ผลการศึกษาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน .....	74



5.2. ผลการศึกษาเปรียบเทียบแผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมดินกับแผนที่อุณหภูมิผิวพื้น.....	89
5.3. ผลการศึกษาผลของรูปแบบเชิงปริภูมิที่มีต่ออุณหภูมิผิวพื้น .....	96
5.4. สรุปผลการศึกษา.....	106
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ .....	107
6.1. สรุปผลการศึกษา.....	107
6.2. ข้อเสนอแนะแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนผังและออกแบบ .....	111
6.3. ข้อเสนอแนะในการนำวิธีการศึกษาไปประยุกต์ใช้.....	118
รายการอ้างอิง .....	119
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	125



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2 - 1 แสดงการบริการเชิงนิเวศทั้ง 4 กลุ่ม.....	15
ตารางที่ 2 - 2 แสดงประโยชน์และการใช้งานพืชพรรณในเมือง .....	19
ตารางที่ 2 - 3 แสดง Vegetation Parameters โดย McBride (1977, p. 293).....	25
ตารางที่ 2 - 4 แสดงระดับของระบบการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ตามหลักเกณฑ์ของ Anderson et al. (1976).....	28
ตารางที่ 2 - 5 แสดงตัวอย่างการผสมสี (Band combination) เพื่อเน้นข้อมูลที่ต้องการให้ เด่นชัดขึ้น.....	36
ตารางที่ 3 - 1 แสดงภาพถ่ายดาวเทียมสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณ (Color Infrared) ของพื้นที่ ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร ทั้ง 5 พื้นที่ .....	48
ตารางที่ 3 - 2 แสดงค่าพิกัดของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 1.....	49
ตารางที่ 3 - 3 แสดงค่าพิกัดของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 2.....	50
ตารางที่ 3 - 4 แสดงค่าพิกัดของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 3.....	51
ตารางที่ 3 - 5 แสดงค่าพิกัดของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 4.....	52
ตารางที่ 3 - 6 แสดงค่าพิกัดของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 5.....	53
ตารางที่ 3 - 7 แสดงพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรทั้ง 8 พื้นที่ .....	54
ตารางที่ 3 - 8 ตารางแสดงข้อมูลความยาวคลื่นและความละเอียดภาพของดาวเทียม Landsat- 1,-5.....	55
ตารางที่ 3 - 9 ตารางแสดงข้อมูลความยาวคลื่นและความละเอียดภาพของดาวเทียม Landsat- 7,-8.....	56
ตารางที่ 3 - 10 แสดงอุณหภูมิอากาศรายวันย้อนหลังในพื้นที่กรุงเทพมหานครในแต่ละข้อมูล.....	58
ตารางที่ 4 - 1 แสดงประเภทสิ่งปกคลุมดินที่ใช้ในการศึกษา .....	62
ตารางที่ 4 - 2 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูล LANDSAT-8 วันที่ 20 มกราคม 2558.....	65

ตารางที่ 4 - 3 แสดงแผนที่การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร จากข้อมูล LANDSAT-8 วันที่ 20 มกราคม 2558.....	67
ตารางที่ 4 - 4 แสดงแผนที่การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร จากข้อมูล LANDSAT-8 วันที่ 20 มกราคม 2558.....	67
ตารางที่ 4 - 5 แสดงแผนที่การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร จากข้อมูล LANDSAT-8 วันที่ 20 มกราคม 2558.....	68
ตารางที่ 4 - 6 แสดงแผนที่และอัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินรูปแบบเชิงปริภูมิของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 1 .....	68
ตารางที่ 4 - 7 แสดงแผนที่และอัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินรูปแบบเชิงปริภูมิของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 2 .....	69
ตารางที่ 4 - 8 แสดงแผนที่และอัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินรูปแบบเชิงปริภูมิของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 3 .....	69
ตารางที่ 4 - 9 แสดงแผนที่ค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรที่ผ่านการปรับสัญลักษณ์สีแผนที่อุณหภูมิผิวพื้น.....	71
ตารางที่ 5 - 1 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 1 ...	75
ตารางที่ 5 - 2 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 2 ...	78
ตารางที่ 5 - 3 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 3 ...	80
ตารางที่ 5 - 4 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 4 ...	83
ตารางที่ 5 - 5 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 5 ...	86
ตารางที่ 5 - 6 แสดงการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิผิวพื้นของข้อมูล LANDSAT-7.....	90
ตารางที่ 5 - 7 แสดงการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิผิวพื้นของข้อมูล LANDSAT-8.....	91
ตารางที่ 5 - 8 แสดงค่าอุณหภูมิพื้นผิวและอุณหภูมิอากาศ .....	92
ตารางที่ 5 - 9 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลเปรียบเทียบบริเวณที่มีค่าอุณหภูมิผิวพื้นมากกว่าหรือเท่ากับ 303 เคลวิน (29.85°C) ระหว่างข้อมูล LANDSAT-7 กับ LANDSAT-8 .....	95
ตารางที่ 5 - 10 แสดงแผนที่อัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดิน รูปแบบเชิงปริภูมิ และค่าอุณหภูมิผิวพื้นของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 1.....	97

ตารางที่ 5 - 11 แสดงแผนที่อัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดิน รูปแบบเชิงปริภูมิ และค่าอุณหภูมิผิวพื้น  
ของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 2..... 100

ตารางที่ 5 - 12 แสดงแผนที่อัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดิน รูปแบบเชิงปริภูมิ และค่าอุณหภูมิผิวพื้น  
ของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 3..... 103

ตารางที่ 6 - 1 แสดงผลของรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณต่ออุณหภูมิผิวพื้นของเมือง ..... 108

ตารางที่ 6 - 2 แสดงผลของรูปแบบเชิงปริภูมิที่มีต่ออุณหภูมิผิวพื้น ..... 112

ตารางที่ 6 - 3 แสดงตัวอย่างการออกแบบโดยใช้ทฤษฎีโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์เป็น  
แนวความคิดในการออกแบบ ..... 114



## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 - 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการการศึกษา.....	5
ภาพที่ 2 - 1 แสดงลักษณะโครงสร้างของภูมิทัศน์ตามแนวความคิดภูมินิเวศ.....	11
ภาพที่ 2 - 2 แสดงลักษณะของสิ่งปกคลุมดินที่ระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินและการใช้ ประโยชน์ที่ดินตามหลักเกณฑ์ของ Anderson et al. (1976) ซึ่งจำแนกให้อยู่ใน หมวดพื้นที่พักอาศัย .....	30
ภาพที่ 2 - 3 แสดงลำดับของโครงสร้างภูมิทัศน์เมืองสำหรับระบบ HERCULES องค์ประกอบ (Elements) และแบ่งย่อยออกเป็นลักษณะ (Features).....	31
ภาพที่ 2 - 4 แสดงตัวอย่างการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ระบบ HERCULES .....	32
ภาพที่ 2 - 5 แสดงตัวอย่างการทำ NDVI และลักษณะการดูคลื่นและสะท้อนคลื่นของลักษณะ พืชพรรณที่ต่างกัน.....	34
ภาพที่ 2 - 6 ภาพแสดงกราฟอธิบายค่า NDVI.....	35
ภาพที่ 2 - 7 แสดงการจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุดจากค่าเฉลี่ย (Minimum Distance to Means) .....	38
ภาพที่ 2 - 8 แสดงการจำแนกแบบกล่องคู่ขนาน (Parallelepiped หรือ Box).....	39
ภาพที่ 2 - 9 แสดงการจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood).....	39
ภาพที่ 2 - 10 แสดงองค์ประกอบโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว .....	44
ภาพที่ 3 - 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร 5 พื้นที่ .....	48
ภาพที่ 3 - 2 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 1 ถ่ายเมื่อ 25 มกราคม 2560.....	49
ภาพที่ 3 - 3 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2559 .....	49
ภาพที่ 3 - 4 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2559 .....	50
ภาพที่ 3 - 5 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณด้านทิศตะวันออก ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2559 .....	50

ภาพที่ 3 - 6 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 3 .....	51
ภาพที่ 3 - 7 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 4 บริเวณบางกระเจ้า ถ่ายเมื่อ 20 มีนาคม 2560 .....	52
ภาพที่ 3 - 8 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 4 บริเวณท่าเรือคลองเตย ถ่ายเมื่อ 20 มีนาคม 2560 .....	52
ภาพที่ 3 - 9 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 5 ถ่ายเมื่อ 13 มีนาคม 2559.....	53
ภาพที่ 3 - 10 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 5 .....	53
ภาพที่ 3 - 11 แสดงกราฟความยาวช่วงคลื่นและจำนวนแบนด์ของแต่ละข้อมูลดาวเทียม .....	56
ภาพที่ 3 - 12 แสดงตัวอย่างข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-8 .....	57
ภาพที่ 3 - 13 แสดงเส้นทางการสำรวจภาคสนาม.....	57
ภาพที่ 3 - 14 แสดงตัวอย่างข้อมูลภาพจากการลงพื้นที่สำรวจ ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2559 .....	57
ภาพที่ 3 - 15 แสดงตัวอย่างข้อมูลภาพจากการลงพื้นที่สำรวจ ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2559 .....	58
ภาพที่ 4 - 1 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	61
ภาพที่ 4 - 2 ภาพแสดงกราฟอธิบายค่า NDVI.....	63
ภาพที่ 4 - 3 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรที่ผ่านการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นด้วยวิธี NDVI .....	63
ภาพที่ 4 - 4 ภาพแสดงกราฟอธิบายค่า NDVI.....	64
ภาพที่ 4 - 5 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรที่ผ่านการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นด้วยวิธี MNDWI.....	64
ภาพที่ 4 - 6 แสดงตัวอย่างลักษณะพื้นที่ศึกษาที่มีอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินใกล้เคียงกันแต่รูปแบบเชิงปริภูมิต่างกัน .....	66
ภาพที่ 4 - 7 แสดงพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรทั้ง 8 พื้นที่.....	66
ภาพที่ 4 - 8 แสดงภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรที่ผ่านการคำนวณเพื่อแปลง Digital Number เป็นค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิ.....	70
ภาพที่ 4 - 9 แสดงแผนที่เส้นชั้นอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร.....	71

ภาพที่ 4 - 10 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลระหว่างชั้นข้อมูลการจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินและข้อมูลเส้นชั้นอุณหภูมิมิวิพพื้นที่ในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร .....	72
ภาพที่ 5 - 1 แสดงแผนภูมิลำดับของผลการศึกษา .....	74
ภาพที่ 5 - 2 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณสิ่งปกคลุมดินในแต่ละข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่ 1 .....	76
ภาพที่ 5 - 3 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณสิ่งปกคลุมดินในแต่ละข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่ 2 .....	78
ภาพที่ 5 - 4 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณสิ่งปกคลุมดินในแต่ละข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่ 3 .....	81
ภาพที่ 5 - 5 แสดงสีของสิ่งปกคลุมที่ต่างกันในภาพสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณของข้อมูล LANDSAT-1 .....	81
ภาพที่ 5 - 6 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณสิ่งปกคลุมดินในแต่ละข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่ 4 .....	84
ภาพที่ 5 - 7 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณสิ่งปกคลุมดินในแต่ละข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่ 5 .....	86
ภาพที่ 5 - 8 แสดงสีของสิ่งปกคลุมที่ต่างกันในภาพสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณ .....	87
ภาพที่ 5 - 9 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณพืชพรรณในเมืองของแต่ละข้อมูลดาวเทียม .....	87
ภาพที่ 5 - 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณในพื้นที่ศึกษาที่ 1 .....	88
ภาพที่ 5 - 11 แสดงแผนที่เปรียบเทียบระหว่างแผนที่สิ่งปกคลุมดินกับแผนที่อุณหภูมิมิวิพพื้นที่ .....	91
ภาพที่ 5 - 12 แสดงแผนภูมิ Box Plot เปรียบเทียบอุณหภูมิมิวิพพื้นที่ระหว่าง LANDSAT-7 กับ LANDSAT-8 ในทุกพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร .....	93
ภาพที่ 5 - 13 แสดงพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรทั้ง 8 พื้นที่ .....	96
ภาพที่ 5 - 14 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิมิวิพพื้นที่และข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 1 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิมิวิพพื้นที่ในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน .....	98

ภาพที่ 5 - 15 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 2 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน.....	99
ภาพที่ 5 - 16 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 3 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน.....	99
ภาพที่ 5 - 17 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 4 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน.....	101
ภาพที่ 5 - 18 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 5 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน.....	102
ภาพที่ 5 - 19 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 6 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน.....	102
ภาพที่ 5 - 20 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 7 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน.....	104
ภาพที่ 5 - 21 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 8 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน.....	105
ภาพที่ 5 - 22 ภาพแสดงตำแหน่งอุณหภูมิผิวพื้น 297-298 เคลวิน.....	105
ภาพที่ 6 - 1 แสดงแผนภูมิการสรุปผลการศึกษา.....	107
ภาพที่ 6 - 2 แสดงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเมื่อเปลี่ยนสิ่งปกคลุมดินจากพืชพรรณเป็นดินเปล่า ....	109
ภาพที่ 6 - 3 แสดงพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง (พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง) กับพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ (พื้นที่พืชพรรณ) .....	110



ภาพที่ 6 - 4 แสดงความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของผืนภูมิทัศน์ สิ่งปลูกสร้างที่มีรูปแบบ เชิงปริภูมิต่างกัน .....	110
ภาพที่ 6 - 5 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลบริเวณพื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำและพืชพรรณทำให้ อุณหภูมิผิวพื้นต่ำลง .....	111
ภาพที่ 6 - 6 แสดงตัวอย่างการออกแบบเพื่อเพิ่มพื้นที่พืชพรรณให้กับเมือง.....	114
ภาพที่ 6 - 7 แสดงแนวทางการประยุกต์ใช้รูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณมาใช้ในการออกแบบ เมือง .....	115
ภาพที่ 6 - 8 แสดงแนวทางการใช้มาตรการ FAR ร่วมกับ GCR.....	116
ภาพที่ 6 - 9 แสดงหน้าเว็บไซต์ <a href="http://energysavingtrees.arborday.org">energysavingtrees.arborday.org</a> เว็บไซต์ที่ช่วยคำนวณ ค่าใช้จ่ายที่ลดลงหลังจากปลูกต้นไม้ในเขตพื้นที่บ้านพักอาศัย .....	117
ภาพที่ 6 - 10 แสดงหน้าเว็บไซต์ <a href="http://energysavingtrees.arborday.org">energysavingtrees.arborday.org</a> เว็บไซต์ที่ช่วยคำนวณ ค่าใช้จ่ายที่ลดลงหลังจากปลูกต้นไม้ในเขตพื้นที่บ้านพักอาศัย.....	117

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการขยายตัวของเมืองเป็นไปอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่กรุงเทพมหานคร การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) และสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover) นั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบเชิงนิเวศของเมืองโดยเฉพาะพืชพรรณในเมือง (Urban Vegetation) เมื่อพืชพรรณในเมืองเปลี่ยนไปจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศเมืองอย่างเห็นได้ชัด ยกตัวอย่างเช่น คุณภาพน้ำและอากาศที่แย่ลง การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำไหลนอง การเกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่เมือง และอุณหภูมิผิวพื้น (Land Surface Temperature) ของเมืองสูงขึ้นเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อน (McBride, 1977) ซึ่งผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินในเมืองเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของคนเมือง พืชพรรณในเมืองจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อเมืองและระบบนิเวศเมือง โดยพืชพรรณในเมืองให้ประโยชน์กับเมืองในหลายด้าน ทั้งด้านสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจโดยเฉพาะอย่างยิ่งบทบาทต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมเมือง ยกตัวอย่างเช่น พืชพรรณในเมืองช่วยการปรับปรุงสภาพอากาศและคุณภาพอากาศในเมือง ลดอุณหภูมิผิวพื้นของเมือง ช่วยลดการใช้พลังงาน ลดการเกิดน้ำไหลนองและน้ำท่วมขัง และ ช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Forman, 2014; Huang, Akbari, & Taha, 1990; Nowak & Crane, 2002)

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีทฤษฎีและบทความวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิผิวพื้น เช่น มานัส ศรีวณิช (2553) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และ Alavipanah, Wegmann, Qureshi, Weng, and Koellner (2015) ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของพืชพรรณในเมืองที่ช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นในเมืองมิวนิค ประเทศเยอรมนี ได้ข้อสรุปตรงกันและสนับสนุนแนวความคิดที่ว่าพืชพรรณในเมืองมีความสามารถในการช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นได้ แต่ยังไม่พบการศึกษาถึงลักษณะของโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิ (Spatial Structure and Spatial Pattern) ที่ต่างกันในแต่ละแบบของพืชพรรณในเมืองนั้นมีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นของเมืองอย่างไร ดังนั้นการวิเคราะห์และจำแนกพืชพรรณในเมืองบริเวณกรุงเทพมหานครจึงมีความสำคัญในการช่วยให้สามารถทำความเข้าใจและวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบและโครงสร้างเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองแต่ละรูปแบบส่งผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นของเมืองอย่างไร และนำมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่ออุณหภูมิผิวพื้นที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินและการใช้

ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งข้อมูลนี้จะช่วยประกอบการตัดสินใจในการเลือกวิธีแก้ไขปัญหาสภาพแวดล้อมเมืองที่มีอยู่หรืออาจเกิดขึ้นในอนาคต และป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาอีกในระยะยาว โดยนำเอาวิธีการแก้ไขปัญหาลำนี้ผนวกเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบ วางแผน และวางผังเมืองกรุงเทพมหานคร เพื่อให้เมืองมีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี เอื้อต่อคุณภาพชีวิตที่ดีของคนกรุงเทพมหานครต่อไป

## 1.2. คำถามในการวิจัย

- 1.2.1. พืชพรรณในเมืองของกรุงเทพมหานคร สามารถจำแนกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง และมีการเปลี่ยนแปลงจากอดีตถึงปัจจุบันอย่างไร
- 1.2.2. รูปแบบและโครงสร้างของพืชพรรณในเมืองมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิผิวพื้นของเมือง ในพื้นที่กรุงเทพมหานครอย่างไร

## 1.3. วัตถุประสงค์

- 1.3.1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์และจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินบริเวณกรุงเทพมหานคร
- 1.3.2. เพื่อเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงรูปแบบและโครงสร้างเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองบริเวณกรุงเทพมหานครตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน
- 1.3.3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองกับอุณหภูมิผิวพื้นของเมือง

## 1.4. ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตการดำเนินการการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะได้แก่ ขอบเขตเชิงพื้นที่และขอบเขตเชิงเนื้อหา โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1.4.1. ขอบเขตเชิงพื้นที่

เนื่องจากกรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่ที่ครอบคลุมลักษณะสิ่งปกคลุมดินที่หลากหลาย ตั้งแต่พื้นที่เมืองหนาแน่น พื้นที่ชานเมือง ไปจนถึงพื้นที่เกษตรกรรม รวมถึงมีรูปแบบการเรียงตัวของพืชพรรณในเมืองหลายรูปแบบ ซึ่งสามารถจำแนกและวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างและรูปแบบของพืชพรรณในเมืองได้ค่อนข้างครบถ้วน และสามารถเปรียบเทียบผลกระทบด้านอุณหภูมิผิวพื้นที่เกิดขึ้นระหว่างโครงสร้างและรูปแบบของพืชพรรณที่ต่างกันได้อย่างชัดเจน ดังนั้นขอบเขตพื้นที่ศึกษาจึงเลือกพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาโดยใช้เขตการปกครองเป็นเกณฑ์ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ จากนั้นจึงทำการเลือกพื้นที่ศึกษาโดยใช้ลักษณะโครงสร้างและรูปแบบของพืชพรรณในเมือง รวมถึงชนิดและโครงสร้างเชิงปริภูมิของสิ่งปกคลุมดินที่แตกต่างกัน โดยใช้การแปลตีความข้อมูลด้วยสายตาจากภาพถ่ายดาวเทียม

(สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552) และแบ่งพื้นที่ศึกษาย่อย ออกเป็น 2 ขนาด ซึ่งแต่ละขนาดสอดคล้องกับขนาดความละเอียดของภาพ (Resolution) ในแต่ละข้อมูลดาวเทียม LANDSAT แบ่งเป็นขนาด 12x12 ตาราง กิโลเมตรเพื่อใช้กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาให้มีลักษณะสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ ที่ดินได้ครบทุกชนิดที่มีในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จากนั้นวิเคราะห์อัตราส่วนสิ่งปกคลุมดิน แต่ละชนิดแล้วเลือกพื้นที่ที่มีอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินใกล้เคียงกันแต่มีลักษณะรูปแบบและ โครงสร้างของพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินแตกต่างกันเพื่อเป็นพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร

#### 1.4.2. ขอบเขตเชิงเนื้อหา

การศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาในระดับภูมิทัศน์ (Landscape Scale) (Forman & Godron, 1986) ซึ่งเป็นระดับที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่จึงเลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในการดำเนินการศึกษาเพราะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคลื่นเพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้ สะดวก อีกทั้งยังมีข้อมูลอุณหภูมิจนพื้นที่ที่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้ทันทีอีกด้วย โดยผู้ ศึกษาเลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม LANDSAT เพราะเป็นข้อมูลที่สามารถเข้าถึงได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย โดยขอบเขตด้านเนื้อหาในการทำการศึกษาคือ

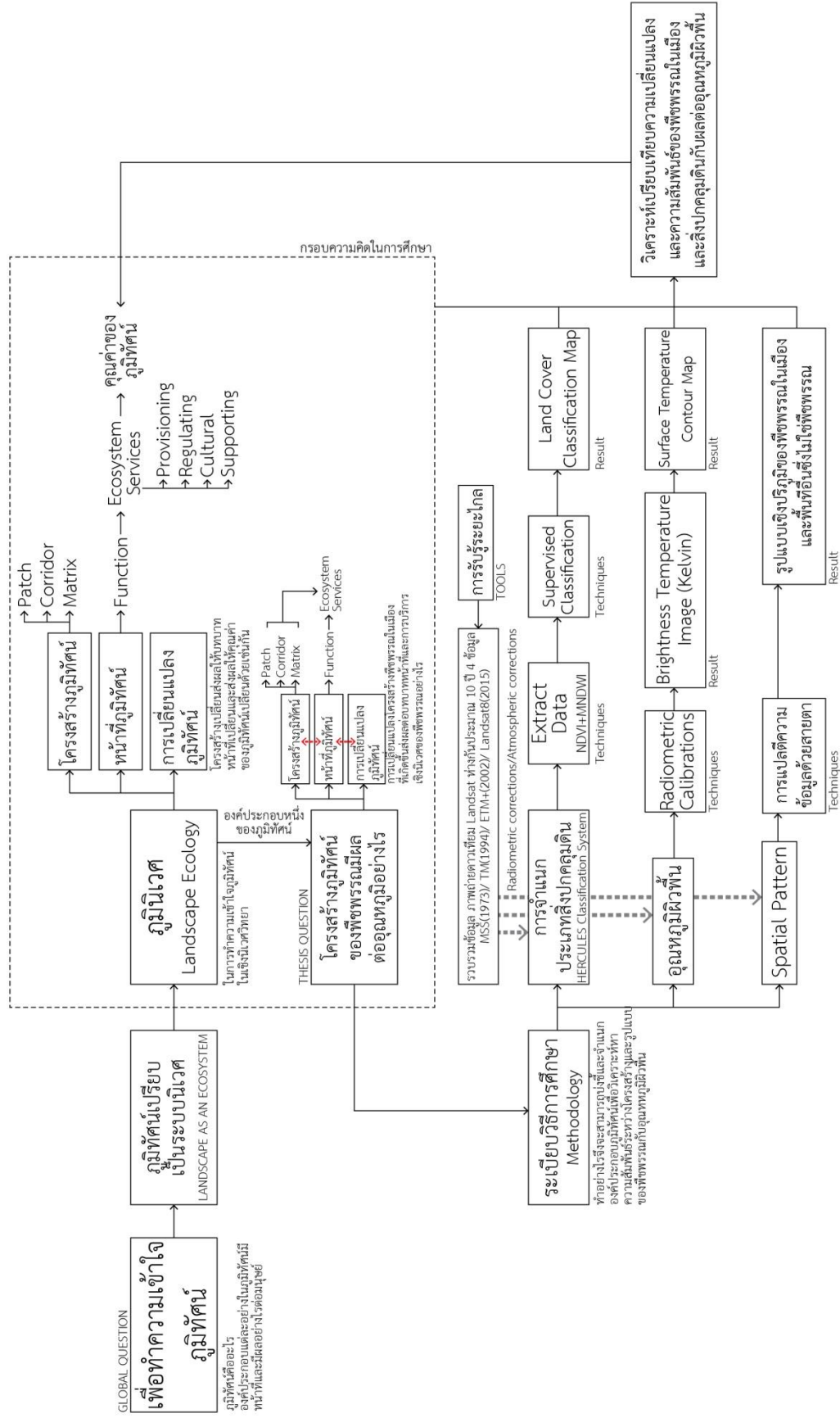
- (1) การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดิน
- (2) วิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและรูปแบบของ พืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิจนพื้นที่ของเมืองในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร

#### 1.5. ระเบียบวิธีวิจัย

1.5.1. ทบทวนวรรณกรรม เพื่อให้มีพื้นฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและสร้างกรอบ ความคิดและกรอบกระบวนการในการศึกษาจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่ง การทบทวนวรรณกรรมออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

- ทฤษฎีสำหรับกำหนดกรอบความคิดในการศึกษา เช่น ทฤษฎีทางภูมินิเวศ ทฤษฎีเกี่ยวกับพืชพรรณในเมือง
- ทฤษฎีสำหรับกำหนดกรอบวิธีการดำเนินการศึกษา เช่น ทฤษฎีการจำแนกพืช พืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดิน ทฤษฎีการรับรู้ระยะไกล และ ทฤษฎีอุณหภูมิจนพื้นที่ของเมือง
- ทฤษฎีสำหรับการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ เช่น ทฤษฎีโครงสร้างพื้นฐาน ภูมิทัศน์ (Landscape Infrastructure) และ ทฤษฎีโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure)

- 1.5.2. รวบรวมข้อมูลของภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ในพื้นที่กรุงเทพมหานครในช่วงเวลาที่ต่างกันโดยห่างกันประมาณ 10 ปี รวม 4 ข้อมูล ข้อมูลจากช่วงเวลาที่ต่างกันจะสามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณในเมืองได้ จากนั้นทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงรังสี และทำการเลือกพื้นที่ศึกษาโดยการแปลตีความข้อมูลด้วยสายตาออกเป็น 2 ขนาดคือ 12x12 ตารางกิโลเมตร และ 3x3 ตารางกิโลเมตร โดยให้แต่ละพื้นที่จะมีลักษณะรูปแบบและโครงสร้างของพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินแตกต่างกัน
- 1.5.3. ทำการวิเคราะห์และจำแนกพืชพรรณในเมือง รวมถึงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเบื้องต้น ในทุกช่วงเวลา ทำการเปรียบเทียบโครงสร้างและรูปแบบของพืชพรรณในเมืองที่เปลี่ยนแปลงตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันและลงพื้นที่สำรวจตามพื้นที่ศึกษา เพื่อตรวจสอบผลการวิเคราะห์และจำแนกเบื้องต้นจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และทำการปรับปรุงผลการวิเคราะห์และจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดิน
- 1.5.4. วิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นของเมือง บริเวณกรุงเทพมหานครจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม
- 1.5.5. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินกับผลกระทบด้านอุณหภูมิผิวพื้นที่เกิดกับเมือง รวมถึงเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิที่ต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษาว่าส่งผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นอย่างไร
- 1.5.6. สรุปผลการวิเคราะห์และจำแนกพืชพรรณในเมือง
  - 1.5.6.1. ผลการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของพืชพรรณในเมืองในแต่ละช่วงเวลา
  - 1.5.6.2. ความสัมพันธ์ของรูปแบบพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดิน กับอุณหภูมิผิวพื้นของเมือง บริเวณกรุงเทพมหานคร
  - 1.5.6.3. เสนอแนวทางในการประยุกต์ใช้ผลการศึกษาที่ได้กับการวางแผนนโยบายและวางผังในระดับเมืองหรือระดับภูมิภาค



ภาพที่ 1 - 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการการศึกษา

## 1.6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1. เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแผนการจัดการพื้นที่สีเขียวและมาตรการในการลดอุณหภูมิผิวพื้นของเมืองกรุงเทพมหานคร
- 1.6.2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบวางผังในเก็บรักษาพื้นที่สีเขียว รวมถึงเสนอเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองเพื่อลดอุณหภูมิผิวพื้นของเมืองกรุงเทพมหานคร

## 1.7. นิยามศัพท์

พืชพรรณในเมือง (Urban Vegetation)	คือ	ลักษณะการจัดเรียงตัวของพืชพรรณในภูมิทัศน์ (McBride, 1977) และเป็นพืชพรรณที่เจริญเติบโตในพื้นที่เมืองซึ่งให้บริการเชิงนิเวศที่หลากหลายแก่เมือง (Bolund & Hunhammar, 1999; Tigges, Lakes, & Hostert, 2013) รวมถึงเป็นตัวบ่งชี้สำคัญในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมเมือง (Youjing & Hengtong, 2007)
การจำแนกพืชพรรณ ในเมือง (Urban Vegetation Classification)	คือ	การลำดับหรือจัดเรียงสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้เป็นกลุ่มหรือชุดบนพื้นฐานความสัมพันธ์ของสิ่งนั้น การจำแนก (Classification) อธิบายกรอบความคิดที่เป็นระบบด้วยชื่อประเภทและเกณฑ์ในการจำแนก รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างประเภทแต่ละประเภท การจำแนกจึงจำเป็นต้องมีขอบเขตชัดเจนตามวัตถุประสงค์ในการจำแนก (Gregorio & Jansen, 2000) การจำแนกลักษณะพืชพรรณที่เจริญเติบโตในเมืองโดยใช้เกณฑ์ต่างๆที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น การใช้โครงสร้าง (Structure) ของพืชพรรณในเมืองเป็นเกณฑ์ในการจำแนก การใช้ลักษณะองค์ประกอบชนิดพันธุ์ (Species Composition) (McBride & Reid, 1988) นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกให้ละเอียดขึ้นได้ด้วย ลักษณะความสูงและลักษณะระยะห่างในการกระจายตัว (Spacing) จำแนกได้ออกเป็นรูปลักษณะ เช่น ป่าชายเลน ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้าสะวันนา และสามารถแบ่งย่อยจากรูปลักษณะได้จากชนิดพันธุ์เด่น (Dominant Species) เช่น ป่าไผ่ (McBride, 1977) หรือการจำแนกโดยใช้ลักษณะพื้นผิว (Texture) และสีที่เห็นจากภาพถ่ายทางอากาศ เช่น แบ่งเป็น พืชพรรณที่มีพื้นผิวหยาบ (Coarse Vegetation) พืชพรรณที่มีพื้นผิวละเอียด (Fine

		Vegetation) เป็นต้น (Cadenasso, Pickett, & Schwarz, 2007)
การใช้ที่ดิน (Land Use)	คือ	การแสดงลักษณะที่มนุษย์ใช้ภูมิทัศน์ ไม่ว่าจะใช้เพื่อการพัฒนา เก็บรักษา การจัดการ กิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และการเข้า ครอบครองสิ่งปกคลุมดินของมนุษย์เพื่อใช้ประโยชน์ ปรับเปลี่ยน หรือ รักษาพื้นที่นั้นไว้ (Gregorio & Jansen, 2000)
สิ่งปกคลุมดิน (Land Cover)	คือ	ลักษณะทางกายภาพและชีวภาพที่อยู่บนพื้นผิวโลก (Gregorio & Jansen, 2000)
การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing)	คือ	การได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ และปรากฏการณ์บนพื้น โลก จากเครื่องรับรู้ (Sensor) โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัส วัตถุเป้าหมาย อาศัยพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic energy) เป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลซึ่ง มีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า (Spectral characteristics) ลักษณะเชิงพื้นที่ ของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial characteristics) และลักษณะ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา (Temporal characteristics) (กันยา ทิสยากร, ถนอมศรี รังสิกรรพุม, & จตุพร พรประเสริฐชัย, 2536; สมพร สง่าวงศ์, 2552; สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552)
อุณหภูมิผิวพื้น (Land Surface Temperature)	คือ	อุณหภูมิของพื้นผิวในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งบนโลก ในเชิงข้อมูล ดาวเทียมนั้นดาวเทียมจะได้รับข้อมูลจากการสะท้อนของคลื่น เมื่อตกกระทบสภาพพื้นผิวโลกจากชั้นบรรยากาศ โดยพื้นผิว นั้นสามารถเป็นอะไรก็ได้ยกตัวอย่างเช่น สนามหญ้า ใบไม้บน ต้นไม้ในป่า น้ำ หลังคาอาคาร ฯลฯ ซึ่งอุณหภูมิผิวพื้นไม่ จำเป็นต้องมีค่าเท่ากับอุณหภูมิอากาศ แต่อุณหภูมิผิวพื้นจะ ส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศ นอกจากนี้อุณหภูมิผิวพื้นยังเป็น ตัวชี้วัดสำคัญที่แสดงถึงกระบวนการเชิงกายภาพของพลังงาน ผิวพื้นที่เกิดขึ้นบนพื้นโลก อีกทั้งยังเป็นข้อมูลพื้นฐานในการ วิเคราะห์ด้านอื่นๆ (Kawashima, Ishida, Minomura, & Miwa, 2000; Li et al., 2013; Schwarz, Schlink, Franck,



รูปแบบเชิงปริภูมิ (Spatial Pattern) & Großmann, 2012) คือ โครงสร้างที่รับรู้ได้ ตำแหน่ง และการเรียงตัวของวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่บนพื้นผิวโลก รวมถึงที่ว่างที่อยู่ระหว่างวัตถุ และความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ระหว่างวัตถุเหล่านั้น (Cadenasso et al., 2007; Forman & Godron, 1986)



## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจภูมิทัศน์และทำการจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดิน เพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบและโครงสร้างเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินที่ต่างกันนั้นจะส่งผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นของเมืองแตกต่างกันอย่างไร โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมซึ่งได้จากการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) จากวัตถุประสงค์ของการศึกษาพบว่ามีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอยู่หลายทฤษฎี ซึ่งสามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- (1) ทฤษฎีสำหรับกำหนดกรอบความคิดในการศึกษาประกอบด้วย ทฤษฎีภูมินิเวศซึ่งเป็นทฤษฎีที่ช่วยให้สามารถทำความเข้าใจภูมิทัศน์ในเชิงนิเวศวิทยา ในฐานะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบนิเวศ และทฤษฎีเกี่ยวกับพืชพรรณในเมือง ซึ่งเป็นการทำความเข้าใจรายละเอียดเพิ่มเติมในเรื่องพืชพรรณในเมืองซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของภูมิทัศน์ โดยเชื่อมโยงจากทฤษฎีภูมินิเวศ เมื่อมีหลักการหรือกรอบความคิดที่จะทำความเข้าใจภูมิทัศน์แล้วจึงศึกษาเพื่อหาวิธีการในการศึกษาต่อไป
- (2) ทฤษฎีสำหรับกำหนดกรอบวิธีการดำเนินการศึกษา โดยเริ่มจากการศึกษาวิธีการในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินซึ่งเป็นการจำแนกที่สอดคล้องกับกรอบความคิดในการศึกษา กล่าวคือ จำแนกโครงสร้างภูมิทัศน์ได้ตามทฤษฎีภูมินิเวศ จากนั้นจึงศึกษาหาเครื่องมือที่จะสามารถนำมาใช้ในการจำแนกตามวิธีการที่เลือกมารวมถึงการแสดงผลการศึกษา เมื่อทำการวิเคราะห์จำแนกแล้วการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ก็เป็นส่วนสำคัญเช่นกัน
- (3) ทฤษฎีสำหรับการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวางแผนและวางแผนพืชพรรณในภูมิทัศน์ เช่น ทฤษฎีโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวของเมือง เป็นต้น

โดยแต่ละกลุ่มทฤษฎีที่ทำการทบทวนวรรณกรรมมีรายละเอียดดังนี้

#### 2.1. ทฤษฎีสำหรับกำหนดกรอบความคิดในการศึกษา

มีทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างกรอบความคิดในการศึกษาดังนี้

- (1) ทฤษฎีเกี่ยวกับภูมินิเวศ ศึกษาเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจภูมิทัศน์เมืองในเชิงนิเวศวิทยา และใช้เป็นกรอบความคิดทางทฤษฎีที่จะนำมาใช้ในการจำแนกโครงสร้างและรูปแบบพืชพรรณในเมืองเพื่อให้เข้าใจถึงบทบาทเชิงนิเวศของภูมิทัศน์เมืองได้

- (2) ทฤษฎีเกี่ยวกับพืชพรรณในเมืองและบทบาทเชิงนิเวศของพืชพรรณในเมือง ศึกษาในรายละเอียดเฉพาะพืชพรรณในเมือง เพื่อเข้าใจถึงลักษณะโครงสร้างและรูปแบบของพืชพรรณ การบริการเชิงนิเวศ รวมถึงบทบาทของพืชพรรณต่อสภาพแวดล้อมเมือง โดยแต่ละทฤษฎีที่ใช้ในการกำหนดกรอบความคิดในการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

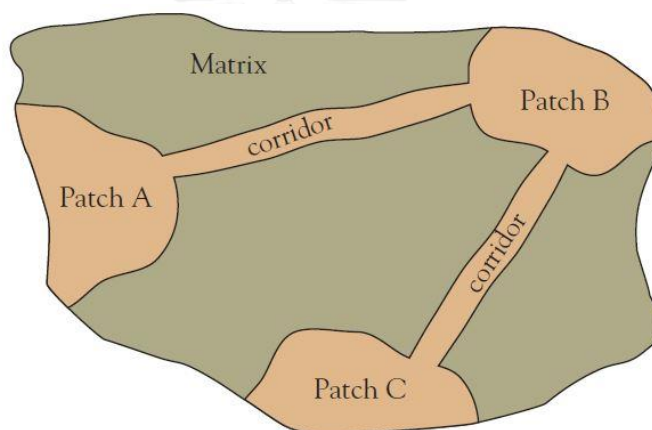
### 2.1.1. ทฤษฎีภูมินิเวศ

ภูมิทัศน์ (Landscape) มีความหลากหลายโดยประกอบไปด้วยกลุ่มของระบบนิเวศที่แตกต่างกัน ขนาดต่างกัน รูปร่างและโครงสร้างต่างกัน การศึกษาภูมินิเวศ (Landscape Ecology) เป็นการทำความเข้าใจภูมิทัศน์ในเชิงนิเวศวิทยา ซึ่งเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำความเข้าใจกระบวนการพื้นฐานต่างๆทางธรรมชาติ รวมถึงผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงพื้นที่ (Spatial) และเวลา (Temporal) โดยมุ่งความสนใจไปที่รูปแบบเชิงปริภูมิและความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างหรือรูปแบบของพื้นที่กับกระบวนการทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์ เน้นศึกษาความซับซ้อนของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมซึ่งส่งผลต่อบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์นั้นๆ ทำความเข้าใจโครงสร้างเชิงปริภูมิของภูมิทัศน์ และผลของโครงสร้างนั้นที่มีต่อพลวัตของภูมิทัศน์ รวมถึงศึกษากระบวนการที่เกิดขึ้นภายในภูมิทัศน์ การแลกเปลี่ยนสิ่งต่างๆระหว่างผืนภูมิทัศน์ เช่น แลกเปลี่ยนพลังงาน สารอาหาร และ ชนิดพันธุ์ อีกทั้งยังให้ความสนใจในกิจกรรมและผลจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งขยายกรอบความคิดในการวิเคราะห์ระบบนิเวศจากระบบนิเวศที่มีความสมดุลเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไปจนถึงระบบนิเวศที่มีพลวัตและมีความแตกต่างกันมาก เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจภูมิทัศน์ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น (Forman & Godron, 1986; Risser, Karr, & Forman, 1983; Thaitakoo, 1998)

ภูมินิเวศจึงถือว่าเป็นศาสตร์ที่เป็นสหสาขารวมเอาศาสตร์หลายๆด้านเข้าไว้ด้วยกัน ทั้งทางวิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ เพราะเป็นศาสตร์ที่ศึกษาความสัมพันธ์และกระบวนการที่เกิดขึ้นระหว่างธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นการศึกษาในเชิงภูมินิเวศจึงสามารถนำข้อมูลที่ได้มาประยุกต์ใช้ได้อย่างแพร่หลาย เช่น นำไปใช้ในการวางแผนระดับภูมิภาค ใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม หรือใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ เป็นต้น (Forman & Godron, 1986; Risser et al., 1983) การศึกษานี้จึงใช้ทฤษฎีภูมินิเวศเพื่อทำความเข้าใจภูมิทัศน์เมืองในเชิงนิเวศวิทยา และนำมาใช้เป็นกรอบความคิดทางทฤษฎีในการจำแนกโครงสร้างและรูปแบบพืชพรรณในเมือง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการสภาพแวดล้อมและทรัพยากรทางธรรมชาติในระดับภูมิทัศน์ต่อไป

ภูมิวิเวศนั้นเป็นการอธิบายและทำความเข้าใจภูมิทัศน์โดยการศึกษา โครงสร้าง (Structure) บทบาทหน้าที่ (Function) และพลวัตหรือการเปลี่ยนแปลง (Dynamics) (Cadenasso, Pickett, McGrath, & Marshall, 2013) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1.1. โครงสร้างภูมิทัศน์ (Landscape Structure) เป็นการอธิบายการเรียงตัวของเชิงกายภาพขององค์ประกอบในภูมิทัศน์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของสิ่งปกคลุมดินและรูปแบบของสิ่งปกคลุมดินกล่าวคือ ขนาด การเรียงตัวของผืนภูมิทัศน์ โครงสร้างภูมิทัศน์ประกอบไปด้วย เมทริกซ์พื้นหลัง (Background Matrix) ผืนภูมิทัศน์ (Patches) และเส้นทางเชื่อมต่อ (Corridors/Strips) หากสามารถทำความเข้าใจทั้ง 3 องค์ประกอบ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละองค์ประกอบได้จะช่วยให้การตัดสินใจในการวางแผนการจัดการภูมิทัศน์ได้ดีขึ้น (Barnes, 2000; Cadenasso et al., 2013) โดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2 - 1 แสดงลักษณะโครงสร้างของภูมิทัศน์ตามแนวความคิดภูมิวิเวศ (Barnes, 2000, p. 1)

#### 1. เมทริกซ์พื้นหลัง

เมทริกซ์คือองค์ประกอบที่เด่นที่สุดในภูมิทัศน์ หรือมีปริมาณปกคลุมภูมิทัศน์มากที่สุดและเชื่อมต่อกันมากที่สุด มีบทบาทหน้าที่ที่เด่นชัดที่สุดในภูมิทัศน์ ซึ่งในเมทริกซ์นั้นมักจะมีองค์ประกอบภูมิทัศน์ที่ต่างจากเมทริกซ์ ทั้งชนิดสิ่งปกคลุมดิน หรือชนิดพันธุ์ รวมถึงขนาดและรูปร่างอยู่ภายในเมทริกซ์ เป็นโครงข่าย จนเกิดเป็นความหลากหลายของภูมิทัศน์ (Heterogeneity) โดยองค์ประกอบภูมิทัศน์ที่ต่างจากเมทริกซ์ คือ ผืนภูมิทัศน์ (Patch) (Barnes, 2000; Forman & Godron, 1986)

## 2. ผืนภูมิทัศน์

ผืนภูมิทัศน์คือพื้นที่ซึ่งมีลักษณะเป็นผืนและมีลักษณะแตกต่างจากบริเวณโดยรอบทั้งบริเวณ ผืนภูมิทัศน์มีรูปแบบแตกต่างกันสามารถจำแนกออกได้เป็น 4 ชนิด (Barnes, 2000; Forman & Godron, 1986) คือ

- ผืนภูมิทัศน์ที่เกิดจากการรบกวน (Disturbance Patches) โดยถูกรบกวนจากมนุษย์หรือจากธรรมชาติก็ได้ เมื่อปล่อยทิ้งไว้จะฟื้นฟูกลับสู่สภาพเดียวกับเมทริกซ์ได้
- ผืนภูมิทัศน์ที่เหลืออยู่ (Remnant Patches) เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่เปลี่ยนภูมิทัศน์แล้วเหลือส่วนหนึ่งของลักษณะภูมิทัศน์เดิมไว้ โดยจะมีความคงที่ทางนิเวศและอยู่ได้ยาวนานกว่า Disturbance Patches
- ผืนภูมิทัศน์ที่เป็นทรัพยากรทางธรรมชาติ (Environmental Resource Patches) เกิดขึ้นด้วยปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ
- ผืนภูมิทัศน์ที่ถูกนำเข้ามา (Introduced Patches) เกิดจากมนุษย์นำพืชพรรณหรือสัตว์ที่ไม่ใช่พันธุ์พื้นถิ่นเข้ามา ทำให้องค์ประกอบของผืนภูมิทัศน์เปลี่ยนไป

ขนาดของผืนภูมิทัศน์มีความสำคัญ หากผืนภูมิทัศน์มีขนาดใหญ่จะทำให้มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในผืนภูมิทัศน์เพิ่มขึ้น แต่การเกิดขอบระหว่างผืนภูมิทัศน์กับพื้นที่อื่นก็ตีเช่นเดียวกัน เพราะสิ่งมีชีวิตบางชนิดชอบอยู่ในบริเวณที่เป็นขอบ เช่น บริเวณชายน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้รูปร่างของผืนภูมิทัศน์ก็มีความสำคัญ รูปร่างบางชนิดไม่เอื้อให้มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในผืนภูมิทัศน์ เช่น รูปร่างเรียวกว้างแคบ แม้จะมีพื้นที่เท่ากัน แต่ผืนภูมิทัศน์ที่มีรูปร่างกว้างจะมีคุณภาพดีกว่า

## 3. เส้นทางเชื่อมต่อ

เส้นทางเชื่อมต่อคือพื้นที่ซึ่งเชื่อมต่อผืนภูมิทัศน์หลายแผ่นเข้าไว้ด้วยกัน ทำหน้าที่เป็นเส้นทางสำหรับการโอนถ่ายหรือเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตจากผืนภูมิทัศน์ผืนหนึ่งไปยังอีกผืนหนึ่ง เส้นทางเชื่อมต่อจะมีการผสมกันของสภาพแวดล้อมและคุณลักษณะทางชีวภาพจากเมทริกซ์และผืนภูมิทัศน์ที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งแบ่งชนิดได้ 4 ชนิดเช่นเดียวกับชนิดของผืนภูมิทัศน์กล่าวคือ เส้นทางเชื่อมต่อที่เกิดจากการรบกวน (Disturbance Corridors) เส้นทาง

เชื่อมต่อที่เหลืออยู่ (Remnant Corridors) เส้นทางเชื่อมต่อที่เป็นทรัพยากรทางธรรมชาติ (Environmental Resource Corridors) และ เส้นทางเชื่อมต่อที่ถูกนำเข้ามา (Introduced Corridors) โดยเส้นทางเชื่อมต่อที่เป็นองค์ประกอบทางธรรมชาติคือแนวพืชพรรณ (Vegetation Corridor) และทางน้ำ (Stream Corridor) ซึ่งทำหน้าที่เป็นเส้นทางการอพยพของสัตว์ โดยโครงสร้างและหน้าที่ของเส้นทางเชื่อมต่อมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความโค้ง ความกว้าง หรือ แคบ จุดตัดระหว่างเส้นทางเชื่อมต่อ เป็นต้น (Barnes, 2000)

2.1.1.2. บทบาทเชิงนิเวศของภูมิทัศน์ (Landscape Function) หมายถึง กระบวนการเชิงนิเวศที่เกิดขึ้นในโครงสร้างของภูมิทัศน์นั้น ซึ่งกระบวนการที่เกิดขึ้นจะนำไปสู่การบริการเชิงนิเวศ (Ecosystem Service) หรือประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศ ทั้งทางตรงและทางอ้อม (Bolund & Hunhammar, 1999; Costanza et al., 1997)

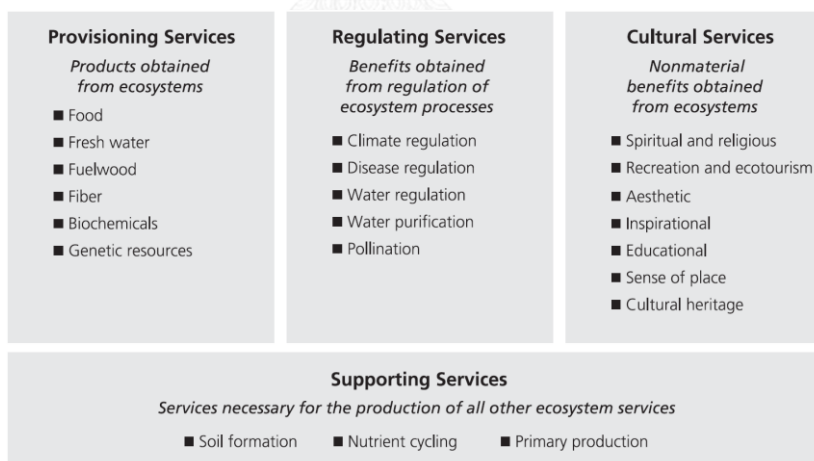
การบริการเชิงนิเวศเป็นกระบวนการและเงื่อนไขของระบบนิเวศนั้นๆ รวมถึงสิ่งมีชีวิตต่างๆที่ทำให้เกิดเงื่อนไขและกระบวนการดังกล่าวขึ้นเพื่อคำนวณและสนองความต้องการของมนุษย์ การบริการเชิงนิเวศช่วยรักษาความหลากหลายทางชีวภาพและผลผลิตจากระบบนิเวศนั้น เช่น อาหารทะเล ไม้ น้ำมันเชื้อเพลิง ยารักษาโรค วัตถุตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในภาคอุตสาหกรรม (Daily, 1997 อ้างถึงใน Bolund & Hunhammar, 1999)

มนุษย์ไม่ได้บริโภคการบริการเชิงนิเวศทุกอย่างโดยตรง แต่เป็นสิ่งที่สำคัญในการรักษาระบบนิเวศให้ยั่งยืน เช่น วัฏจักรสารอาหาร (Nutrient Cycling) โดยการบริการเชิงนิเวศสามารถแบ่งกลุ่มได้หลายรูปแบบ เช่น แบ่งตามบทบาท แบ่งตามระบบ เป็นต้น ซึ่งการแบ่งกลุ่มการบริการเชิงนิเวศที่เป็นที่แพร่หลายคือการแบ่งตามลักษณะกระบวนการของการบริการเชิงนิเวศ ตามทฤษฎีของ Millennium Ecosystem Assessment (2003) โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ การบริการเชิงการผลิต (Provisioning Services) การบริการเชิงควบคุม (Regulating Services) การบริการเชิงวัฒนธรรม (Cultural Services) และ การบริการเชิงเกื้อหนุน (Supporting Services) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การบริการเชิงการผลิต คือ ประโยชน์ทางตรงที่มนุษย์ได้รับ กล่าวคือผลผลิต ซึ่งได้จากระบบนิเวศ เช่น อาหาร เครื่องนุ่งห่ม เชื้อเพลิง ไม้ ยารักษาโรค น้ำ ดิน และ ทรัพยากรพันธุกรรม (Genetic Resources)
2. การบริการเชิงควบคุม คือ ประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากการควบคุม กระบวนการเชิงนิเวศ (กระบวนการของระบบนิเวศ ซึ่งดำเนินไปตามเงื่อนไข และกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ) เช่น
  - การบำรุงรักษาคุณภาพอากาศ ระบบนิเวศทำหน้าที่นำสารเคมีเข้าและออกจากชั้นบรรยากาศซึ่งมีผลต่อคุณภาพอากาศ
  - การควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ระบบนิเวศมีอิทธิพลต่อสภาพ ภูมิอากาศทั้งในระดับจุลภาคและมหภาค ยกตัวอย่างเช่น ระดับ จุลภาคหากมีการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินจะส่งผลต่ออุณหภูมิและ ปริมาณน้ำฝน ในระดับมหภาคระบบนิเวศมีบทบาทสำคัญในการกัก เก็บและปล่อยก๊าซเรือนกระจก
  - การควบคุมน้ำ ระยะเวลาและความแรงของน้ำไหลนอง น้ำท่วมขัง และการเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดินขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลให้ศักยภาพในการกักเก็บ น้ำของระบบนิเวศเปลี่ยนไป เช่น ฝืนป่าถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่ เกษตรกรรม หรือ พื้นที่เกษตรกรรมถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่เมือง
  - การควบคุมทางชีวภาพ การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศส่งผลกระทบต่อ การเกิดโรคและแมลงในผลผลิตทางการเกษตรและปศุสัตว์
  - การผสมเกสร การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศส่งผลกระทบต่อ การกระจายพันธุ์ ความอุดมสมบูรณ์ และประสิทธิภาพของพาหะที่ช่วยใน การผสมเกสร
3. การบริการเชิงวัฒนธรรม คือ ประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศซึ่งเป็น สิ่งที่จับต้องไม่ได้ ผ่านคุณค่าทางจิตวิญญาณ การพัฒนาทางสติปัญญานันท์นาการ และความงาม เช่น ความหลากหลายทางวัฒนธรรมซึ่งเป็นผลมา จากระบบนิเวศที่แตกต่างกัน คุณค่าทางจิตวิญญาณและศาสนา หลายนานา

ผนวกความเชื่อเข้ากับระบบของธรรมชาติ ภูมิปัญญาท้องถิ่นซึ่งเกิดจากประสบการณ์ในการอยู่ร่วมกับธรรมชาติบริเวณนั้น แรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์ศิลปะ คุณค่าด้านความงาม ความสัมพันธ์ทางสังคมซึ่งได้รับอิทธิพลจากระบบนิเวศซึ่งก่อให้เกิดรูปแบบทางสังคมเฉพาะตัว เป็นคุณค่าทางมรดกวัฒนธรรม รวมถึงประโยชน์ด้านนันทนาการและการท่องเที่ยว

4. การบริการเชิงเกื้อหนุน มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผลผลิตทั้งหมดของระบบนิเวศ ซึ่งเป็นการบริการเชิงนิเวศที่แตกต่างจากการบริการด้านอื่นๆ การบริการเชิงเกื้อหนุนใช้ระยะเวลายาวนานมากในการเกิดผลกระทบต่อมนุษย์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในขณะที่การบริการด้านอื่นๆจะใช้ระยะเวลาในการเกิดผลกระทบต่อมนุษย์สั้นกว่าและค่อนข้างเกิดขึ้นโดยตรงกับมนุษย์ การบริการบางอย่าง เช่น การควบคุมการพังทลายของดินสามารถเป็นได้ทั้งการบริการเชิงควบคุม และการบริการเชิงเกื้อหนุนขึ้นอยู่กับระยะเวลาและความเร็วในการเกิดผลกระทบต่อมนุษย์ ตัวอย่างอื่นๆของการบริการเชิงเกื้อหนุน เช่น การเกิดดิน วัฏจักรสารอาหาร วัฏจักรน้ำ การเกิดแหล่งที่อยู่อาศัย เป็นต้น



ตารางที่ 2 - 1 แสดงการบริการเชิงนิเวศทั้ง 4 กลุ่ม  
(Millennium Ecosystem Assessment, 2003, p. 57)

- 2.1.1.3. การเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ (Landscape Dynamic and Landscape Change) ภูมิทัศน์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เหมือนกับองค์ประกอบต่างๆในภูมิทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงไปตามกระบวนการทางธรรมชาติ เช่น การเจริญเติบโต หรือการรบกวนและกระบวนการการฟื้นตัวของธรรมชาติ



(Disturbance and Recovery Processes) โดยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภูมิทัศน์จะมีผลต่อกระบวนการที่เกิดขึ้นในภูมิทัศน์นั้น ซึ่งทำให้บทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ตลอดจนการบริการเชิงนิเวศของภูมิทัศน์มีการเปลี่ยนแปลงด้วยเช่นกัน (Cadenasso et al., 2013; Forman & Godron, 1986)

ดังนั้นการทำความเข้าใจโครงสร้างและหน้าที่ของภูมิทัศน์เดิมแล้วนำมาเปรียบเทียบข้อมูลที่ต่างเวลากันจะสามารถตรวจพบความเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ต่อได้ว่าความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นส่งผลดีหรือผลเสียต่อภูมิทัศน์อย่างไร อีกทั้งส่งผลกระทบต่อบทบาทและการบริการเชิงนิเวศของภูมิทัศน์อย่างไร

#### 2.1.2. ทฤษฎีเกี่ยวกับพืชพรรณในเมือง (Urban Vegetation)

พืชพรรณ (Vegetation) คือการจำแนกพืชโดยใช้ “รูปร่างชีวิต (Life Form)” เป็นเกณฑ์ในการจำแนก ซึ่งรูปร่างชีวิตเป็นเกณฑ์ที่นำมาใช้จำแนกพืชได้ง่ายที่สุด และมีผลต่อการบริการเชิงนิเวศของพืชพรรณมากที่สุด (Hart, Stein, & Warrick, 1979) เมื่อจำแนกพืชพรรณตามรูปร่างชีวิตจะสามารถจำแนกได้เป็น ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม และไม้คลุมดิน โดยรูปร่างชีวิตของพืชพรรณจะเป็นตัวกำหนดลักษณะกลุ่มพืชพรรณนั้น จากนั้นจึงจำแนกลงรายละเอียดเพิ่มเติมโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ เช่น ความสูง ระยะห่าง ชนิดของกลุ่มพืชพรรณ (Physiognomic) เช่น ป่าชายเลน ป่าผลัดใบ พุ่มหญ้า เป็นต้น ซึ่งชนิดของกลุ่มพืชพรรณสามารถบ่งชี้ได้จากพันธุ์ไม้เด่นในพื้นที่มาใช้เป็นเกณฑ์ได้ เช่น ป่าสน เป็นต้น (McBride, 1977)

พืชพรรณแตกต่างจากพฤกษชาติ (Flora) เนื่องจากพฤกษชาติ เป็นคำที่เรียกพืชที่จำแนกประเภทตามอนุกรมวิธานแบ่งเป็นชนิดหรือสปีชีส์ แต่พืชพรรณจะจำแนกตามรูปร่างชีวิตดังที่กล่าวไปข้างต้น (Hart et al., 1979) ซึ่งรูปร่างชีวิตและชนิดของกลุ่มพืชพรรณ (Physiognomic) สามารถจำแนกได้โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม จึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ศึกษาจำแนกในระดับละเอียดถึงหยาบ (Fine to Coarse Scale) ขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (McBride, 1977)

พืชพรรณในเมือง คือ พืชพรรณที่เจริญเติบโตอยู่ในพื้นที่เมือง โดยพืชพรรณในเมืองทุกรูปชีวิตเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศเมือง และให้การบริการเชิงนิเวศมากมายแก่เมือง เป็นเครื่องมือที่มนุษย์นำมาใช้ในการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นจากการขยายตัวของเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bolund & Hunhammar, 1999; Tigges et al., 2013) รวมถึงเป็นตัวบ่งชี้สำคัญในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมเมืองอีกด้วย (Youjing & Hengtong, 2007) ความแตกต่างของรูปร่างชีวิตและโครงสร้างของพืชพรรณในเมืองทำให้

เกิดความหลากหลายของโมเสกเมือง (Forman, 1995) โดยขอบของโมเสกแต่ละโมเสกนั้นมีความสำคัญในแง่ของระบบนิเวศเมือง (McBride & Reid, 1988)

การจำแนกและทำแผนที่พืชพรรณในเมืองเป็นส่วนสำคัญในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งพืชพรรณในเมืองเป็นองค์ประกอบพื้นฐานสำหรับการดำรงชีวิตและมีบทบาทสำคัญต่อการควบคุมผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) การทำแผนที่พืชพรรณจะช่วยให้ข้อมูลสำคัญในการทำความเข้าใจทั้งสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น ผ่านการหาปริมาณการปกคลุมของพืชพรรณตั้งแต่ระดับชุมชน ระดับภูมิภาค และระดับโลก ในช่วงเวลาหนึ่ง หรือช่วงเวลาต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานเพื่อสำรวจการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ รวมถึงโครงสร้างและรูปแบบของพืชพรรณ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาใช้ในการวางแผนและวางแผนที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณในเมือง (Xie, Sha, & Yu, 2008)

การสำรวจเพื่อจำแนกและทำแผนที่พืชพรรณในเมืองโดยการใช้ระเบียบวิธีศึกษาแบบดั้งเดิม เช่น การสำรวจลงพื้นที่ การตีความจากแผนที่ เป็นวิธีการในการทำแผนที่พืชพรรณที่มีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากใช้เวลาในการสำรวจมากและมีราคาแพง ดังนั้นเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการศึกษาความเปลี่ยนแปลงปริมาณ โครงสร้างและรูปแบบของพืชพรรณ โดยเฉพาะการศึกษาในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเหมาะสมทั้งในด้านเวลาและงบประมาณ เนื่องจากมีศักยภาพในการสำรวจได้หลายระดับพื้นที่ และหลายช่วงเวลาทั้งข้อมูลในปัจจุบันและข้อมูลที่ย้อนกลับไปได้หลายสิบปีซึ่งเก็บอยู่ในคลังข้อมูล จากข้อดีเหล่านี้ นักวิจัยและผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ ที่ต้องการจะอธิบายการปกคลุมของพืชพรรณทั้งในระดับชุมชนจนถึงระดับโลกจึงนิยมใช้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกลในการศึกษา (Xie et al., 2008)

### 2.1.3. ทฤษฎีการบริการเชิงนิเวศของพืชพรรณในเมือง

การบริการเชิงนิเวศตามทฤษฎีของ Millennium Ecosystem Assessment (2003) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ การบริการเชิงการผลิต การบริการเชิงควบคุม การบริการเชิงวัฒนธรรม และการบริการเชิงเกื้อหนุน ตามที่กล่าวไปข้างต้น เมื่อพิจารณาการบริการเชิงนิเวศแค่เพียงองค์ประกอบภูมิทัศน์ประเภทพืชพรรณ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบนิเวศเมือง โดย Bolund and Hunhammar (1999) ได้แบ่งระบบนิเวศเมืองออกเป็น 7 รูปแบบ ได้แก่ ต้นไม้ถนน (Street Trees) สนามหญ้า/สวนสาธารณะ

(Lawns: Parks) ป่าในเมือง (Urban Forests) พื้นที่เกษตรกรรม (Cultivated Land) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) ทะเลสาบ/ทะเล (Lakes: Sea) และ ลำน้ำ (Streams) จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบที่กล่าวมาเป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณและน้ำ กล่าวได้ว่าโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure) และโครงสร้างพื้นฐานสีน้ำเงิน (Blue Infrastructure) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เมืองมีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ซึ่งพืชพรรณในเมืองให้การบริการเชิงนิเวศกับมนุษย์และสภาพแวดล้อมเมืองมากมาย โดย Konijnendijk, Nilsson, Randrup, and Schipperijn (2005) ได้แบ่งประโยชน์ของพืชพรรณในเมืองออกเป็น 5 ด้านดังนี้

1. ด้านสภาพอากาศและกายภาพเมือง (Climatic and Physical Benefits) ช่วยให้อุณหภูมิในเมืองลดลงได้น้อย 2-3 องศาเซลเซียส ลดความแรงลม ช่วยกรองอากาศ ลดมลภาวะทางอากาศ ช่วยกรองเสียง ดูดซับแสงและลดการสะท้อนแสง เพิ่มพื้นที่ซึมน้ำ ช่วยลดปริมาณน้ำไหลนองในเมือง ช่วยประหยัดพลังงานภายในอาคาร เพิ่มภาวน่าสบายให้มนุษย์ เป็นต้น (Kurn, Bretz, Huang, & Akbari, 1994)
2. ด้านระบบนิเวศเมือง (Ecological Benefits) ทำให้เมืองมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิต เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพให้กับเมือง และเป็นเส้นทางอพยพของสัตว์ที่อยู่ในเขตเมืองได้ (Collinge, 1996)
3. ด้านสังคม (Social Benefits) เป็นพื้นที่นันทนาการ ช่วยเหลือสิ่งแวดล้อมบริเวณบ้านพักอาศัยและสถานที่ทำงานดีขึ้น ช่วยลดการเกิดอาชญากรรมในเขตเมืองได้ (Donovan & Prestemon, 2010) ส่งผลดีต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของประชาชนในเมือง เช่น หากมองเห็นต้นไม้จากในอาคารเรียนจะช่วยให้นักเรียนมีสมาธิดีขึ้น ลดความก้าวร้าว เพิ่มอัตราการจบการศึกษา ขณะเดียวกันหากผู้ป่วยมองเห็นต้นไม้จากหน้าต่างอาคารโรงพยาบาลจะช่วยให้ผู้ป่วยฟื้นตัวเร็วขึ้น (Ulrich, 1984) นอกจากนี้ป่าในเมืองและต้นไม้ขนาดใหญ่ยังมีคุณค่าในเชิงวัฒนธรรมและคุณค่าทางประวัติศาสตร์อีกด้วย
4. ด้านเศรษฐกิจ (Economic Benefits) ช่วยเพิ่มราคาที่ดิน เช่น บ้านในเมืองที่อยู่ใกล้สวนสาธารณะไม่เกิน 1/4 ไมล์ (ประมาณ 402.25 เมตร) จะมีราคาที่ดินสูงขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ ต้นไม้ยังช่วยสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมแก่การซื้อสินค้า เพิ่มความ

ต้องการซื้อของผู้บริโภคได้ ทำให้ร้านค้าที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีบรรยากาศร่มรื่น มีแนวโน้มที่จะขายสินค้าได้มากกว่าและในราคาที่สูงกว่า (Wolf, 2003) นอกจากนี้ยังสามารถนำผลผลิตของต้นไม้ไปใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย

5. ด้านความงาม (Aesthetic & Architectural Benefits) ต้นไม้ช่วยส่งเสริมความงามของเมือง การเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณในแต่ละฤดู ทำให้เมืองมีสีสันและมีความสวยงามมากขึ้น เพิ่มพื้นที่ว่างในเมือง ช่วยพรางสายตา เป็นต้น

Social benefits	Recreation opportunities, improvement of home and work environments, impacts on physical and mental health. Cultural and historical values of green areas
Aesthetic and architectural benefits	Landscape variation through different colors, textures, forms and densities of plants. Growth of trees, seasonal dynamics and experiencing nature. Defining open space, framing and screening views, landscaping buildings
Climatic and physical benefits	Cooling, wind control, impacts on urban climate through temperature and humidity control. Air pollution reduction, sound control, glare and reflection reduction, flood prevention and erosion control
Ecological benefits	Biotopes for flora and fauna in urban environment
Economic benefits	Value of market-priced benefits (timber, berries, mushrooms ect.), increased property values, tourism

ตารางที่ 2 - 2 แสดงประโยชน์และการใช้งานพืชพรรณในเมือง

(ดัดแปลงจาก Tyrväinen, 1999 อ้างถึงใน Konijnendijk et al., 2005, p. 82)

นอกจากนี้ McBride (1977) ได้เสนอ Vegetation Parameters หรือปัจจัยที่ใช้ในการประเมินพืชพรรณขึ้น เพื่อใช้ในการประเมินพืชพรรณในเมืองได้อย่างครบถ้วนครอบคลุมกรอบความคิดทุกด้านที่มีผลต่อการออกแบบวางผังงานภูมิทัศน์ โดย McBride ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมจากผู้เชี่ยวชาญในการวางผังหลากหลายแนวความคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งประโยชน์ที่ต้นไม้ให้กับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมถึงความเสี่ยงในการเกิดอันตรายจากต้นไม้ และปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณซึ่งต้องคำนึงถึงในการออกแบบจนได้ Vegetation Parameters ทั้งหมด 19 ข้อ แต่ละข้อมีอิทธิพลต่อกระบวนการออกแบบ ซึ่งทั้ง 19 ข้อนี้สามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ 5 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

1. ด้านการส่งเสริมคุณภาพชีวิต (Amenity Parameters) ซึ่งอธิบายได้ว่าพืชพรรณมีส่วนช่วยให้ธรรมชาติมีความรื่นรมย์แก่มนุษย์ ถึงแม้การประเมินในเชิงปริมาณจะทำได้ยาก แต่เป็นด้านที่มีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อประชาชนทั่วไป ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 6 ข้อย่อยดังนี้

- a. คุณภาพทางสายตา (Visual Quality) ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพทางสายตามีอยู่ 6 ปัจจัยได้แก่ ระยะ ตำแหน่งมอง รูปทรง ลักษณะภูมิประเทศ แสงสี และ ลำดับทั้งด้านเวลาและพื้นที่ ซึ่งต้นไม้เป็นองค์ประกอบที่กำหนด รูปทรง ลักษณะภูมิประเทศ และแสงสี ของคุณลักษณะทางการมองเห็นของภูมิทัศน์ ให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติ ซึ่งพืชพรรณให้คุณภาพทางสายตาที่ดี รวมถึงสามารถช่วยบังองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ที่ไม่สวยงามได้อีกด้วย ทำให้คุณภาพทางสายตาโดยรวมของภูมิทัศน์มีคุณภาพที่ดี (Litton, 1968 อ้างถึงใน McBride, 1977)
- b. ศักยภาพในการเป็นพื้นที่นันทนาการ (Recreation Potential) พืชพรรณทำให้พื้นที่เหมาะแก่การเป็นพื้นที่นันทนาการ นอกจากนี้ศักยภาพในการเป็นพื้นที่นันทนาการยังเชื่อมโยงกับคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์อีกด้วย จากหลายงานวิจัยพบว่าป่ามีคุณค่าในเชิงเป็นพื้นที่นันทนาการและมีมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ในระยะยาวสูงกว่าคุณค่าในแง่ของผลผลิตทางเนื้อไม้ (Jones, 1966 อ้างถึงใน McBride, 1977)
- c. การลดเสียงรบกวน (Noise Abatement) ต้นไม้ใหญ่และไม้พุ่มมีคุณสมบัติที่ช่วยในการลดเสียงรบกวนได้โดยการดูดซับพลังงานเสียงหรือการลดการสั่นสะเทือนของพลังงานเสียง (Herrington, 1974 อ้างถึงใน McBride, 1977) ปัจจัยในการลดเสียงรบกวนมีทั้งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับต้นไม้คือ ลักษณะของพุ่มใบ ความสูง ความหนาแน่นพุ่มใบ ความกว้าง และตำแหน่งรวมถึงระยะระหว่างต้นไม้ออกกับแหล่งกำเนิดเสียง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น ปัจจัยด้านสภาพอากาศซึ่งเป็นตัวกลางในการเดินทางของเสียง เป็นต้น หากต้นไม้ที่ลักษณะใบเล็ก ละเอียด พุ่มใบแน่น จะช่วยลดเสียงรบกวนได้ดีกว่าต้นไม้ที่มีใบขนาดใหญ่ รวมถึงการพรางแหล่งกำเนิดเสียงก็ช่วยลดความรู้สึกของมนุษย์ได้อีกด้วย
- d. การลดมลพิษทางอากาศ (Air Pollution Reduction) พืชพรรณสามารถลดมลภาวะทางอากาศได้ ความสามารถในการกรองอากาศของต้นไม้ช่วยกำจัดอนุภาคฝุ่นละอองออกจากอากาศได้ งานวิจัยของ Raynor (1967

อ้างอิงใน McBride, 1977) พบว่าอนุภาคฝุ่นในอากาศมีปริมาณลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญเมื่ออากาศผ่านกลุ่มต้นสนเป็นระยะ 60 ฟุตหรือ 18.30 เมตร (Raynor, 1967 อ้างถึงใน McBride, 1977) นอกจากนี้พืชพรรณยังสามารถดูดซับมลภาวะที่มีสภาพเป็นก๊าซได้ ยกตัวอย่างเช่นในทุ่งถั่วอัลฟัลฟา 1 ตารางไมล์ หรือ 2.589988 ตารางกิโลเมตรสามารถดูดซับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) ได้ 252 กิโลกรัม และ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) ได้ 373.50 กิโลกรัม (Hill, 1971 อ้างถึงใน McBride, 1977) ทั้งสองคุณสมบัตินี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่น พื้นที่ใบ และพื้นที่ที่ต้นไม้ครอบคลุม ซึ่งต้นไม้ใหญ่จะมีคุณลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นมากกว่าไม้พุ่มและไม้คลุมดิน

- e. การปรับปรุงคุณภาพอากาศ (Climate Amelioration) พืชพรรณสามารถปรับปรุงคุณภาพอากาศโดยการปรับเปลี่ยนรังสี อุณหภูมิ และความเร็วลม ต้นไม้ใช้ใบและกิ่งก้านในการดูดซับและสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสูงและความหนาแน่นของพุ่มใบแต่ละชนิด กล่าวคือเมื่อผืนดินใต้ทรงพุ่มต้นไม้ได้รับรังสีในช่วงเวลากลางวันน้อยกว่าผืนดินนั้นจะมีพลังงานที่ปล่อยออกอากาศร้อนน้อยลง ส่งผลให้อุณหภูมิระหว่างวันลดลง นอกจากนี้ต้นไม้ยังช่วยปรับความเร็วลมโดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ความสูง ความหนาแน่นของพุ่มใบ ขนาด รูปทรงของต้นไม้ และความสัมพันธ์ของตำแหน่งต้นไม้กับทิศทางลม ซึ่งทั้งหมดนี้ส่งผลต่อภาวณาสบายของมนุษย์ (Kittredge, 1948; Geiger, 1950; Read, 1964; Robinette, 1972 อ้างถึงใน McBride, 1977)
- f. คุณค่าทางประวัติศาสตร์ (Historic Value) ในทุกพื้นที่จะมีพืชพรรณ โดยเฉพาะต้นไม้ใหญ่ที่เป็นส่วนสำคัญในเหตุการณ์ประวัติศาสตร์ ซึ่งในกระบวนการวางแผนจำเป็นต้องคำนึงถึงต้นไม้ที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์เหล่านี้ด้วย และควรมีการสำรวจต้นไม้ในพื้นที่ร่วมกับนักโบราณคดีเพื่อบ่งชี้ความสำคัญของต้นไม้ในเชิงประวัติศาสตร์

2. ด้านความปลอดภัยของมนุษย์ (Human Safety Parameters) คุณลักษณะบางอย่างของต้นไม้สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้ ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการประเมินอย่างรอบคอบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของพืชพรรณชนิดที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของมนุษย์แบ่งออกได้เป็นข้อย่อยดังนี้
  - a. ความเป็นไปได้ของการเกิดไฟไหม้ (Fire Potential) มักจะเกิดกับพืชพรรณชนิดที่มักเกิดการเผาไหม้ โดยปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นไปได้ในการเกิดไฟไหม้จะขึ้นอยู่กับจำนวน ขนาดการกระจายพันธุ์ รูปแบบการเรียงตัว ความชื้น สารเคมีที่เป็นเชื้อเพลิงที่พบในต้นไม้แต่ละชนิด ปัจจัยทางสภาพอากาศ และความลาดเอียงก็เป็นส่วนหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดไฟไหม้ได้
  - b. ความเป็นไปได้ในการเกิดการถูกพัดพาโดยลมและการหักโค่น (Windthrow and Breakage Potential) ในช่วงการเกิดพายุนั้นกิ่งไม้หรือต้นไม้ทั้งต้นอาจหักโค่นล้ม และเป็นเหตุให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ได้ โดยมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราความเสี่ยงในการเกิดการถูกพัดพาโดยลมและการหักโค่นได้แก่ ความลึกของรากและสุขภาพของระบบราก รวมถึงความยืดหยุ่นของเนื้อไม้
3. ด้านระบบนิเวศ (Ecological Parameters) ให้ความสนใจที่ความสัมพันธ์ระหว่างพืชพรรณกับระบบนิเวศ เพื่อทำความเข้าใจและสามารถออกแบบได้อย่างกลมกลืนกับระบบของธรรมชาติ โดยแบ่งเป็นข้อย่อยดังนี้
  - a. ตัวชี้วัดสภาพแวดล้อม (Indicator of Environmental conditions) พืชพรรณบางชนิดสามารถชี้วัดความสมบูรณ์หรือเงื่อนไขของสภาพแวดล้อมได้ เช่น พื้นที่หนึ่งพบพืชชนิดที่ต้องการน้ำมาก หรือทนต่อน้ำท่วมขัง แปลว่าพื้นที่นั้นน่าจะมีน้ำมากหรืออาจมีน้ำท่วมขังบ่อยครั้งเป็นต้น
  - b. การควบคุมการพังทลายของดิน (Erosion Control) พืชพรรณสามารถควบคุมการพังทลายของดินได้โดยการปกป้องพื้นผิวดิน คลุมผิวดิน และลดการเกิดน้ำไหลนอง พื้นผิวดินถูกปกป้องจากพืชพรรณรวมถึงเศษใบไม้

ที่ปกคลุมดินอยู่ เป็นการลดผลกระทบจากเมื่อดินซึ่งอาจก่อให้เกิดการกัดเซาะหน้าดินได้ ปัจจัยด้านคุณลักษณะพืชพรรณที่มีผลต่อการควบคุมการพังทลายของดินได้แก่ ความหนาแน่นของพืชพรรณ ความสูง และปริมาณเศษใบไม้ หากปัจจัยทั้งสามเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความสามารถในการควบคุมการพังทลายของดินเพิ่มขึ้นด้วย แสดงให้เห็นว่าต้นไม้ใหญ่มีความสามารถในการควบคุมการพังทลายของดินได้มากกว่าไม้พุ่มและไม้คลุมดิน นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงชนิดดินและความลาดเอียงประกอบในการประเมินด้วย

- c. แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ (Wildlife Habitat) แหล่งที่อยู่อาศัยควรให้อาหาร น้ำ และที่พักแก่สัตว์ได้อย่างเพียงพอ ซึ่งพืชพรรณสามารถให้อาหารและที่พักอาศัยแก่สัตว์ได้ เป็นองค์ประกอบสำคัญในการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ สัตว์บางชนิดต้องการพืชพรรณต่างชนิดเพื่อมีชีวิตรอดที่ต่างกัน เช่น ใช้พืชพรรณชนิดหนึ่งเพื่อเป็นที่พักอาศัย อีกชนิดหนึ่งใช้เพื่อเป็นแหล่งหาอาหาร ดังนั้นการประเมินพืชพรรณและออกแบบวางแผนควรจะคำนึงถึงเรื่องเหล่านี้ด้วย
- d. บทบาทในระบบนิเวศระดับภูมิภาค (Role in The Regional Ecosystem) พืชพรรณมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศระดับภูมิภาค เช่น พืชพรรณช่วยในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยการเป็นตัวกรองสิ่งสกปรกออกจากน้ำ ต้นไม้โดยเฉพาะต้นไม้ในเขตป่านั้นมีผลกระทบต่ออุทกวิทยาในระดับภูมิภาค
- e. ความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (Succession Potential) (นงพงา สุขวนิช, 2536) การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของพืชพรรณเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เป็นการเปลี่ยนชนิดจากพืชพรรณชนิดหนึ่งเป็นอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งจะสิ้นสุดเมื่อระบบอยู่ในสถานะคงตัวเป็นพืชพรรณสุดท้ายเกิดขึ้น โดยเริ่มจากพืชเบิกนำจนถึงขั้นชุมชนสิ่งมีชีวิตสมบูรณ์ (Climax Stage) (นงพงา สุขวนิช, 2536) จึงควรจะคำนึงถึงตัวแปรนี้เพื่อให้สามารถตัดสินใจในการออกแบบวางแผนได้อย่างเหมาะสม



- f. ความเปราะบางของพืชพรรณ (Fragility) คือขีดความสามารถของพืชพรรณแต่ละชนิดในการให้บริการแก่มนุษย์ พืชบางชนิดจะมีความเปราะบางมาก จะเห็นได้จากการบริการเชิงนิเวศของพืชนั้นหมดไปแม้จะถูกใช้น้อย
4. ด้านเศรษฐกิจ (Economic Parameters) ในระดับท้องถิ่น แบ่งเป็น 2 ซ้อย่อยคือ
- ทรัพยากรชุมชน (Commodity Resources) พืชพรรณให้ผลผลิต เช่น ไม้ เนื้อไม้ ใบไม้ เมล็ดพันธุ์ และยางไม้ ซึ่งคุณค่าของผลผลิตที่ได้จากพืชพรรณจะขึ้นอยู่กับคุณภาพและความหนาแน่นของพืชชนิดนั้น
  - รายได้จากภาษี (Tax Revenues) ในหลายพื้นที่โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกาได้รายได้จากภาษีผ่านมูลค่าป่าที่คำนวณจากมูลค่าไม้ที่สามารถนำมาใช้ได้
5. ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Parameters) เป็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นหลักตั้งนั้นการประเมินพืชพรรณในด้านนี้จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงคุณค่าทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาแนวทางในการปกป้องพืชพรรณ โดยแบ่งเป็น 3 ซ้อย่อยดังนี้
- สายพันธุ์หายากและใกล้สูญพันธุ์ (Rare and Endangered Species) ซึ่งจะสามารถบ่งชี้ได้โดยนักพฤกษศาสตร์ เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการปกป้องพืชพรรณชนิดนั้นๆ เนื่องจากมีคุณค่าเป็นพันธุ์หายากและใกล้สูญพันธุ์
  - ชนิดพืชพรรณที่เป็นเอกลักษณ์ (Unique Vegetation Types) พืชพรรณบางชนิดมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เช่น เอกลักษณ์ทางองค์ประกอบพันธุกรรมที่แตกต่างจากชนิดอื่น อายุที่ยืนยาวกว่า เป็นแหล่งที่พักอาศัยสำหรับสัตว์ที่มีเอกลักษณ์ชัดเจน มีคุณค่าทางสุนทรียภาพ โดยคุณลักษณะที่ใช้ในการบ่งชี้ความเป็นเอกลักษณ์ของพืชพรรณมีดังนี้ (1) คุณค่าทางการศึกษา (2) พืชพรรณที่โดดเด่นในสภาพดั้งเดิม (3) แหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่หายากหรือใกล้สูญพันธุ์ (4) มนุษย์รบกวนน้อย

โดยนำมาใช้ในการประเมินพืชพรรณ เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการวางผังและออกแบบในพื้นที่ธรรมชาติ เพื่อจุดประสงค์ในการอนุรักษ์

- c. องค์ประกอบทางพันธุกรรม (Genetic Composition) ความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่เป็นคุณค่าที่ให้กับมนุษย์ได้ในเชิงเกษตรกรรม การป่าไม้ อาหารและยา ฯลฯ

Class	Parameter
Amenity	Visual quality Recreational potential Noise abatement Air pollution reduction Climate amelioration Historic value
Human safety	Fire potential Windthrow and breakage potential
Ecological	Indicator of environmental condition Erosion control Wildlife habitat Role in the regional ecosystem Succession potential Fragility
Economic	Commodity resources Tax revenues
Scientific	Rare and endangered species Unique vegetation types Gene composition

ตารางที่ 2 - 3 แสดง Vegetation Parameters โดย McBride (1977, p. 293)

จาก Vegetation Parameters รวมถึงการแบ่งประโยชน์ของพืชพรรณในเมือง โดย Konijnendijk et al. (2005) จะเห็นว่าลักษณะที่แตกต่างของรูปชีวิตของพืชพรรณส่งผลต่อการบริการเชิงนิเวศอย่างเห็นได้ชัด เช่น ในการบริการเชิงนิเวศบางอย่างพืชพรรณที่มีลักษณะเป็นต้นไม้ใหญ่ จะมีประสิทธิภาพดีกว่าไม้พุ่มและไม้คลุมดิน ดังนั้นหากสามารถจำแนกชนิดพืชพรรณตามรูปชีวิตที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้บริการเชิงนิเวศ แล้วจึงนำมาเปรียบเทียบจะสามารถทำความเข้าใจได้ว่าประเภทและรูปร่างทางกายภาพของพืชพรรณในเมืองมีผลต่อการบริการเชิงนิเวศอย่างไร

## 2.2. ทฤษฎีสำหรับกำหนดกรอบวิธีการดำเนินการศึกษา

จากการทบทวนทฤษฎีสำหรับกำหนดกรอบความคิดในการศึกษาทำให้ทราบว่า การจำแนกพืชพรรณในเมืองจะต้องทำโดยใช้รูปชีวิตเป็นเกณฑ์ในการจำแนก และจำแนกพืชพรรณ รวมถึงสิ่งปกคลุมดินออกมาเป็นผืนภูมิทัศน์เพื่อให้สามารถนำมาใช้เป็นตัวแปรในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างภูมิทัศน์กับบทบาทหน้าที่และการบริการเชิงนิเวศของภูมิทัศน์ โดยมีทฤษฎีที่ใช้ในการกำหนดแนวทางและวิธีการดำเนินการศึกษาดังนี้

- (1) ทฤษฎีเกี่ยวกับการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน เพื่อศึกษาแนวทางในการจำแนก และวิเคราะห์พืชพรรณในเมืองรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสม
- (2) ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้ระยะไกล เพื่อทำความเข้าใจลักษณะของข้อมูลดาวเทียมและการใช้งานข้อมูลดาวเทียม ข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัด รวมถึงขั้นตอนและวิธีการในกระบวนการการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม
- (3) ทฤษฎีเกี่ยวกับอุณหภูมิมิวิพิน เพื่อเข้าใจลักษณะของอุณหภูมิมิวิพิน ปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาพแวดล้อม และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิมิวิพินและอุณหภูมิกากาศ รวมถึงขั้นตอนและวิธีการในการวิเคราะห์เพื่อแปลข้อมูลดาวเทียมให้เป็นข้อมูลอุณหภูมิมิวิพิน

โดยแต่ละทฤษฎีที่ใช้ในการกำหนดกรอบวิธีการดำเนินการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

### 2.2.1. ทฤษฎีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Classification)

การจำแนก (Classification) คือ การลำดับหรือจัดเรียงสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้เป็นกลุ่มหรือชุดบนพื้นฐานความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้น การจำแนกสามารถอธิบายกรอบความคิดที่เป็นระบบด้วยชื่อประเภทและเกณฑ์ในการจำแนก รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างประเภทแต่ละประเภท การจำแนกจึงจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับความหมายของขอบเขตของประเภทแต่ละประเภท ซึ่งควรจะชัดเจนและแม่นยำ เช่น ขอบเขตเชิงปริมาณ โดยอยู่บนพื้นฐานของวัตถุประสงค์ในการจำแนก (Gregorio & Jansen, 2000)

การวิเคราะห์และจำแนกสิ่งปกคลุมดินและพืชพรรณในเมืองสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งมีวิวัฒนาการตามการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการจำแนกและการเก็บข้อมูล ระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินส่วนใหญ่มักจะถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกับข้อมูลภาพที่ได้จากเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล (Cadenasso et al., 2013) โดยการจำแนกสิ่งปกคลุมดินโดยใช้การรับรู้ระยะไกลนั้นเป็นการจัดกลุ่มจุดภาพ (Pixels) เพื่อแสดงถึงประเภทของ

สิ่งปกคลุมดิน ซึ่งเป็นโครงสร้างทางกายภาพของภูมิทัศน์ เช่น กลุ่มอาคาร กลุ่มต้นไม้ และพื้นลาดแข็ง แตกต่างจากการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งเป็นการอธิบายลักษณะของการเข้าครอบครอง จัดการ และการทำกิจกรรมของมนุษย์ที่เกิดขึ้นบนสิ่งปกคลุมดิน เช่น พื้นที่พักอาศัย พื้นที่อุตสาหกรรม พื้นที่พาณิชยกรรม และ การคมนาคม (Cadenasso et al., 2013; Gregorio & Jansen, 2000)

การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นมีด้วยกันอยู่หลายระบบ แต่ละระบบถูกพัฒนาให้จำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็นกลุ่ม โดยใช้หลักเกณฑ์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และความเหมาะสมในการจำแนก โดยระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินที่มีการใช้โดยแพร่หลายและเป็นต้นแบบในการนำไปพัฒนาระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายระบบ ยกตัวอย่างเช่น

ระบบการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC) ตามหลักเกณฑ์ของ Anderson, Hardy, Roach, and Witmer (1976) ซึ่งรู้จักกันโดยทั่วไปด้วยชื่อ “ระบบของยูเอสจีเอส (USGS: The United States Geological Survey)” Anderson ได้ทำการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินบนพื้นโลกออกเป็น 9 กลุ่มใหญ่ในระดับ I (Level I) ได้แก่ (1) เมืองและสิ่งก่อสร้าง (Urban or Built-up Land) (2) เกษตรกรรม (Agricultural Land) (3) ทุ่งหญ้า (Range Land) (4) ป่าไม้ (Forest) (5) แหล่งน้ำ (Water) (6) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland) (7) ที่โล่ง/ที่ว่าง (Barren Land) (8) พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยหิมะหรือน้ำแข็งถาวร (Perennial Snowfields) และ (9) พื้นที่ในเขตทุนดรา (Tundra) ซึ่งแต่ละกลุ่มในระดับ I นี้จะแบ่งเป็นกลุ่มย่อยในระดับ II (Level II) ต่อไป ยกตัวอย่างเช่น กลุ่มพื้นที่เมืองและสิ่งก่อสร้างในระดับ I จะแบ่งเป็น พื้นที่ที่อยู่อาศัย พื้นที่พาณิชยกรรม พื้นที่อุตสาหกรรม ฯลฯ ในระดับ II ดังจากเห็นได้จากตารางที่ 2-4

Level I	Level II
1 Urban or built-up land	1.1 Residential 1.2 Commercial or services 1.3 Industrial 1.4 Transportation, communications, and utilities 1.5 Industrial and commercial complexes 1.6 Mixed urban or built-up land 1.7 Other urban or built-up land
2 Agricultural land	
3 Rangeland	
4 Forest land	
5 Water	
6 Wetland	
7 Barren land	
8 Tundra	
9 Perennial snow or ice	

*Because of its relevance to the discussion, the lower level categories of urban or built-up land are shown. The break down of Level I categories 2 through 9 can be found in Anderson et al. (1976).*

ตารางที่ 2 - 4 แสดงระดับของระบบการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินตามหลักเกณฑ์ของ Anderson et al. (1976) (Cadenasso et al., 2007, p. 82)

ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและกลายเป็นระบบ “Industry Standard” (Cadenasso et al., 2013) ที่ได้รับการยอมรับและเป็นระบบพื้นฐานที่นำไปใช้พัฒนาระบบอื่นๆ เช่น ระบบขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization – FAO) หรือ Land Cover Classification System (LCCS) (Gregorio & Jansen, 2000) และ ระบบ The National Land Cover Characterization (NLCC) โดย USGS (Cadenasso et al., 2013) เป็นต้น ระบบของ Anderson นั้นรวมกลุ่มองค์ประกอบที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันเข้าไว้ด้วยกันแต่จะแสดงผลในระดับหยาบ (Coarse Scale) และพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น ระดับภูมิภาค ระดับประเทศ เป็นต้น

นอกจากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (LULC) ตามหลักเกณฑ์ของ Anderson et al. (1976) แล้วยังมีระบบอื่นๆที่น่าสนใจอีก เช่น ระบบ LU/LC-ecotope (Ellis, Li, Yang, & Cheng, 2000) ซึ่งเป็นระบบที่รวมกลุ่มองค์ประกอบที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันเข้าไว้ด้วยกันคล้ายกับระบบของ Anderson แต่แสดงผลในระดับละเอียด (Fine Scale) ในพื้นที่เมืองหรือพื้นที่พัฒนาจะแบ่งรูปแบบตามลักษณะการจัดการแล้วจึงแบ่งย่อยตามลักษณะสิ่งปกคลุมดิน ยกตัวอย่างเช่น สวนผลไม้ตามฤดูกาล (Rain-fed Orchards) และ สวนผลไม้ที่มีระบบรดน้ำต้นไม้ (Irrigated Orchards) กลุ่มต้นไม้ใหญ่ ต้นไม้ถนนและต้นไม้ในพื้นที่สาธารณะ เป็นต้น

ระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินอีกระบบหนึ่งซึ่งมีขอบเขตข้อมูลและลักษณะการจำแนกแตกต่างจาก 2 ระบบแรก คือระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินโดยการทำ

แผนที่เขตชีวชาติ (Biotope Mapping) (ราชบัณฑิตยสถาน, 2544) ซึ่งมีแรงจูงใจจากการอนุรักษ์ธรรมชาติและมีจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตหรือถิ่นอาศัยที่สนใจ เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาพื้นที่เมืองและการวางแผนภาคและเมือง (Sukopp & Weiler, 1988) ระบบนี้สามารถจำแนกในระดับใดก็ได้แต่จะมุ่งเน้นที่ลักษณะทางชีวภาพของภูมิทัศน์ (Cadenasso et al., 2013) นอกจากนี้ยังมีระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินซึ่งเน้นลักษณะกลุ่มทางสังคม โดยทำแผนที่การกระจายตัวของกลุ่มทางสังคมต่างๆ เพื่ออธิบายความหลากหลายของภูมิทัศน์ในเชิงสังคม เช่น ระบบ PRIZM (Potentially Rating Index for Zip code Markets) เป็นเทคนิคที่เกิดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการระบุความแตกต่างของกลุ่มทางสังคมผ่านพฤติกรรมการใช้จ่าย (Claritas Corporation, 1995)

PRIZM ใช้ลักษณะความหนาแน่นประชากร เงินเดือนและการศึกษา รวมถึงรูปแบบการบริโภคในการจัดกลุ่มพื้นที่ภูมิทัศน์ ลักษณะเหล่านี้จะมีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับชั้น กล่าวคือระดับหยาบที่สุดของภูมิทัศน์จะสามารถอธิบายเป็นกลุ่มพื้นที่ได้ โดยความแตกต่างของความหนาแน่นประชากร และแต่ละกลุ่มพื้นที่จะถูกแบ่งต่อเป็นพื้นที่ภูมิทัศน์ซึ่งประกอบด้วยระดับของรายได้และการศึกษาที่แตกต่างกัน สุดท้ายก็จะถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่ภูมิทัศน์ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของลักษณะการใช้ชีวิตโดยใช้รูปแบบการบริโภคเป็นเกณฑ์ (Claritas Corporation, 1995)

จากระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินทั้งหมดที่กล่าวมานั้นสามารถอธิบายความหลากหลายในระบบเมืองได้ทั้งสิ้น แต่จะมีวิธีและผลแตกต่างกันขึ้นอยู่กับคำถามในการศึกษา ซึ่งในการศึกษานี้ต้องการศึกษาและทำความเข้าใจว่าความหลากหลายของภูมิทัศน์ในระบบเมือง โครงสร้างและรูปแบบของสิ่งปกคลุมดินจะมีผลต่อบทบาทของระบบนิเวศและการบริการเชิงนิเวศอย่างไรบ้าง เพื่อที่จะทดสอบและหาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของภูมิทัศน์กับบทบาทของระบบนิเวศ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะแยกแยะทั้งสองอย่างให้ชัดเจน ซึ่งระบบที่กล่าวมาข้างต้นไม่สามารถใช้จำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินได้ตรงตามคำถามในการศึกษานี้ได้เท่าที่ควร

ระบบของ Anderson ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เนื่องจากระบบนี้รวมการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินไว้ด้วยกัน (Cadenasso et al., 2007) การใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งถูกจำแนกโดยใช้ระบบนี้ไม่สามารถนำมาใช้เป็นตัวแปรทางนิเวศวิทยาได้ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินจะรวมทั้งโครงสร้างและมุมมองของบทบาททางสังคมหรือกลไกทางเศรษฐศาสตร์ไว้ด้วย ดังนั้นการรู้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินจึงไม่สามารถอธิบายบทบาทของระบบนิเวศได้ (Cadenasso et al., 2013; Pickett, 1993) ยกตัวอย่างเช่น

ประเภท “พื้นที่ที่อยู่อาศัย” ในระบบของ Anderson หมายถึง การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่อยู่อาศัย ถึงแม้โครงสร้างของพื้นที่ที่อยู่อาศัยในระดับละเอียดจะแตกต่างกันในเชิงโครงสร้างภูมิทัศน์อย่างเห็นได้ชัดเจน ทั้งความหนาแน่นของกลุ่มอาคาร พืชพรรณ และพื้นที่ไม่ซีมน้ำ แต่ระบบของ Anderson จะจำแนกให้อยู่กลุ่มพื้นที่ที่อยู่อาศัยเหมือนกัน ดังจะเห็นได้ตามภาพที่ 2 - 2



ภาพที่ 2 - 2 แสดงลักษณะของสิ่งปกคลุมดินที่ระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินตามหลักเกณฑ์ของ Anderson et al. (1976) ซึ่งจำแนกให้อยู่ในหมวดพื้นที่พักอาศัย (Cadenasso et al., 2013, p. 120)

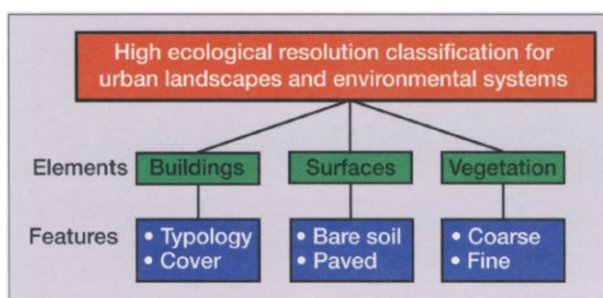
นอกจากนี้ระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินระบบอื่นๆที่กล่าวมาข้างต้น มีความไม่เหมาะสมต่อการวิจัยในครั้งนี้ เช่น ระดับการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินไม่เหมาะสม บางระบบจำแนกในระดับหยาบเกินไป เช่น ระบบของ Anderson บางระบบจำแนกในระดับละเอียดเกินไป เช่น ระบบ LU/LC-ecotope หรือ จุดมุ่งหมายและแนวทางในการจำแนกไม่สามารถตอบคำถามการศึกษาที่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิของภูมิทัศน์กับบทบาทของระบบนิเวศ

ระบบการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินที่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้คือระบบ High Ecological Resolution Classification for Urban Landscapes and Environmental Systems (HERCULES) ซึ่งเหมาะสมทั้งด้านระดับของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน และจุดมุ่งหมายในการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน

#### ระบบ High Ecological Resolution Classification for Urban Landscapes and Environmental Systems (HERCULES)

ระบบ HERCULES เป็นระบบที่ใช้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิของภูมิทัศน์กับบทบาทของระบบนิเวศ รวมถึงกระบวนการทางระบบนิเวศ โดยใช้สิ่งปกคลุมดินแทนการใช้ประโยชน์ที่ดินและแยกความหลากหลายของภูมิ

ทัศน์ออกเป็นผืนภูมิทัศน์แทนการใช้การแยกแบบจุดภาพ (Pixel-logic) เพื่อให้มีความหมายในเชิงนิเวศวิทยา ซึ่งระบบ HERCULES นี้ให้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เพิ่มมากขึ้นจากการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีคุณภาพที่ดีขึ้นและราคาไม่แพง อีกทั้งยังทำให้คุณสมบัติขององค์ประกอบเชิงนิเวศในพื้นที่ภูมิทัศน์เมืองชัดเจนขึ้นอีกด้วย



ภาพที่ 2 - 3 แสดงลำดับของโครงสร้างภูมิทัศน์เมืองสำหรับระบบ HERCULES องค์ประกอบ (Elements) และแบ่งย่อยออกเป็นลักษณะ (Features) (Cadenasso et al., 2007, p. 84)







HERCULES จะให้ความสนใจไปที่องค์ประกอบทางชีวภาพของภูมิทัศน์ และได้แบ่งประเภทของสิ่งปกคลุมดินออกเป็น 2 ระดับ คือ องค์ประกอบ และ ลักษณะ โดยองค์ประกอบจะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ อาคาร วัสดุพื้นผิว และ พืชพรรณ (Ridd, 1995 อ้างถึงใน Cadenasso et al., 2013) ซึ่งจากองค์ประกอบทั้งสามอย่างนี้กล่าวมาข้างต้นจะสามารถแบ่งย่อยได้เป็น 6 ลักษณะ (Cadenasso et al., 2007) ได้แก่

1. ต้นไม้ใหญ่
2. ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน
3. ดินเปล่า (Bare soil)
4. พื้นลาดแข็ง
5. อาคาร
6. กลุ่มอาคาร

จากนั้นจึงทำการประเมินอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินทั้ง 5 ลักษณะแรกในผืนภูมิทัศน์ที่สนใจ โดยแบ่งอัตราส่วนลักษณะสิ่งปกคลุมดินแต่ละลักษณะออกเป็น 4 ช่วงได้แก่ (0) ไม่มีสิ่งปกคลุมดินลักษณะนี้เลย (1) มีสิ่งปกคลุมลักษณะนี้ 1-10% (2) มีสิ่งปกคลุมลักษณะนี้ 11-35% (3) มีสิ่งปกคลุมลักษณะนี้ 36-75% และ (4) มีสิ่งปกคลุมลักษณะนี้ >75% จากนั้นจึงแบ่งประเภทกลุ่มอาคารเป็น 5 ประเภทได้แก่ อาคารเดี่ยวทั้งแบบเป็นแถวและเป็นคลัสเตอร์ อาคารที่มีโครงสร้างต่อกันใช้กำแพงร่วมกันหรือใช้หลังคาร่วมกัน



อาคารแบบผสม เช่น มีหลายปีก มีคอร์ทกลางอาคาร อาคารสูงตั้งแต่ 4-10 ชั้น อาคารตั้งแต่ 10 ชั้นขึ้นไป

	Coarse vegetation	Fine vegetation	Bare soil	Pavement	Building proportion	Building type
	4	1	0	1	2	S
	4	0	0	0	0	N
	1	2	0	3	2	C
	1	1	4	1	0	N
	1	1	0	3	2	M
	2	4	0	0	0	N

The proportional cover of coarse and fine vegetation, bare soil, pavement, and buildings is scored into 5 categories (0 = none; 1 = present-10%; 2 = 11-35%; 3 = 36-75%; and 4 = > 75%). Building types are identified as N = none, S = single, C = connected, or M = mixed.

ภาพที่ 2 - 4 แสดงตัวอย่างการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ระบบ HERCULES (Cadenasso et al., 2007, p. 85)

ระบบ HERCULES มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (Cadenasso et al., 2007)

1. รวมองค์ประกอบทั้งที่มนุษย์สร้างและองค์ประกอบธรรมชาติ
2. ตระหนักถึงข้อเท็จจริงว่าลักษณะของสิ่งปกคลุมดินนั้นสามารถมีความแตกต่างกันและแยกตัวโดดเดี่ยวได้
3. พิจารณาทุกรูปแบบการรวมกันขององค์ประกอบในพื้นที่ภูมิทัศน์
4. มีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น
5. ไม่ผสมรวมระหว่างโครงสร้างและบทบาทของภูมิทัศน์
6. จำแนกโดยใช้สิ่งปกคลุมดินเป็นหลัก
7. ปฏิบัติการโดยอิงเหตุผลทางผืนภูมิทัศน์แทนการอิงเหตุผลทางจุดภาพ (Pixel)

ซึ่ง Cadenasso ได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่าทั้ง 3 องค์ประกอบที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินมีผลต่อบทบาทของระบบนิเวศ การจำแนกตามระบบ HERCULES ก็จะสามารถทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิของภูมิทัศน์กับบทบาทของระบบนิเวศ ถึงแม้ระบบ HERCULES จะจำแนกเฉพาะองค์ประกอบที่กล่าวมาข้างต้น แต่เนื่องจากน้ำก็เป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางระบบนิเวศเช่นกัน นักนิเวศวิทยาด้านอุทกวิทยาเมืองจึงเริ่มให้ความสนใจที่จะจำแนกน้ำผิวดินเพิ่มเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งด้วย (Cadenasso et al., 2007) ดังนั้นในการศึกษานี้จึงประยุกต์ใช้ระบบของ HERCULES โดยเพิ่มกลุ่มของน้ำผิวดินเข้า

ไปในองค์ประกอบหลักด้วยเพื่อให้ครอบคลุมปัจจัยที่มีผลกับบทบาทของระบบนิเวศและบริการเชิงนิเวศในด้านการลดอุณหภูมิผิวพื้นให้มากที่สุด

## 2.2.2. ทฤษฎีเกี่ยวกับการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing)

จากแนวทางการจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินที่นำมาใช้ในการศึกษานั้นจะเห็นได้ว่ามีความจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ระยะไกล ดังนั้นการศึกษาทฤษฎีการรับรู้ระยะไกลจะช่วยให้สามารถเข้าใจลักษณะของข้อมูลดาวเทียม ข้อดี ข้อเสีย และข้อจำกัด รวมถึงขั้นตอนและเทคนิควิธีการในกระบวนการการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมได้ ซึ่งการรับรู้ระยะไกลนั้นคือการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ และปรากฏการณ์บนพื้นโลก จากเครื่องรับรู้ (Sensor) โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย อาศัยพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Energy) เป็นสื่อในการได้มาของข้อมูล ซึ่งมีคุณสมบัติ 3 ประการ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552) ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Spectral Characteristics)
2. ลักษณะเชิงพื้นที่ของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial Characteristics)
3. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา (Temporal Characteristics)

ทำให้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกลเป็นข้อมูลที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ศึกษาวิเคราะห์ได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งเทคนิคที่สามารถนำมาใช้เพื่อให้การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นไปได้ง่ายขึ้นคือการเน้นข้อมูลเชิงคลื่น โดยมีรายละเอียดดังนี้

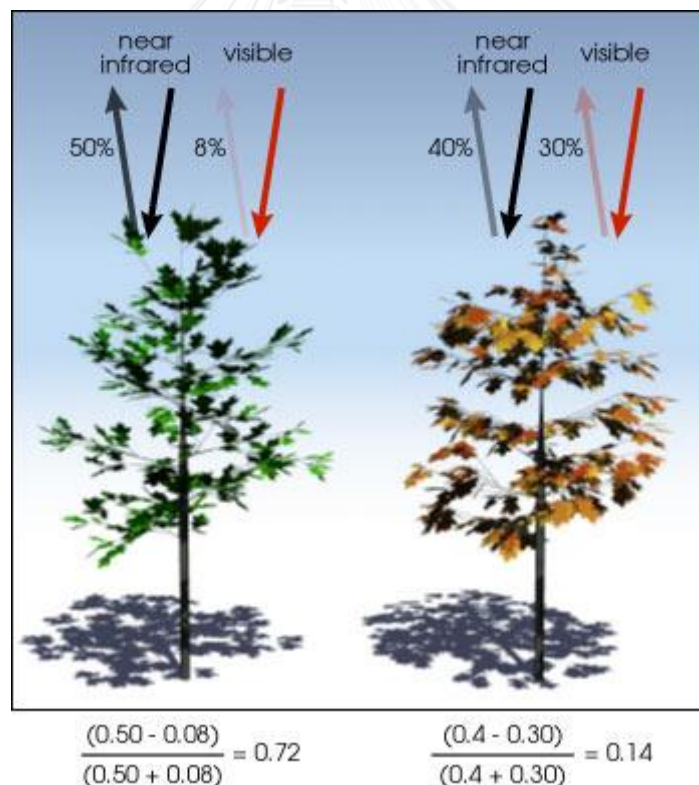
### 2.2.2.1. การเน้นข้อมูลเชิงคลื่น (Spectral Enhancement)

การเน้นข้อมูลเชิงคลื่นเข้ามามีบทบาทในการช่วยเน้นข้อมูลที่สนใจให้ชัดเจนขึ้น โดยการพิจารณาจุดภาพเดี่ยว (Individual Pixel) และไม่พิจารณาจุดภาพอื่นๆข้างเคียง (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552) ซึ่งการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่เหมาะสมกับการศึกษานี้คือวิธีการคำนวณดัชนีเชิงคลื่น (Spectral Indices) ซึ่งเป็นการคำนวณค่าความแตกต่างของค่าสะท้อนระหว่างช่วงคลื่นสองช่วงหรือมากกว่า เพื่อบ่งบอกค่าความสมบูรณ์ของข้อมูลที่สนใจ ซึ่งดัชนีพืชพรรณเป็นดัชนีที่ใช้กัน

มากที่สุด และยังมีค่าดัชนีอื่นๆที่ใช้ในการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นของสิ่งปลูกสร้าง น้ำ ลักษณะภูมิศาสตร์ พื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ เป็นต้น

#### 2.2.2.1.1. ค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI))

เป็นการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นเพื่อหาความหนาแน่นของพื้นที่พืชพรรณในผืนภูมิทัศน์จึงต้องทำการสำรวจค่าความยาวคลื่นตามองเห็นสีแดง (RED) และคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared: NIR) ซึ่งสะท้อนโดยพืชพรรณ เนื่องจากเมื่อแสงอาทิตย์กระทบวัตถุใดๆ วัตถุนั้นจะดูดกลืนและสะท้อนคลื่นออกมา ซึ่งพืชพรรณที่มีคลอโรฟิลล์จะดูดกลืนคลื่นตามองเห็นสีแดง ช่วงคลื่น 0.4-0.7  $\mu\text{m}$  เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง ในขณะที่เดียวกันโครงสร้างเซลล์ของใบจะสะท้อนคลื่นอินฟราเรดใกล้ ช่วงคลื่น 0.7-1.1  $\mu\text{m}$  (Weier & Herring, 2000)

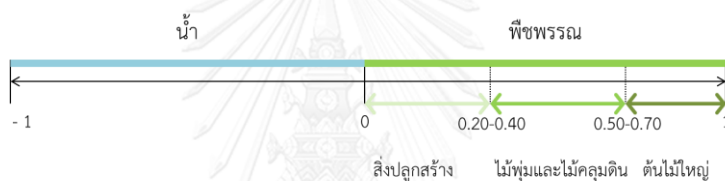


ภาพที่ 2 - 5 แสดงตัวอย่างการหา NDVI และลักษณะการดูดกลืนและสะท้อนคลื่นของลักษณะพืชพรรณที่ต่างกัน (Weier & Herring, 2000)

การหา NDVI สามารถทำได้โดยการทำสัดส่วนระหว่างช่วงคลื่น 2 ช่วงคือคลื่นอินฟราเรดใกล้และคลื่นตามองเห็นสีแดงที่ปรับให้มีลักษณะเป็นการกระจายปกติ ดังสมการต่อไปนี้

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

ผลของการคำนวณจะได้ค่าที่อยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 สามารถแปลค่าได้ว่า -1 ถึง 0 เป็นพื้นที่ที่มีสิ่งปกคลุมดินเป็นน้ำ เนื่องจากมีค่าการสะท้อนของคลื่นอินฟราเรดใกล้ต่ำกว่าคลื่นตามองเห็นสีแดง ทำให้ค่า NDVI ออกมามีค่าเป็นลบและหากค่า NDVI มีค่าใกล้ 1 จะมีความหนาแน่นของพืชพรรณมาก (Weier & Herring, 2000; สมพรสว่างวงศ์, 2552; สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552)



ภาพที่ 2 - 6 ภาพแสดงกราฟอธิบายค่า NDVI

#### 2.2.2.1.2. ค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีน้ำที่ปรับปรุงแล้ว (Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI))



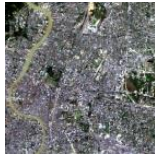


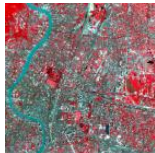
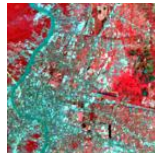
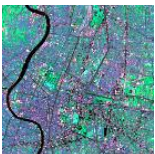
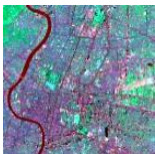
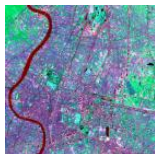
เพื่อให้การจำแนกเป็นไปได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้นจึงใช้ดัชนี MNDWI มาประกอบกับ NDVI โดยดัชนีนี้เป็นการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นของสิ่งปกคลุมดินที่เป็นผืนน้ำผิวดิน และลดคลื่นรบกวนจากสิ่งปลูกสร้าง พืชพรรณ และดิน (Xu, 2006) ซึ่ง MNDWI รายงานผลได้ดีกว่า NDWI สำหรับการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นของน้ำจากพื้นหลังที่เป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเป็นส่วนใหญ่ โดยสามารถคำนวณได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$MNDWI = \frac{Green - SWIR}{Green + SWIR}$$

ผืนน้ำผิวดินจะมีค่าเป็นบวกมากกว่า NDWI เนื่องจากน้ำดูดกลืนคลื่นอินฟราเรดสั้น (Shortwave-Infrared: SWIR) มากกว่าคลื่นอินฟราเรดใกล้ โดยบริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้างจะมีค่าเป็นลบ ดินและ

พืชพรรณจะมีค่าเป็นลบเช่นกัน เนื่องจากดินสะท้อนคลื่นอินฟราเรดสั้นมากกว่าคลื่นอินฟราเรดใกล้ ถึงแม้ว่า MNDWI จะถูกพัฒนามาเพื่อใช้กับคลื่น แบนด์ 2 และ แบนด์ 5 ของดาวเทียม LANDSAT TM แต่อย่างไรก็ตาม MNDWI สามารถประยุกต์ใช้กับข้อมูลที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณแบบ Multispectral ได้ก็ได้ โดยใช้ข้อมูลคลื่นตามองเห็นสีเขียว ช่วงคลื่น 0.5-0.6  $\mu\text{m}$  และ คลื่นอินฟราเรดสั้น ช่วงคลื่น 1.55-1.75  $\mu\text{m}$  (Xu, 2006)

นอกจากการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นโดยการคำนวณดัชนีเชิงคลื่นแล้ว ยังสามารถใช้การผสมสี (Band Combination: RGB) เพื่อเน้นข้อมูลที่ต้องการให้เด่นชัดขึ้นได้อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น หากต้องการให้ข้อมูลพืชพรรณเด่นขึ้น ให้ผสมสีภาพเป็นสีผสมเท็จ โดยใช้ Band 5 (NIR), 4 (Red), 3 (Green) ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 8 OLI เป็นต้น จะได้ภาพสีผสมเท็จที่พืชพรรณเป็นสีแดงโดยความเข้มของสีแดงจะสามารถจำแนกประเภทของพืชพรรณในพื้นที่ภูมิทัศน์ที่สนใจได้ ดังตาราง

ภาพแสดงการผสมสี	Band Combination			
	LANDSAT-8	LANDSAT-7	LANDSAT-5	LANDSAT-1
ภาพสีธรรมชาติ	4,3,2 (RED, GREEN, BLUE) 	3,2,1 (RED, GREEN, BLUE) 	3,2,1 (RED, GREEN, BLUE) 	-
ภาพสีผสมเท็จ: เน้นพืชพรรณ (Color Infrared)	5,4,3 (NIR, RED, GREEN) 	4,3,2 (NIR, RED, GREEN) 	4,3,2 (NIR, RED, GREEN) 	4,2,1 (NIR, RED, GREEN) 
ภาพสีผสมเท็จ: เน้นพื้นที่เมือง	2,5,6 (BLUE, NIR, SWIR1) 	1,4,5 (BLUE, NIR, SWIR1) 	1,4,5 (BLUE, NIR, SWIR1) 	-

ตารางที่ 2 - 5 แสดงตัวอย่างการผสมสี (Band combination) เพื่อเน้นข้อมูลที่ต้องการให้เด่นชัดขึ้น

### 2.2.3. เทคนิคในการจำแนกประเภทข้อมูล (Image Classification)

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้คอมพิวเตอร์มี 2 เทคนิคหลัก ดังนี้

#### 2.2.3.1. การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Classification)

เป็นการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดกลุ่มตามกลุ่มของช่วงคลื่นในแต่ละจุดภาพ ซึ่งปราศจากความเห็นและเงื่อนไขในการจำแนกของผู้วิเคราะห์ (GISGeography, 2016; สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552) มักจะใช้ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลอื่น หรือมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนก จึงจำแนกข้อมูลโดยการแบ่งตามคุณลักษณะการสะท้อนที่คล้ายกัน เรียกว่า เทคนิคการรวมกลุ่ม (Clustering) แบ่งเป็น 2 แบบ คือ การรวมกลุ่มแบบลำดับขั้น (Hierarchical Clustering) เป็นการจำแนกที่ผู้วิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องกำหนดจำนวนกลุ่มไว้ล่วงหน้า จากนั้นโปรแกรมจะแบ่งกลุ่มจุดภาพตามข้อมูลที่อยู่ในขอบเขตที่กำหนด และการรวมกลุ่มแบบไม่ลำดับขั้น (Non-Hierarchical Clustering) เป็นการรวมกลุ่มที่ผู้วิเคราะห์ต้องกำหนดจำนวนกลุ่มไว้ล่วงหน้า จากนั้นโปรแกรมจะทำการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มจุดภาพใหม่ ซึ่งมีวิธีดังนี้ (1) Iterative Self Organizing Data Analysis (ISODATA) และ (2) Sequential Clustering (K-mean) (สมพร สง่าวงศ์, 2552)

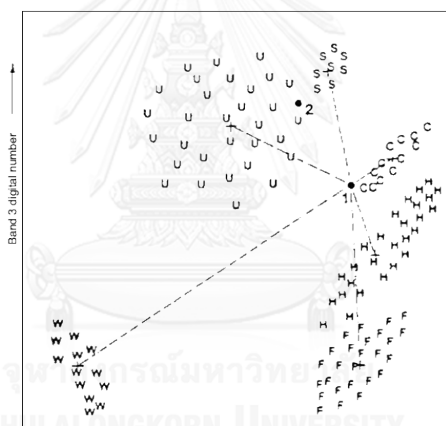
#### 2.2.3.2. การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล (Supervised Classification)

เป็นการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเงื่อนไขในการจำแนกข้อมูลนั้นถูกกำหนดขึ้นโดยผู้วิเคราะห์ หลังจากนั้นจึงใช้โปรแกรม จัดกลุ่มช่วงคลื่นตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้ตั้งไว้ (GISGeography, 2016; สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2552) สามารถทำได้โดยผู้วิเคราะห์ต้องกำหนดกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างก่อน โดยแนวทางในการคัดเลือกพื้นที่ตัวอย่างนั้น ผู้วิเคราะห์ควรได้สำรวจภาคสนามก่อนทำการเลือกพื้นที่ตัวอย่าง เพื่อให้มีข้อมูลจากพื้นที่จริงเปรียบเทียบกับภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมได้ จากนั้นจึงทำการเลือกพื้นที่ตัวอย่าง ซึ่งต้องเลือกพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนข้อมูลทั้งหมดในชั้นจำแนกนั้น ข้อมูลประเภทเดียวกันควรมีลักษณะเดียวกัน (Homogenous) พื้นที่ตัวอย่างของชั้นจำแนกควรมีจุดภาพไม่ต่ำกว่า 30 จุดภาพ

จากนั้นให้โปรแกรมคำนวณค่าสถิติของกลุ่มพื้นที่ตัวอย่างตามขั้นตอนวิธี (Algorithm) (สมพร สง่าวงศ์, 2552) ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภท ได้แก่

#### 2.2.3.2.1. การจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุดจากค่าเฉลี่ย (Minimum Distance to Means)

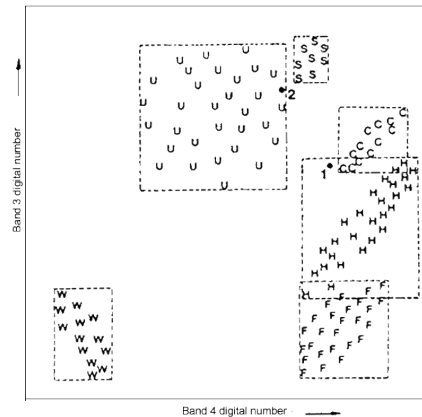
จำแนกโดยการคำนวณระยะทางที่สั้นที่สุดของ Digital Number (DN) แต่ละจุดภาพจากค่าสะท้อนแสงเฉลี่ย โดยจุดภาพที่นำมาจำแนกจะถูกจัดอยู่ในชั้นข้อมูลที่อยู่ใกล้เวกเตอร์เฉลี่ยของชั้นนั้น ถ้าจุดภาพนั้นตกอยู่ระหว่างชั้นข้อมูลโดยมีระยะเวกเตอร์เฉลี่ยไม่ต่างกัน จุดภาพนั้นจะถูกจัดเป็นจุดภาพที่ไม่สามารถจำแนกประเภทได้ (Unclassified Pixel) ข้อดีของวิธีนี้คือ ง่ายและสามารถคำนวณได้รวดเร็ว แต่มีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ทำงานไม่มีประสิทธิภาพหากข้อมูลมีความแปรปรวนสูง (สมพร สง่าวงศ์, 2552)



ภาพที่ 2 - 7 แสดงการจำแนกแบบระยะห่างต่ำสุดจากค่าเฉลี่ย (Minimum Distance to Means) (Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2007, p. 552)

#### 2.2.3.2.2. การจำแนกแบบกล่องคู่ขนาน (Parallelepiped หรือ Box)

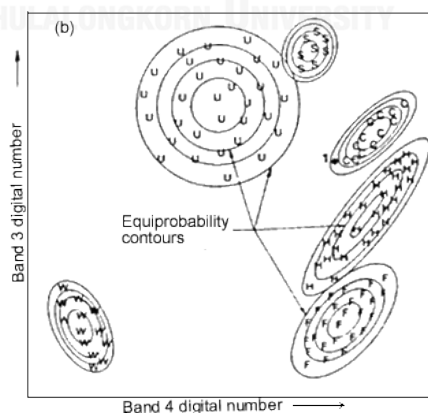
การจำแนกแบบกล่องคู่ขนานเป็นการจำแนกจุดภาพออกเป็นกลุ่มโดยกำหนดขอบเขตเป็นรูปทรงกล่องตามค่าทางสถิติ ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการจำแนกประเภทข้อมูล เนื่องจากทำได้รวดเร็ว ชัดความสามารถสูง แต่มีข้อจำกัดคือถ้าขอบเขตของกล่องซ้อนทับกันก็จะทำให้เกิดความลำบากในการตัดสินใจในการแบ่งกลุ่มจุดภาพ นอกจากนี้ยังมีความคลาดเคลื่อนสูง อาจต้องมีการแปลงข้อมูลก่อนทำการจำแนก (สมพร สง่าวงศ์, 2552)



ภาพที่ 2 - 8 แสดงการจำแนกแบบกล่องคู่ขนาน (Parallelepiped หรือ Box)  
(Lillesand et al., 2007, p. 553)

#### 2.2.3.2.3. การจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood)

การจำแนกนี้ใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เรื่องสถิติและความน่าจะเป็น โดยโปรแกรมจะคิดตามสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาความน่าจะเป็นของจุดภาพที่จะถูกจำแนกให้อยู่ชั้นข้อมูลใดชั้นข้อมูลหนึ่ง จากวิธีการจำแนกที่ใช้ค่าสถิติและความน่าจะเป็นนี้ทำให้วิธีการจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุดเป็นวิธีที่มีความถูกต้องสูงที่สุดและได้รับความนิยมมาก แต่ข้อจำกัดคือใช้เวลาในการคำนวณนานกว่าวิธีอื่น (สมพร สง่างศ์, 2552)



ภาพที่ 2 - 9 แสดงการจำแนกแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood)  
(Lillesand et al., 2007, p. 555)



โดยการศึกษานี้จะใช้ทั้ง 2 เทคนิค เริ่มจากใช้การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล เพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดินและจำแนกพืชพรรณในเมืองเบื้องต้น จากนั้นจึงลงพื้นที่สำรวจพร้อมกับการตรวจสอบผลการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล บันทึกลักษณะพื้นที่ที่ทำการสำรวจภาคสนาม แล้วจึงใช้การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแลในการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน โดยมีข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามมาช่วยในการกำหนดกลุ่มพื้นที่ตัวอย่าง เพื่อให้สามารถจำแนกได้ตรงตามวัตถุประสงค์และมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

#### 2.2.4. ทฤษฎีเกี่ยวกับอุณหภูมิผิวพื้น (Land Surface Temperature: LST)

อุณหภูมิของพื้นผิวในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งบนโลก ในเชิงข้อมูลดาวเทียมนั้นดาวเทียมจะได้รับข้อมูลจากการสะท้อนของคลื่นเมื่อตกกระทบสภาพพื้นผิวโลกจากชั้นบรรยากาศ ซึ่งพื้นผิวนั้นสามารถเป็นอะไรก็ได้ยกตัวอย่างเช่น สนามหญ้า ไม้บนต้นไม้ในป่า หลังคาอาคาร น้ำ ฯลฯ โดยอุณหภูมิผิวพื้นจะต่างจากอุณหภูมิอากาศ (Air Temperature) และไม่จำเป็นต้องมีค่าเท่ากัน แต่อุณหภูมิผิวพื้นจะมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิอากาศ (Kawashima et al., 2000; Unger et al., 2009) ปัจจัยที่ส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศคือค่าความร้อนในมวลอากาศ และค่าการปล่อยและสะท้อนรังสีความร้อนจากพื้นผิว ในหลายงานวิจัยได้ทำการศึกษาและพบว่าค่าอุณหภูมิผิวพื้นและอุณหภูมิอากาศมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงสอดคล้องกันอย่างเห็นได้ชัดในแต่ละช่วงเวลาของวัน จึงมีการพัฒนาแนวทางการวิเคราะห์และคำนวณเพื่อหาอุณหภูมิอากาศโดยใช้อุณหภูมิผิวพื้น (Cheng, Su, Kuo, Hung, & Chiang, 2008; Mostovoy, King, Reddy, Kakani, & Filippova, 2006; Schwarz et al., 2012)

นอกจากนี้อุณหภูมิผิวพื้นยังเป็นตัวชี้วัดสำคัญที่แสดงถึงกระบวนการเชิงกายภาพของพลังงานผิวพื้นที่เกิดขึ้นบนพื้นโลก ซึ่งให้ข้อมูลทั้งเชิงเวลาและเชิงปริภูมิของพื้นผิวในสถานะสมดุล อีกทั้งยังเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์ด้านอื่นๆ (Kerr et al., 2000 อ้างถึงใน Li et al., 2013) ดังนั้นอุณหภูมิผิวพื้นจึงถูกใช้อย่างแพร่หลายในการศึกษาในสาขาต่างๆ เช่น ศึกษาการระเหยและการคายน้ำของพืช การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วัฏจักรน้ำ การติดตามและตรวจสอบพืชพรรณ อุณหภูมิเมือง และการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ (Arnfield, 2003; Bastiaanssen et al., 1998; Hansen et al., 2010; Kalma et al., 2008; Kogan, 2001; Su, 2002; Voogt & Oke, 2003; Weng, 2009; Weng et al., 2004 อ้างถึงใน Li et al., 2013) ค่าของอุณหภูมิผิวพื้นขึ้นอยู่กับสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งพื้นที่เมืองที่มีความหลากหลายสูง (Strong Heterogeneity) เป็นผลให้

อุณหภูมิผิวพื้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและแตกต่างกันทั้งเชิงพื้นที่และเวลา (Prata et al., 1995; Vauclin et al., 1982 อ้างถึงใน Li et al., 2013)

ความแตกต่างและความซับซ้อนของอุณหภูมิผิวพื้นทำให้การวัดหาค่าอุณหภูมิผิวพื้นในระดับพื้นดินจึงทำได้ยากโดยเฉพาะในพื้นที่ขนาดใหญ่ เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลจึงเข้ามามีบทบาทในการช่วยให้สามารถวิเคราะห์อุณหภูมิผิวพื้นได้ โดยข้อมูลดาวเทียมเป็นข้อมูลเดียวที่สามารถศึกษาวิเคราะห์อุณหภูมิผิวพื้นได้ในทุกพื้นที่บนโลกด้วยข้อมูลที่ครอบคลุมทั้งเชิงพื้นที่และเวลา (Li et al., 2013)

ข้อมูลดาวเทียมอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared: TIR) เป็นข้อมูลดาวเทียมที่สามารถเปรียบเทียบข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นได้โดยการคำนวณผ่านสมการแปลงค่ารังสี เนื่องจากข้อมูล TIR มีข้อมูลย้อนหลังไปได้จนถึงช่วงปี ค.ศ. 1970 รวมถึงข้อดีในหลายด้าน ทำให้เป็นที่นิยมนำมาใช้ในการวิจัย (McMillin, 1975 อ้างถึงใน Li et al., 2013) เพื่อให้เข้าใจระบบต่างๆของโลกในระดับภูมิภาคได้ดีขึ้น อุณหภูมิผิวพื้นจะต้องแม่นยำ และคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 เคลวินหรือดีกว่านั้น (Kustas & Norman, 1996; Moran & Jackson, 1991; Wan & Dozier, 1996 อ้างถึงใน Li et al., 2013) แต่การคำนวณค่าอุณหภูมิผิวพื้นจากค่าการปล่อยรังสีของวัตถุผ่านข้อมูล TIR ให้มีค่าความถูกต้องตามข้างต้นค่อนข้างเป็นไปได้ยาก เนื่องจากค่ารังสีที่ดาวเทียมรับค่านั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยในระดับพื้นผิวเท่านั้น (อุณหภูมิผิวพื้นและสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Temperature and Emissivity)) แต่มีปัจจัยและผลกระทบจากชั้นบรรยากาศด้วย (Li & Becker, 1993; Ottlé & Stoll, 1993; Prata et al., 1995 อ้างถึงใน Li et al., 2013) ดังนั้นนอกจากการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงรังสี (Radiometric Correction) และ การคัดกรองเมฆ (Cloud Screening) แล้ว ต้องทำการแก้ค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Emissivity Corrections) และ แก้ค่าบรรยากาศด้วย (Atmospheric Corrections) (Li & Becker, 1993; Vidal, 1991 อ้างถึงใน Li et al., 2013)

## 2.3. ทฤษฎีสำหรับการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้

ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวางผังและวางแผนเมืองโดยคำนึงถึงองค์ประกอบทางธรรมชาติที่เป็นผลดีต่อสภาพแวดล้อมและส่งเสริมให้เกิดคุณภาพชีวิตที่ดี เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม โดยมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

### 2.3.1. ทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์ (Landscape Infrastructure)

โครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์นั้นเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางสาขาวิชา เป็นการจัดการและออกแบบสภาพแวดล้อมให้ทรัพยากรทางธรรมชาติ

สามารถไปด้วยกันได้ดีกับการพัฒนา รวมถึงการออกแบบที่คำนึงถึงสภาพสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ ตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ กล่าวคือเป็นการ วางผังและออกแบบภูมิทัศน์โดยคำนึงถึงธรรมชาติ ระบบนิเวศ และมนุษย์ ไปพร้อมกัน เนื่องจากมนุษย์อาศัยบนพื้นฐานของธรรมชาติ กำเนิดและเกิดเป็น วัฒนธรรมที่มีภูมิทัศน์หรือธรรมชาติเป็นพื้นฐาน จึงจะเห็นได้ว่าโครงสร้างพื้นฐาน ภูมิทัศน์นั้นเป็นการรวมกันของทั้งสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติและสภาพแวดล้อม ที่มนุษย์สร้างขึ้น (Hung et al., 2011) แตกต่างจากโครงสร้างพื้นฐานสีเทา (Gray Infrastructure) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เป็นโครงสร้างพื้นฐานทาง วิศวกรรม เช่น ระบบโครงข่ายถนน ระบบโครงข่ายสาธารณูปโภคและ สาธารณูปการ ไฟฟ้า น้ำประปา ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่รวมหาศูนย์กลาง (Centralized) (Hung et al., 2011) เมื่อมองในมุมมองของโครงสร้างพื้นฐานภูมิ ทัศน์สามารถเพิ่มประโยชน์อีกหลายด้านและเพิ่มศักยภาพให้กับโครงสร้างพื้นฐาน สีเทา เช่น ช่วยทำให้เมืองมีความสวยงามมากขึ้น ช่วยประหยัดน้ำและพลังงาน ช่วยฟื้นฟูระบบของธรรมชาติ ช่วยจัดการน้ำไหลนอง เป็นที่อยู่อาศัยให้กับสัตว์ใน เมือง ช่วยให้ทางเดินเท้ามีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การเดิน ช่วยขยาย สวนสาธารณะและพื้นที่เปิดโล่งในบริเวณโครงสร้างพื้นฐานเดิมของเมืองได้ เติม เต็มความต้องการของมนุษย์และทำให้มนุษย์มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น โครงสร้าง พื้นฐานภูมิทัศน์นั้นจะช่วยเปลี่ยนเมืองที่เสื่อมโทรมเป็นเมืองที่มีความยืดหยุ่นและ สามารถปรับตัวได้ (Hung et al., 2011) กล่าวได้ว่าเป็นการออกแบบระบบ โครงสร้างพื้นฐานของเมืองที่อยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจระบบของธรรมชาติ ทั้ง กระบวนการและพลวัตของธรรมชาติ รวมถึงเข้าใจระบบของมนุษย์ ทั้งความ ต้องการ สังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ ทำให้โครงสร้างภูมิทัศน์มีคุณลักษณะ ดังนี้ (Hung et al., 2011)

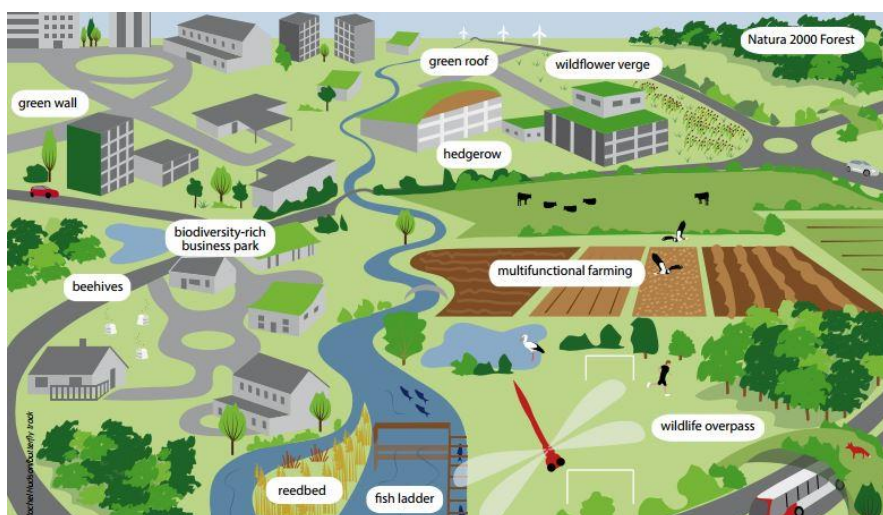
- มีประสิทธิภาพ (Performance) เนื่องจากเป็นระบบที่ไม่แยกโดดเดี่ยว มีความเชื่อมต่อเป็นโครงข่าย ทำให้มีความสามารถในการทำให้สำเร็จตาม ความต้องการได้ดี โครงสร้างพื้นฐานทางวิศวกรรมมักมีการตั้งเป้าหมายไว้ ในขณะที่ประโยชน์ของภูมิทัศน์มักจะถูกให้ค่าน้อยกว่าความเป็นจริง แต่ ในความเป็นจริงแล้วโครงสร้างภูมิทัศน์เหล่านี้ให้ประโยชน์แก่เมืองอย่าง มาก เช่น หลังคาเขียวที่ใหญ่ที่สุดของโลกในเมืองซิดนีย์ช่วยลด อุณหภูมิ ช่วยเก็บน้ำฝน และเป็นที่อาศัยของสัตว์ในเมือง

- ความเป็นองค์รวม (Aggregate) ความเป็นองค์รวมของโครงสร้างพื้นฐาน ภูมิทัศน์ทำให้ภูมิทัศน์มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาสภาพแวดล้อม เปลี่ยนผลกระทบทางลบที่เกิดขึ้นให้ดีขึ้นได้
- ความเป็นเครือข่าย (Network) โครงสร้างพื้นฐานมีลักษณะของการเป็น โครงข่ายที่เชื่อมโยงองค์ประกอบต่างๆเข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ ภูมิทัศน์แสดงศักยภาพสูงในสภาพแวดล้อมเมือง เช่น การมีเส้นทาง เชื่อมต่อสีเขียวในเมืองจะช่วยลดปริมาณน้ำไหลนอง เพิ่มพื้นที่ต้นไม้ปก คลุม ลดอุณหภูมิ และดีต่อสุขภาพกายและใจของมนุษย์อีกด้วย
- การเพิ่มขึ้นของธรรมชาติ (Increment) การส่งเสริมให้เกิดโครงสร้าง พื้นฐานภูมิทัศน์ ไม่ว่าจะในระดับเมืองหรือการใช้ในการออกแบบ โครงการขนาดเล็กหลายๆโครงการ จะช่วยเพิ่มองค์ประกอบทาง ธรรมชาติให้กับเมืองซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้เมืองมีความสามารถในการ ขยายตัวอย่างยั่งยืนได้ เช่น การออกกฎหมายเกี่ยวกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ยั่งยืนในโครงการอสังหาริมทรัพย์ หรือการมีนโยบายสนับสนุนให้ปลูกผัก ปลอดภัยแทนการทำสนามหญ้าเพื่อเพิ่มพืชพรรณในรูปชีวิตที่ให้ ประโยชน์ทางธรรมชาติมากกว่า และสามารถใช้ประโยชน์ในการเป็น อาหารได้อีกด้วย

### 2.3.2. ทฤษฎีเกี่ยวกับโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure)

โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวมีหลากหลายความหมายขึ้นอยู่กับบริบท เช่น สามารถหมายถึงกลุ่มของต้นไม้ที่ให้ประโยชน์เชิงนิเวศกับเมือง และอาจหมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการทางวิศวกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น ระบบการ จัดการน้ำไหลนอง เป็นต้น (Benedict & McMahon, 2012) สำหรับวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ให้ความหมายโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวคือโครงข่ายที่เชื่อมต่อกันของพื้นที่สี เขียว และเป็นการวางแผนโครงข่ายขององค์ประกอบทางธรรมชาติร่วมกับ องค์ประกอบอื่นๆโดยมีจุดประสงค์ในการเพิ่มศักยภาพของธรรมชาติในการส่งต่อ การบริการและผลผลิตเชิงนิเวศของธรรมชาติ เช่น น้ำและอากาศที่สะอาด เป็นต้น และปกป้องความหลากหลายทางชีวภาพทั้งในพื้นที่ชนบทและในพื้นที่เมือง โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเป็นโครงสร้างเชิงปริภูมิที่ให้ประโยชน์มากมายแก่มนุษย์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้มนุษย์มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น จากการได้อาศัยอยู่ใน สภาพแวดล้อมที่มีคุณภาพดี นอกจากนี้ยังช่วยให้มีความหลากหลายทางชีวภาพ เพิ่มขึ้นจากการเชื่อมต่อพื้นที่ธรรมชาติที่เคยถูกตัดขาดเข้าด้วยกัน ทำให้สัตว์

สามารถเดินทางไปในภูมิภาคที่กว้างขึ้น ช่วยลดความเสี่ยงที่จะได้รับผลเสียจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและภัยธรรมชาติ เช่น บรรเทาอุทกภัย ป้องกันการพังทลายของดิน หรือ เป็นแหล่งเก็บคาร์บอน เป็นต้น ที่สำคัญที่สุดคือโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวมีบทบาทหน้าที่ที่หลากหลายในพื้นที่เดียวกัน ต่างจากโครงสร้างพื้นฐานสีเทาที่ส่วนใหญ่จะมีเพียงหน้าที่เดียวในหนึ่งโครงสร้าง (Benedict & McMahon, 2012; European Commission, 2013)



ภาพที่ 2 - 10 แสดงองค์ประกอบโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (European Commission, 2013, p. 8)

## 2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามียุทธศาสตร์งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิผิวพื้น โดยผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกันและสนับสนุนแนวความคิดที่ว่าพืชพรรณในเมืองมีผลต่ออุณหภูมิ กล่าวคือบริเวณที่สิ่งปกคลุมดินเป็นพืชพรรณจะมีอุณหภูมิผิวพื้นต่ำกว่าบริเวณที่สิ่งปกคลุมดินเป็นสิ่งปลูกสร้าง โดยมีรายละเอียดของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

กนกวรรณ โกมลวีระเกตุ (2541) ศึกษาผลของสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทที่มีต่ออุณหภูมิผิวพื้นและปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองในกรุงเทพมหานคร โดยทำการคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณ (Transformed Vegetation Index) และ ค่าอุณหภูมิผิวพื้นจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิผิวพื้นกับค่าดัชนีพืชพรรณ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าค่าดัชนีพืชพรรณจะมีค่าแตกต่างกันในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน โดยบริเวณที่มีพืชปกคลุมจะมีค่าดัชนีพืชพรรณสูง แต่บริเวณที่ปกคลุมด้วยสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าจะมีค่าดัชนีพืชพรรณต่ำ โดยค่าอุณหภูมิผิวพื้นมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับค่าดัชนี

พืชพรรณ ในบริเวณที่มีค่าดัชนีพืชพรรณสูงจะมีค่าอุณหภูมิผิวพื้นต่ำ ในขณะที่บริเวณที่มีค่าดัชนีพืชพรรณต่ำจะมีค่าอุณหภูมิผิวพื้นสูง

Lormaneenopparat (2002) ศึกษาประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิอากาศของพื้นที่สวนสาธารณะขนาดใหญ่ โดยการวัดอุณหภูมิอากาศในพื้นที่จริง ได้ผลว่าบริเวณสวนสาธารณะมีอุณหภูมิอากาศต่ำกว่าพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง โดยองค์ประกอบที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำคือบริเวณที่เป็นน้ำและพืชพรรณ ซึ่งค่าอุณหภูมิอากาศจะขึ้นอยู่กับขนาดของผืนภูมิทัศน์พืชพรรณและน้ำ กล่าวคือหากขนาดผืนภูมิทัศน์พืชพรรณและน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น ค่าอุณหภูมิอากาศจะมีค่าต่ำลง

มานัส ศรีวณิช (2553) ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและปรากฏการณ์เกาะความร้อนในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จากการศึกษพบว่าค่า NDVI ต่อพื้นที่หนึ่งจุดภาพ (30x30 เมตร) จะแปรผกผันกับอุณหภูมิผิวพื้น กล่าวคือจุดภาพที่มีค่า NDVI มาก (ค่าใกล้ 1) จะมีค่าอุณหภูมิผิวพื้นต่ำ ในทางกลับกัน จุดภาพที่มีค่า NDVI ต่ำ (ค่าใกล้ 0 แต่ไม่ติดลบ) จะมีอุณหภูมิผิวพื้นสูง

Alavipanah et al. (2015) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของพืชพรรณเปรียบเทียบกับอุณหภูมิผิวพื้น โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมระบบ MODIS มาใช้ในการศึกษาในเมืองมิวนิค ประเทศเยอรมนี โดยการจำแนกสิ่งปกคลุมดินเป็นสิ่งปลูกสร้างกับพืชพรรณและแบ่งพื้นที่ตามอัตราส่วนของพืชพรรณในพื้นที่หนึ่งตารางกิโลเมตร จากการศึกษาพบว่าผืนภูมิทัศน์ที่มีอัตราส่วนพืชพรรณร้อยละ 70-80 ต่อพื้นที่หนึ่งตารางกิโลเมตรจะมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผิวพื้นได้ดีที่สุด และลักษณะผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณที่ไม่เป็นเส้น (Non-linear) มีแนวโน้มว่าจะมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผิวพื้นได้ดีกว่าผืนภูมิทัศน์พืชพรรณที่มีลักษณะเป็นเส้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่างานวิจัยหลายชิ้นสนับสนุนแนวความคิดที่ว่าพืชพรรณมีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้น โดยบริเวณที่เป็นพืชพรรณจะมีอุณหภูมิผิวพื้นต่ำกว่าบริเวณที่เป็นสิ่งปลูกสร้าง และความหนาแน่นของพืชพรรณเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผิวพื้น แต่ยังไม่พบบางงานวิจัยใดที่ศึกษาถึงลักษณะของโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิที่ต่างกันของพืชพรรณนั้นมีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นของเมืองหรือไม่ อย่างไรก็ตาม หากสามารถพบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณกับอุณหภูมิผิวพื้นได้ จะสามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจออกแบบ วางผัง และกำหนดนโยบายสำหรับลดอุณหภูมิผิวพื้นของเมืองได้อย่างเหมาะสม

## 2.5. สรุปทฤษฎีและกรอบความคิดในการวิจัย

ในการทำความเข้าใจภูมิทัศน์และจำแนกองค์ประกอบภูมิทัศน์เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของภูมิทัศน์กับบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ในเชิงนิเวศวิทยานั้น

อาศัยกรอบความคิดทางทฤษฎีด้านภูมินิเวศเพื่อทำความเข้าใจภูมิทัศน์ โดยเน้นไปที่องค์ประกอบพืชพรรณในเมืองว่ามีบริการเชิงนิเวศอย่างไร โดยเฉพาะการลดอุณหภูมิผิวพื้นของเมือง โครงสร้างและรูปแบบที่แตกต่างกันของพืชพรรณนั้นมีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นต่างกันหรือไม่ เมื่อได้กรอบความคิดในการศึกษาและวัตถุประสงค์ในการศึกษาแล้วจึงทำการค้นคว้าหาวิธีการในการศึกษาเพื่อจำแนกองค์ประกอบภูมิทัศน์ออกเป็นผืนภูมิทัศน์เพื่อให้สามารถนำมาเป็นตัวแปรทางนิเวศวิทยาเพื่อวิเคราะห์ต่อถึงบทบาทหน้าที่ขององค์ประกอบนั้น โดยใช้แนวทางการจำแนกสิ่งปกคลุมดินระบบ HERCULES ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการศึกษา เนื่องจากเป็นการจำแนกสิ่งปกคลุมดินออกเป็นผืนภูมิทัศน์รวมถึงจำแนกพืชพรรณในเมืองตามรูปชีวิตตรงตามวัตถุประสงค์ในการศึกษา ซึ่งอาศัยข้อมูลการรับรู้ระยะไกลรวมถึงขั้นตอนในการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมด้วยโปรแกรม ENVI และ ArcGIS มาใช้ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน โดยจะกล่าวถึงรายละเอียดของขั้นตอนการศึกษา ผลและการวิเคราะห์ผลการศึกษา รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบวางผังภูมิทัศน์ในบทต่อไป



### บทที่ 3 พื้นที่ศึกษา

#### ข้อมูลและเครื่องมือในการศึกษา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครซึ่งลักษณะสิ่งปกคลุมดินมีความแตกต่างหลากหลาย ทั้งพื้นที่เมืองหนาแน่น พื้นที่ชานเมือง พื้นที่เกษตรกรรมทั้งบริเวณที่เป็นนา สวนผัก และสวนผลไม้ ทำให้การเรียงตัวของพืชพรรณในเมืองจึงมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ฝืนพืชพรรณขนาดใหญ่ หรือ ฝืนพืชพรรณขนาดเล็กแทรกอยู่ในพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง จึงทำให้สามารถเลือกพื้นที่ที่มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองที่แตกต่างกันและสามารถนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับอุณหภูมิผิวพื้น เพื่อง่ายต่อการหาความสัมพันธ์ว่ารูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองแต่ละแบบส่งผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นอย่างไร โดยเลือกพื้นที่ศึกษาย่อยที่มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองที่แตกต่างกันนำมาใช้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองกับอุณหภูมิผิวพื้นต่อไป

#### 3.1. การเลือกพื้นที่ศึกษาย่อย

การเลือกพื้นที่ศึกษาย่อยจากพื้นที่กรุงเทพมหานครใช้การแปลตีความข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา ทำการเลือกพื้นที่ศึกษาย่อยออกเป็น 2 ขนาดได้แก่ ขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินและผลจากสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิดที่มีต่ออุณหภูมิผิวพื้นในภาพรวม และขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร เพื่อศึกษาลงในรายละเอียดและเปรียบเทียบรูปแบบเชิงปริภูมิกับอุณหภูมิผิวพื้น โดยกำหนดขนาดพื้นที่ศึกษาย่อยให้มีขนาดที่สอดคล้องกับความละเอียด (Resolution) ของภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ทั้ง 4 ข้อมูลที่เลือกมา กล่าวคือขนาดพื้นที่ศึกษาย่อยต้องมีขนาดลงตัวกับ 30 เมตร 60 เมตร 100 เมตร และ 120 เมตร จากนั้นเลือกพื้นที่ศึกษาย่อยที่มีโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณและสิ่งปกคลุมดินที่แตกต่างกัน ซึ่งจากการแปลตีความข้อมูลด้วยสายตาแล้วสามารถแบ่งพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรออกเป็น 5 พื้นที่ ในแต่ละพื้นที่จะมีโครงสร้างภูมิทัศน์ที่แตกต่างกัน สามารถเป็นตัวแทนลักษณะสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภทที่มีในกรุงเทพมหานครได้ กล่าวคือ

พื้นที่ศึกษาที่ 1 มีลักษณะเป็นพื้นที่ที่มีสิ่งปลูกสร้างหนาแน่นมีพื้นที่พืชพรรณแทรกเล็กน้อย

พื้นที่ศึกษาที่ 2 มีลักษณะเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทสวนผักและสวนผลไม้โดยมีพื้นที่สิ่งปลูกสร้างกระจายในพื้นที่ กล่าวคือเป็นพื้นที่ที่น่าจะมีพืชพรรณประเภทต้นไม้ใหญ่อยู่จำนวนมาก



พื้นที่ศึกษาที่ 3 มีลักษณะเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทสวนผักและสวนผลไม้โดยมีพื้นที่สิ่งปลูกสร้างกระจายในพื้นที่ กล่าวคือเป็นพื้นที่ที่น่าจะมีพืชพรรณประเภทต้นไม้ใหญ่อยู่จำนวนมากและมีพื้นที่พืชพรรณมากกว่าพื้นที่ที่ 2

พื้นที่ศึกษาที่ 4 มีลักษณะโครงสร้างภูมิทัศน์ที่แบ่งพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและพื้นที่พืชพรรณอย่างเห็นได้ชัด โดยพื้นที่พืชพรรณในพื้นที่ที่ 4 นี้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทสวนผลไม้ กล่าวคือน่าจะมีพืชพรรณประเภทต้นไม้ใหญ่อยู่จำนวนมากและอยู่ติดกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้างหนาแน่นที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนอีกด้วย

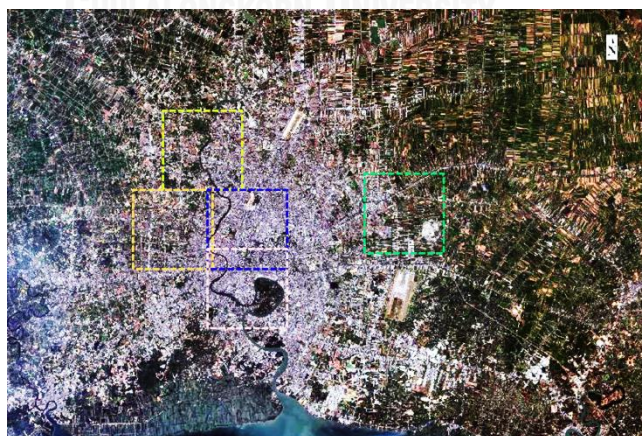
พื้นที่ศึกษาที่ 5 มีลักษณะเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทนาข้าวและมีพื้นที่สิ่งปลูกสร้างแทรกอยู่เล็กน้อย

โดยตำแหน่งของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรทั้ง 5 พื้นที่จะเห็นได้จากตารางที่ 3-1



ตารางที่ 3 - 1 แสดงภาพถ่ายดาวเทียมสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณ (Color Infrared) ของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร ทั้ง 5 พื้นที่

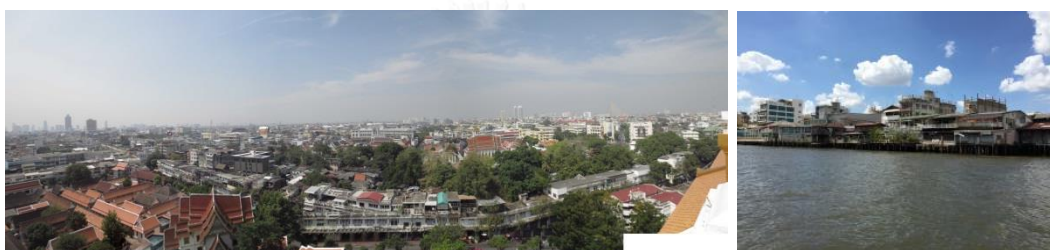
(U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey, 2017)



ภาพที่ 3 - 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร 5 พื้นที่

(U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey, 2017)

พื้นที่ศึกษาที่ 1 ครอบคลุมพื้นที่เขตพระนคร เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย เขตบางรัก เขตดุสิต เขตสัมพันธวงศ์ เขตปทุมวัน เขตพญาไท เขตจตุจักร เขตวัฒนา เขตดินแดง เขตบางซื่อ เขตบางพลัด เขตบางกรวย เขตบางกอกน้อย เขตบางกอกใหญ่ เขตดุสิต เขตห้วยขวาง เขตคลองสาน เขตคลองเตย เขตสาทร เขตธนบุรี มีลักษณะเป็นพื้นที่เมืองหนาแน่นและแทรกด้วยพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ซึ่งเป็นสวนสาธารณะ มหาวิทยาลัย พระราชวัง สวนสัตว์ สนามกีฬา พื้นที่ของการรถไฟ และที่รกร้าง กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ รวมถึงพื้นที่สีเขียวขนาดเล็กกระจายตัวในพื้นที่เขตวัฒนาซึ่งมีลักษณะเป็นบ้านพักอาศัยมีบริเวณและปลูกต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่ แต่เมื่อสังเกตและแปลตีความข้อมูลด้วยสายตาเปรียบเทียบกับพื้นที่ศึกษาอื่นพบว่ามีความโน้มที่จะมีพื้นที่สีเขียวน้อยกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น



ภาพที่ 3 - 2 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 1 ถ่ายเมื่อ 25 มกราคม 2560

	X coordinate	Y coordinate	Datum: WGS-84
Upper left	660395	1528365	
Upper right	672395	1528365	
Lower left	660395	1516365	
Lower right	672395	1516365	

ตารางที่ 3 - 2 แสดงค่าพิกัดของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 1

พื้นที่ศึกษาที่ 2 ครอบคลุมพื้นที่เขตบางกอกน้อย เขตบางกอกใหญ่ เขตตลิ่งชัน เขตทวีวัฒนา เขตภาษีเจริญ และอำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ซึ่งมีความเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทสวนผักและสวนผลไม้



ภาพที่ 3 - 3 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2559



ภาพที่ 3 - 4 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2559

ด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษาที่ 2 นั้นเป็นพื้นที่ชุมชนเมืองตั้งแต่สมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้น และมีการขยายตัวของเมืองอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้พื้นที่นี้มีลักษณะเป็นพื้นที่เมืองหนาแน่น จะเห็นได้จากภาพถ่ายดาวเทียมซึ่งเป็นสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณว่ามีพืชพรรณในพื้นที่ด้านทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษาที่ 2 อยู่น้อย โดยลักษณะของรูปแบบเชิงปริภูมิพืชพรรณในเมืองบริเวณนี้จะมีลักษณะเป็นผืนภูมิทัศน์กระจายสลับกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง



ภาพที่ 3 - 5 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณด้านทิศตะวันออก ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2559

	X coordinate	Y coordinate	Datum: WGS-84
Upper left	649425	1528365	
Upper right	661425	1528365	
Lower left	649425	1516365	
Lower right	661425	1516365	

ตารางที่ 3 - 3 แสดงค่าพิกัดของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 2

พื้นที่ศึกษาที่ 3 ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเมืองนนทบุรี และอำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี มีลักษณะโครงสร้างเชิงปริภูมิคือกลางพื้นที่ศึกษามีแม่น้ำเจ้าพระยาพาดผ่าน มีพื้นที่เกษตรขนาดใหญ่ด้านทิศตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาและบนเกาะเกร็ด ด้านทิศตะวันออกของแม่น้ำ

เจ้าพระยามีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่พักอาศัย โดยเป็นบ้านจัดสรร ซึ่งทำให้สิ่งปกคลุมดินในบริเวณนี้ประกอบไปด้วยพื้นที่พืชพรรณและสิ่งปลูกสร้างเรียงตัวสลับกันดังเห็นได้จากภาพถ่ายดาวเทียมสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณในตารางที่ 3-1



ภาพที่ 3 - 6 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 3 (Google Street View, 2017)

	X coordinate	Y coordinate	Datum: WGS-84
Upper left	653415	1540365	
Upper right	665415	1540365	
Lower left	653415	1528365	
Lower right	665415	1528365	

ตารางที่ 3 - 4 แสดงค่าพิกัดของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 3

พื้นที่ศึกษาที่ 4 ครอบคลุมพื้นที่เขตคลองสาน เขตธนบุรี เขตบางกอกใหญ่ เขตราชบุรีบูรณะ เขตทุ่งครุ เขตยานนาวา เขตบางคอแหลม เขตสาทร เขตบางรัก เขตสัมพันธวงศ์ เขตปทุมวัน เขตคลองเตย เขตวัฒนา เขตพระโขนง เขตบางนา และอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างเชิงปริภูมิของพื้นที่มีแม่น้ำเจ้าพระยาผ่านกลางพื้นที่ศึกษา และมีพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่ นั่นคือบางกระเจ้าคิดเป็นอัตราส่วนประมาณ 1 ใน 4 ของพื้นที่ศึกษาและตั้งอยู่ในตำแหน่งตรงข้ามกับพื้นที่ท่าเรือและคลังน้ำมัน รวมถึงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่พักอาศัย ซึ่งมีลักษณะสิ่งปกคลุมดินเป็นสิ่งปลูกสร้างและมีพืชพรรณเล็กน้อย



ภาพที่ 3 - 7 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 4 บริเวณบางกระเจ้า ถ่ายเมื่อ 20 มีนาคม 2560



ภาพที่ 3 - 8 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 4 บริเวณท่าเรือคลองเตย ถ่ายเมื่อ 20 มีนาคม 2560

	X coordinate	Y coordinate	Datum: WGS-84
Upper left	660395	1519670	
Upper right	672395	1519670	
Lower left	660395	1507670	
Lower right	672395	1507670	

ตารางที่ 3 - 5 แสดงค่าพิกัดของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 4

พื้นที่ศึกษาที่ 5 ครอบคลุมพื้นที่เขตคลองสามวา เขตมีนบุรี เขตคันนายาว เขตสะพานสูง เขตลาดกระบัง และเขตหนองจอก ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทนาข้าวและนาหญ้า มีกลุ่มของบ้านจัดสรรและนิคมอุตสาหกรรมกระจายอยู่ในพื้นที่



ภาพที่ 3 - 9 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 5 ถ่ายเมื่อ 13 มีนาคม 2559



ภาพที่ 3 - 10 แสดงลักษณะพื้นที่ศึกษาที่ 5 (Google Street View, 2017)

	X coordinate	Y coordinate	Datum: WGS-84
Upper left	683360	1530850	
Upper right	695360	1530850	
Lower left	683360	1518850	
Lower right	695360	1518850	

ตารางที่ 3 - 6 แสดงค่าพิกัดของพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 5

หลังจากการวิเคราะห์อัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิดในพื้นที่ศึกษาย่อยขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรแล้วจึงทำการเลือกพินภูมิทัศน์ที่มีอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินใกล้เคียงกันแต่มีลักษณะรูปแบบและโครงสร้างของพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินแตกต่างกันเพื่อเป็นพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรต่อไป โดยมีพื้นที่ศึกษาย่อยขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรทั้งหมด 8 พื้นที่ดังตารางที่ 3-7

พื้นที่ศึกษาที่ 1	พื้นที่ศึกษาที่ 2	พื้นที่ศึกษาที่ 3	พื้นที่ศึกษาที่ 4
สวนวชิรเบญจ ทัศและสวนพระ นางเจ้าสิริกิติ์	จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย และสวนลุมพินี	สุขุมวิทและสวน เบญจกิติ	ร่มเกล้า
			
พื้นที่ศึกษาที่ 5	พื้นที่ศึกษาที่ 6	พื้นที่ศึกษาที่ 7	พื้นที่ศึกษาที่ 8
นิคม อุตสาหกรรม ลาดกระบัง	ราชพฤกษ์ ตลิ่งชัน	บางกระเจ้าและ ท่าเรือคลองเตย	อ้อมนนท์ บางขวาง
			

ตารางที่ 3 - 7 แสดงพื้นที่ศึกษาย่อยขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรทั้ง 8 พื้นที่

จากตารางที่ 3-7 จะเห็นได้ว่ารูปแบบและโครงสร้างของพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินในแต่ละพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรจะมีลักษณะแตกต่างกัน แต่อัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินในแต่ละพื้นที่ศึกษาก็มีอัตราส่วนใกล้เคียงกัน โดยจะสามารถจัดกลุ่มพื้นที่ศึกษาได้เป็น 3 กลุ่มโดยจะอธิบายรายละเอียดต่อไปในบทที่ 4

### 3.2. ข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ประกอบกันเพื่อให้การจำแนกสิ่งปกคลุมดินถูกต้องมากที่สุด นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลอุณหภูมิกาศราวันย้อนหลังมาประกอบการวิเคราะห์ด้วยเช่นกัน โดยข้อมูลแต่ละข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.2.1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT เนื่องจากมีคลังข้อมูลย้อนหลังตั้งแต่ปัจจุบันถึงปีพ.ศ.2516 (ค.ศ.1973) ซึ่งจะสามารถใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งปกคลุมดินได้ อีกทั้งมีข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ตามวัตถุประสงค์ในการศึกษา นอกจากนี้ยังสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดย

ไม่มีค่าใช้จ่ายอีกด้วย โดยสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ [earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov) ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT มีความละเอียดภาพอยู่ในระดับปานกลางสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ดีในการศึกษาพื้นที่ขนาดกลางถึงใหญ่จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการศึกษาตามวัตถุประสงค์

เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้ ผู้ศึกษาจึงเลือกใช้ข้อมูลย้อนหลังกลับไปเท่าที่จะสามารถหาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมได้ โดยแต่ละข้อมูลมีระยะห่างกันประมาณ 10 ปี จากการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมพบว่าข้อมูลย้อนหลังที่ห่างกันข้อมูลละประมาณ 10 ปีนั้นจะเป็นข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมต่างดวงกัน เนื่องจากการพัฒนาเครื่องรับรู้ของดาวเทียมเป็นเหตุให้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษานี้มาจากดาวเทียม 4 ดวง คือ LANDSAT-1 LANDSAT-5 LANDSAT-7 และ LANDSAT-8 เป็นข้อมูลที่ถ่ายในวันที่ 6 มกราคม พ.ศ.2516 วันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ.2537 วันที่ 8 มกราคม พ.ศ. 2545 และ วันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2558 ตามลำดับ โดยเลือกข้อมูลให้อยู่ในเดือนเดียวกันและเป็นภาพที่ไม่มีเมฆบัง ยกเว้นข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-5 ที่เป็นเดือนตุลาคมเนื่องจากในคลังข้อมูลย้อนหลังไม่มีภาพถ่ายดาวเทียมในเดือนมกราคมนั่นเอง

ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 LANDSAT-7 และ LANDSAT-8 จะอยู่ในเส้นทางดาวเทียมเส้นที่ 129 แถวที่ 50 และ 51 และ ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-1 จะอยู่ในเส้นทางดาวเทียมเส้นที่ 138 และ 139 แถวที่ 50 และ 51 โดยมีรายละเอียดจำนวนแบนด์ ค่าความยาวคลื่นในแต่ละแบนด์ และค่าความละเอียดภาพดังตารางที่ 3-8 และ 3-9

MSS (Landsat-1)			TM (Landsat-5)		
Band Number	Wavelength (μm)	Resolution (m)	Band Number	Wavelength (μm)	Res. (m)
4 (Green)	0.5-0.6	60	1 (Blue)	0.43-0.53	30
5 (Red)	0.6-0.7	60	2 (Green)	0.52-0.60	30
6 (NIR)	0.7-0.8	60	3 (Red)	0.63-0.69	30
7 (NIR)	0.8-1.1	60	4 (NIR)	0.76-0.90	30
			5 (SWIR)	1.55-1.75	30
			6 (TIR)	10.4-12.5	120
			7 (SWIR2)	2.08-2.35	30

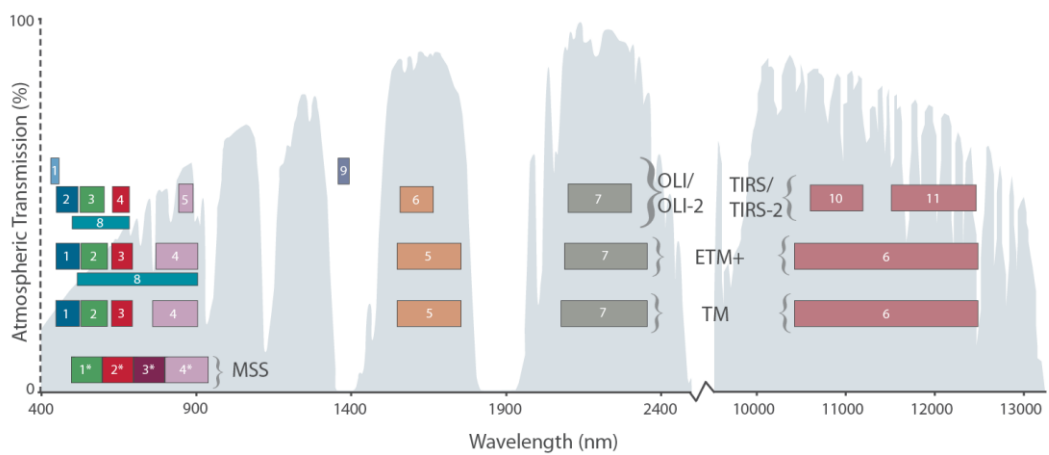
ตารางที่ 3 - 8 ตารางแสดงข้อมูลความยาวคลื่นและความละเอียดภาพของดาวเทียม Landsat-1,-5

(U.S. Geological Survey, 2016)

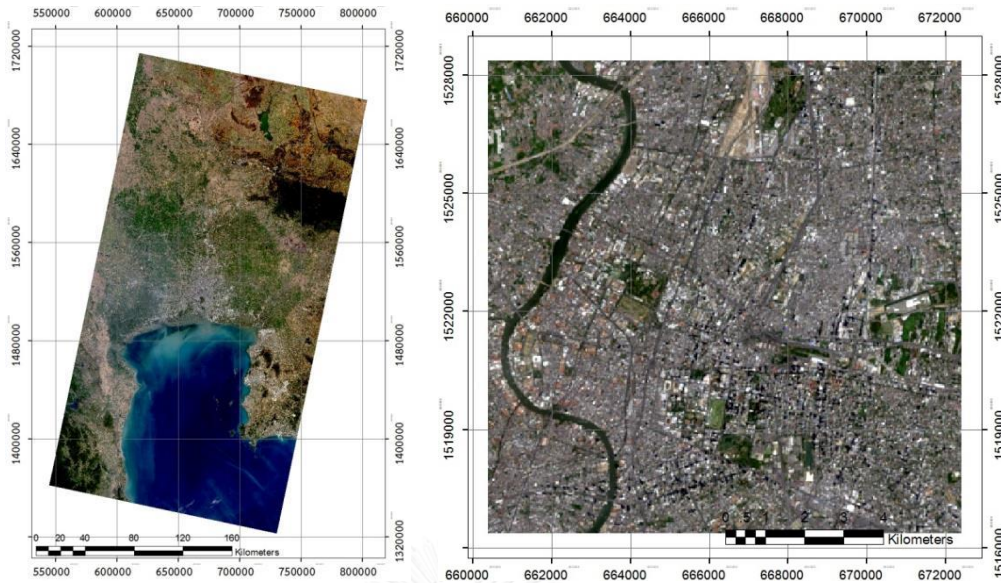


ETM+ (Landsat-7)			OLI (Landsat-8)		
1 (Blue)	0.441-0.514	30	1 (Ultra Blue)	0.433-0.453	30
2 (Green)	0.519-0.601	30	2 (Blue)	0.450-0.515	30
3 (Red)	0.631-0.692	30	3 (Green)	0.525-0.600	30
4 (NIR)	0.772-0.898	30	4 (Red)	0.630-0.680	30
5 (SWIR)	1.547-1.749	30	5 (NIR)	0.845-0.885	30
6 (TIR)	10.31-12.36	60	6 (SWIR1)	1.560-1.660	30
7 (SWIR2)	2.064-2.345	30	7 (SWIR2)	2.100-2.300	30
8 (PAN)	0.515-0.896	15	8 (PAN)	0.500-0.680	15
			9 (Cirrus)	1.360-1.390	30
			10 (TIR1)	10.6-11.2	100
			11 (TIR2)	11.5-12.5	100

ตารางที่ 3 - 9 ตารางแสดงข้อมูลความยาวคลื่นและความละเอียดภาพของดาวเทียม Landsat-7,-8  
(U.S. Geological Survey, 2016)



ภาพที่ 3 - 11 แสดงกราฟความยาวช่วงคลื่นและจำนวนแบนด์ของแต่ละข้อมูลดาวเทียม  
(U.S. Geological Survey, 2016)

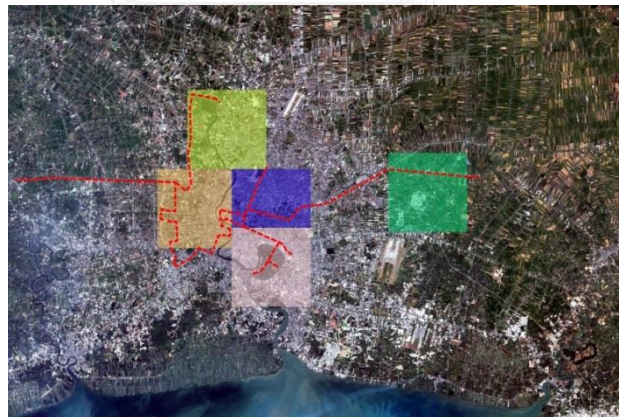


ภาพที่ 3 - 12 แสดงตัวอย่างข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-8

(U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey, 2017)

### 3.2.2. ข้อมูลการลงพื้นที่ภาคสนาม

การลงพื้นที่ภาคสนามจะลงสำรวจเฉพาะในพื้นที่ศึกษาย่อยทั้ง 2 ขนาด โดยเป็นการลงพื้นที่ภาคสนามร่วมกับการใช้ข้อมูลจาก Google Earth และ Google Street View มาประกอบเพื่อช่วยให้ประหยัดเวลาในการลงพื้นที่สำรวจ



ภาพที่ 3 - 13 แสดงเส้นทางการสำรวจภาคสนาม

(ดัดแปลงจาก U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey, 2017)



ภาพที่ 3 - 14 แสดงตัวอย่างข้อมูลภาพจากการลงพื้นที่สำรวจ ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2559



ภาพที่ 3 - 15 แสดงตัวอย่างข้อมูลภาพจากการลงพื้นที่สำรวจ ถ่ายเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2559

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนามนั้นนำมาใช้ในการประกอบการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากภาพถ่ายดาวเทียม เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียมอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ การลงพื้นที่จะสามารถช่วยให้กำหนดพื้นที่ตัวแทน (Training Area) เพื่อเป็นค่าตัวแทนในการวิเคราะห์ด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ได้ถูกต้อง เพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมดินได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น

### 3.2.3. ข้อมูลอุณหภูมิอากาศรายวันย้อนหลัง

เพื่อให้การศึกษาหาปัจจัยทางรูปแบบเชิงปริภูมิที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นสามารถวิเคราะห์ได้อย่างแม่นยำมากขึ้น จึงได้ทำการค้นคว้าหาข้อมูลอุณหภูมิอากาศรายวันย้อนหลังจากกรมอุตุนิยมวิทยาในวันเดียวกันกับข้อมูลดาวเทียมเพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ต่อไป โดยมีรายละเอียดของอุณหภูมิอากาศในพื้นที่กรุงเทพมหานครในแต่ละข้อมูลดาวเทียมดังนี้

ข้อมูลดาวเทียม	อุณหภูมิอากาศ ต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิอากาศ สูงสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิอากาศ เฉลี่ย (องศาเซลเซียส)
LANDSAT-1 วันที่ 6 มกราคม พ.ศ.2516	20.1	31.8	25.9
LANDSAT-5 วันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ.2535	18.3	29.4	23.8
LANDSAT-7 วันที่ 8 มกราคม พ.ศ.2545	21	30.7	25.8
LANDSAT-8 วันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2558	20.8	32.3	26.5

ตารางที่ 3 - 10 แสดงอุณหภูมิอากาศรายวันย้อนหลังในพื้นที่กรุงเทพมหานครในแต่ละข้อมูล

(กรมอุตุนิยมวิทยา, 2017)

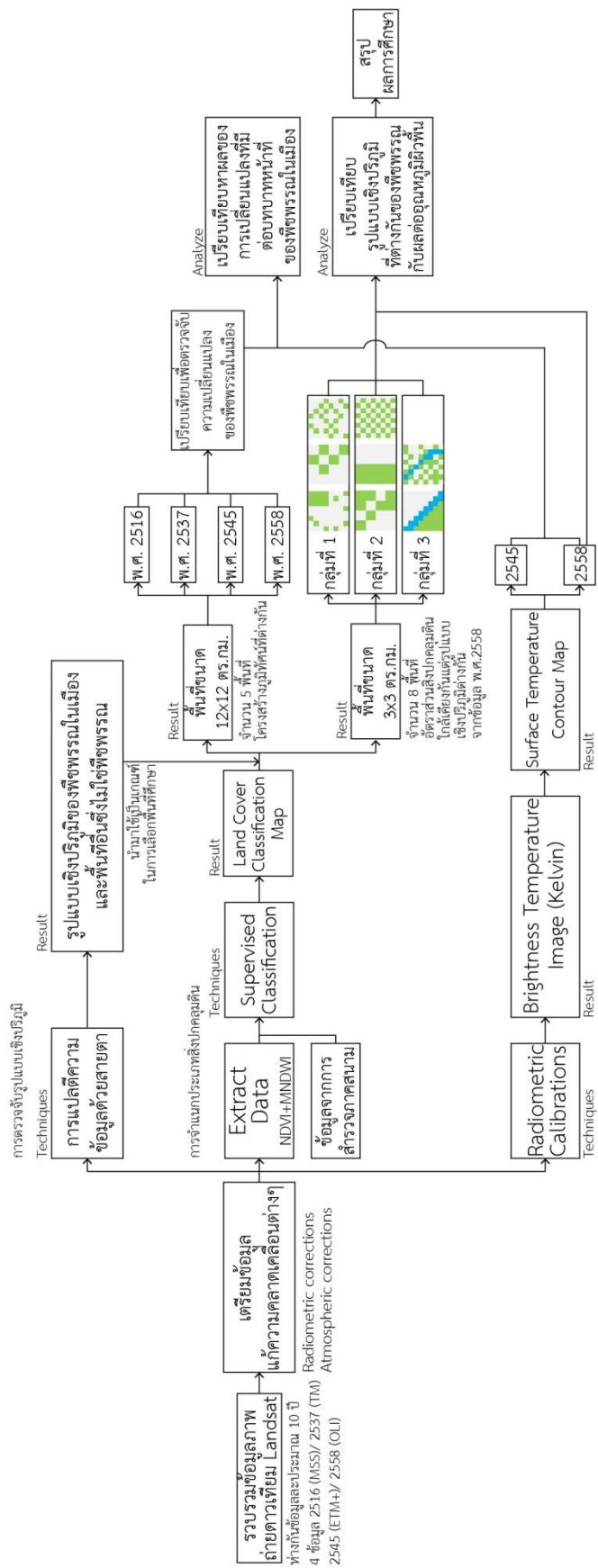
### 3.3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่นำมาใช้ในการศึกษาประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 2 โปรแกรมคือ โปรแกรม Environment for Visualizing Images หรือ ENVI (Exelis Visual Information Solutions, 2013) และโปรแกรม ArcGIS (ESRI, 2016) โดยโปรแกรม ENVI ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม ทั้งการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นและใช้ในการจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดิน เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาให้มีศักยภาพในการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมได้ดี ในโปรแกรมจะประกอบด้วยโมเดลทางคณิตศาสตร์สามารถช่วยในการคำนวณเพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคลื่น โปรแกรม ArcGIS นั้นใช้ในการสร้างข้อมูลเวกเตอร์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม แล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเวกเตอร์ได้ดี รวมถึงสามารถใช้ในการทำแผนที่เพื่อแสดงผลการศึกษาได้อีกด้วย



#### บทที่ 4 วิธีการวิจัย

การศึกษานี้ต้องการที่จะตอบคำถามที่ว่าลักษณะรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองที่แตกต่างกันจะส่งผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นแตกต่างกันอย่างไร รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์ที่เกิดขึ้นซึ่งทำให้สิ่งปกคลุมดินในกรุงเทพมหานครเปลี่ยนไปนั้นส่งผลให้บริการเชิงนิเวศของภูมิทัศน์เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร หลังจากที่ได้ค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดแนวทางในการศึกษาให้สามารถจำแนกองค์ประกอบภูมิทัศน์และวิเคราะห์บทบาทของภูมิทัศน์ จึงได้วิธีการในการดำเนินการศึกษาว่าจะต้องทำการจำแนกสิ่งปกคลุมดินให้มีลักษณะเป็นผืนภูมิทัศน์ โดยแยกองค์ประกอบภูมิทัศน์ที่เป็นพืชพรรณเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบกับอุณหภูมิผิวพื้นต่อไป จากนั้นจึงทำแผนที่อุณหภูมิผิวพื้นจากข้อมูลดาวเทียมคลื่นอินฟราเรดความร้อน (TIR) แล้วนำทั้งสองข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาความเปลี่ยนแปลงของภูมิทัศน์รวมถึงผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นจากรูปแบบเชิงปริภูมิของภูมิทัศน์ที่ต่างกัน ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการดำเนินการศึกษาตามภาพที่ 4-1 และมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนตามหัวข้อต่อไปนี้



ภาพที่ 4 - 1 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

#### 4.1. การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดิน

จากการทบทวนทฤษฎีในบทที่ 2 พบว่าการจำแนกสิ่งปกคลุมดินหรือการจำแนกองค์ประกอบภูมิทัศน์นั้นควรจะจำแนกออกมาให้อยู่ในรูปของผืนภูมิทัศน์เพื่อให้สามารถใช้เป็นตัวแปรทางนิเวศวิทยาและนำมาวิเคราะห์ในเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อหาความสัมพันธ์กับบทบาทเชิงนิเวศได้ ทำให้การจำแนกโดยใช้ระบบ HERCULES เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน โดยปรับระบบการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน HERCULES ให้จำแนกออกเป็น 3 องค์ประกอบได้แก่ (1) พืชพรรณสามารถแบ่งย่อยเป็น (1.1) ต้นไม้ใหญ่ และ (1.2) ไม้พุ่มไม้คลุมดิน (2) สิ่งปลูกสร้าง (รวมผืนดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุมหรือดินเปล่า (Bare Soil)) และ (3) น้ำ ดังตาราง

ประเภท	ประเภทสิ่งปกคลุมดิน	
ประเภทที่ 1	ต้นไม้ใหญ่	องค์ประกอบของระบบนิเวศเมือง
	ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน	
ประเภทที่ 2	น้ำ	
ประเภทที่ 3	สิ่งปลูกสร้าง (Built-up) และดินเปล่า (Bare Soil)	

ตารางที่ 4 - 1 แสดงประเภทสิ่งปกคลุมดินที่ใช้ในการศึกษา

จะเห็นได้ว่าเป็นการจำแนกที่เน้นไปที่องค์ประกอบภูมิทัศน์ที่เป็นพืชพรรณ นั้นเพราะวัตถุประสงค์ในการศึกษาต้องการจะศึกษาบทบาทเชิงนิเวศของพืชพรรณที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นนั่นเอง นอกจากนี้ยังเพิ่มสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำเข้ามาเนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าผืนน้ำสามารถลดอุณหภูมิผิวพื้นได้เช่นกัน และทั้ง 2 องค์ประกอบนี้ยังเป็นองค์ประกอบที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบนิเวศเมืองอีกด้วย

ก่อนจะทำการจำแนกสิ่งปกคลุมดินโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT นั้นจะต้องทำการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงรังสี (Radiometric Correction) ก่อน โดยใช้เครื่องมือ Radiometric Correction – Dark Subtraction ในโปรแกรม ENVI จากนั้นจึงทำการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นโดยการคำนวณหาค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) จากความยาวคลื่นตามมองเห็นสีแดง (RED) และคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared: NIR) คำนวณด้วยสูตร

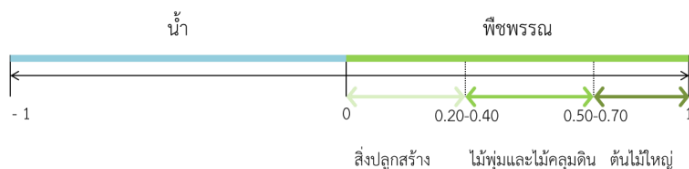
$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$

เมื่อ NDVI = ค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีพืชพรรณ

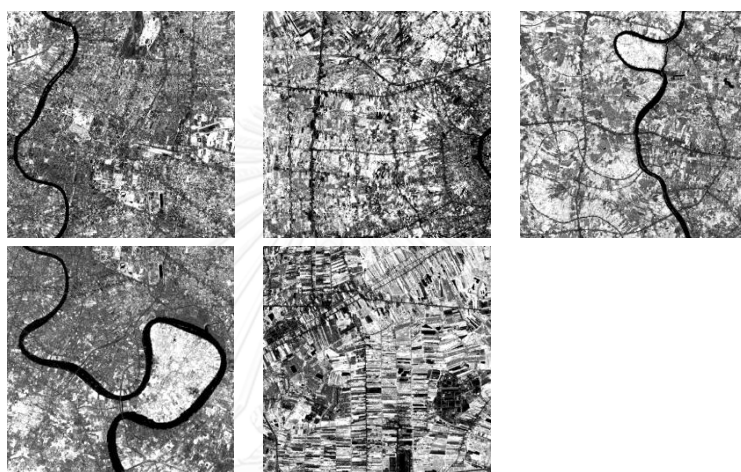
NIR = คลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared: NIR)

RED = คลื่นตามมองเห็นสีแดง (RED)

เพื่อให้สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ได้ง่ายขึ้น เมื่อคำนวณแล้วจะได้ค่าระหว่าง -1 ถึง 1 สามารถแปลค่าได้ว่า -1 ถึง 0 เป็นพื้นที่ที่มีสิ่งปกคลุมดินเป็นน้ำ เนื่องจากมีค่าการสะท้อนของคลื่นอินฟราเรดใกล้ต่ำกว่าคลื่นตามองเห็นสีแดง ทำให้ค่า NDVI ออกมามีค่าเป็นลบและค่า NDVI หากยังมีค่าใกล้ 1 จะมีความหนาแน่นของพืชพรรณมาก



ภาพที่ 4 - 2 ภาพแสดงกราฟอธิบายค่า NDVI



ภาพที่ 4 - 3 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรที่ผ่านการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นด้วยวิธี NDVI

ซึ่งอาจเกิดความคลาดเคลื่อนของค่า NDVI ในการจำแนกสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำและสิ่งปลูกสร้างได้ โดยเฉพาะในกลุ่มข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-7, -5, และ -1 ด้วยข้อจำกัดของข้อมูลเชิงคลื่นบางประการ จึงทำการคำนวณค่า Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) ซึ่งเป็นค่าดัชนีที่เน้นข้อมูลเชิงคลื่นของสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำให้เด่นชัดขึ้น โดยสามารถคำนวณได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$MNDWI = \frac{Green - SWIR}{Green + SWIR}$$

เมื่อ MNDWI = ค่าความแตกต่างทั่วไปของน้ำ

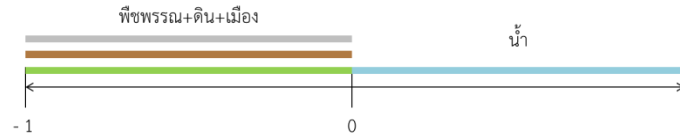
Green = คลื่นตามองเห็นสีเขียว (Green) ช่วงคลื่น 0.5-0.6  $\mu\text{m}$

SWIR = คลื่นอินฟราเรดสั้น (Shortwave-Infrared: SWIR) ช่วงคลื่น 1.55-1.75  $\mu\text{m}$

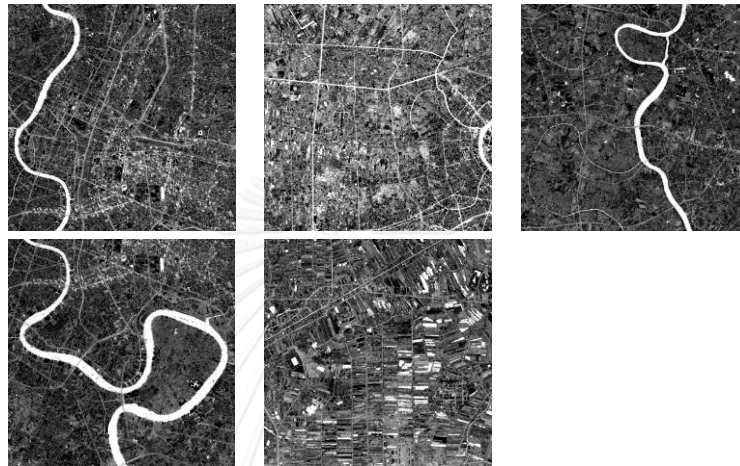
ผิวน้ำผิวดินจะมีค่าเป็นบวก ส่วนพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ดิน และพืชพรรณจะมีค่าเป็นลบ เนื่องจากดินสะท้อนคลื่นอินฟราเรดสั้นมากกว่าคลื่นอินฟราเรดใกล้ ถึงแม้ว่า MNDWI จะถูก



พัฒนามาเพื่อใช้กับคลื่นแบนด์ 2 และ แบนด์ 5 ของดาวเทียม LANDSAT TM แต่สามารถประยุกต์ใช้กับข้อมูลที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณแบบ multispectral ได้ก็ได้ โดยใช้ข้อมูลคลื่นตามองเห็นสีเขียว ช่วงคลื่น 0.5-0.6  $\mu\text{m}$  และ คลื่นอินฟราเรดสั้น ช่วงคลื่น 1.55-1.75  $\mu\text{m}$




ภาพที่ 4 - 4 ภาพแสดงกราฟอธิบายค่า NDVI



ภาพที่ 4 - 5 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรที่ผ่านการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นด้วยวิธี MNDWI

หลังจากที่ทำการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นแล้วจึงดำเนินการการจำแนกโดยใช้โปรแกรม ENVI จำแนกโดยใช้เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล (Supervised classification) ซึ่งต้องกำหนดกลุ่มพื้นที่ตัวแทนก่อน โดยแนวทางในการคัดเลือกพื้นที่ตัวแทน นั้น ได้จากการสำรวจภาคสนามก่อนทำการเลือกพื้นที่ตัวแทน เพื่อให้มีข้อมูลจากพื้นที่จริง เปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียมได้ จากนั้นจึงทำการเลือกพื้นที่ตัวแทน และให้โปรแกรมคำนวณค่าสถิติของกลุ่มพื้นที่ตัวแทนตาม Algorithm และแปลงแผนที่ข้อมูล Raster ให้เป็นข้อมูล Vector เพื่อนำไปทำการคำนวณหาอัตราส่วนของประเภทสิ่งปกคลุมดินแต่ละประเภท แล้วนำมาใช้ในการเปรียบเทียบหาความเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภูมิทัศน์ต่อไป ได้ผลการศึกษา ดังตารางที่ 4-2

พื้นที่ศึกษาที่ 1	พื้นที่ศึกษาที่ 2	พื้นที่ศึกษาที่ 3
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 7.65 ของพื้นที่</li> <li>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 39.18 ของพื้นที่</li> <li>■ น้ำ เป็นร้อยละ 1.87 ของพื้นที่</li> <li>□ สิ่งปลูกสร้าง เป็นร้อยละ 51.3 ของพื้นที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 9.67 ของพื้นที่</li> <li>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 44.20 ของพื้นที่</li> <li>■ น้ำ เป็นร้อยละ 0.46 ของพื้นที่</li> <li>□ สิ่งปลูกสร้าง เป็นร้อยละ 45.67 ของพื้นที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 26.58 ของพื้นที่</li> <li>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 42.95 ของพื้นที่</li> <li>■ น้ำ เป็นร้อยละ 2.07 ของพื้นที่</li> <li>□ สิ่งปลูกสร้าง เป็นร้อยละ 28.41 ของพื้นที่</li> </ul>
พื้นที่ศึกษาที่ 4	พื้นที่ศึกษาที่ 5	
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 17.05 ของพื้นที่</li> <li>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 32.94 ของพื้นที่</li> <li>■ น้ำ เป็นร้อยละ 7.37 ของพื้นที่</li> <li>□ สิ่งปลูกสร้าง เป็นร้อยละ 42.65 ของพื้นที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 17.98 ของพื้นที่</li> <li>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 61.74 ของพื้นที่</li> <li>■ น้ำ เป็นร้อยละ 0.30 ของพื้นที่</li> <li>□ สิ่งปลูกสร้าง เป็นร้อยละ 20.07 ของพื้นที่</li> </ul>	

ตารางที่ 4 - 2 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูล LANDSAT-8 วันที่ 20 มกราคม 2558

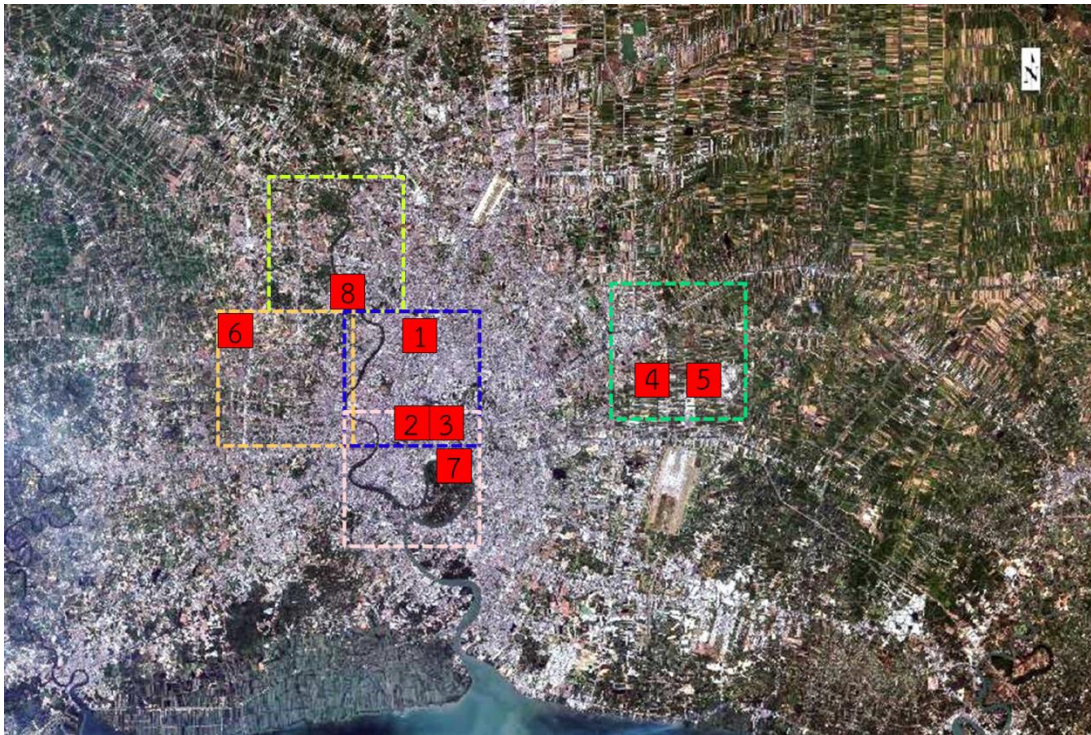
#### 4.2. การเลือกพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรและระบุรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมือง

หลังจากได้ผลเป็นแผนที่การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินแล้ว ทำให้สามารถเลือกพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรได้ง่ายขึ้น โดยอาศัยแผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมดินควบคู่กับการแปลตีความข้อมูลด้วยสายตาเลือกพื้นที่ที่มีอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินใกล้เคียงกันแต่มีลักษณะรูปแบบและโครงสร้างของพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินที่แตกต่างกัน



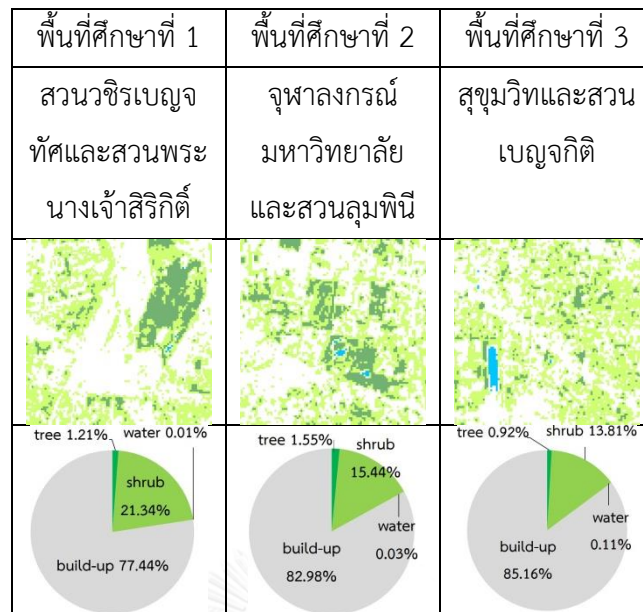
ภาพที่ 4 - 6 แสดงตัวอย่างลักษณะพื้นที่ศึกษาที่มีอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินใกล้เคียงกันแต่รูปแบบเชิงปริภูมิต่างกัน

ได้เป็นพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรจำนวน 8 พื้นที่ดังภาพที่ 4-7 และรายละเอียดตามตารางที่ 4-3 ตารางที่ 4-4 และ ตารางที่ 4-5

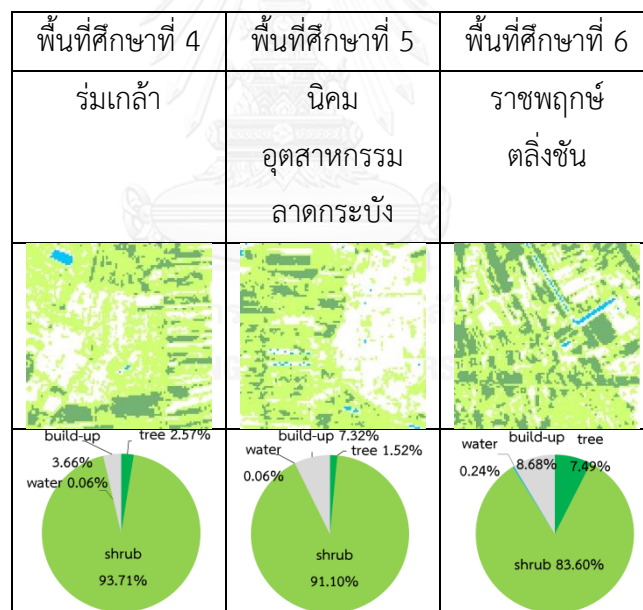


ภาพที่ 4 - 7 แสดงพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรทั้ง 8 พื้นที่

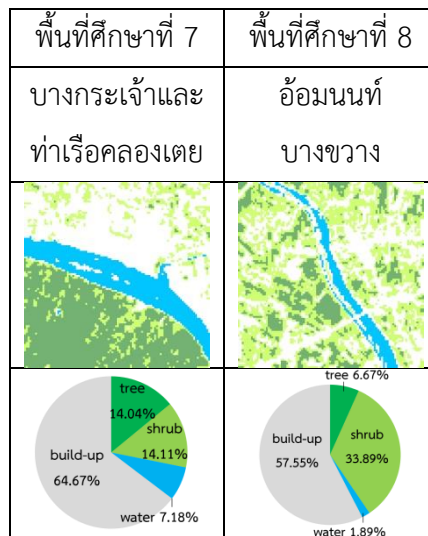
(ดัดแปลงจาก U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey, 2017)



ตารางที่ 4 - 3 แสดงแผนที่การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร จากข้อมูล LANDSAT-8 วันที่ 20 มกราคม 2558



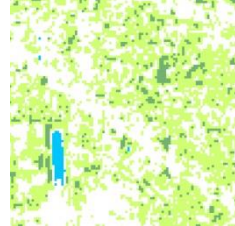
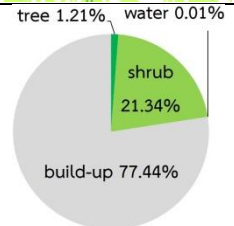
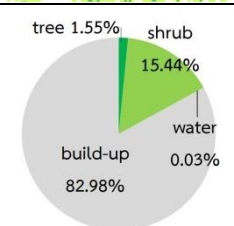
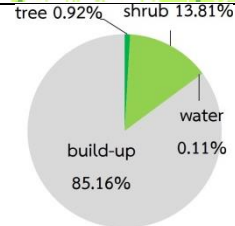
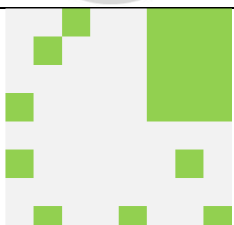
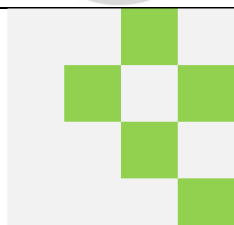
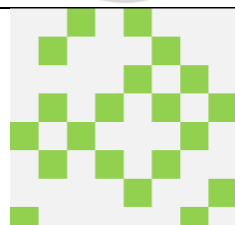


ตารางที่ 4 - 4 แสดงแผนที่การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร จากข้อมูล LANDSAT-8 วันที่ 20 มกราคม 2558

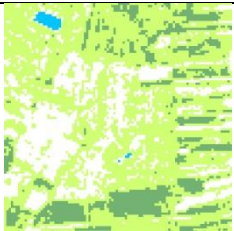
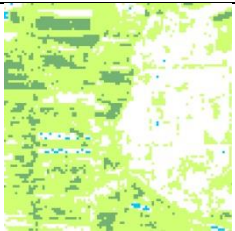
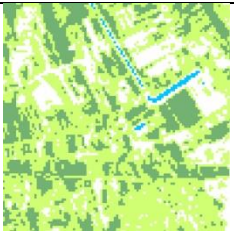
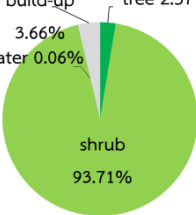
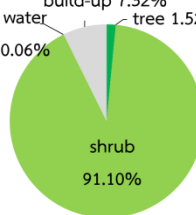
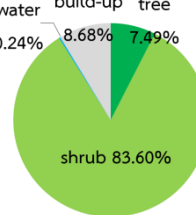


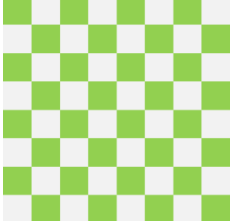


ตารางที่ 4 - 5 แสดงแผนที่การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร จากข้อมูล LANDSAT-8 วันที่ 20 มกราคม 2558


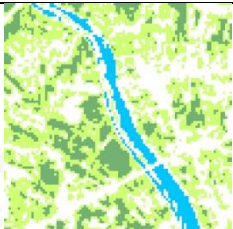
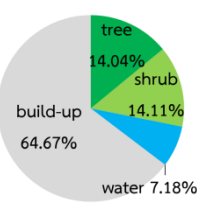
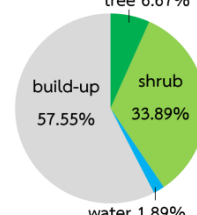


จากตารางที่ 4-3 4-4 และ 4-5 จะเห็นได้ว่าจะสามารถจัดกลุ่มพื้นที่ศึกษาโดยเป็นพื้นที่ที่มีอัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินใกล้เคียงกันแต่จะมีรูปแบบเชิงปริภูมิแตกต่างกัน ออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ พื้นที่ศึกษาที่ 1 พื้นที่ศึกษาที่ 2 และพื้นที่ศึกษาที่ 3 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ พื้นที่ศึกษาที่ 4 พื้นที่ศึกษาที่ 5 และพื้นที่ศึกษาที่ 6 กลุ่มที่ 3 ได้แก่ พื้นที่ศึกษาที่ 7 และ พื้นที่ศึกษาที่ 8 โดยลักษณะของสิ่งปกคลุมดินที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่สามารถถอดเป็นรูปแบบได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1	พื้นที่ศึกษาที่ 1	พื้นที่ศึกษาที่ 2	พื้นที่ศึกษาที่ 3
แผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน			
อัตราส่วนสิ่งปกคลุมดิน			
รูปแบบเชิงปริภูมิ			

ตารางที่ 4 - 6 แสดงแผนที่และอัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินรูปแบบเชิงปริภูมิของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 2	พื้นที่ศึกษาที่ 4	พื้นที่ศึกษาที่ 5	พื้นที่ศึกษาที่ 6
แผนที่การจำแนก สิ่งปกคลุมดิน			
อัตราส่วน สิ่งปกคลุมดิน	 <p>build-up 3.66% tree 2.57% water 0.06% shrub 93.71%</p>	 <p>build-up 7.32% tree 1.52% water 0.06% shrub 91.10%</p>	 <p>water 0.24% build-up 8.68% tree 7.49% shrub 83.60%</p>
รูปแบบเชิงปริภูมิ			

ตารางที่ 4 - 7 แสดงแผนที่และอัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินรูปแบบเชิงปริภูมิของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 3	พื้นที่ศึกษาที่ 7	พื้นที่ศึกษาที่ 8
แผนที่การจำแนก สิ่งปกคลุมดิน		
อัตราส่วน สิ่งปกคลุมดิน	 <p>tree 14.04% shrub 14.11% water 7.18% build-up 64.67%</p>	 <p>tree 6.67% shrub 33.89% water 1.89% build-up 57.55%</p>
รูปแบบเชิงปริภูมิ		

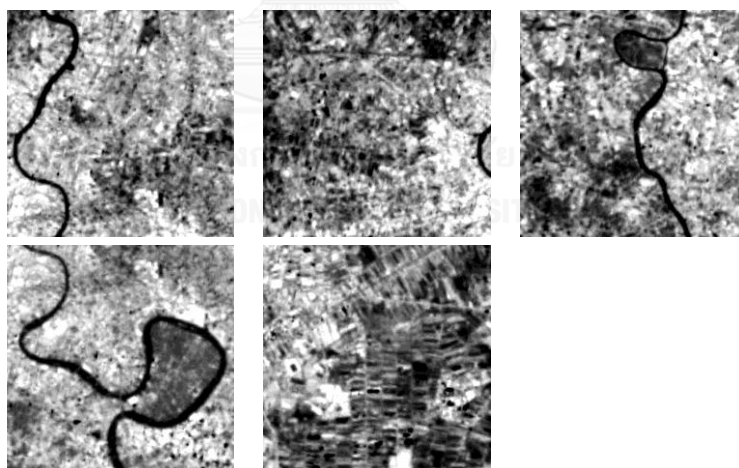
ตารางที่ 4 - 8 แสดงแผนที่และอัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินรูปแบบเชิงปริภูมิของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 3

### 4.3. การทำแผนที่อุณหภูมิผิวพื้นของเมือง

วิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นของเมืองบริเวณกรุงเทพมหานครจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมคลื่นอินฟราเรดความร้อน (TIR) โดยคำนวณเพื่อแปลง Digital Number เป็นค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิ (Brightness Temperature) โดยจะมีค่าเป็นอุณหภูมิเคลวิน จากนั้นจึงนำมาสร้างเป็นเส้นชั้นอุณหภูมิ (Temperature Contour) เป็นแผนที่อุณหภูมิผิวพื้น ซึ่งมีขั้นตอนรายละเอียดดังนี้

#### 4.3.1. การแปลงค่า Digital Number (DN) เป็นค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิ (Brightness Temperature)

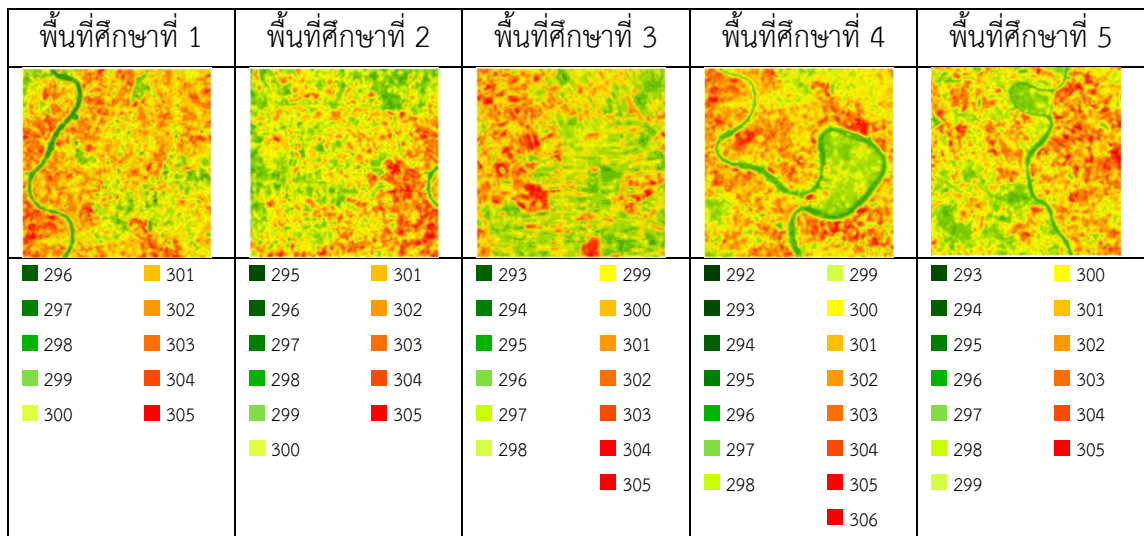
จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมคลื่นอินฟราเรดความร้อน (TIR) นั้นจะต้องนำมาแปลงค่า DN ให้เป็นค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิก่อนจึงจะสามารถนำมาทำแผนที่อุณหภูมิผิวพื้นได้ โดยต้องเริ่มจากการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงรังสีก่อน โดยใช้เครื่องมือ Radiometric Correction – Thermal Atmospheric Correction ในโปรแกรม ENVI จากนั้นจึงทำการแปลงค่า DN เป็นค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิโดยใช้เครื่องมือ Radiometric Correction – Radiometric Calibration ในโปรแกรม ENVI โดยปรับให้เครื่องมือคำนวณค่า DN เป็นค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิแทนค่าการแผ่รังสี (Radiance)



ภาพที่ 4 - 8 แสดงภาพถ่ายดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรที่ผ่านการคำนวณเพื่อแปลง Digital Number เป็นค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิ

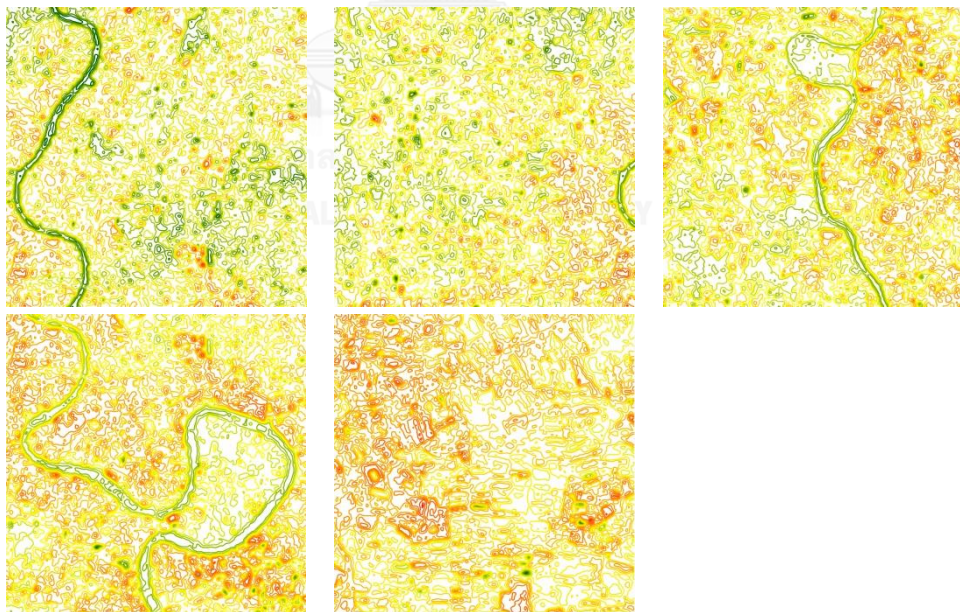
#### 4.3.2. การทำแผนที่อุณหภูมิผิวพื้น

หลังจากการแปลงข้อมูล DN เป็นค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิแล้วจึงทำการปรับสัญลักษณ์สีแผนที่อุณหภูมิผิวพื้นให้สามารถอ่านสัญลักษณ์ออกได้ง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์ร่วมกับแผนที่การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดิน



ตารางที่ 4 - 9 แสดงแผนที่ค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิจากข้อมูล Raster ในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร ที่ผ่านการปรับสัญลักษณ์สีแผนที่อุณหภูมิจากพื้นที่

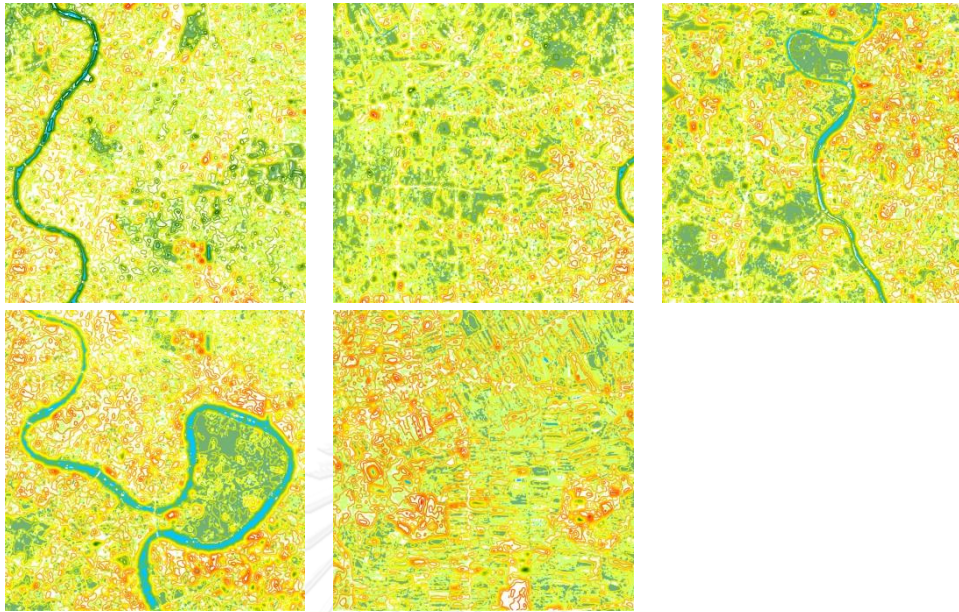
จากนั้นจึงดำเนินการสร้างเส้นชั้นอุณหภูมิจากข้อมูล Raster ของค่าความส่องสว่างของอุณหภูมิจากค่าเป็นเคลวินโดยใช้เครื่องมือ Spatial Analyst Tools – Surface – Contour เพื่อสร้างเป็นเส้นชั้นอุณหภูมิจากพื้นที่ โดยกำหนดให้ช่วงอุณหภูมิจากพื้นที่ห่างกันเส้นละ 1 เคลวิน ได้ผลดังภาพที่ 4-9



ภาพที่ 4 - 9 แสดงแผนที่เส้นชั้นอุณหภูมิจากพื้นที่ในพื้นทีศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร



หลังจากทำเส้นชั้นอุณหภูมิมิผิวพื้นแล้วนำมาทำแผนที่การซ้อนทับข้อมูลระหว่างชั้นข้อมูลการจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินและข้อมูลเส้นชั้นอุณหภูมิมิผิวพื้น เพื่อให้สามารถทำการวิเคราะห์ได้ง่ายยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4 - 10 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลระหว่างชั้นข้อมูลการจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินและข้อมูลเส้นชั้นอุณหภูมิมิผิวพื้นในพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร

## บทที่ 5

### ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

จากผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและผลของอุณหภูมิมิวพื้น และการนำผลทั้งสองส่วนมา ซ้อนทับข้อมูลตามขั้นตอนวิธีการศึกษาในบทที่ 4 ทำให้สามารถทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบและตอบ คำถามการศึกษาที่ตั้งไว้ได้ทั้ง 2 ข้อ กล่าวคือ

1. พืชพรรณในเมืองของกรุงเทพมหานคร สามารถจำแนกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง และมีการเปลี่ยนแปลงจากอดีตถึงปัจจุบันอย่างไร

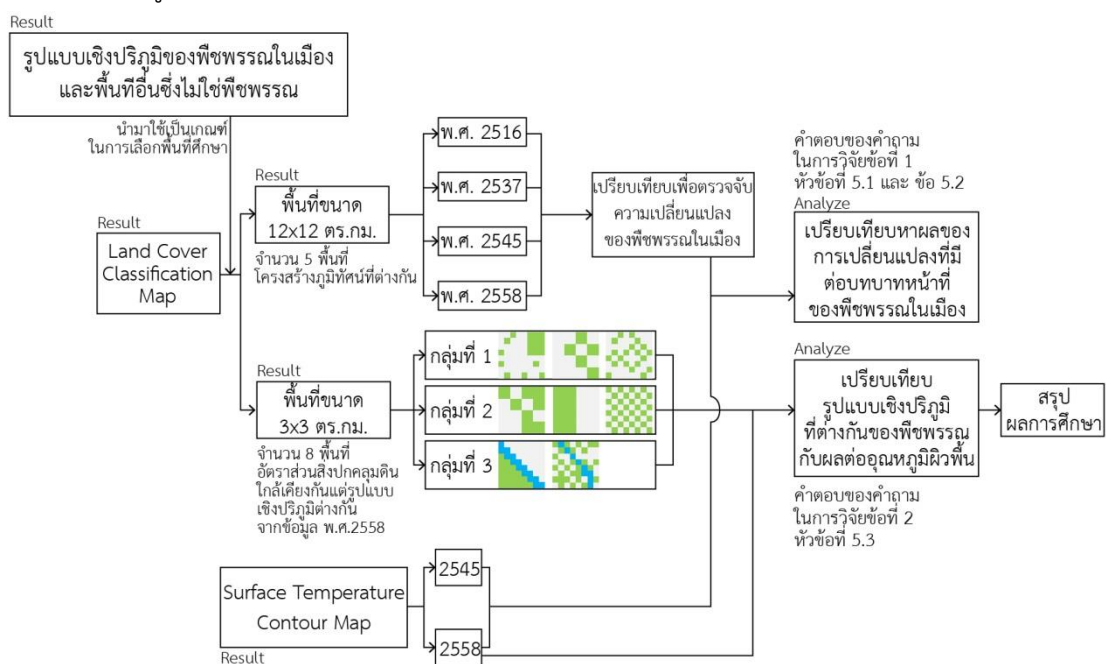
ผลการศึกษาสามารถตอบคำถามข้อที่ 1 ได้ดังนี้ พืชพรรณในเมืองของกรุงเทพมหานครนั้น สามารถแบ่งประเภทโดยใช้รูปชีวิตเป็นเกณฑ์ในการจำแนกได้ 2 ประเภทคือ ต้นไม้ และ ไม้พุ่ม ไม้คลุมดิน ซึ่งเป็นการจำแนกเพื่อให้สามารถนำมาใช้เป็นตัวแปรเชิงนิเวศและสามารถนำไป วิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของพืชพรรณกับบทบาทหน้าที่ของพืชพรรณได้ โดยจะจำแนกสิ่งปกคลุมดินอื่นๆ ที่ไม่ใช่พืชพรรณออกเป็น 2 ประเภทคือ น้ำ และ สิ่งปลูกสร้าง และดินเปล่า

นอกจากนี้การศึกษาเปรียบเทียบอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินและแผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 4 ข้อมูล ซึ่งแต่ละข้อมูลถูกบันทึกในวันที่ห่างกันประมาณ 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2516 พ.ศ.2537 พ.ศ.2545 และ พ.ศ.2558 ตามลำดับนั้นมึผลการศึกษาค่อนข้างไปในทิศทางเดียวกันในทุกพื้นที่ศึกษา กล่าวคือปริมาณพืชพรรณในเมืองจากปี 2516 ถึงปี 2545 จะมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในพื้นที่เมืองหนาแน่น ส่วนในปี 2558 นั้นจะมี ปริมาณพืชพรรณในเมืองเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากปี 2545 โดยจะเพิ่มขึ้นในพื้นที่เมืองหนาแน่น ส่วน ในบริเวณพื้นที่เกษตรนั้นมีปริมาณพืชพรรณลดน้อยลงจากปี 2545 โดยสันนิษฐานว่าการเพิ่มขึ้น ของพืชพรรณในบริเวณพื้นที่เมืองหนาแน่นนั้นน่าจะเป็นผลจากการบังคับใช้กฎหมาย เช่น กฎกระทรวงเพื่อบังคับใช้ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2549 เป็นต้น สามารถดู รายละเอียดผลการวิเคราะห์ได้ที่หัวข้อ 5.1 และ 5.2

2. โครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิมิวพื้นของเมือง ในพื้นที่กรุงเทพมหานครอย่างไร

การศึกษาเพื่อตอบคำถามนี้ใช้พื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรเพื่อให้สามารถศึกษาลง รายละเอียดและมีรูปแบบเชิงปริภูมิที่ชัดเจนในแต่ละพื้นที่ โดยมีพื้นที่ศึกษาจำนวน 8 พื้นที่ แบ่ง ออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะเป็นพื้นที่ศึกษาที่มีอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินแต่ละชนิดใกล้เคียงกัน แต่รูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินแตกต่างกัน เพื่อให้สามารถนำมา วิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะรูปแบบเชิงปริภูมิแต่ละแบบมีผลต่ออุณหภูมิมิวพื้นอย่างไร จากผล การศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษาที่มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณและสิ่งปลูกสร้างเป็นผืนภูมิทัศน์

ขนาดใหญ่จะมีค่าอุณหภูมิผิวพื้นต่ำสุดและสูงสุดห่างกันมากกว่าคือในบริเวณพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่จะมีอุณหภูมิผิวพื้นต่ำมากโดยเฉพาะบริเวณกลางพื้นที่พืชพรรณ ส่วนในพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าขนาดใหญ่จะมีค่าอุณหภูมิผิวพื้นสูงมากเช่นกัน ในทางกลับกันพื้นที่ศึกษาที่มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณและสิ่งปลูกสร้างเป็นผืนภูมิทัศน์ขนาดเล็กสลับกัน ค่าอุณหภูมิต่ำสุดจะมีค่ามากกว่าพื้นที่ศึกษาที่มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณและสิ่งปลูกสร้างเป็นผืนภูมิทัศน์ขนาดใหญ่ แต่มักจะมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิหรือค่าอุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่าประมาณ 1-2 เคลวิน และสามารถลดอุณหภูมิผิวพื้นได้ในพื้นที่กว้างกว่า ไม่ได้จำกัดแค่เพียงบริเวณพื้นที่พืชพรรณ ซึ่งสามารถดูรายละเอียดได้ที่หัวข้อ 5.3



ภาพที่ 5 - 1 แสดงแผนภูมิลำดับของผลการศึกษา

## 5.1. ผลการศึกษาค่าความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน

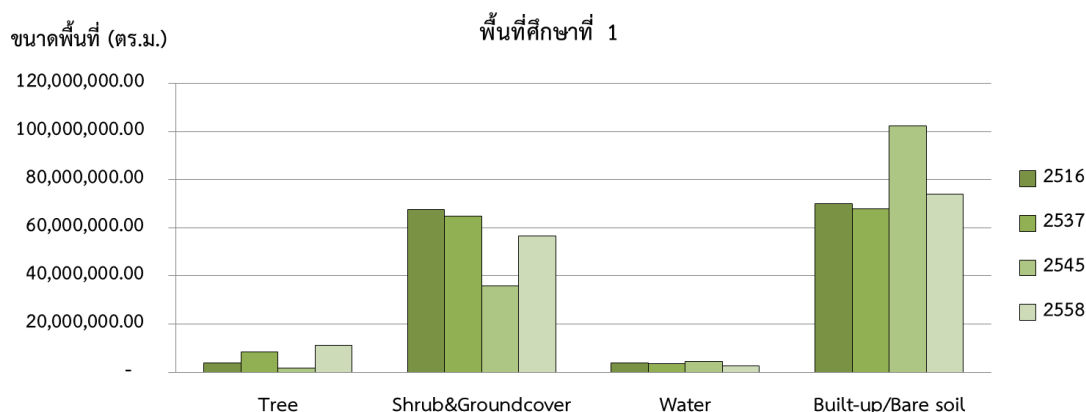
ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษา 12x12 ตารางกิโลเมตร จากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-1, -5, -7, และ -8 เปรียบเทียบกับภาพสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณและภาพที่ผ่านการเน้นข้อมูลเชิงคลื่นด้วย NDVI ได้ดังนี้

### 5.1.1. พื้นที่ศึกษา 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 1

พื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 1 เป็นพื้นที่เมืองมาตั้งแต่สมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้น ทำให้มีชุมชนบ้านเรือนอยู่หนาแน่นในบริเวณกรุงรัตนโกสินทร์และขยายมาทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา ส่งผลให้สิ่งปกคลุมดินในบริเวณนี้เป็นสิ่งปลูกสร้างมาตั้งแต่อดีตและเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน

พื้นที่ศึกษาที่ 1			
LANDSAT-1 6 มกราคม พ.ศ.2516	LANDSAT-5 25 ตุลาคม พ.ศ.2537	LANDSAT-7 8 มกราคม พ.ศ.2545	LANDSAT-8 20 มกราคม พ.ศ.2558
<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 2.70 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 46.48 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 2.64 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 48.18 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 5.90 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 44.88 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 2.40 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 46.82 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 1.26 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 24.77 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 3.07 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 70.90 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 7.65 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 39.18 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 1.87 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 51.30 ของพื้นที่</p>

ตารางที่ 5 - 1 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 1



ภาพที่ 5 - 2 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณสิ่งปกคลุมดินในแต่ละข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่ 1

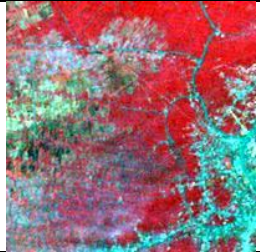

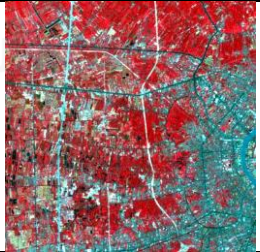

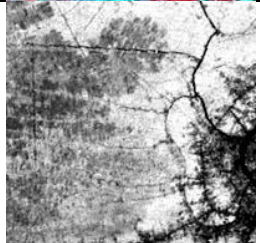
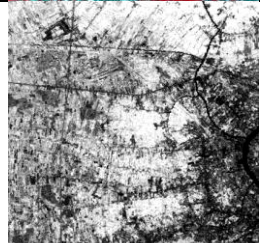
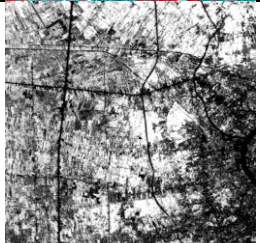
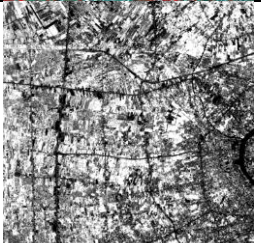
โดยผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 1 จากตารางที่ 5-1 และภาพที่ 5-2 จะเห็นได้ว่าสิ่งปกคลุมดินมีการเปลี่ยนแปลง โดยสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด ตั้งแต่ปี 2516 ถึงปี 2558 อัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำค่อนข้างมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบจากแผนที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำในแต่ละข้อมูลพบว่าตำแหน่งและโครงสร้างเชิงปริภูมิของน้ำคล้ายคลึงกันและไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ในข้อมูล LANDSAT-7 มีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลเชิงคลื่น ทำให้การจำแนกคลาดเคลื่อนและมีสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำมากกว่าข้อมูลอื่น ๆ เล็กน้อย

สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด โดยข้อมูล LANDSAT-1 มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 49.18 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 2.70 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 46.48 ของพื้นที่ ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับข้อมูล LANDSAT-5 ที่มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 50.78 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 5.90 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 44.88 ของพื้นที่ แตกต่างจากข้อมูล LANDSAT-7 ที่พบว่าสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณนั้นลดลงจากข้อมูล LANDSAT-5 เป็นอย่างมากภายในระยะเวลาเพียง 9 ปี สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณในข้อมูล LANDSAT-7 ลดลงเหลือเพียงร้อยละ 26.03 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 1.26 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 24.77 ของพื้นที่ จากนั้นจึงมีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณเพิ่มขึ้นในข้อมูล LANDSAT-8 โดยคิดเป็นร้อยละ 46.83 ของพื้นที่ แบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 7.65 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 39.18 ของพื้นที่

สิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า (Built-Up and Bare Soil) มีค่าแปรผกผันกับสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณ กล่าวคือในข้อมูล LANDSAT-1 และ LANDSAT-5 จะมีสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าคิดเป็นร้อยละ 48.18 และร้อยละ 46.82 ตามลำดับ และมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากในข้อมูล LANDSAT-7 โดยเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 70.90 ของพื้นที่ จากนั้นลดปริมาณลงเล็กน้อยในข้อมูล LANDSAT-8 ลงมาอยู่ที่ร้อยละ 51.30 ของพื้นที่

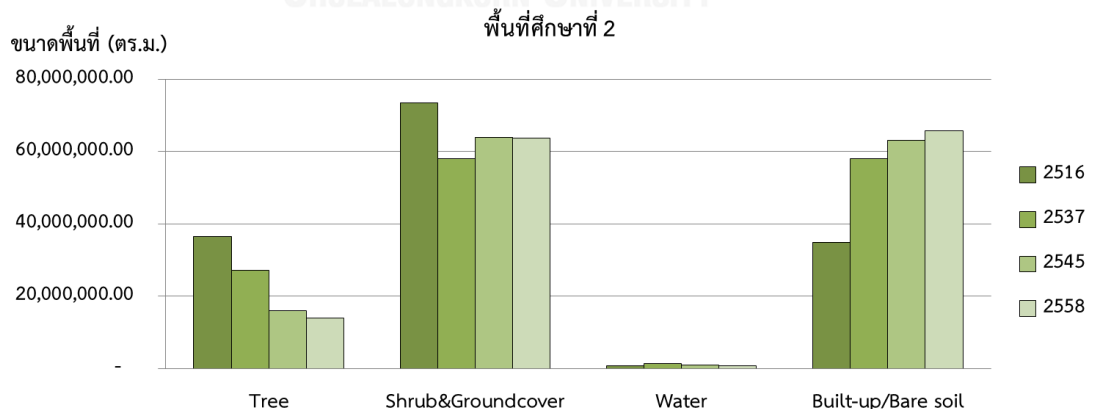
#### 5.1.2. พื้นที่ศึกษา 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 2

พื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 2 มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทสวนผลไม้มาตั้งแต่สมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้นทำให้โครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิมีลักษณะเป็นแปลงเกษตรมีแนวคลองเพื่อการเกษตรเป็นโครงข่ายในพื้นที่อย่างเห็นได้ชัด เมื่อเมืองมีความหนาแน่นมากขึ้นการก่อสร้างถนนขนาดใหญ่เพื่อการคมนาคมเพิ่มมากขึ้น ทำให้เมืองที่เคยขยายตัวไปตามแนวคลองได้เปลี่ยนเป็นขยายตัวตามถนน ดังจะเห็นได้จากแผนผังการจำแนกสิ่งปกคลุมดินว่าเมืองขยายตัวไปตามแนวถนนอย่างชัดเจน ส่งผลให้โครงข่ายคลองและพื้นที่เกษตรประเภทสวนผลไม้ค่อยๆ ลดน้อยลงและโครงข่ายคลองถูกตัดขาดไม่เชื่อมต่อกัน

พื้นที่ศึกษาที่ 2			
LANDSAT-1	LANDSAT-5	LANDSAT-7	LANDSAT-8
6 มกราคม พ.ศ.2516	25 ตุลาคม พ.ศ.2537	8 มกราคม พ.ศ.2545	20 มกราคม พ.ศ.2558
			
			

พื้นที่ศึกษาที่ 2			
LANDSAT-1 6 มกราคม พ.ศ.2516	LANDSAT-5 25 ตุลาคม พ.ศ.2537	LANDSAT-7 8 มกราคม พ.ศ.2545	LANDSAT-8 20 มกราคม พ.ศ.2558
<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 25.13 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 50.46 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 0.50 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 23.91 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 18.72 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 40.16 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 0.95 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 40.18 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 11.06 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 44.39 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 0.68 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 43.87 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 9.67 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 44.20 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 0.46 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 45.67 ของพื้นที่</p>

ตารางที่ 5 - 2 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 2



ภาพที่ 5 - 3 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณสิ่งปกคลุมดินในแต่ละข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่ 2

ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 2 จากตารางที่ 5-2 และภาพที่ 5-3 จะเห็นได้ว่าสิ่งปกคลุมดินมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด อัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำตั้งแต่ปี 2516 ถึงปี 2558 มีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบกับจากแผนที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำในแต่ละข้อมูลพบว่ามีตำแหน่งและโครงสร้างเชิงปริภูมิคล้ายคลึงกัน

สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดโดยมีปริมาณน้อยลงเรื่อยๆ กล่าวคือข้อมูล LANDSAT-1 มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณมากที่สุดใน 4 ข้อมูลคิดเป็นร้อยละ 75.59 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 25.13 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 50.46 ของพื้นที่ สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณมีปริมาณลดลงในข้อมูล LANDSAT-5 ที่มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 58.88 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 18.72 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 40.16 ของพื้นที่ และมีปริมาณลดลงอีกในข้อมูล LANDSAT-7 โดยมีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 55.45 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 11.06 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 44.39 ของพื้นที่ สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณลดลงอีกในข้อมูล LANDSAT-8 โดยคิดเป็นร้อยละ 53.87 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 9.67 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 44.20 ของพื้นที่

สิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่ามีอัตราส่วนน้อยกว่าประเภทพืชพรรณในทุกข้อมูลดาวเทียม แต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกข้อมูลดาวเทียมเช่นกันกล่าวคืออัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าในข้อมูล LANDSAT-1 LANDSAT-5 LANDSAT-7 และ LANDSAT-8 มีปริมาณคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 23.91 ร้อยละ 40.18 ร้อยละ 43.87 และ ร้อยละ 45.67 ตามลำดับ ซึ่งจากที่ได้กล่าวไปข้างต้นนั้นเห็นได้ชัดว่าพื้นที่ที่ 2 นี้มีการขยายตัวของเมืองมาโดยตลอดและมีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต โดยจะขยายตัวไปตามเส้นทางการคมนาคมซึ่งทำให้พืชพรรณในเมืองบริเวณนี้มีแนวโน้มที่จะลดลงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงควรมีการวางแผนจัดการเพื่อให้พื้นที่นี้มีปริมาณพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสม และมีโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิที่เอื้อให้มีการบริการเชิงนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นผลดีกับเมืองและคุณภาพชีวิตที่ดีของคนในพื้นที่

#### 5.1.3. พื้นที่ศึกษา 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 3

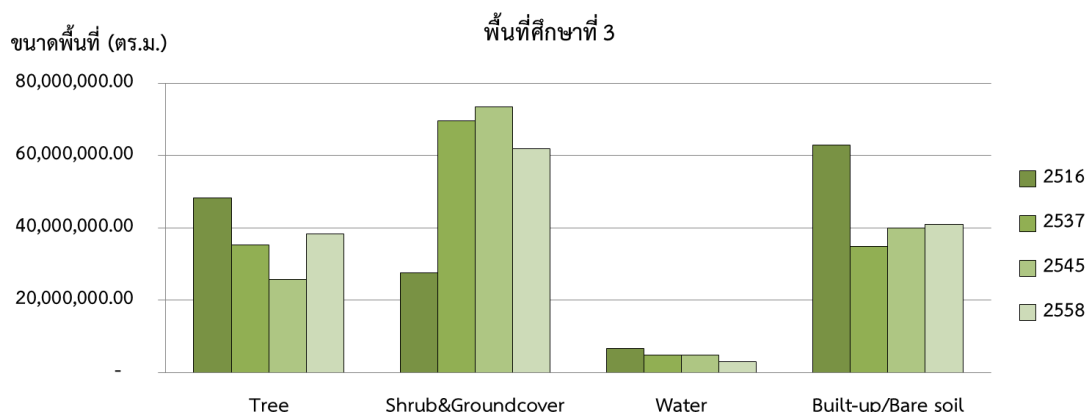
พื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 3 มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทสวนผักและสวนผลไม้คล้ายกับพื้นที่ศึกษาที่ 2 ซึ่งโครงสร้าง



และรูปแบบเชิงปริภูมิมีลักษณะเป็นแปลงเกษตรมีแนวคลองเพื่อการเกษตรเป็นโครงข่าย  
ในพื้นที่อย่างเห็นได้ชัด

พื้นที่ศึกษาที่ 3			
LANDSAT-1 6 มกราคม พ.ศ.2516	LANDSAT-5 25 ตุลาคม พ.ศ.2537	LANDSAT-7 8 มกราคม พ.ศ.2545	LANDSAT-8 20 มกราคม พ.ศ.2558
<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 33.17 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 18.98 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 4.56 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 43.29 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 24.45 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 48.09 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 3.38 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 24.08 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 17.88 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 51.04 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 3.28 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 27.80 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 26.58 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 42.95 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 2.07 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 28.41 ของพื้นที่</p>

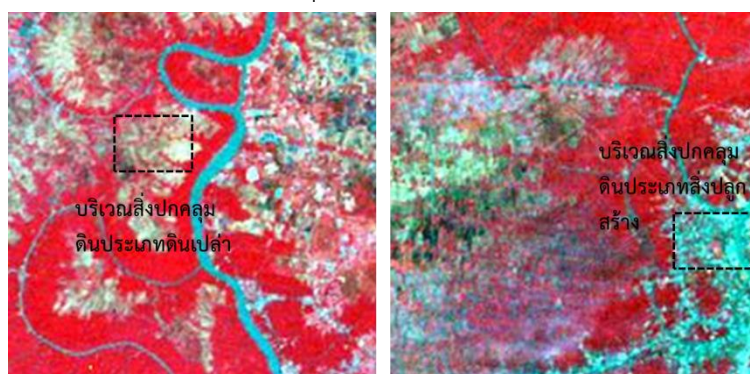
ตารางที่ 5 - 3 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 3



ภาพที่ 5 - 4 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณสิ่งปกคลุมดินในแต่ละข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่ 3

ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 3 จากตารางที่ 5-3 และภาพที่ 5-4 จะเห็นได้ว่าสิ่งปกคลุมดินมีการเปลี่ยนแปลง โดยสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำตั้งแต่ปี 2516 ถึงปี 2558 มีค่าใกล้เคียงกัน

สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดโดยมีปริมาณน้อยลงเรื่อยๆ แต่ในข้อมูล LANDSAT-1 มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณน้อยที่สุดใน 4 ข้อมูลคิดเป็นร้อยละ 52.15 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 33.17 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 18.98 ของพื้นที่ สันนิษฐานฐานว่าน่าจะเกิดจากพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งอยู่ในช่วงฤดูพักทำให้สิ่งปกคลุมดินมีลักษณะเป็นพื้นที่ดินเปล่า จะสังเกตได้จากปริมาณสิ่งปกคลุมดินในประเภทพืชพรรณที่น้อยกว่าข้อมูลอื่นนั้นเป็นประเภทไม้พุ่มไม้คลุมดินแต่สำหรับประเภทต้นไม้ใหญ่นั้นข้อมูล LANDSAT-1 มีปริมาณมากที่สุด อีกทั้งเมื่อพิจารณาภาพสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณนั้นสิ่งปกคลุมดินที่เป็นสิ่งปลูกสร้างจะมีสีแตกต่างจากพื้นที่ที่เป็นสิ่งปกคลุมดินประเภทดินเปล่าตามภาพที่ 5-5



ภาพที่ 5 - 5 แสดงสีของสิ่งปกคลุมที่ต่างกันในภาพสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณของข้อมูล LANDSAT-1

ข้อมูล LANDSAT-5 มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 72.54 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 24.45 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 48.09 ของพื้นที่ จากนั้นพืชพรรณมีปริมาณลดลงในข้อมูล LANDSAT-7 โดยมีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 68.92 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 17.88 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 51.04 ของพื้นที่ จากนั้นสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในข้อมูล LANDSAT-8 คิดเป็นร้อยละ 69.53 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 26.58 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 42.95 ของพื้นที่

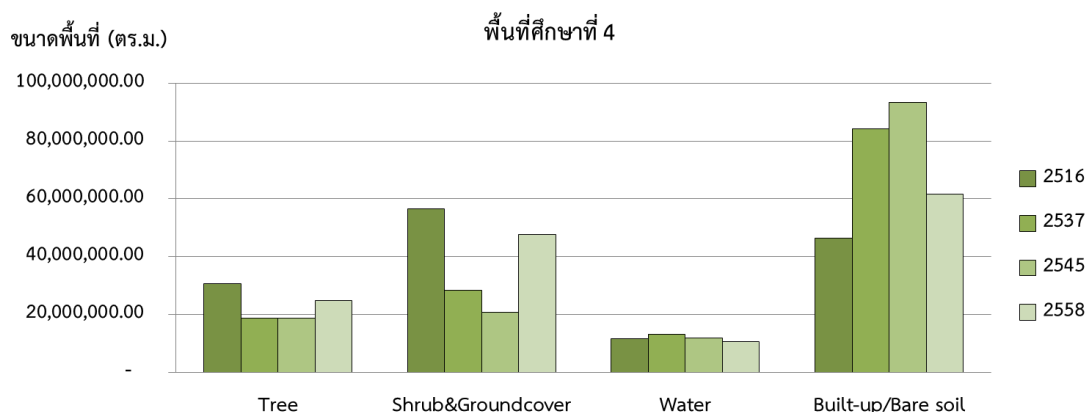
สิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่ามีอัตราส่วนน้อยกว่าประเภทพืชพรรณในทุกข้อมูลดาวเทียม แต่มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ยกเว้นในข้อมูล LANDSAT-1 กล่าวคือ อัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าในข้อมูล LANDSAT-1 LANDSAT-5 LANDSAT-7 และ LANDSAT-8 มีปริมาณคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 43.29 ร้อยละ 24.08 ร้อยละ 27.80 และ ร้อยละ 28.41 ตามลำดับ เห็นได้ชัดว่าพื้นที่ที่ 3 นี้มีการขยายตัวของเมืองมาโดยตลอดและมีแนวโน้มที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้นอีกในอนาคต อีกทั้งพื้นที่เกษตรกรรมก็ลดลงซึ่งทำให้พืชพรรณในเมืองบริเวณนี้มีแนวโน้มที่จะลดลงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจึงควรมีการวางแผนจัดการเพื่อให้พื้นที่นี้มีปริมาณพื้นที่สีเขียวที่เหมาะสมเช่นเดียวกับพื้นที่ศึกษาที่ 2

#### 5.1.4. พื้นที่ศึกษา 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 4

พื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 4 มีลักษณะโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิของสิ่งปกคลุมดินที่ชัดเจนคือฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นบริเวณที่มีสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัดที่สุดในภูมิทัศน์ ส่วนพื้นที่ด้านตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นบริเวณที่มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณเป็นองค์ประกอบที่เด่นชัดที่สุดในภูมิทัศน์ โดยเฉพาะพื้นที่อำเภอบางกระเจ้า ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและเป็นพื้นที่สีเขียวที่มีความสำคัญกับกรุงเทพมหานครอย่างมาก

พื้นที่ศึกษาที่ 4			
LANDSAT-1 6 มกราคม พ.ศ.2516	LANDSAT-5 25 ตุลาคม พ.ศ.2537	LANDSAT-7 8 มกราคม พ.ศ.2545	LANDSAT-8 20 มกราคม พ.ศ.2558
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 21.14 ของพื้นที่</li> <li>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 38.93 ของพื้นที่</li> <li>■ น้ำ เป็นร้อยละ 7.95 ของพื้นที่</li> <li>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 31.97 ของพื้นที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 12.98 ของพื้นที่</li> <li>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 19.60 ของพื้นที่</li> <li>■ น้ำ เป็นร้อยละ 9.12 ของพื้นที่</li> <li>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 58.31 ของพื้นที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 12.87 ของพื้นที่</li> <li>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 14.35 ของพื้นที่</li> <li>■ น้ำ เป็นร้อยละ 8.20 ของพื้นที่</li> <li>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 64.58 ของพื้นที่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 17.05 ของพื้นที่</li> <li>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 32.94 ของพื้นที่</li> <li>■ น้ำ เป็นร้อยละ 7.37 ของพื้นที่</li> <li>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 42.65 ของพื้นที่</li> </ul>

ตารางที่ 5 - 4 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 4



ภาพที่ 5 - 6 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณสิ่งปกคลุมดินในแต่ละข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่ 4

ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 4 จากตารางที่ 5-4 และภาพที่ 5-6 จะเห็นได้ว่าสิ่งปกคลุมดินมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด อัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำตั้งแต่ปี 2516 ถึงปี 2558 มีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบจากแผนที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำในแต่ละข้อมูลพบว่า ตำแหน่งและโครงสร้างเชิงปริภูมิคล้ายคลึงกัน



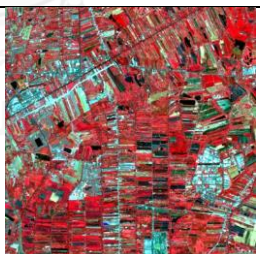

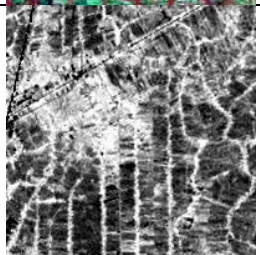



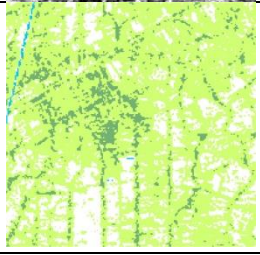
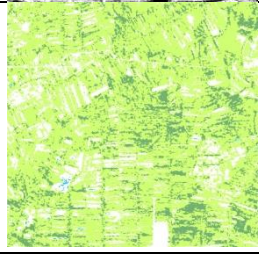
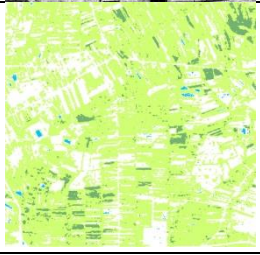
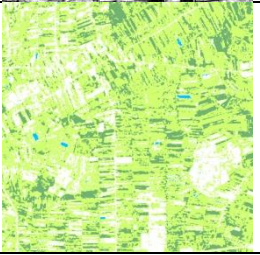
สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด โดยมีปริมาณน้อยลงเรื่อยๆ กล่าวคือข้อมูล LANDSAT-1 มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณมากที่สุด 4 ข้อมูลคิดเป็นร้อยละ 60.07 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 21.14 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 38.93 ของพื้นที่ สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณมีปริมาณลดลงในข้อมูล LANDSAT-5 ที่มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 32.58 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 12.98 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 19.60 ของพื้นที่ โดยฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยามีการลดลงของพืชพรรณอย่างเห็นได้ชัดมากที่สุด และมีปริมาณลดลงอีกในข้อมูล LANDSAT-7 มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 27.22 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 12.87 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 14.35 ของพื้นที่ สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในข้อมูล LANDSAT-8 โดยคิดเป็นร้อยละ 49.99 ของพื้นที่ แบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 17.05 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 32.94 ของพื้นที่

สิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเกือบทุกข้อมูล ดาวเทียมกล่าวคือ อัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าในข้อมูล

LANDSAT-1 LANDSAT-5 LANDSAT-7 มีปริมาณคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 31.97 ร้อย  
ละ 58.31 และ ร้อยละ 64.58 ตามลำดับ และมีปริมาณลดลงเล็กน้อยในข้อมูล  
LANDSAT-8 โดยคิดเป็นร้อยละ 42.65 ของพื้นที่

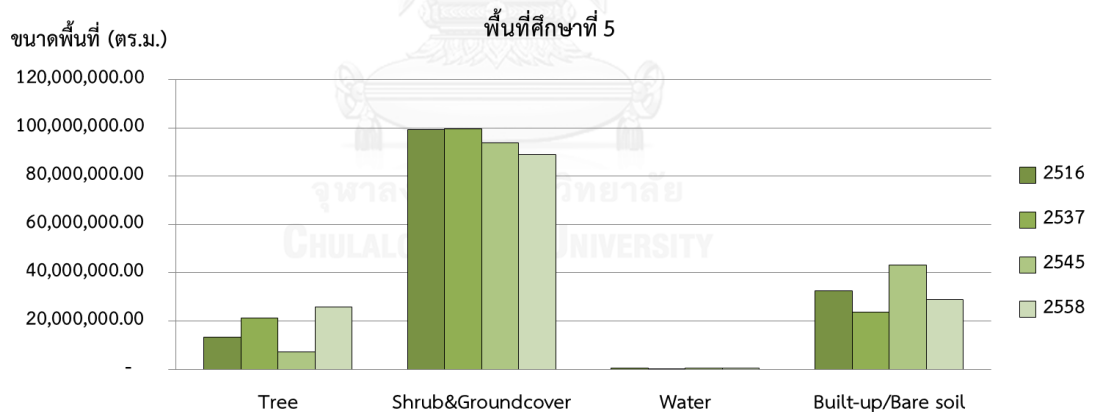
#### 5.1.5. พื้นที่ศึกษา 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 5

พื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 5 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น  
พื้นที่เกษตรกรรมประเภทนาข้าว มีลักษณะโครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิที่ชัดเจนคือมี  
โครงข่ายคลองขุดซึ่งขุดขึ้นตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์ให้เป็นคลอง  
ชลประทานเพื่อใช้ในการปลูกข้าว โดยโครงข่ายคลองจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงจากทิศ  
เหนือไปยังทิศใต้ ในพื้นที่ศึกษาที่ 5 นี้มีคลองจำนวน 5 สาย ระหว่างคลองแต่ละสายจะ  
เป็นแปลงนาข้าวโดยหันด้านสกัดเข้าหาคลองดังจะเห็นได้จากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งส่งผล  
ต่อการขยายตัวของเมืองในบริเวณนี้ที่ยังคงรูปแบบเชิงปริภูมิเดิมไว้แต่เปลี่ยนสิ่งปก  
คลุมดินจากพืชพรรณเป็นสิ่งปลูกสร้าง จากตารางที่ 5-5 ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินของ  
พื้นที่ศึกษาที่ 5 จะเห็นได้ว่าสิ่งปกคลุมดินมีการเปลี่ยนแปลง โดยสิ่งปกคลุมดินประเภท  
น้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

พื้นที่ศึกษาที่ 5			
LANDSAT-1 6 มกราคม พ.ศ.2516	LANDSAT-5 25 ตุลาคม พ.ศ.2537	LANDSAT-7 8 มกราคม พ.ศ.2545	LANDSAT-8 20 มกราคม พ.ศ.2558
			
			
			

พื้นที่ศึกษาที่ 5			
LANDSAT-1 6 มกราคม พ.ศ.2516	LANDSAT-5 25 ตุลาคม พ.ศ.2537	LANDSAT-7 8 มกราคม พ.ศ.2545	LANDSAT-8 20 มกราคม พ.ศ.2558
<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 9.07 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 68.20 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 0.35 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 22.38 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 14.66 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 68.93 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 0.12 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 16.29 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 4.96 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 64.76 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 0.42 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 29.86 ของพื้นที่</p>	<p>■ ต้นไม้ใหญ่ เป็นร้อยละ 17.98 ของพื้นที่</p> <p>■ ไม้พุ่มและไม้คลุมดิน เป็นร้อยละ 61.74 ของพื้นที่</p> <p>■ น้ำ เป็นร้อยละ 0.30 ของพื้นที่</p> <p>□ สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า เป็นร้อยละ 20.07 ของพื้นที่</p>

ตารางที่ 5 - 5 แสดงผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินและอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 5

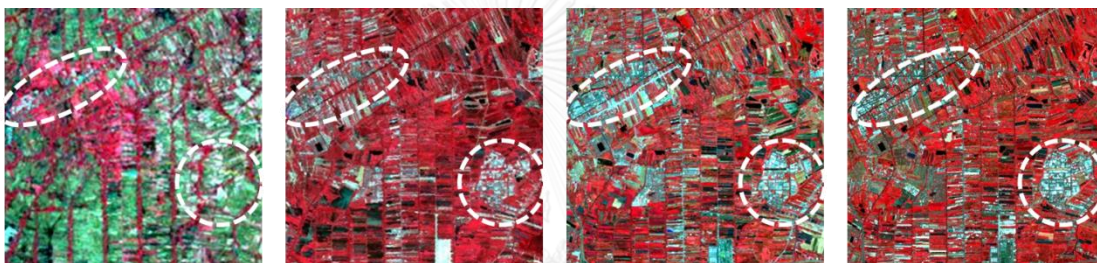


ภาพที่ 5 - 7 แสดงแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบปริมาณสิ่งปกคลุมดินในแต่ละข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ศึกษาที่ 5

สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดโดยข้อมูล LANDSAT-1 มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 77.27 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 9.07 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 68.20 ของพื้นที่ สันนิษฐานฐานว่าน่าจะเกิดจากพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งอยู่ในช่วงฤดูพักทำให้สิ่งปก

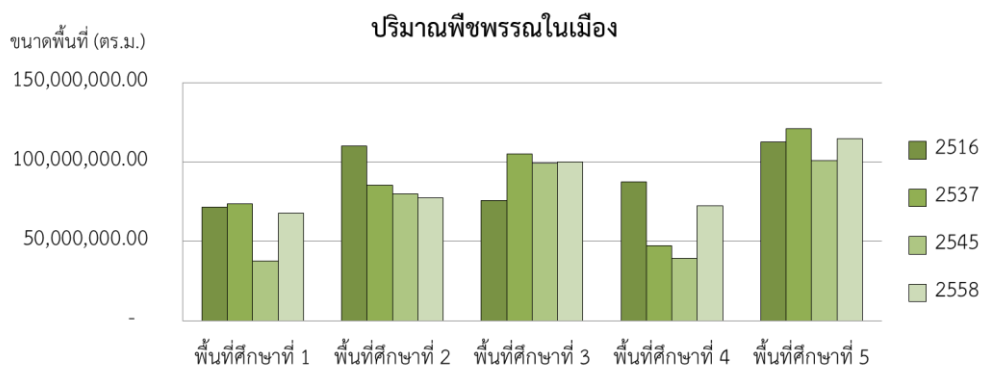
คลุมดินมีลักษณะเป็นสิ่งปกคลุมดินประเภทดินเปล่าตามข้อสังเกตที่กล่าวไปข้างต้นในผลของพื้นที่ศึกษาที่ 2

สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณมีปริมาณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในข้อมูล LANDSAT-5 ที่มีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 83.59 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 14.66 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 68.93 ของพื้นที่ และมีปริมาณลดลงในข้อมูล LANDSAT-7 โดยมีสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณคิดเป็นร้อยละ 69.72 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 4.96 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 64.76 ของพื้นที่ สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในข้อมูล LANDSAT-8 โดยคิดเป็นร้อยละ 79.72 ของพื้นที่ โดยแบ่งเป็นประเภทต้นไม้ใหญ่ร้อยละ 17.98 ของพื้นที่ และ ไม้พุ่มไม้คลุมดินร้อยละ 61.74 ของพื้นที่



ภาพที่ 5 - 8 แสดงสีของสิ่งปกคลุมที่ต่างกันในภาพสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณ

อัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าในข้อมูล LANDSAT-1 LANDSAT-5 LANDSAT-7 และ LANDSAT-8 มีปริมาณคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 22.28 ร้อยละ 16.29 ร้อยละ 29.86 และ ร้อยละ 20.07 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาภาพถ่ายดาวเทียมสีผสมเท็จเน้นพืชพรรณจะเห็นว่าเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างตามภาพที่ 5-8 โดยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตั้งแต่ข้อมูล LANDSAT-5 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งพื้นที่บริเวณนั้นปัจจุบันคือนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบังและนิคมอุตสาหกรรมบางชันนั่นเอง

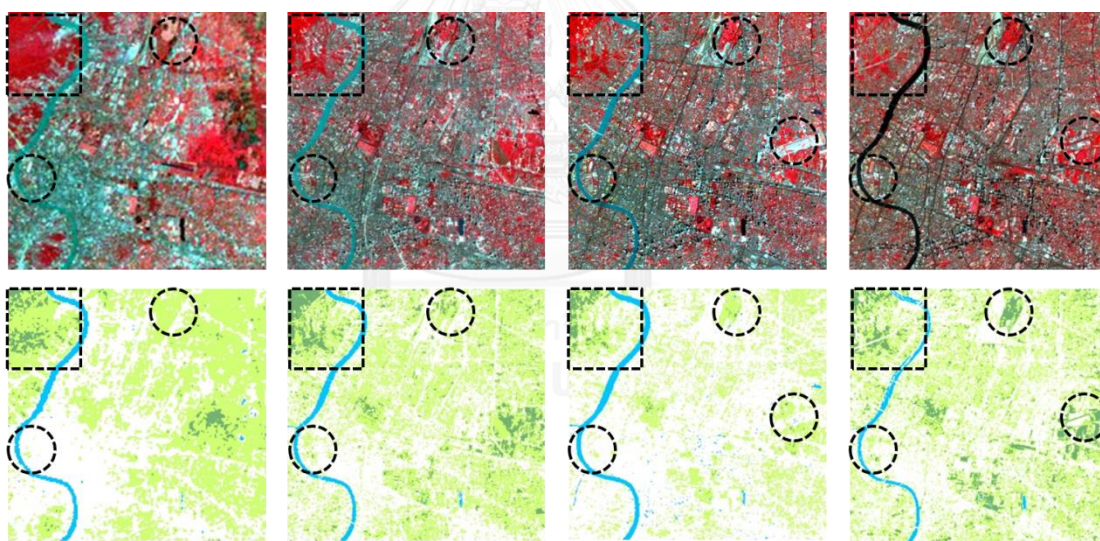


ภาพที่ 5 - 9 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณพืชพรรณในเมืองของแต่ละข้อมูลดาวเทียม



### 5.1.6. สรุปการศึกษาความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน

จากผลการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าพืชพรรณในเมืองส่วนใหญ่จะมีปริมาณลดลงจากปี 2516 ถึงปี 2545 อย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2545 นั้นมีการลดลงของพืชพรรณลงมากที่สุด เกิดจากการขยายตัวของเมืองเข้าไปในพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้โครงสร้างและรูปแบบเชิงปริภูมิขององค์ประกอบภูมิทัศน์ในพื้นที่เปลี่ยนไป หลังจากปี 2545 สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณจึงเพิ่มปริมาณขึ้นเล็กน้อยในปี 2558 โดยเฉพาะในพื้นที่เมืองหรือในพื้นที่ที่เป็นสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างเช่นในพื้นที่ศึกษาที่ 1 เห็นได้ชัดเจนว่าบริเวณที่เป็นพื้นที่เมืองนั้นมีปริมาณพืชพรรณลดลงจากปี 2516 ถึงปี 2545 แต่ในปี 2558 มีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยเพิ่มในลักษณะเป็นพื้นที่ภูมิทัศน์เล็กๆกระจายในพื้นที่เมือง นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มพืชพรรณโดยเป็นผืนภูมิทัศน์ขนาดใหญ่ 2 แห่ง ได้แก่บริเวณสวนวชิรเบญจทัศ ซึ่งเปลี่ยนจากสนามกอล์ฟของการรถไฟเป็นสวนสาธารณะเมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2545 โดยเพิ่มทั้งพื้นที่ไม้พุ่มไม้คลุมดินและต้นไม้ใหญ่ อีกแห่งคือบริเวณการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย ดังภาพที่ 5-10



สัญลักษณ์

- บริเวณที่สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณมีปริมาณเพิ่มขึ้น
- บริเวณที่สิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณมีปริมาณลดลง

ภาพที่ 5 - 10 แสดงการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณในพื้นที่ศึกษาที่ 1

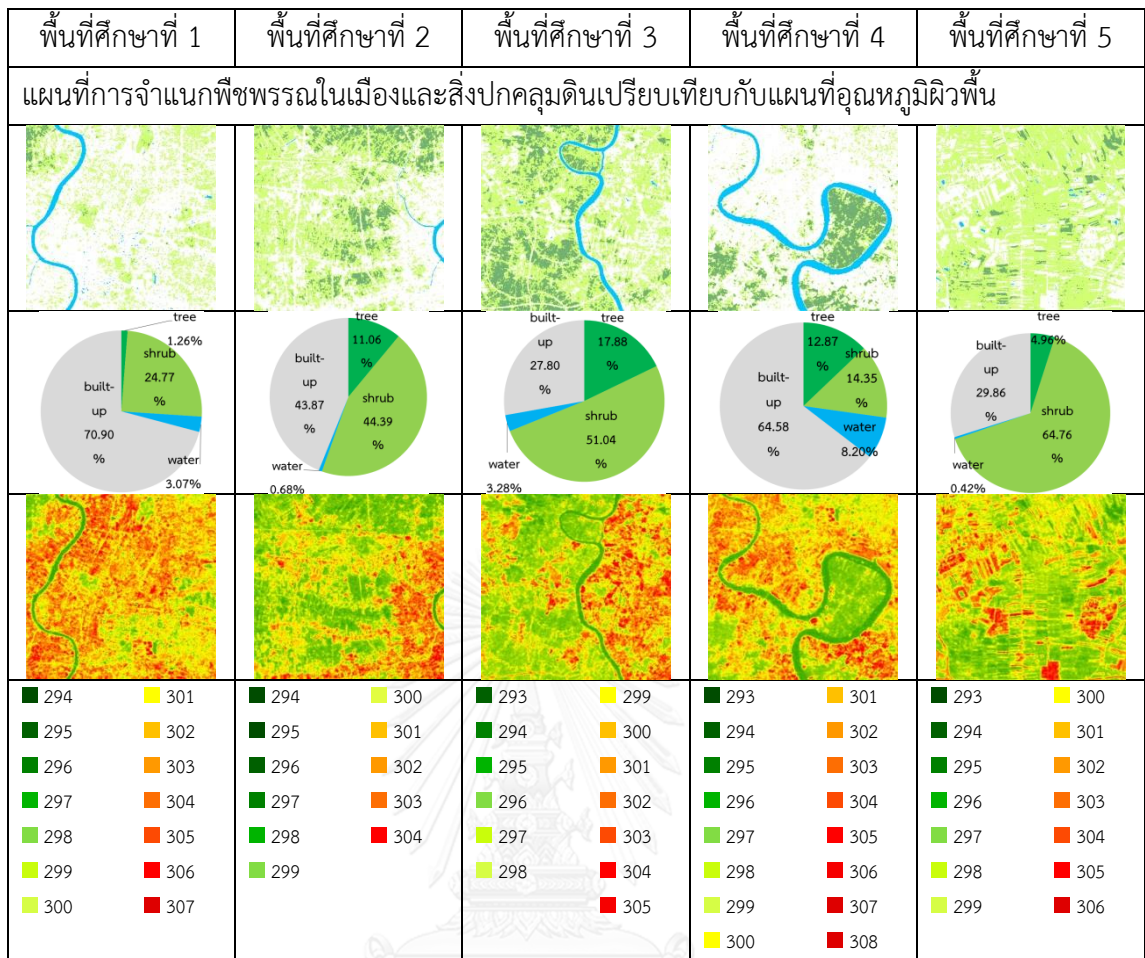
ถึงแม้ในข้อมูล LANDSAT-8 จะมีอัตราส่วนของพืชพรรณในเมืองเพิ่มขึ้น แต่หากพิจารณาจากแผนที่สิ่งปกคลุมดินดังตัวอย่างในภาพภาพที่ 5-10 แล้วจะพบว่าบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมนั้นมีปริมาณลดลง ซึ่งเกิดจากการขยายตัวของเมืองและเกษตรกรเล็ก

ทำการเกษตรในพื้นที่เหล่านั้นเป็นเหตุให้พื้นที่เกษตรลดลงแปรเปลี่ยนเป็นสิ่งปลูกสร้างเพิ่มมากขึ้น

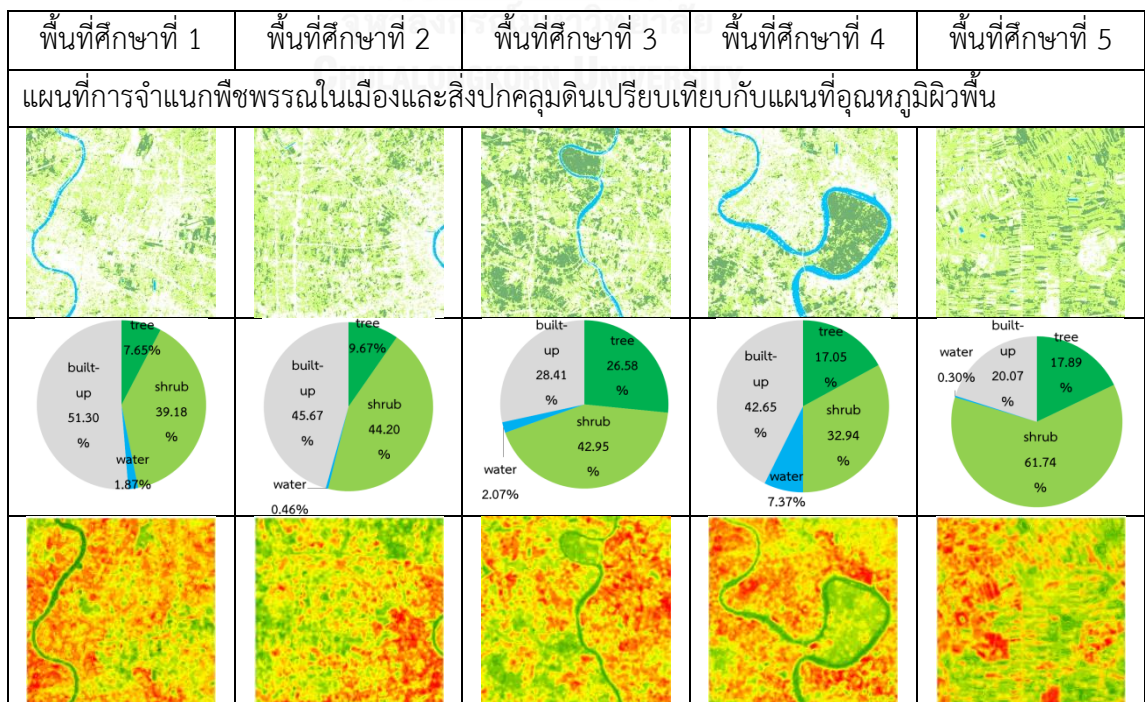
จากผลการศึกษาของข้อมูล LANDSAT-8 (ปีพ.ศ.2558) การที่พืชพรรณเพิ่มขึ้นในลักษณะเป็นผืนภูมิทัศน์ขนาดเล็กกระจายในพื้นที่เมือง สันนิษฐานว่าน่าจะเป็นเพราะกฎกระทรวงให้บังคับใช้ผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2549 ซึ่งเริ่มมีเรื่องของอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (Floor Area Ratio: FAR) และอัตราส่วนของที่ว่างต่อพื้นที่อาคารรวม (Open Space Ratio: OSR) โดยเฉพาะการมี OSR ทำให้ช่วยบังคับให้ในโครงการที่เกิดขึ้นมาใหม่นั้นต้องมีพื้นที่ว่างภายในพื้นที่โครงการและการออกมาตรการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน หรือ FAR Bonus สำหรับโครงการที่ให้พื้นที่เพื่อประโยชน์สาธารณะหรือสวนสาธารณะหรือเป็นพื้นที่รับน้ำ รวมถึงมีประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องกำหนดประเภทและขนาดของโครงการหรือกิจการซึ่งต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และหลักเกณฑ์วิธีการ ระเบียบปฏิบัติ และแนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (พ.ศ. 2555) ในหลักเกณฑ์ดังกล่าวนี้กำหนดให้โครงการต้องมีพื้นที่สีเขียวยั่งยืนอยู่ในพื้นที่โครงการ โดยโครงการที่ต้องทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมมีหลายประเภท เช่น ประเภทอาคารที่ใช้ในการประกอบธุรกิจค้าปลีกหรือค้าส่ง การจัดสรรที่ดินเพื่อเป็นที่อยู่อาศัยหรือเพื่อประกอบการพาณิชย์จำนวนที่ดินแปลงย่อยตั้งแต่ 500 แปลงขึ้นไปหรือเนื้อที่เกินกว่า 100 ไร่ โรงแรมหรือสถานที่พักตากอากาศและอาคารอยู่อาศัยรวมตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารที่มีจำนวนห้องพักตั้งแต่ 80 ห้องขึ้นไป เป็นต้น ซึ่งจากกฎข้อบังคับที่กล่าวมาข้างต้นนี้น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้พืชพรรณมีอัตราส่วนเพิ่มขึ้นในข้อมูล LANDSAT-8

## 5.2. ผลการศึกษาเปรียบเทียบแผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมดินกับแผนที่อุณหภูมิผิวพื้น

ผลของการแปลงข้อมูล Digital Number เป็นแผนที่อุณหภูมิผิวพื้นนั้นสามารถทำได้ในข้อมูล LANDSAT-7 และ LANDSAT-8 เท่านั้น เนื่องจาก LANDSAT-1 และ LANDSAT-5 มีข้อมูลไม่เพียงพอต่อการแปลง Digital Number เป็นแผนที่อุณหภูมิผิวพื้นได้ โดยผลการทำแผนที่อุณหภูมิผิวพื้นของทั้งข้อมูล LANDSAT-7 และ LANDSAT-8 ได้ผลดังนี้



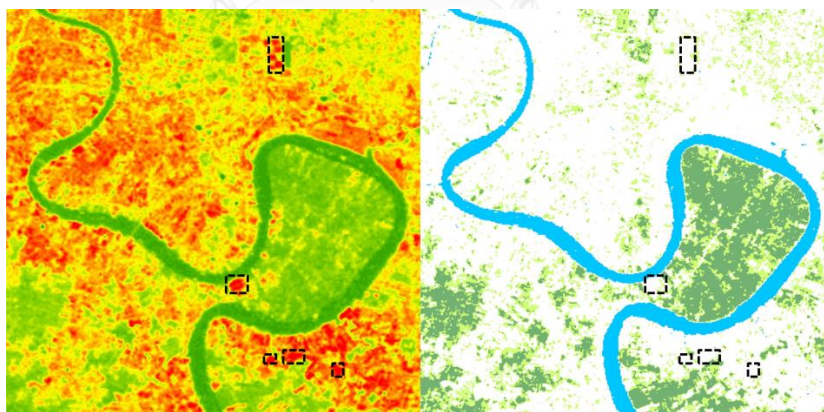
ตารางที่ 5 - 6 แสดงการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิผิวพื้นของข้อมูล LANDSAT-7



พื้นที่ศึกษาที่ 1	พื้นที่ศึกษาที่ 2	พื้นที่ศึกษาที่ 3	พื้นที่ศึกษาที่ 4	พื้นที่ศึกษาที่ 5
■ 296	■ 301	■ 293	■ 292	■ 293
■ 297	■ 302	■ 294	■ 293	■ 294
■ 298	■ 303	■ 295	■ 294	■ 295
■ 299	■ 304	■ 296	■ 295	■ 296
■ 300	■ 305	■ 297	■ 296	■ 297
		■ 298	■ 297	■ 298
			■ 298	■ 299
			■ 305	
			■ 306	

ตารางที่ 5 - 7 แสดงการเปรียบเทียบสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิผิวพื้นของข้อมูล LANDSAT-8

จากตารางที่ 5-6 และ 5-7 จะเห็นได้ว่าพืชพรรณในเมืองโดยเฉพาะต้นไม้ใหญ่ รวมถึงองค์ประกอบภูมิทัศน์ประเภทน้ำ ช่วยทำให้อุณหภูมิผิวพื้นเย็นกว่าบริเวณพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าอย่างเห็นได้ชัด สังเกตจากบริเวณที่เป็นผืนน้ำโดยเฉพาะผืนน้ำที่มีขนาดใหญ่ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา บึงน้ำในพื้นที่เกษตร จะมีอุณหภูมิผิวพื้นต่ำกว่าบริเวณที่เป็นพื้นที่พืชพรรณ และบริเวณพืชพรรณที่เป็นต้นไม้ใหญ่จะมีอุณหภูมิผิวพื้นต่ำกว่าบริเวณไม้พุ่มไม้คลุมดิน อีกทั้งในพื้นที่บริเวณที่เป็นสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า หากมีพืชพรรณไม่ว่าจะเป็นต้นไม้ใหญ่หรือไม้พุ่มไม้คลุมดินเป็นผืนภูมิทัศน์ที่แทรกอยู่ระหว่างพื้นที่สิ่งปลูกสร้างจะช่วยให้บริเวณนั้นมีอุณหภูมิผิวพื้นต่ำกว่าบริเวณที่เป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่ที่ไม่มีพืชพรรณในพื้นที่ดังกล่าวจะเห็นได้จากภาพที่ 5-11



ภาพที่ 5 - 11 แสดงแผนที่เปรียบเทียบระหว่างแผนที่สิ่งปกคลุมดินกับแผนที่อุณหภูมิผิวพื้น

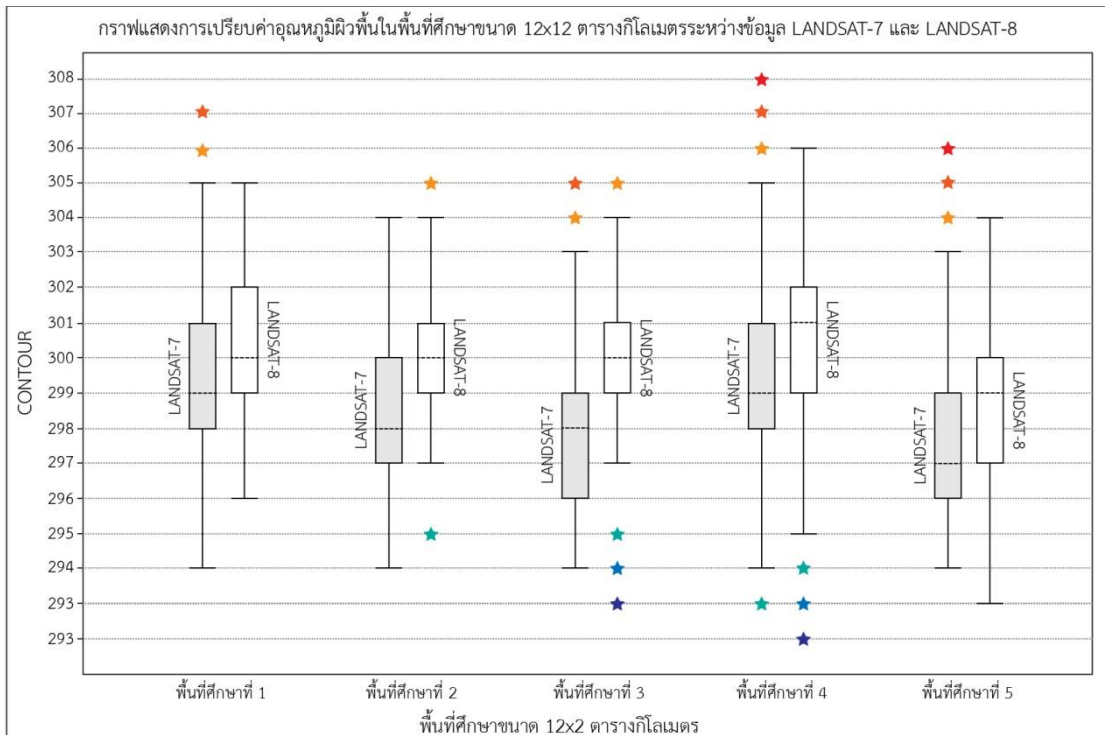
เมื่อนำแผนที่การจำแนกพืชพรรณในเมืองและสิ่งปกคลุมดินเปรียบเทียบกับแผนที่อุณหภูมิผิวพื้นของทั้ง 2 ข้อมูลดาวเทียมและข้อมูลอุณหภูมิอากาศในวันเดียวกัน พบว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นและอุณหภูมิผิวพื้นต่ำสุดของทั้ง 2 ข้อมูลดาวเทียมมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ แต่อุณหภูมิผิวพื้นสูงสุดของข้อมูล LANDSAT-7 จะมีค่ามากกว่าข้อมูลอุณหภูมิอากาศ

1-5 เคลวิน ในขณะที่อุณหภูมิผิวพื้นสูงสุดของ LANDSAT-8 นั้นมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ ดังตารางที่ 5-8

พื้นที่ศึกษา	LANDSAT-7				LANDSAT-8			
	อัตราส่วนพีช พรรณในพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)	อุณหภูมิผิว พื้นสูงสุด (เคลวิน)	อุณหภูมิผิว พื้นต่ำสุด (เคลวิน)	อุณหภูมิผิว พื้นเฉลี่ย (เคลวิน)	อัตราส่วนพีช พรรณในพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)	อุณหภูมิผิว พื้นสูงสุด (เคลวิน)	อุณหภูมิผิว พื้นต่ำสุด (เคลวิน)	อุณหภูมิผิว พื้นเฉลี่ย (เคลวิน)
1	26.03	307	294	299	46.83	305	296	300
2	55.45	304	294	298	53.87	305	295	300
3	68.92	305	293	298	69.53	305	293	300
4	27.22	308	293	299	49.99	306	292	301
5	69.72	306	293	298	79.72	304	293	299
ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ								
	อุณหภูมิ อากาศ สูงสุด (เซลเซียส)	อุณหภูมิ อากาศ ต่ำสุด (เซลเซียส)	อุณหภูมิ อากาศ เฉลี่ย (เซลเซียส)		อุณหภูมิ อากาศ สูงสุด (เซลเซียส)	อุณหภูมิ อากาศ ต่ำสุด (เซลเซียส)	อุณหภูมิ อากาศ เฉลี่ย (เซลเซียส)	
	30.7	21	25.8		32.3	20.8	26.5	
องศาเคลวิน	303.85	294.15	298.95		305.45	293.95	299.65	

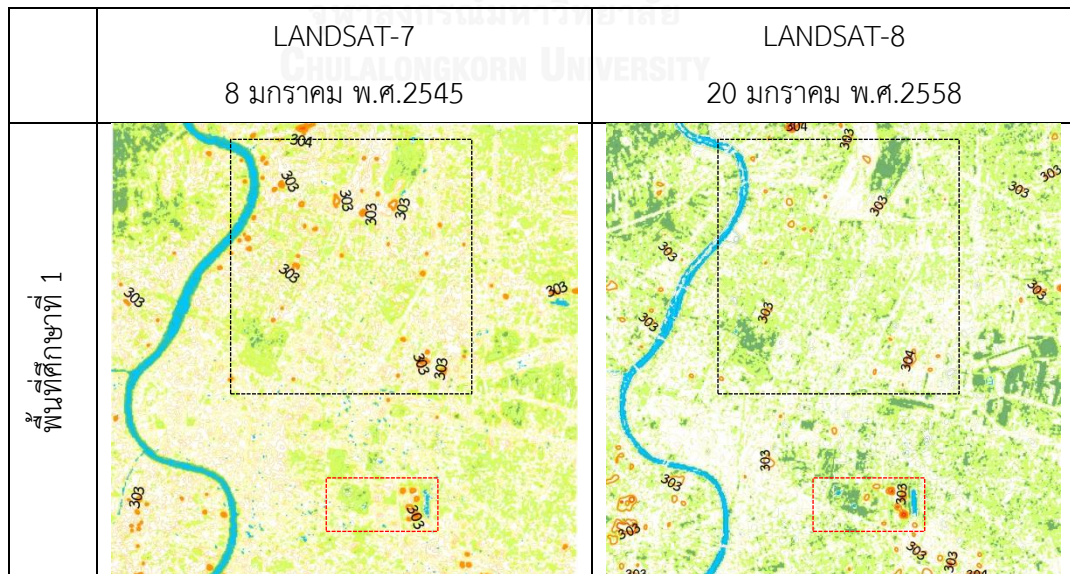
ตารางที่ 5 - 8 แสดงค่าอุณหภูมิพื้นผิวและอุณหภูมิอากาศ


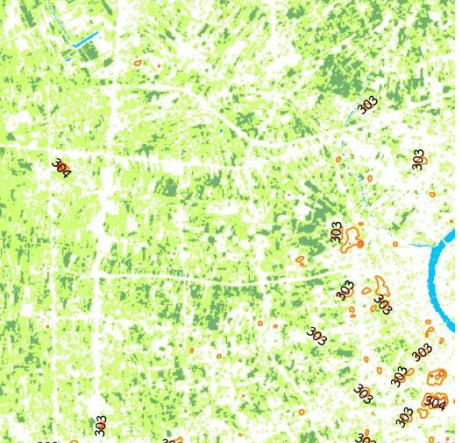
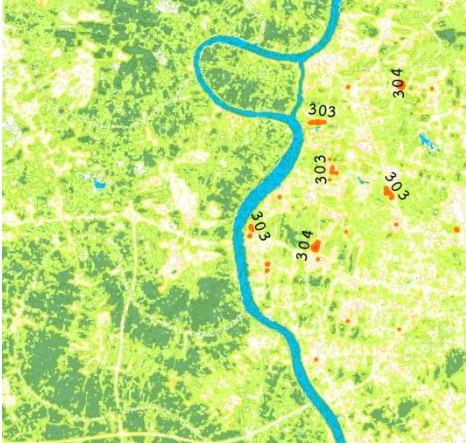
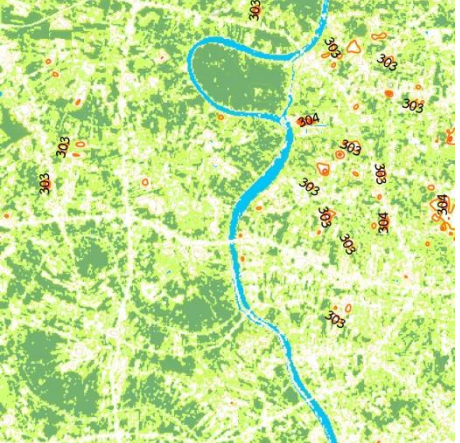
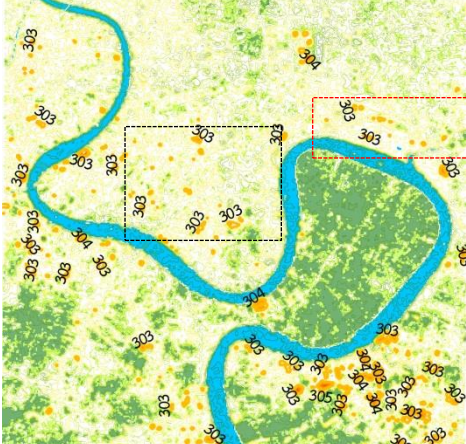

จากตารางที่ 5-8 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวพื้นในข้อมูล LANDSAT-7 นั้นมีค่าต่ำกว่าข้อมูล LANDSAT-8 เล็กน้อยประมาณ 1-2 เคลวิน โดยในบริเวณที่เป็นสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณและประเภทน้ำของข้อมูล LANDSAT-7 จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าข้อมูล LANDSAT-8 แต่ในบริเวณที่เป็นสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าอุณหภูมิผิวพื้นของข้อมูล LANDSAT-7 นั้นมีค่าสูงกว่าข้อมูล LANDSAT-8 โดยจะสูงกว่า 2-4 เคลวิน เช่น ในบริเวณกลางแม่น้ำเจ้าพระยาและในพื้นที่บางกระเจ้าอุณหภูมิผิวพื้นของข้อมูล LANDSAT-7 มีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 294 เคลวิน (20.85 องศาเซลเซียส) ในขณะที่อุณหภูมิผิวพื้นของข้อมูล LANDSAT-8 ในบริเวณกลางแม่น้ำเจ้าพระยาและในพื้นที่บางกระเจ้ามีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 295 เคลวิน (21.85 องศาเซลเซียส) และ 297 เคลวิน (23.85 องศาเซลเซียส) ตามลำดับ

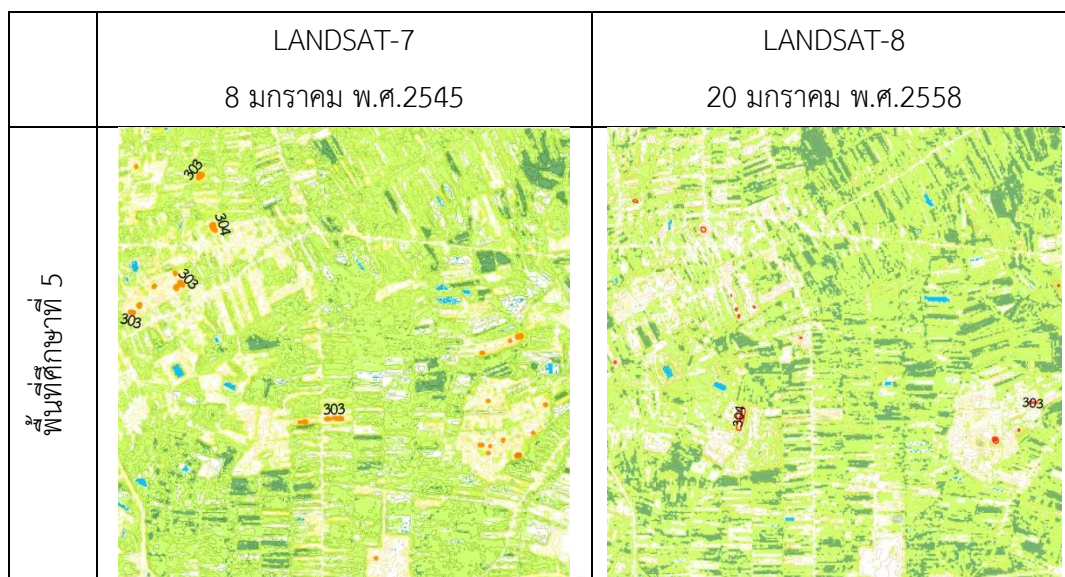


ภาพที่ 5 - 12 แสดงแผนภูมิ Box Plot เปรียบเทียบอุณหภูมิผิวพื้นระหว่าง LANDSAT-7 กับ LANDSAT-8 ในทุกพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตร

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาการกระจายตัวของบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงหรือจุดร้อน (Hot Spot) จะสามารถบ่งชี้ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงประเภทสิ่งปกคลุมดินและรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณกับอุณหภูมิผิวพื้นได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้



	LANDSAT-7 8 มกราคม พ.ศ.2545	LANDSAT-8 20 มกราคม พ.ศ.2558
พื้นที่ศึกษาที่ 2		
พื้นที่ศึกษาที่ 3		
พื้นที่ศึกษาที่ 4		



ตารางที่ 5 - 9 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลเปรียบเทียบบริเวณที่มีค่าอุณหภูมิผิวพื้นมากกว่าหรือเท่ากับ 303 เคลวิน ( $29.85^{\circ}\text{C}$ ) ระหว่างข้อมูล LANDSAT-7 กับ LANDSAT-8

จากตารางที่ 5-9 จะเห็นได้ว่าปริมาณพืชพรรณในเมืองมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับอุณหภูมิผิวพื้น กล่าวคือเมื่อปริมาณพืชพรรณในเมืองเพิ่มมากขึ้นและการกระจายตัวของพืชพรรณเพิ่มขึ้นในพื้นที่ปลูกสร้าง บริเวณที่เป็นจุดร้อนจะลดลง ยกตัวอย่างเช่น บริเวณพื้นที่เมืองหนาแน่นในพื้นที่ศึกษาที่ 1 ในปี 2558 มีปริมาณพืชพรรณและการกระจายตัวของพืชพรรณเพิ่มขึ้นจากปี 2545 และมีปริมาณจุดร้อนในพื้นที่น้อยกว่าปี 2545 หรือในบริเวณพื้นที่เมืองหนาแน่นในพื้นที่ศึกษาที่ 4 ซึ่งมีปริมาณพืชพรรณและการกระจายตัวของพืชพรรณเพิ่มขึ้นจากปี 2545 และมีปริมาณจุดร้อนในพื้นที่น้อยกว่าปี 2545 เช่นเดียวกัน ในทางกลับกันหากปริมาณพืชพรรณลดน้อยลงจะมีบริเวณที่เป็นจุดร้อนเพิ่มมากขึ้น เช่น ในพื้นที่ศึกษาที่ 2 และ 3 ซึ่งในปี 2558 มีพืชพรรณลดน้อยลงจากการขยายตัวของเมืองเข้าไปในพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้ในปี 2558 มีบริเวณที่เป็นจุดร้อนเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้หากเพิ่มพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่ในเมืองแต่อยู่ห่างจากพื้นที่จุดร้อนเดิม จะไม่ช่วยให้อุณหภูมิผิวพื้นบริเวณจุดร้อนนั้นลดต่ำลง

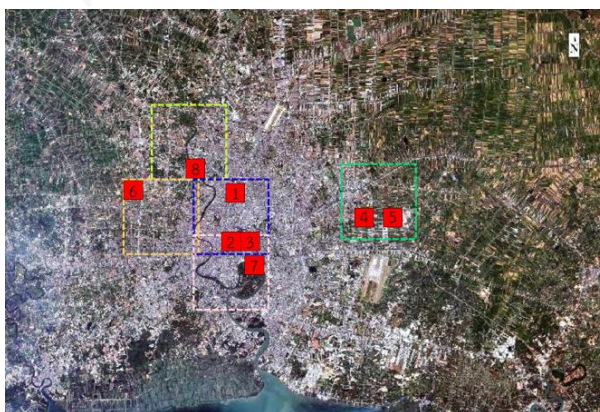
จากผลการศึกษาที่กล่าวไปข้างต้นนั้นสามารถสรุปได้ว่าพืชพรรณและน้ำในเมืองช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นได้ อุณหภูมิผิวพื้นบริเวณสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณและน้ำจะมีค่าต่ำกว่าประเภทปลูกสร้างและดินเปล่า ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินจากพืชพรรณและน้ำเป็นสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าย่อมทำให้อุณหภูมิผิวพื้นสูงขึ้น จากผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างข้อมูล LANDSAT-7 กับ LANDSAT-8 นั้น หากดูเพียงแค่อัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้น อาจดูเหมือนว่าสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณที่เพิ่มขึ้นในข้อมูล LANDSAT-8 ไม่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของเมืองลดลงตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แต่เมื่อพิจารณาแผนที่



ข้อค้นพบข้อมูลโดยเน้นบริเวณที่เป็นจุดร้อน (บริเวณที่อุณหภูมิผิวพื้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 303 เคลวิน หรือ 29.87 องศาเซลเซียส) จะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของพืชพรรณช่วยให้การกระจายตัวของบริเวณที่เป็นจุดร้อนลดน้อยลง และรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณน่าจะมีบทบาทในการช่วยให้การกระจายตัวของบริเวณที่เป็นจุดร้อนลดลง จากผลการศึกษาพบว่าแม้จะเพิ่มพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่กลับไม่ช่วยให้บริเวณจุดร้อนมีค่าอุณหภูมิผิวพื้นลดลง เช่น บริเวณสวนเบญจกิติในพื้นที่ศึกษาที่ 1 แต่การเพิ่มพื้นที่พืชพรรณขนาดเล็กกระจายไปในพื้นที่สิ่งปลูกสร้างกลับทำให้บริเวณที่เป็นจุดร้อนลดลงได้ แต่อย่างไรก็ตามยังมีตัวแปรอื่นที่ทำให้การเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวพื้นในช่วงเวลาที่ต่างกันนั้นทำได้ค่อนข้างยาก เช่น ตัวแปรด้านสภาพอากาศและความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ที่ไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกันได้ เป็นต้น ดังนั้นผู้ศึกษาจึงทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวพื้นในช่วงเวลาเดียวกันเพื่อหาตัวแปรที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นอย่างมีนัยยะสำคัญต่อไป

### 5.3. ผลการศึกษาผลของรูปแบบเชิงปริภูมิที่มีต่ออุณหภูมิผิวพื้น

เพื่อให้สามารถศึกษาลงรายละเอียดเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวพื้นในช่วงเวลาเดียวกันและสามารถควบคุมตัวแปรแวดล้อมให้เหมือนกันมากที่สุด จึงเลือกพื้นที่ที่มีรูปแบบเชิงปริภูมิที่ต่างกันอย่างชัดเจน จากข้อมูล LANDSAT-8 เพื่อหาตัวแปรทางรูปแบบเชิงปริภูมิที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้น โดยการเลือกพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรจำนวน 8 พื้นที่ศึกษา แบ่งเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยพื้นที่ศึกษาที่มีอัตราส่วนสิ่งปกคลุมดินใกล้เคียงกัน แต่รูปแบบเชิงปริภูมิของสิ่งปกคลุมดินแตกต่างกัน ซึ่งตำแหน่งจะอยู่ในขอบเขตพื้นที่ศึกษาขนาด 12x12 ตารางกิโลเมตรดังจะเห็นได้จากภาพที่ 5-13



ภาพที่ 5 - 13 แสดงพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรทั้ง 8 พื้นที่

(ดัดแปลงจาก U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey, 2017)

ผลการศึกษาของพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรนั้นจะประกอบไปด้วยแผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน แผนที่อุณหภูมิผิวพื้น และแผนภาพแสดงรูปแบบเชิงปริภูมิของแต่ละพื้นที่ โดยมีรายละเอียดผลการศึกษาของพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรดังนี้

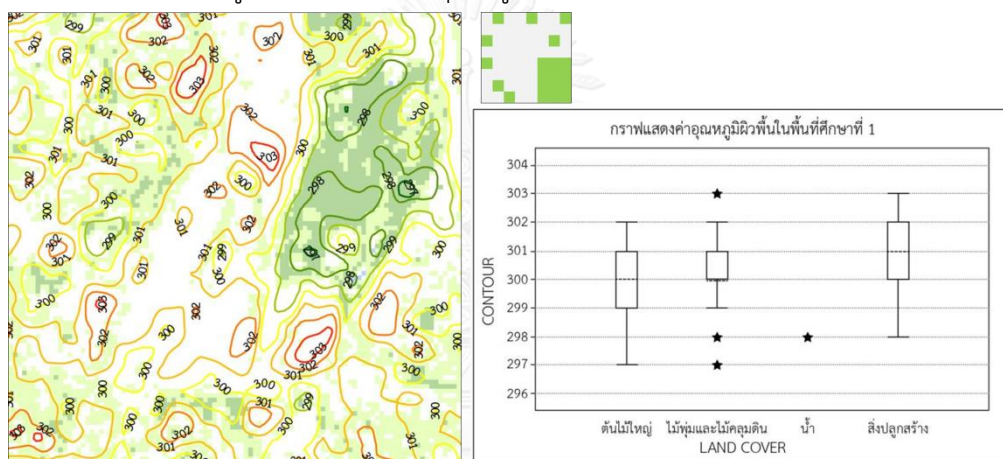
### 5.3.1. พื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรกลุ่มที่ 1

พื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร ในกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยพื้นที่ศึกษาที่ 1 บริเวณสวนวชิรเบญจทัศและสวนพระนางเจ้าสิริกิติ์ พื้นที่ศึกษาที่ 2 บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและสวนลุมพินี และพื้นที่ศึกษาที่ 3 บริเวณสุขุมวิทและสวนเบญจกิติ แต่ละพื้นที่ศึกษามีผลการศึกษาดังตารางที่ 5-10

กลุ่มที่ 1	พื้นที่ศึกษาที่ 1	พื้นที่ศึกษาที่ 2	พื้นที่ศึกษาที่ 3
แผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน			
อัตราส่วนสิ่งปกคลุมดิน	<p>tree 1.21% water 0.01% shrub 21.34% build-up 77.44%</p>	<p>tree 1.55% shrub 15.44% water 0.03% build-up 82.98%</p>	<p>tree 0.92% shrub 13.81% water 0.11% build-up 85.16%</p>
รูปแบบเชิงปริภูมิ			
กราฟอุณหภูมิผิวพื้น	<p>กราฟแสดงค่าอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตร.กม. กลุ่มที่ 1</p> <p>CONTOUR</p> <p>พื้นที่ศึกษาที่ 1      พื้นที่ศึกษาที่ 2      พื้นที่ศึกษาที่ 3</p>		

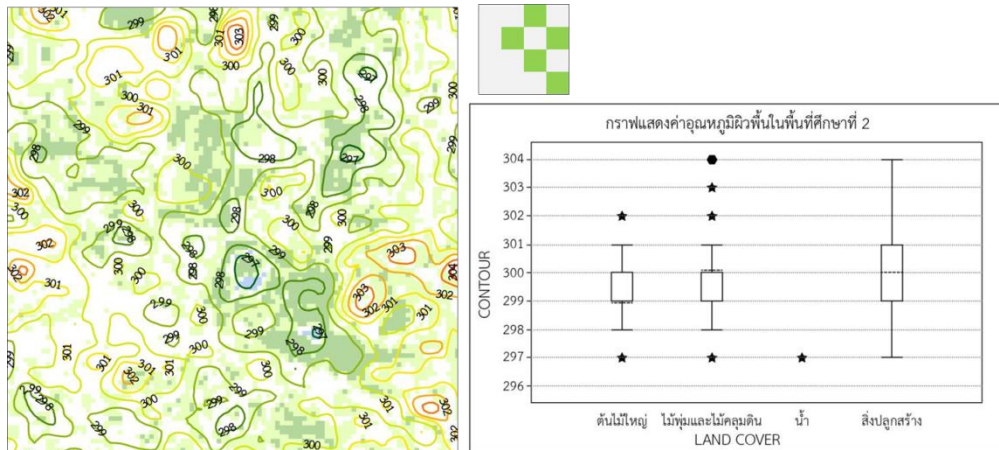
ตารางที่ 5 - 10 แสดงแผนที่อัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดิน รูปแบบเชิงปริภูมิ และค่าอุณหภูมิผิวพื้นของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 1

พื้นที่ศึกษาที่ 1 มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองเป็นพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่อยู่ติดกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้างขนาดใหญ่ โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นอยู่ที่ 301 เคลวิน (27.85 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 298 เคลวิน (24.85 องศาเซลเซียส) และสูงสุดอยู่ที่ 303 เคลวิน (29.85 องศาเซลเซียส) เมื่อพิจารณาลงรายละเอียดไปที่แต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดินพบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำจะมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มไม้คลุมดิน และสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า ตามลำดับ ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 5-14 หากพิจารณาจากแผนที่ซ้อนทับข้อมูลจะเห็นว่า ผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณขนาดใหญ่จะช่วยให้อุณหภูมิผิวพื้นต่ำกว่าพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง 2-3 เคลวิน และยังช่วยให้ผืนภูมิทัศน์ของสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใกล้เคียงระยะประมาณ 120 เมตรจากผืนภูมิทัศน์พืชพรรณมีอุณหภูมิต่ำลงอีกด้วย



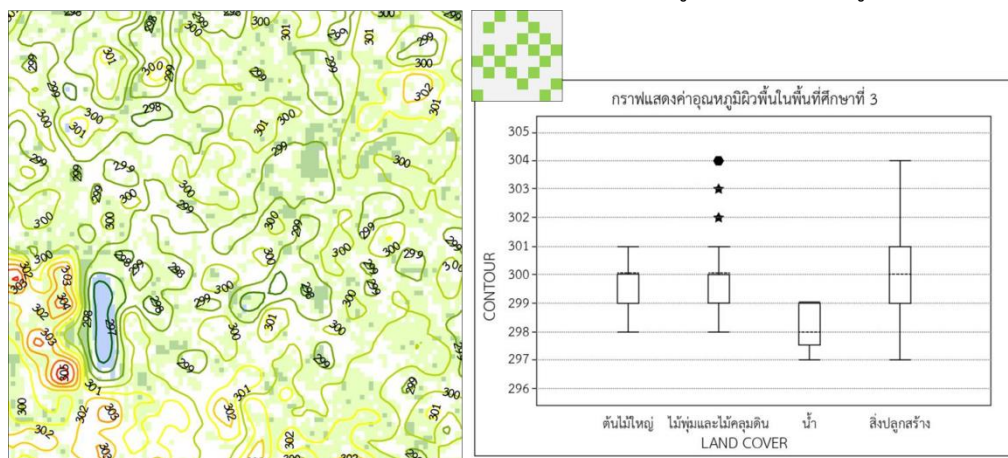
ภาพที่ 5 - 14 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 1 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

พื้นที่ศึกษาที่ 2 มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองเป็นพื้นที่พืชพรรณจัดเรียงตัวสลับกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้างโดยมีขนาดผืนภูมิทัศน์เล็กกว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 แต่มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ศึกษาที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นอยู่ที่ 300 เคลวิน (26.85 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 297 เคลวิน (23.85 องศาเซลเซียส) และสูงสุดอยู่ที่ 304 เคลวิน (30.85 องศาเซลเซียส) ถึงแม้อุณหภูมิสูงสุดจะสูงกว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 แต่อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า 1 เคลวิน เมื่อพิจารณาลงรายละเอียดไปที่แต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดินพบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำจะมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มไม้คลุมดิน และสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า ตามลำดับ ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 5-15



ภาพที่ 5 - 15 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 2 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

พื้นที่ศึกษาที่ 3 มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองเป็นพื้นที่พืชพรรณจัดเรียงตัวสลับกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้างโดยมีขนาดผืนภูมิทัศน์เล็กกว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 และ 3 โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นอยู่ที่ 300 เคลวิน (26.85 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 297 เคลวิน (23.85 องศาเซลเซียส) และสูงสุดอยู่ที่ 305 เคลวิน (31.85 องศาเซลเซียส) เมื่อพิจารณาลงรายละเอียดไปที่แต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดินพบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำจะมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มไม้คลุมดิน และสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า ตามลำดับ ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 5-16 หากพิจารณาจากแผนที่ซ้อนทับข้อมูลจะเห็นได้ว่าในผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณโดยเฉพาะต้นไม้ใหญ่และสิ่งปลูกสร้างจัดเรียงตัวผสมกันมีค่าอุณหภูมิผิวพื้นอยู่ระหว่าง 299-300 เคลวิน (25.85-26.85 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่เป็นผืนภูมิทัศน์ของสิ่งปลูกสร้างอย่างเดียว



ภาพที่ 5 - 16 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 3 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

### 5.3.2. พื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรกลุ่มที่ 2

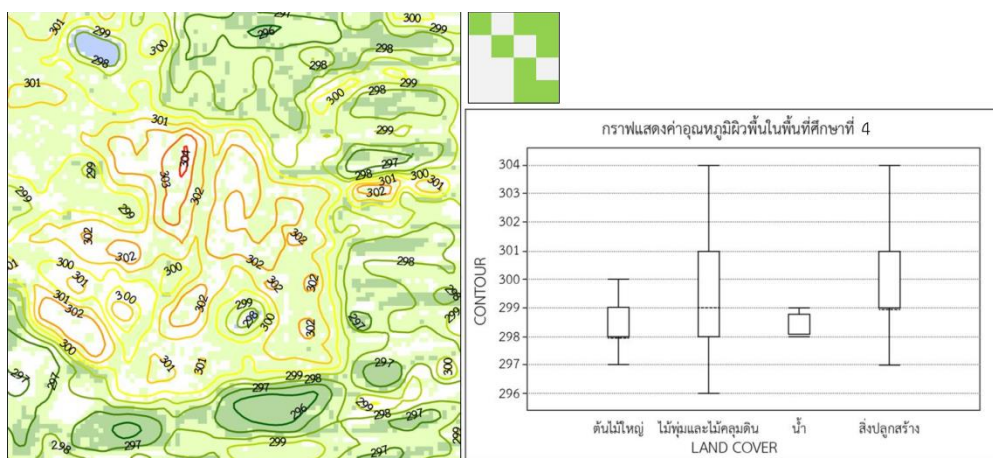
พื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร ในกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยพื้นที่ศึกษาที่ 4 บริเวณร่มเกล้า พื้นที่ศึกษาที่ 5 บริเวณนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง และพื้นที่ศึกษาที่ 6 บริเวณราชพฤกษ์และตลิ่งชัน แต่ละพื้นที่ศึกษามีผลการศึกษาดังตารางที่ 5-11

กลุ่มที่ 2	พื้นที่ศึกษาที่ 4	พื้นที่ศึกษาที่ 5	พื้นที่ศึกษาที่ 6
แผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน			
อัตราส่วนสิ่งปกคลุมดิน	<p>build-up 3.66% tree 2.57% water 0.06% shrub 93.71%</p>	<p>build-up 7.32% tree 1.52% water 0.06% shrub 91.10%</p>	<p>build-up 8.68% tree 7.49% water 0.24% shrub 83.60%</p>
รูปแบบเชิงปริภูมิ			
กราฟอนุภูมิภาคผิวพื้น	<p>กราฟแสดงค่าอนุภูมิภาคผิวพื้นในพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตร.กม. กลุ่มที่ 2</p> <p>CONTOUR</p> <p>พื้นที่ศึกษาที่ 4      พื้นที่ศึกษาที่ 5      พื้นที่ศึกษาที่ 6</p>		

ตารางที่ 5 - 11 แสดงแผนที่อัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดิน รูปแบบเชิงปริภูมิ และค่าอนุภูมิภาคผิวพื้นของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 2

ผลการศึกษาในพื้นที่กลุ่มที่ 2 นั้นจะมีรูปแบบเชิงปริภูมิแตกต่างจากกลุ่มที่ 1 รวมถึงอัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินในพื้นที่กลุ่มที่ 2 จะมีอัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณมากที่สุด ใน 3 กลุ่ม ในพื้นที่ศึกษาที่ 4 มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองลักษณะเป็นผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณแทรกตัวอยู่ในพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง โดยพื้นที่สิ่งปลูกสร้างจะมีขนาดเล็กกว่าพื้นที่ศึกษาที่ 5 แต่ขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ศึกษาที่ 6 มีค่าเฉลี่ย

อุณหภูมิผิวพื้นโดยรวมของพื้นที่อยู่ที่ 299 เคลวิน (25.85 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 296 เคลวิน (22.85 องศาเซลเซียส) และสูงสุดอยู่ที่ 304 เคลวิน (30.85 องศาเซลเซียส) เมื่อพิจารณารายละเอียดไปที่แต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดินพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำจะมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มไม้คลุมดิน และสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า ตามลำดับ ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 5-17

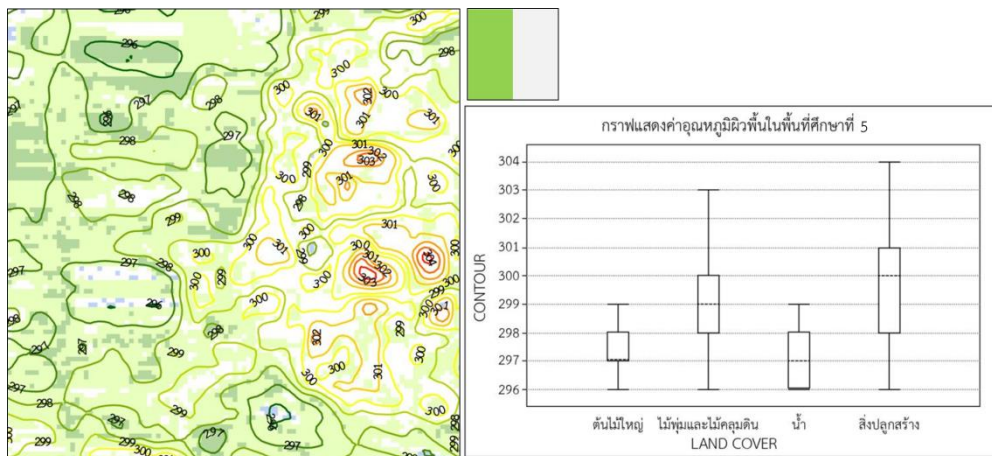


ภาพที่ 5 - 17 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 4 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

เมื่อพิจารณาจากแผนที่ซ้อนทับข้อมูลจะเห็นได้ว่าในผืนภูมิทัศน์ของสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ต้นไม้ใหญ่จะมีค่าอุณหภูมิผิวพื้นอยู่ระหว่าง 297-301 เคลวิน (23.85-27.85 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่เป็นผืนภูมิทัศน์ของสิ่งปลูกสร้างเพียงอย่างเดียว หรือพื้นที่สิ่งปลูกสร้างที่อยู่ใกล้กับไม้พุ่มไม้คลุมดิน

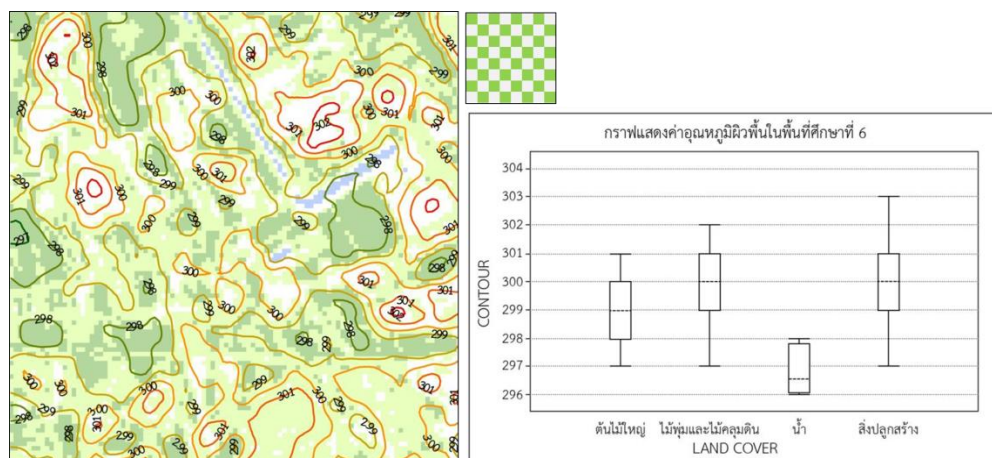
พื้นที่ศึกษาที่ 5 มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองลักษณะเป็นผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณและพื้นที่สิ่งปลูกสร้างเรียงตัวเป็นครึ่งหนึ่งของพื้นที่ โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นโดยรวมของพื้นที่อยู่ที่ 300 เคลวิน (26.85 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 296 เคลวิน (22.85 องศาเซลเซียส) และสูงสุดอยู่ที่ 304 เคลวิน (30.85 องศาเซลเซียส) เมื่อพิจารณารายละเอียดไปที่แต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดินพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำจะมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มไม้คลุมดิน และสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า ตามลำดับ ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 5-18 หากพิจารณาจากแผนที่ซ้อนทับข้อมูลจะเห็นได้ว่าในผืนภูมิทัศน์ของสิ่งปลูกสร้างจะมีค่าอุณหภูมิผิวพื้นอยู่ระหว่าง 299-304 เคลวิน (25.85-30.85 องศาเซลเซียส) ซึ่งมีค่าสูงกว่าพื้นที่พืชพรรณอย่างเห็นได้ชัด โดยพื้นที่พืชพรรณช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นให้กับพื้นที่สิ่งปลูก

สร้างในบริเวณใกล้เคียงซึ่งห่างจากขอบผืนภูมิทัศน์พืชพรรณในระยะประมาณ 40-60 เมตร



ภาพที่ 5 - 18 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 5 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

พื้นที่ศึกษาที่ 6 มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองลักษณะเป็นผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณแทรกตัวอยู่ในพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง โดยมีขนาดของผืนภูมิทัศน์เล็กที่สุดในกลุ่มที่ 2 โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นโดยรวมของพื้นที่อยู่ที่ 300 เคลวิน (26.85 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 297 เคลวิน (23.85 องศาเซลเซียส) และสูงสุดอยู่ที่ 302 เคลวิน (28.85 องศาเซลเซียส) เมื่อพิจารณาลงรายละเอียดไปที่แต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดินพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำจะมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มไม้คลุมดิน และสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า ตามลำดับ ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 5-19

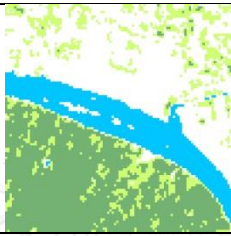
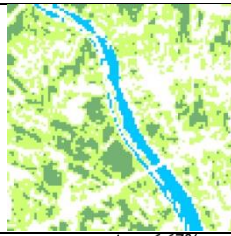
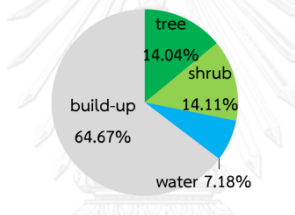
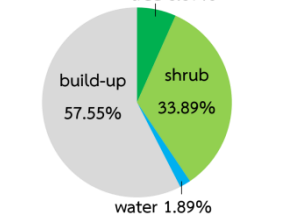


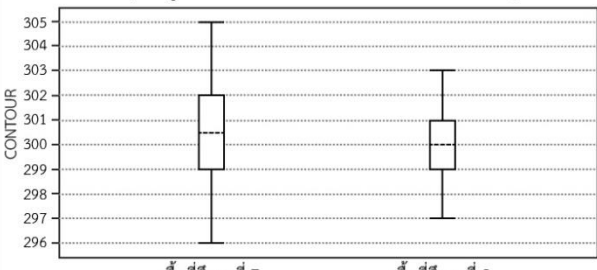


ภาพที่ 5 - 19 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 6 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

หากพิจารณาจากแผนที่ซ้อนทับข้อมูลจะเห็นว่าอุณหภูมิผิวพื้นจะไม่มีความร้อนมากกว่าพื้นที่ใกล้เคียงมากนัก ซึ่งแตกต่างจากพื้นที่ศึกษาอื่นในกลุ่มที่ 2 อีกทั้งอุณหภูมิผิวพื้นสูงสุดของพื้นที่ศึกษาที่ 6 นั้นต่ำที่สุดในกลุ่มที่ 2 อีกด้วย

### 5.3.3. พื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรกลุ่มที่ 3

พื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร ในกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยพื้นที่ศึกษาที่ 7 บริเวณบางกระเจ้าและท่าเรือคลองเตย และพื้นที่ศึกษาที่ 8 บริเวณอ้อมนนท์และบางขวาง แต่ละพื้นที่ศึกษามีผลการศึกษาดังตารางที่ 5-12

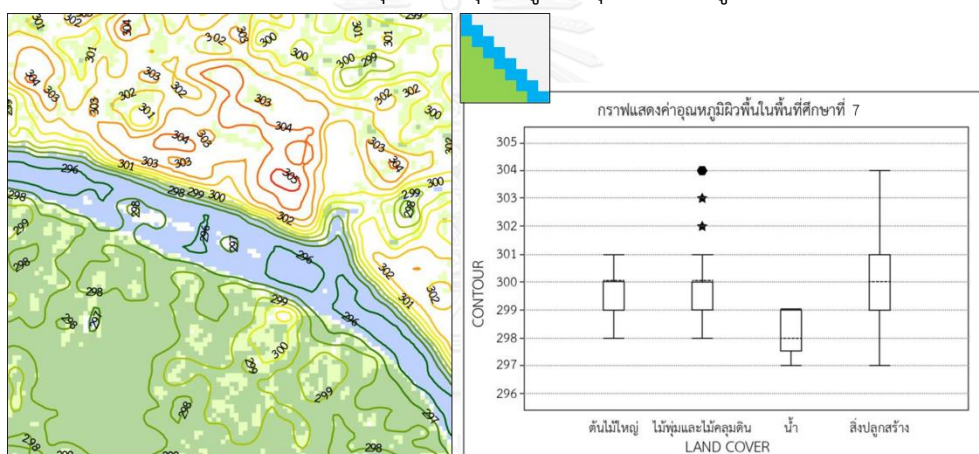
กลุ่มที่ 3	พื้นที่ศึกษาที่ 7	พื้นที่ศึกษาที่ 8
แผนที่การจำแนก สิ่งปกคลุมดิน		
อัตราส่วน สิ่งปกคลุมดิน		
รูปแบบเชิงปริภูมิ		
กราฟอุณหภูมิ ผิวพื้น	<p>กราฟแสดงค่าอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตร.กม. กลุ่มที่ 3</p> 	

ตารางที่ 5 - 12 แสดงแผนที่อัตราส่วนของสิ่งปกคลุมดิน รูปแบบเชิงปริภูมิ และค่าอุณหภูมิผิวพื้นของพื้นที่ศึกษากลุ่มที่ 3

พื้นที่ศึกษาในกลุ่มที่ 3 นี้จะเป็นกลุ่มพื้นที่ศึกษาที่มีสิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำซึ่งมีขนาดของผืนภูมิทัศน์ขนาดใหญ่ผ่านกลางพื้นที่ โดยพื้นที่ศึกษาที่ 7 มีรูปแบบเชิงปริภูมิ



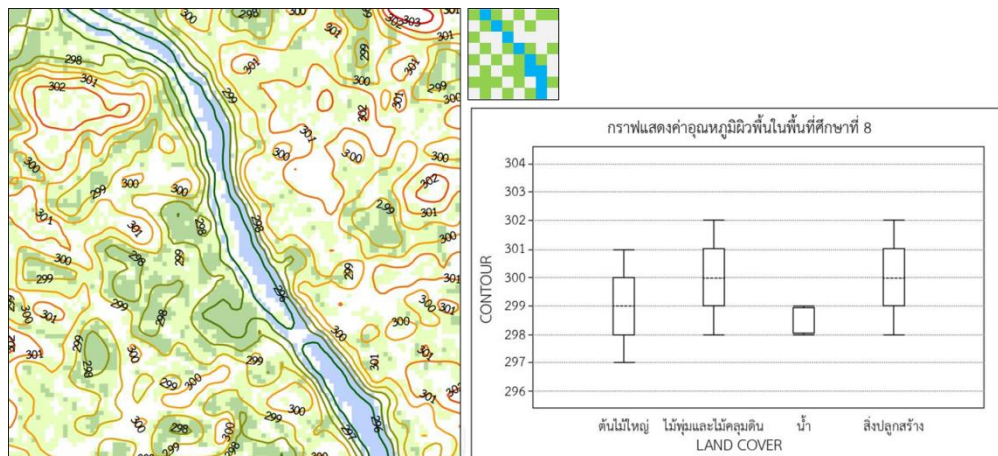
ของพืชพรรณในเมืองลักษณะเป็นผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณและสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า แบ่งเป็นครึ่งหนึ่ง พื้นที่ศึกษาที่ 7 มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นโดยรวมของพื้นที่อยู่ที่ 300.5 เคลวิน (27.35 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 296 เคลวิน (22.85 องศาเซลเซียส) และสูงสุดอยู่ที่ 305 เคลวิน (31.85 องศาเซลเซียส) จะเห็นว่าพื้นที่นี้มีค่าอุณหภูมิผิวพื้นต่ำสุดและค่าอุณหภูมิผิวพื้นสูงสุดต่างกันค่อนข้างมาก โดยอุณหภูมิต่ำสุดจะอยู่ในพื้นที่บางกระเจ้าที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณประเภทต้นไม้ใหญ่ เมื่อพิจารณาลงรายละเอียดไปที่แต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดินพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำจะมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มไม้คลุมดิน และสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า ตามลำดับ ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 5-20 หากพิจารณาจากแผนที่ซ้อนทับข้อมูลจะเห็นได้ว่าสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าที่อยู่ใกล้กับพื้นที่พืชพรรณและน้ำ น่าจะเป็นเหตุที่ทำให้อุณหภูมิต่ำสุดของสิ่งปลูกสร้างนั้นมีค่าเดียวกันกับน้ำ



ภาพที่ 5 - 20 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 7 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

พื้นที่ศึกษาที่ 8 มีรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองลักษณะเป็นผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณเรียงตัวสลับกับสิ่งปกคลุมดิน โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นโดยรวมของพื้นที่อยู่ที่ 300 เคลวิน (26.85 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่ 297 เคลวิน (23.85 องศาเซลเซียส) และสูงสุดอยู่ที่ 303 เคลวิน (29.85 องศาเซลเซียส) เมื่อพิจารณาลงรายละเอียดไปที่แต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดินพบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำจะมีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ ต้นไม้ใหญ่ ไม้พุ่มไม้คลุมดิน และสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่า ตามลำดับ ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 5-21 หากพิจารณาจากแผนที่ซ้อนทับข้อมูลจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิในแต่ละพื้นที่มีค่าไม่แตกต่างกันมาก ไม่มีพื้นที่ที่

อุณหภูมิผิวพื้นสูงมากกว่าพื้นที่อื่น ทำให้อุณหภูมิผิวพื้นสูงสุดของพื้นที่ศึกษาที่ 8 มีค่าต่ำกว่าพื้นที่ศึกษาอื่น



ภาพที่ 5 - 21 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นและข้อมูลสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่ศึกษาที่ 8 และกราฟแสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวพื้นในแต่ละประเภทสิ่งปกคลุมดิน

ในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะสังเกตเห็นได้ว่ามีผืนภูมิทัศน์ของสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างที่มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดใกล้เคียงกับผืนภูมิทัศน์ชนิดอื่นๆ กล่าวคือประมาณ 297-298 เคลวิน (23.85-24.85 องศาเซลเซียส) จากการวิเคราะห์พบว่าค่าอุณหภูมิที่ 297-298 เคลวินในผืนภูมิทัศน์ของสิ่งปลูกสร้างจะอยู่ในบริเวณที่ติดกับผืนภูมิทัศน์ของต้นไม้ใหญ่ และน้ำดังจะเห็นได้จากภาพที่ 5-22 กล่าวคือผืนภูมิทัศน์ของต้นไม้ใหญ่และน้ำมีอิทธิพลทำให้อุณหภูมิผิวพื้นของสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ติดกับผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณและน้ำมีอุณหภูมิผิวพื้นต่ำลงได้ นอกจากนี้ Lormaneenopparat (2002) ได้ทำการศึกษาอุณหภูมิอากาศในบริเวณพื้นที่สวนสาธารณะและพื้นที่โดยรอบสวนในเขตปทุมวันและเขตคลองเตยโดยการวัดอุณหภูมิอากาศในพื้นที่จริงได้ผลว่าอุณหภูมิอากาศบริเวณสวนสาธารณะและพื้นที่สิ่งปลูกสร้างที่อยู่ติดกับสวนสาธารณะมีอุณหภูมิอากาศต่ำกว่าพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ซึ่งเป็นข้อมูลสนับสนุนกับการศึกษานี้



ภาพที่ 5 - 22 ภาพแสดงตำแหน่งอุณหภูมิผิวพื้น 297-298 เคลวิน

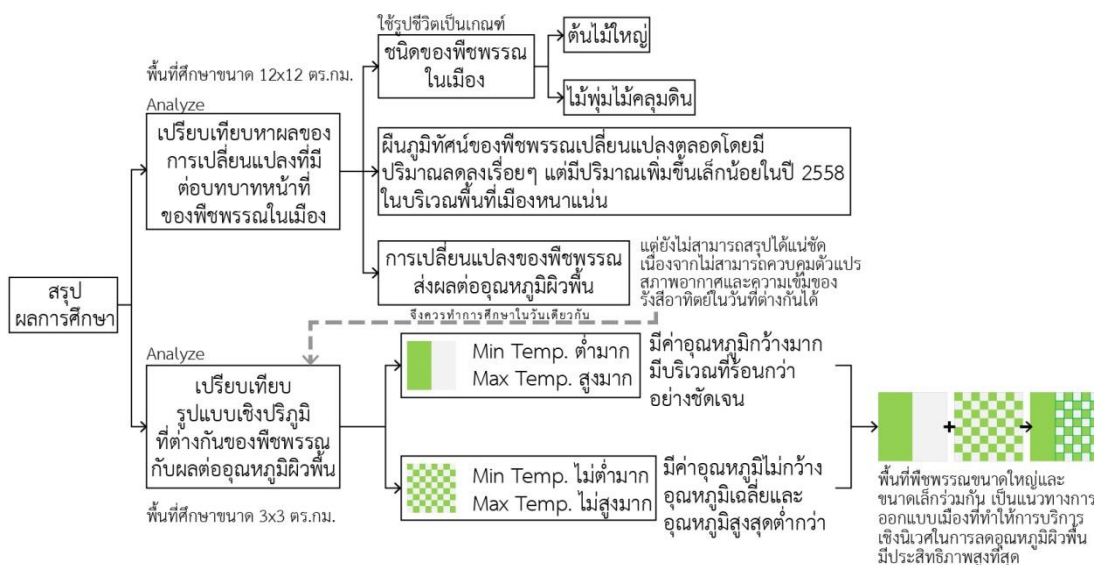
#### 5.4. สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาทั้งหมดพบว่าพืชพรรณในเมืองเป็นตัวแปรสำคัญในการช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นของเมือง โดยพืชพรรณประเภทต้นไม้ใหญ่จะสามารถลดอุณหภูมิผิวพื้นได้ดีกว่าพืชพรรณประเภทไม้พุ่มไม้คลุมดิน หากปริมาณอัตราส่วนของพืชพรรณในเมืองลดลงเปลี่ยนเป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าจะทำให้อุณหภูมิผิวพื้นสูงขึ้นได้ เป็นเหตุให้การบริการเชิงนิเวศของภูมิทัศน์น้อยลง นอกจากนี้รูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณในเมืองก็มีส่วนสำคัญและมีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้น หากขนาดผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณนั้นมีขนาดใหญ่ มีพื้นที่ภายในผืนภูมิทัศน์มาก จะช่วยให้อุณหภูมิผิวพื้นมีค่าต่ำลงได้มากเช่นกัน และทำให้พื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าที่อยู่ในระยะประมาณ 60-120 เมตรจากพื้นที่พืชพรรณมีอุณหภูมิต่ำลงได้เล็กน้อยประมาณ 1-2 เคลวิน แต่อุณหภูมิผิวพื้นจะต่ำลงเฉพาะในพื้นที่ด้านในผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณและพื้นที่ที่ไม่ไกลจากพื้นที่พืชพรรณเท่านั้น บริเวณพื้นที่ข้างเคียงที่เป็นสิ่งปกคลุมดินประเภทสิ่งปลูกสร้างและดินเปล่าที่มีขนาดใหญ่เช่นกันนั้นจะยังคงมีอุณหภูมิผิวพื้นสูงอยู่ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาในพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่ 1 5 และ 7 พื้นที่พืชพรรณที่มีขนาดใหญ่จะส่งผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นแตกต่างจากพื้นที่พืชพรรณที่มีขนาดเล็กที่เรียงตัวสลับกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้างและดินเปล่ากล่าวคือผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณที่มีขนาดเล็กจะช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นได้ไม่มากเท่าพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่ แต่จะช่วยให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่มีค่าต่ำลง หรือช่วยให้ค่าอุณหภูมิผิวพื้นสูงสุดมีค่าไม่สูงมากนัก ดังจะเห็นได้จากผลการศึกษาในพื้นที่ศึกษาขนาด 3x3 ตารางกิโลเมตรพื้นที่ที่ 2 3 6 และ 8 นั้นเอง

## บทที่ 6

### สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

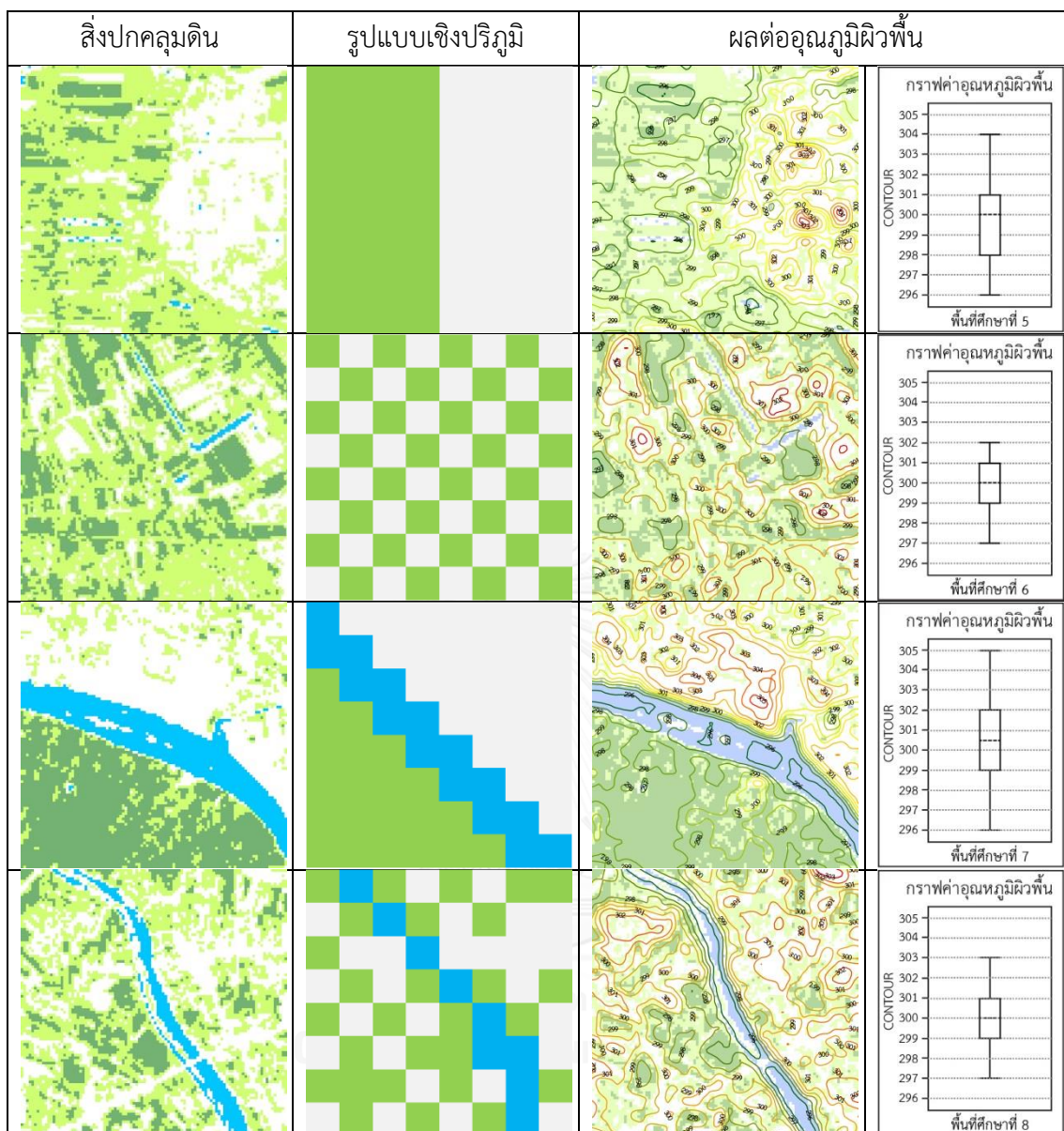
หลังจากทำการศึกษาทั้งหมดแล้วจะสามารถวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษาที่ได้มาและนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและวางผังภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อให้กรุงเทพมหานครมีสภาพแวดล้อมที่ดี รวมถึงประยุกต์ใช้ในพื้นที่จังหวัดอื่นต่อไป โดยมีรายละเอียดของข้อสรุปและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้



ภาพที่ 6 - 1 แสดงแผนภูมิการสรุปผลการศึกษา

### 6.1. สรุปผลการศึกษา

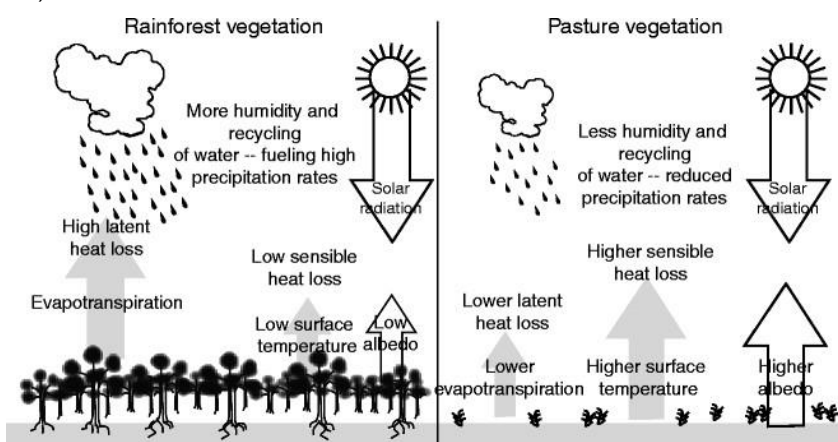
จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าพืชพรรณในเมืองเป็นเครื่องมือสำคัญในการช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นของเมือง ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่หรือขนาดเล็กล้วนแต่ให้ผลดีต่อสภาพแวดล้อมเมืองทั้งสิ้น โดยอุณหภูมิผิวพื้นในบริเวณพื้นที่พืชพรรณที่มีขนาดใหญ่ เช่น สวนสาธารณะ มีค่าต่ำกว่าพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง 4-6 เคลวิน โดยเฉพาะพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิผิวพื้นมีค่าต่ำลงมากขึ้น ซึ่งพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่เหล่านี้นอกจากจะช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นได้อย่างชัดเจนแล้ว ยังมีประโยชน์ต่อสภาพแวดล้อมในด้านอื่น เช่น ช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำและอากาศของเมือง ทำหน้าที่เป็นพื้นที่รับน้ำให้กับเมือง เป็นแหล่งพักผ่อนและนันทนาการ เป็นต้น



ตารางที่ 6 - 1 แสดงผลของรูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณต่ออุณหภูมิผิวพื้นของเมือง

แต่อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าถึงแม้อุณหภูมิผิวพื้นในพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่จะมีค่าต่ำมาก แต่จะอยู่ในบริเวณจำกัดเพียงพื้นที่พืชพรรณและพื้นที่ข้างเคียงรัศมีไม่เกิน 120 เมตรจากขอบพื้นที่พืชพรรณเท่านั้น แต่ในพื้นที่สิ่งปลูกสร้างที่อยู่ถัดจากนั้นจะมีอุณหภูมิผิวพื้นที่สูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด ในทางกลับกันอุณหภูมิผิวพื้นต่ำสุดในพื้นที่พืชพรรณที่มีขนาดเล็กและเรียงตัวสลับผสมไปกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้างนั้นจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิต่ำสุดของพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่ แต่อุณหภูมิผิวพื้นสูงสุดจะมีค่าน้อยกว่า 1-2 เคลวิน และอุณหภูมิผิวพื้นของเมืองในภาพรวมจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันไม่มีพื้นที่ใดมีอุณหภูมิผิวพื้นสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัดเหมือนในพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่ ตามหลักการของทฤษฎีอุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics) วัตถุที่

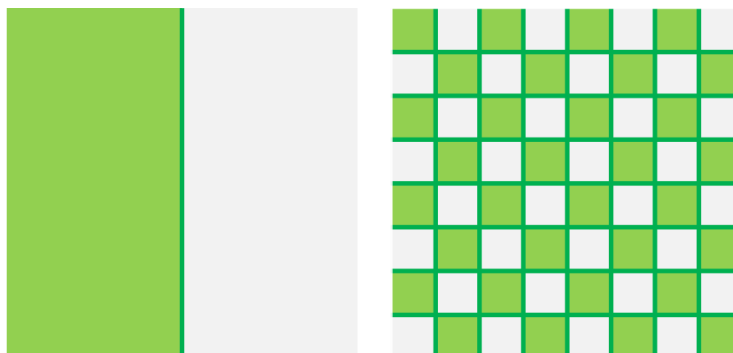
มีความร้อนจะปล่อยรังสีความร้อนในค่าที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความสามารถในการสะท้อนแสง (Albedo) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกความสามารถในการดูดซับและการสะท้อนรังสีของวัตถุ โดยผิวกอนกรีตและผิวยางมะตอยจะมีค่า Albedo ประมาณ 0.05-0.35 หากพื้นผิวกอนกรีตเป็นสีสว่างจะยังมีค่า Albedo สูง ไม่ดูดซับพลังงานความร้อน ในขณะที่พืชพรรณมีค่า Albedo อยู่ที่ 0.15-0.18 หมายความว่าพืชพรรณจะดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ประกอบกับต้นไม้ทำให้พื้นดินนั้นมีความชื้นและมีการระเหยของน้ำทำให้บริเวณที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณสิ่งปลูกสร้าง (Betts, 2000; Huang et al., 1990)



ภาพที่ 6 - 2 แสดงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเมื่อเปลี่ยนสิ่งปกคลุมดินจากพืชพรรณเป็นดินเปล่า

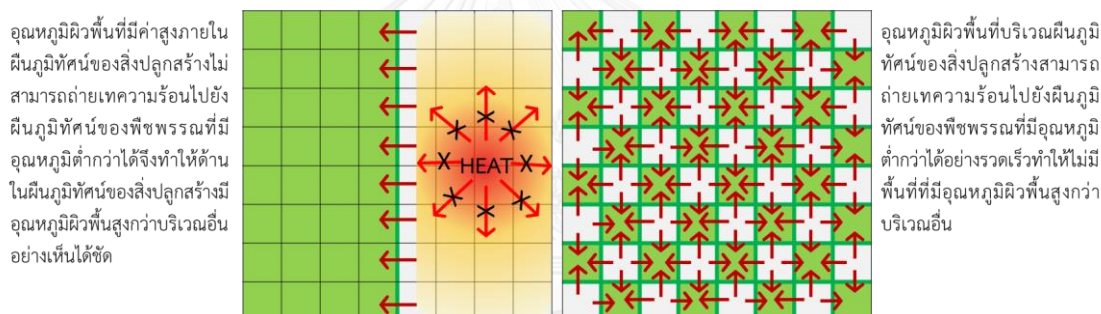
(Chapin III, Matson, & Vitousek, 2011, p. 41)

เมื่อสิ่งปกคลุมดินแต่ละพื้นผิวมีค่าอุณหภูมิไม่เท่ากันจะเกิดการถ่ายเทความร้อน (Thermal Conduction) เพื่อให้อุณหภูมิของระบบอยู่ในสภาวะสมดุล (Thermal Equilibrium) ซึ่งอัตราการถ่ายเทความร้อนจะแปรผันตรงกับพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างระบบที่มีอุณหภูมิต่างกัน (Halliday, Resnick, & Walker, 2013) ในที่นี้หมายถึงผิวสัมผัสระหว่างผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณและผืนภูมิทัศน์ของสิ่งปลูกสร้าง จึงเป็นเหตุให้พื้นที่พืชพรรณที่มีขนาดเล็กแต่เรียงตัวสลับผสมไปกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้างมีอุณหภูมิผิวพื้นโดยรวมและมีค่าอุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่าพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่ เพราะมีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง (พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง) กับพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ (พื้นที่พืชพรรณ) มากกว่า ทำให้เกิดการถ่ายเทอุณหภูมิเข้าสู่สภาวะสมดุลได้อย่างรวดเร็วและไม่มีพื้นที่ที่อุณหภูมิผิวพื้นสูงมาก ดังจะเห็นได้จากภาพที่ 6-3



ภาพที่ 6 - 3 แสดงพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง (พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง) กับพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ (พื้นที่พืชพรรณ)

จากทฤษฎีอุณหพลศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นจะสามารถสรุปได้ว่า หากพื้นที่สิ่งปลูกสร้างมีขนาดใหญ่จะมีผลให้อุณหภูมิผิวพื้นสูงกว่าพื้นที่สิ่งปลูกสร้างขนาดเล็กเพราะอุณหภูมิผิวพื้นไม่สามารถถ่ายเทไปยังพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าได้นั่นเอง ดังภาพที่ 6-4



ภาพที่ 6 - 4 แสดงความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของผืนภูมิทัศน์  
สิ่งปลูกสร้างที่มีรูปแบบเชิงปริภูมิต่างกัน

สรุปได้ว่าพื้นที่พืชพรรณขนาดเล็กหลายพื้นที่ที่เรียงตัวผสมไปกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้างนั้น น่าจะช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นในระดับเมืองได้ดีกว่าพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่เพียงผืนเดียว อีกทั้งยังง่ายต่อการกำหนดนโยบายเพื่อเพิ่มพื้นที่พืชพรรณในเมืองอีกด้วย เช่น การให้อัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่มขึ้น (FAR bonus) การส่งเสริมให้ปลูกต้นไม้ใหญ่ในเขตที่ดินส่วนบุคคล เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีปัจจัยแวดล้อมอื่นๆซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ จึงจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติมต่อไป โดยใช้การทดลองซึ่งวัดอุณหภูมิผิวพื้นภาคสนามและทำการควบคุมตัวแปรแวดล้อมเพื่อตัดปัจจัยตัวแปรอื่นให้เหลือเพียงตัวแปรรูปแบบเชิงปริภูมิกับอุณหภูมิผิวพื้นเท่านั้น จึงจะสามารถสรุปผลได้อย่างชัดเจนว่ารูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณนั้นมีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้น

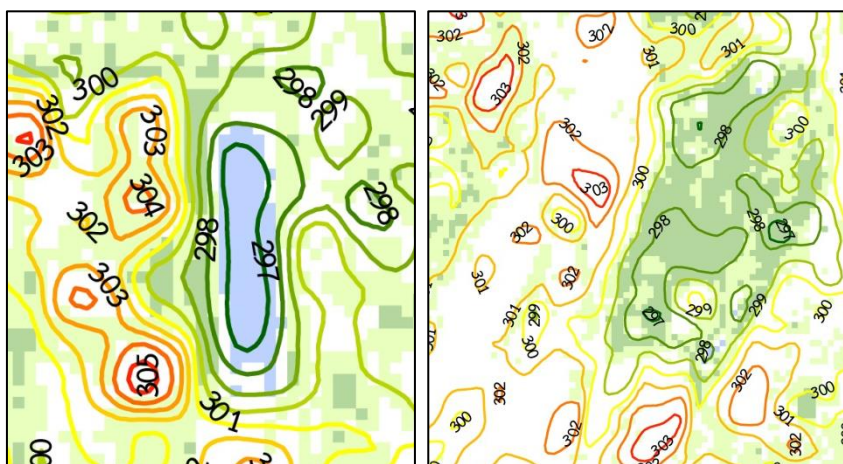
## 6.2. ข้อเสนอแนะแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ในการวางผังและออกแบบ

ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ วางผังและวางแผนงานภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อเป็นการเพิ่มโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวซึ่งมีบทบาทโดยตรงต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมเมืองและคุณภาพชีวิตของคนเมือง อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่จะใช้ในการวางแผนและวางผังเมืองกรุงเทพมหานคร ให้เมืองมีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดีเอื้อต่อคุณภาพชีวิตที่ดีของคนกรุงเทพมหานคร

เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาที่สรุปว่าพื้นที่พืชพรรณขนาดเล็กหลายพื้นที่ที่เรียงตัวผสมไปกับพื้นที่สิ่งปลูกสร้างน่าจะช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นในระดับเมืองได้ดีกว่าพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่เพียงผืนเดียว ดังนั้นการเพิ่มพื้นที่พืชพรรณให้กระจายในพื้นที่เมืองให้มากที่สุดจะเป็นผลดีกับเมืองในด้านการลดอุณหภูมิผิวพื้น ซึ่งผลการศึกษาสนับสนุนแนวความคิดในการใช้มาตรการ FAR OSR และ EIA ที่บังคับใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นเป็นผลดีต่อเมืองในการช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นของเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผลที่ได้จากการศึกษายังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเพิ่มพื้นที่พืชพรรณในเมืองในลักษณะที่เป็นผืนภูมิทัศน์ขนาดเล็กกระจายในพื้นที่เมือง โดยแบ่งแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ได้ 2 ระดับคือระดับการวางผังและออกแบบโครงการ และ ระดับวางผังและวางแผนนโยบายเมือง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 6.2.1. แนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ในระดับการวางผังและออกแบบโครงการ

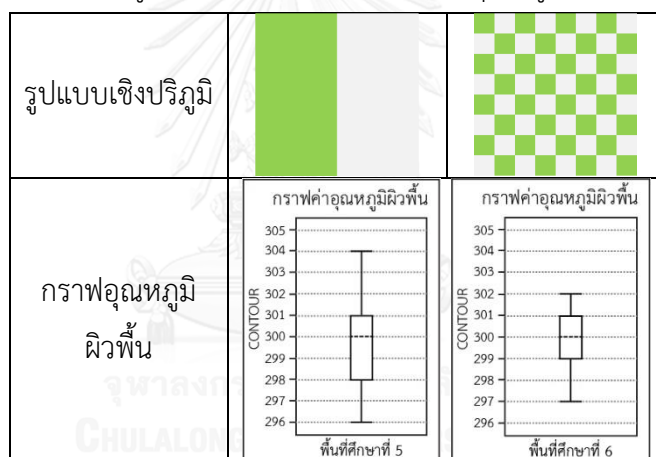
จากผลการศึกษาพบว่าพืชพรรณในเมืองและน้ำมีส่วนช่วยให้อุณหภูมิผิวพื้นลดลง ดังนั้นการวางผังและออกแบบงานภูมิสถาปัตยกรรมโดยเพิ่มองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ที่เป็นพืชพรรณและน้ำจะช่วยทำให้พื้นที่นั้นมีอุณหภูมิผิวพื้นต่ำลงได้



ภาพที่ 6 - 5 แสดงแผนที่ซ้อนทับข้อมูลบริเวณพื้นที่สิ่งปกคลุมดินประเภทน้ำและพืชพรรณทำให้อุณหภูมิผิวพื้นต่ำลง



Hung et al. (2011) ได้กล่าวไว้ว่าการส่งเสริมให้เกิดโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์หรือการเพิ่มพืชพรรณในเมือง ไม่ว่าจะเป็นการวางผังระดับเมืองหรือการประยุกต์ใช้ในการออกแบบโครงการขนาดเล็กหลายๆโครงการ จะช่วยเพิ่มองค์ประกอบทางธรรมชาติให้กับเมืองซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้เมืองมีความสามารถในการขยายตัวอย่างยั่งยืนได้นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณขนาดเล็กกระจายตัวทั่วพื้นที่เมือง ซึ่งจากผลการศึกษาที่พบว่าพื้นที่พืชพรรณขนาดเล็กที่เรียงตัวสลับกับสิ่งปลูกสร้างจะช่วยให้ค่าอุณหภูมิผิวพื้นในภาพรวมไม่สูงมากและเป็นผลดีต่อพื้นที่เมืองโดยรวมมากกว่าผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณขนาดใหญ่ผืนเดียวท่ามกลางพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ดังนั้นการส่งเสริมให้มีพื้นที่สีเขียวแทรกอยู่ในพื้นที่เมืองทั้งการเพิ่มสวนสาธารณะขนาดเล็ก หรือ Pocket Park และการออกแบบโครงการของเอกชน เช่น โครงการบ้านจัดสรร โครงการอาคารพักอาศัยรวมให้มีพื้นที่สีเขียวและต้นไม้ใหญ่ในโครงการ รวมถึงการเพิ่มต้นไม้ใหญ่ตามแนวถนนในเขตเมืองจะช่วยเพิ่มผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณเป็นผลให้อุณหภูมิผิวพื้นของเมืองลดลงได้



ตารางที่ 6 - 2 แสดงผลของรูปแบบเชิงปริภูมิที่มีต่ออุณหภูมิผิวพื้น

โดยมีตัวอย่างการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมโดยใช้โครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์เป็นแนวความคิดในการออกแบบ เพื่อเพิ่มพื้นที่พืชพรรณให้กับเมืองได้ดังนี้

	โครงสร้างพื้นฐานแบบเดิม	โครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์
ถนน	งานก่อสร้างและดูแลรักษาถนนเป็นไปเพื่อตอบสนองความต้องการของรถยนต์เท่านั้น ไม่มีต้นไม้ถนน หรือมีต้นไม้ถนนแต่ดูแลไม่ถูกวิธี ตัดแต่งบ่อยเกินไปเหลือ	ออกแบบรูปแบบถนนใหม่โดยให้ภูมิทัศน์ถนนทางเดิน (streetscape) และทางเดินเท้าเชื่อมต่อกันมีความสวยงามและมีชีวิตชีวา ใช้วัสดุผิวพื้นและพืชพรรณเพื่อช่วยลดการเกิดปรากฏการณ์เกาะร้อนและช่วยในการจัดการน้ำไหล

	โครงสร้างพื้นฐานแบบเดิม	โครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์
		นอง
ทางหลวง	งานก่อสร้างและดูแลรักษาถนนเป็นไปเพื่อให้มีความสามารถในการรองรับความเร็วสูงสุด ไม่มีต้นไม้ถนน ทำให้ทางหลวงมีอุณหภูมิผิวพื้นสูง	ใช้ทางหลวงเป็นเส้นทางเชื่อมต่อทางนิเวศซึ่งเพิ่มโอกาสในการฟื้นฟูระบบนิเวศพื้นถิ่นและช่วยในการจัดการน้ำไหลนอง เพิ่มพืชพรรณเพื่อช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นของผิวถนน
ทางน้ำ	แก้ไขปรับเปลี่ยนทางน้ำเพื่อให้สอดคล้องกับแนวถนนและการจัดการน้ำไหลนอง ตลิ่งเป็นคอนกรีตทำให้พืชพรรณริมน้ำไม่มี และทางน้ำเป็นเส้นตรง	ใช้คลอง แม่น้ำ ห้วยตามธรรมชาติมาช่วยในการจัดการน้ำไหลนอง เป็นพื้นที่สาธารณะ และเป็นพื้นที่อยู่อาศัยของสัตว์
ตรอก	ใช้งานเป็นเพียงเส้นทางและใช้ประโยชน์ด้านการสัญจร ไม่มีต้นไม้ให้ความร่มรื่น	ใช้ศักยภาพของเส้นทางเหล่านี้ เช่น ตรอก แนวสายไฟ ทางน้ำ ในการเป็นสวนหรือพื้นที่สาธารณะ เพิ่มพืชพรรณเพื่อช่วยลดอุณหภูมิผิวพื้นของผิวทางถนน และบริเวณใกล้เคียง
ทางรถไฟ	ใช้เป็นเส้นทางรถไฟเท่านั้น ไม่มีพืชพรรณในบริเวณ สิ่งปกคลุมดินเป็นประเภทดินเปล่า ซึ่งทำให้ค่าอุณหภูมิผิวพื้นสูง	ใช้ศักยภาพของเส้นทางรถไฟ เส้นทางจักรยาน ฯลฯ เพื่อเป็นเส้นทางเชื่อมต่อเชิงนิเวศ รวมถึงเป็นสวนและพื้นที่สาธารณะให้กับเมือง เช่น เพิ่มไม้คลุมดินในบริเวณรางรถไฟ และแนวต้นไม้ใหญ่ โดยห่างจากทางรถไฟในระยะที่เหมาะสม
สวนและพื้นที่เปิดโล่งสาธารณะ	ไม่ถูกนับรวมในโครงสร้างพื้นฐาน	ใช้สวนสาธารณะและพื้นที่เปิดโล่งสาธารณะเป็นส่วนหนึ่งในโครงสร้างพื้นฐานของเมือง เพื่อรักษาธรรมชาติและช่วยให้เมืองมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของมนุษย์ เป็นสถานที่พักผ่อนและเป็นแหล่ง

	โครงสร้างพื้นฐานแบบเดิม	โครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์
		พบปะทางสังคมของคนในชุมชน จากผลการศึกษาก็จะเห็นได้ว่าพืชพรรณมีความสำคัญกับเมือง จึงควรจะนับองค์ประกอบนี้เป็นส่วนหนึ่งในโครงสร้างพื้นฐานของเมือง
งานออกแบบเมือง	เน้นเฉพาะการหาตำแหน่งโครงสร้างและการเชื่อมต่อโครงสร้าง	การออกแบบโดยพิจารณาองค์ประกอบต่างๆของเมือง เช่น อาคาร ถนน ระบบของธรรมชาติ ด้วยกัน เพื่อรวมธรรมชาติและพื้นที่เปิดโล่งสาธารณะเข้าไว้ในเมือง เพื่อให้เมืองมีสิ่งแวดล้อมที่ดี ลดอุณหภูมิผิวพื้นในเมือง และเหมาะกับการดำรงชีวิตของมนุษย์

ตารางที่ 6 - 3 แสดงตัวอย่างการออกแบบโดยใช้ทฤษฎีโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์เป็นแนวความคิดในการออกแบบ (Hung et al., 2011)

นอกจากนี้การออกแบบโดยพยายามเพิ่มพื้นที่พืชพรรณในงานภูมิสถาปัตยกรรมสามารถทำได้อีกหลายรูปแบบ เช่น ปลูกต้นไม้ในลานจอดรถเพื่อลดอุณหภูมิผิวพื้นของพื้นลาดแข็ง การออกแบบหลังคาเขียวให้กับอาคาร เป็นต้น

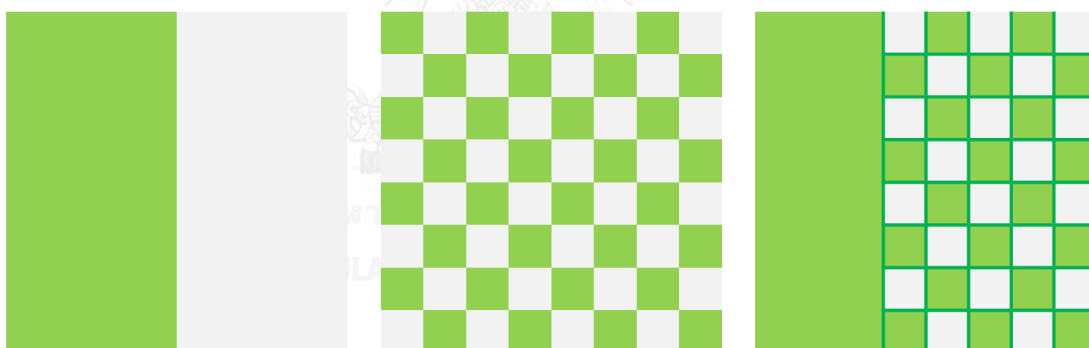


ภาพที่ 6 - 6 แสดงตัวอย่างการออกแบบเพื่อเพิ่มพื้นที่พืชพรรณให้กับเมือง

ซึ่งการเพิ่มพื้นที่พืชพรรณในลักษณะนี้จะช่วยเพิ่มผืนภูมิทัศน์ของพืชพรรณที่มีขนาดเล็กและกระจายไปในพื้นที่เมือง เพื่อให้ผลด้านการลดอุณหภูมิผิวพื้นตรงตามผลการศึกษาที่ได้กล่าวไปข้างต้น นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ในโครงการของเอกชนอื่นๆได้ เช่น โครงการหมู่บ้านจัดสรร หรือโครงการจัดสรรที่ดินที่ต้องมีพื้นที่สีเขียว แต่มีพื้นที่จำกัด

หากต้องการผลในเชิงการลดอุณหภูมิผิวพื้นควรกระจายพื้นที่พืชพรรณให้ทั่วพื้นที่ แทนการรวมพื้นที่พืชพรรณเป็นพื้นที่ใหญ่เพียงพื้นที่เดียว

แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบของพืชพรรณในเมืองที่จะทำให้การลดอุณหภูมิผิวพื้นของเมืองมีประสิทธิภาพดีที่สุด รวมถึงได้ประโยชน์จากพื้นที่พืชพรรณในด้านอื่นๆด้วยนั้น ควรจะออกแบบให้เมืองมีพื้นที่พืชพรรณทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กร่วมกัน กล่าวคือนอกจากการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในโครงการและในลักษณะเป็น Pocket Park ในชุมชนเมือง หรือการเพิ่มต้นไม้ถนน เพื่อให้มีพื้นที่พืชพรรณขนาดเล็กกระจายอยู่ในพื้นที่เมืองแล้ว ควรเพิ่มพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ เช่น สวนสาธารณะระดับย่านหรือระดับเมืองควบคู่ไปด้วย จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่จะทำหน้าที่เป็นเสมือนเกาะความเย็นให้กับเมือง เพราะภายในพื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่จะมีอุณหภูมิผิวพื้นต่ำมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ข้างเคียง ซึ่งเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเมืองจะช่วยให้การบริการเชิงนิเวศด้านการลดอุณหภูมิผิวพื้นของเมืองมีประสิทธิภาพดีที่สุดนั่นเอง นอกจากนี้ยังให้การบริการเชิงนิเวศในด้านอื่นๆกับเมืองอีกด้วย เช่น การทำหน้าที่เป็นพื้นที่รับน้ำให้กับเมือง เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจแก่มนุษย์ และเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าในเมือง เป็นต้น



พื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่ ลดอุณหภูมิผิวพื้นได้ดี แต่จะลดอุณหภูมิผิวพื้นได้เฉพาะในพื้นที่พืชพรรณเท่านั้น

พื้นที่พืชพรรณขนาดเล็ก ลดอุณหภูมิผิวพื้นได้น้อยกว่าขนาดใหญ่ แต่จะลดอุณหภูมิผิวพื้นได้ในภาพรวมมากกว่า อุณหภูมิเฉลี่ยหรืออุณหภูมิสูงสุดจะมีความน้อยกว่า

พื้นที่พืชพรรณขนาดใหญ่และขนาดเล็กร่วมกัน รวมถึงการใช้เส้นทางเชื่อมต่อสีเขียว เป็นแนวทางการออกแบบเมืองที่ทำให้การบริการเชิงนิเวศในการลดอุณหภูมิผิวพื้นมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

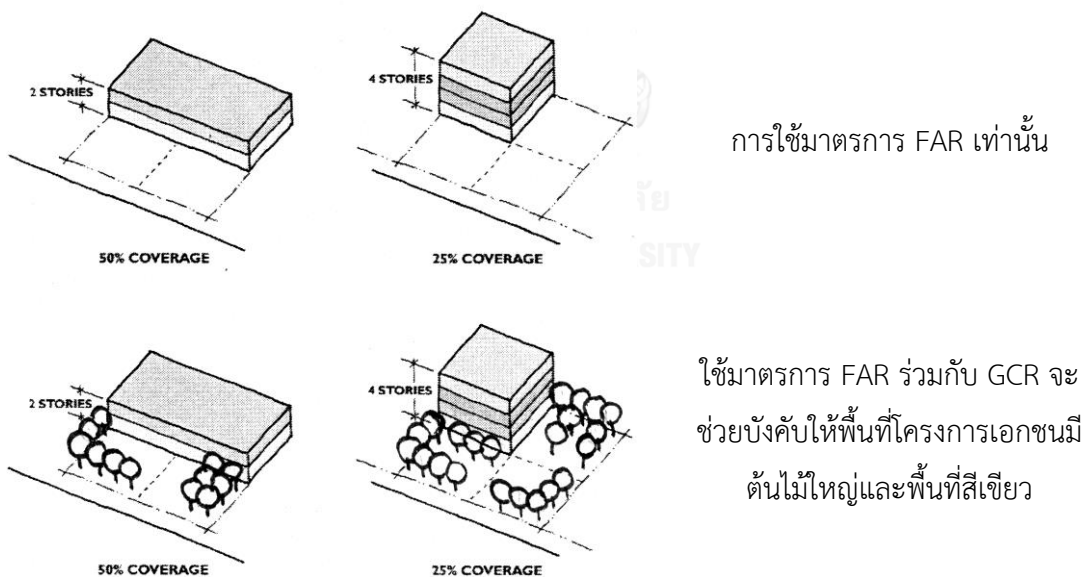
ภาพที่ 6 - 7 แสดงแนวทางการประยุกต์ใช้รูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณมาใช้ในการออกแบบเมือง

#### 6.2.2. แนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ในระดับวางแผนนโยบายเมือง

การประยุกต์ใช้ในระดับวางแผนผังและวางแผนนโยบายเมืองนั้นมีความสำคัญเพราะเป็นการกำหนดโครงสร้างของเมือง โดยจะสามารถทำได้หลายรูปแบบเช่นการเพิ่มพื้นที่

สวนสาธารณะขนาดใหญ่ ดังที่ได้กล่าวไปในหัวข้อที่ 6.2.1 แต่ในพื้นที่เมืองหนาแน่น อาจหาพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่เพื่อทำสวนสาธารณะได้ยาก ฉะนั้นการกำหนดนโยบายเพื่อเพิ่มพื้นที่พืชพรรณในพื้นที่เอกชนจึงเข้ามามีบทบาทในการเพิ่มปริมาณพืชพรรณในเมือง และการเก็บรักษาพื้นที่พืชพรรณไว้ โดยกำหนดนโยบายเพื่อผลักดันให้ตระหนักถึงความสำคัญของพืชพรรณและนำหลักการในการเพิ่มพื้นที่พืชพรรณให้กระจายในพื้นที่เมืองเพื่อผลในการลดอุณหภูมิผิวพื้นไปใช้ในการออกแบบ โดยแบ่งแนวทางการวางแผนนโยบายเมืองดังนี้

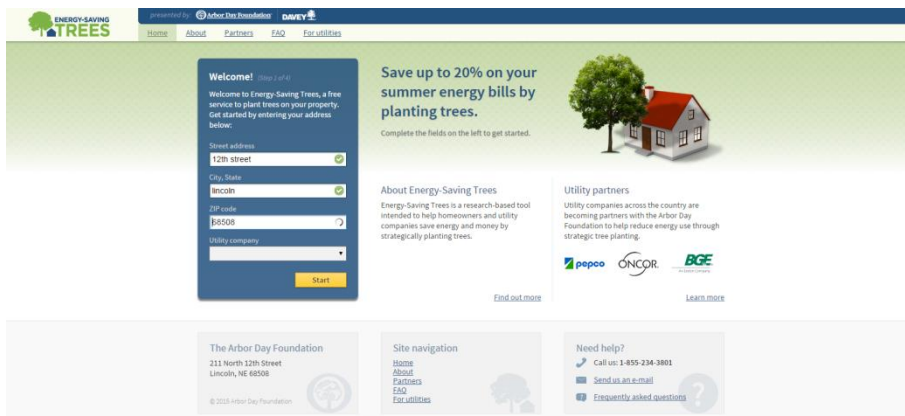
- พื้นที่เมืองหนาแน่น สามารถใช้มาตรการส่งเสริมให้เพิ่มพื้นที่พืชพรรณในโครงการที่ก่อสร้างใหม่ เช่น การเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR Bonus) โดยเพิ่มเงื่อนไขให้โครงการที่ปลูกต้นไม้ใหญ่ในพื้นที่โครงการเป็นอัตราส่วนร้อยละ 50 ของพื้นที่ว่าง (OSR) (บัญญัติสรร นพพันธ์, 2553) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของพื้นน้ำซึมผ่านได้ตามข้อกำหนดเดิม หรือ การส่งเสริมให้บ้านพักอาศัยมีบริเวณปลูกต้นไม้ใหญ่ หรือการใช้มาตรการที่เรียกว่า Green Coverage Ratio (GCR) เพื่อเพิ่มสิ่งปกคลุมดินประเภทพืชพรรณในพื้นที่โครงการของเอกชน



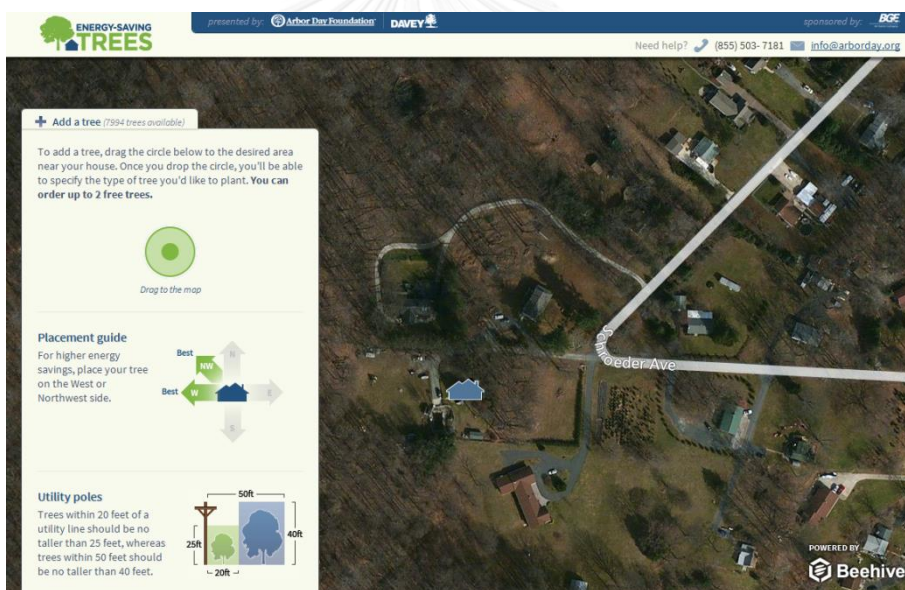
ภาพที่ 6 - 8 แสดงแนวทางการใช้มาตรการ FAR ร่วมกับ GCR (ดนัย ทายตะคุ, 2547)

นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างการส่งเสริมให้ปลูกต้นไม้ใหญ่ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้เว็บไซต์และศูนย์ชุมชนเป็นสื่อกลางให้ข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของการปลูกต้นไม้ใหญ่ เช่น ต้นไม้ช่วยลดอุณหภูมิ ทำให้ลดการใช้พลังงานได้ โดยสามารถทดลองปลูกต้นไม้ภายในเขตพื้นที่บ้านพักอาศัยผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ต

เพื่อทดสอบการประหยัดพลังงาน โดยในเว็บไซต์นั้นมีโปรแกรมที่จะช่วยคำนวณค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการปลูกต้นไม้ในบริเวณบ้านได้ดังภาพที่ 6-9 และ 6-10



ภาพที่ 6 - 9 แสดงหน้าเว็บไซต์ energysavingtrees.arborday.org เว็บไซต์ที่ช่วยคำนวณค่าใช้จ่ายที่ลดลงหลังจากปลูกต้นไม้ในเขตพื้นที่บ้านพักอาศัย (The Arbor Day Foundation, 2017)



ภาพที่ 6 - 10 แสดงหน้าเว็บไซต์ energysavingtrees.arborday.org เว็บไซต์ที่ช่วยคำนวณค่าใช้จ่ายที่ลดลงหลังจากปลูกต้นไม้ในเขตพื้นที่บ้านพักอาศัย (The Arbor Day Foundation, 2017)

- พื้นที่ชานเมืองและพื้นที่เกษตรกรรม สามารถใช้มาตรการเพื่อส่งเสริมให้รักษาพื้นที่สีเขียว เช่น การใช้มาตรการลดหย่อนภาษีที่ดินสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมหรือที่ดินที่ไม่ได้ทำประโยชน์แต่ปลูกต้นไม้ใหญ่ เป็นต้น เพื่อรักษาพื้นที่พืชพรรณ โดยเฉพาะพืชพรรณประเภทต้นไม้ใหญ่ให้คงอยู่ในพื้นที่

จะเห็นได้ว่าผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อและใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเพื่อวางแผนและวางผังงานภูมิสถาปัตยกรรม รวมถึงกำหนดนโยบายของเมืองได้ ถึงแม้

การศึกษานี้จะมีข้อจำกัดซึ่งเป็นผลมาจากข้อมูลที่ใช้ ทุนในการศึกษา และระยะเวลาที่จำกัด แต่ด้วยประโยชน์ที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ทำให้หัวข้อนี้มีความน่าสนใจและควรนำไปต่อยอดการศึกษาโดยใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดมากขึ้น รวมถึงเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดีขึ้น ร่วมกับการสำรวจลงพื้นที่เก็บข้อมูลอุณหภูมิผิวพื้นภาคสนาม เพื่อให้ผลการศึกษาที่มีความแม่นยำถูกต้องมากยิ่งขึ้น

### 6.3. ข้อเสนอแนะในการนำวิธีการศึกษาไปประยุกต์ใช้

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ารูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณน่าจะมีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้น แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนเนื่องจากยังมีปัจจัยแวดล้อมอื่นๆซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นเพื่อให้สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่ารูปแบบเชิงปริภูมิของพืชพรรณนั้นมีผลต่ออุณหภูมิผิวพื้นจึงควรทำการศึกษาต่อไป โดยใช้การทดลองวัดอุณหภูมิผิวพื้นภาคสนามซึ่งควบคุมตัวแปรแวดล้อมเพื่อตัดปัจจัยตัวแปรอื่น เหลือเพียงตัวแปรรูปแบบเชิงปริภูมิกับอุณหภูมิผิวพื้นเท่านั้น

นอกจากนี้วิธีการดำเนินการศึกษายังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาลงในรายละเอียดให้ได้ผลการศึกษาที่แม่นยำมากขึ้นได้ โดยดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยแต่ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดมากขึ้นเช่น ข้อมูลดาวเทียม IKONOS ข้อมูลดาวเทียม THEOS หรือ ไทยโชติ ที่มีความละเอียดของภาพถ่ายดาวเทียมอยู่ที่ 4 เมตร และ 15 เมตร ตามลำดับ ร่วมกับการวัดอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิผิวพื้นภาคสนามโดยควบคุมตัวแปรแวดล้อม จะช่วยทำให้มีข้อมูลและผลการศึกษาที่มีความแม่นยำมากขึ้น

การศึกษานี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของภูมิทัศน์กับบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ในด้านอื่นๆนอกเหนือจากการลดอุณหภูมิผิวพื้น รวมถึงประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่นๆได้ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายและมีข้อมูลย้อนหลังไปมากกว่า 40 ปี ซึ่งทำให้สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินได้ หรือศึกษาผลต่อบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ในแง่มุมอื่นต่อไปได้เช่นกัน

## รายการอ้างอิง

- Alavipanah, S., Wegmann, M., Qureshi, S., Weng, Q., & Koellner, T. (2015). The Role of Vegetation in Mitigating Urban Land Surface Temperatures: A Case Study of Munich, Germany during the Warm Season. *Sustainability*, 7(4), 4689.
- Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T., & Witmer, R. E. (1976). *A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data* (U. S. G. P. Office Ed.). Washington.
- Barnes, T. G. (2000). *Landscape Ecology and Ecosystems management*. Paper presented at the Cooperative Extension Service, FOR-76, Kentucky, U.S.
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2012). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*: Island Press.
- Betts, R. A. (2000). Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. *Nature*, 408(6809), 187-190.
- Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293-301.
- Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A., McGrath, B., & Marshall, V. (2013). Ecological Heterogeneity in Urban Ecosystems: Reconceptualized Land Cover Models as a Bridge to Urban Design. In S. T. A. Pickett, M. L. Cadenasso, & B. McGrath (Eds.), *Resilience in Ecology and Urban Design* (pp. 107-129): Springer Netherlands.
- Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A., & Schwarz, K. (2007). Spatial Heterogeneity in Urban Ecosystems: Reconceptualizing Land Cover and a Framework for Classification. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(2), 80-88.
- Chapin III, F. S., Matson, P. A., & Vitousek, P. (2011). *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*: Springer New York.
- Cheng, K.-S., Su, Y.-F., Kuo, F.-T., Hung, W.-C., & Chiang, J.-L. (2008). Assessing the effect of landcover changes on air temperature using remote sensing images—A pilot study in northern Taiwan. *Landscape and Urban Planning*, 85(2), 85-96. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.09.014>



- Claritas Corporation. (1995). *PRIZM: Cluster Snapshots, Getting to Know the 62 Clusters*: Claritas Incorporated.
- Collinge, S. K. (1996). Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning*, 36(1), 59-77.
- Costanza, R., d'Arge, R., Groot, R. d., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., . . . Belt, M. v. d. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
- Donovan, G. H., & Prestemon, J. P. (2010). The Effect of Trees on Crime in Portland, Oregon. *Environment and Behavior*.
- Ellis, E. C., Li, R. G., Yang, L. Z., & Cheng, X. (2000). Long-Term Change in Village-Scale Ecosystems in China Using Landscape and Statistical Methods. *Ecological Applications*, 10(4), 1057-1073. doi:10.1890/1051-0761(2000)010[1057:LTCIVS]2.0.CO;2
- ESRI. (2016). ArcGIS Desktop (Version 10.4). Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- European Commission. (2013). *Building a Green Infrastructure for Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Exelis Visual Information Solutions. (2013). Environment for Visualizing Images (ENVI) (Version 5.1). Boulder, Colorado: Exelis Visual Information Solutions.
- Forman, R. T. T. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*: Cambridge University Press.
- Forman, R. T. T. (2014). *Urban Ecology: Science of Cities* (1 ed.). New York: Cambridge University Press.
- Forman, R. T. T., & Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*: Wiley.
- GISGeography. (2016). Image Classification Techniques in Remote Sensing. Retrieved 20/03/2016 <http://gisgeography.com/image-classification-techniques-remote-sensing/>
- Google Street View. (2017). Google Street View. <https://www.google.com/intl/th/streetview/#>

- Gregorio, A. D., & Jansen, L. J. M. (2000). *Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts And User Manual*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Fundamentals of Physics Extended, 10th Edition*: Wiley.
- Hart, K. C., Stein, B. A., & Warrick, S. F. (1979). Vegetation and Flora. In B. A. Stein & S. F. Warrick (Eds.), *Granite Mountains Resource Survey* (pp. 59-108). Santa Cruz: University of California.
- Huang, Y. J., Akbari, H., & Taha, H. (1990). *The wind-shielding and shading effects of trees on residential heating and cooling*. Paper presented at the ASHRAE Trans., Atlanta, Georgia.
- Hung, Y. Y., Aquino, G., Waldheim, C., Czerniak, J., Geuze, A., Skjonsberg, M., & Robinson, A. (2011). *Landscape Infrastructure: Case Studies by SWA*: Birkhäuser.
- Kawashima, S., Ishida, T., Minomura, M., & Miwa, T. (2000). Relations between Surface Temperature and Air Temperature on a Local Scale during Winter Nights. *Journal of Applied Meteorology*, 39(9), 1570-1579. doi:10.1175/1520-0450(2000)039<1570:rbstaa>2.0.co;2
- Konijnendijk, C. C., Nilsson, K., Randrup, T. B., & Schipperijn, J. (2005). *Urban Forests and Trees: A Reference Book* (1 ed.). New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kurn, D. M., Bretz, S. E., Huang, B., & Akbari, H. (1994). *The potential for reducing urban air temperatures and energy consumption through vegetative cooling*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.2172/10180633>
- Li, Z.-L., Tang, B.-H., Wu, H., Ren, H., Yan, G., Wan, Z., . . . Sobrino, J. A. (2013). Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives. *Remote Sensing of Environment*, 131, 14-37. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2012.12.008>
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2007). *Remote Sensing and Image Interpretation* (6th ed.). USA: John Wiley & Sons.

- Lormaneenopparat, S. (2002). *The Prospects of Mitigating The Urban Heat Island Effect in Bangkok Through Appropriate Landscape Design: A Case Study of Public Parks and Their Surroundings in Pathumwan and Klongtoey Districts*. (Master of Science), Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- McBride, J. R. (1977). Evaluation of Vegetation in Environmental Planning. *Landscape Planning*, 4, 291-312.
- McBride, J. R., & Reid, C. (1988). California Wildlife Habitat Relationships System: Urban Vegetation.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2003). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Washington, DC.: Island Press.
- Mostovoy, G. V., King, R. L., Reddy, K. R., Kakani, V. G., & Filippova, M. G. (2006). Statistical Estimation of Daily Maximum and Minimum Air Temperatures from MODIS LST Data over the State of Mississippi. *GIScience & Remote Sensing*, 43(1), 78-110. doi:10.2747/1548-1603.43.1.78
- Nowak, D. J., & Crane, D. E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*, 116(3), 381-389. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00214-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7)
- Pickett, S. T. A. (1993). An ecological perspective on population change and land use *Population and Land Use in Developing Countries: Report of a Workshop*: National Academies Press.
- Risser, P. G., Karr, J. R., & Forman, R. T. T. (1983). *Landscape Ecology: Directions and Approaches*. Retrieved from Illinois, USA:
- Schwarz, N., Schlink, U., Franck, U., & Großmann, K. (2012). Relationship of land surface and air temperatures and its implications for quantifying urban heat island indicators—An application for the city of Leipzig (Germany). *Ecological Indicators*, 18, 693-704. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.01.001>
- Sukopp, H., & Weiler, S. (1988). Biotope mapping and nature conservation strategies in urban areas of the Federal Republic of Germany. *Landscape and Urban Planning*, 15(1), 39-58. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0169-2046\(88\)90015-1](http://dx.doi.org/10.1016/0169-2046(88)90015-1)

- Thaitakoo, D. (1998). *The Application and Integration of Landscape Spatial Structure Analysis and Modeling in the Planning and Design of Nature Reserves*. (Doctor of Philosophy), University of California, Berkeley. (9923070)
- The Arbor Day Foundation (Producer). (2017, 09/05). Save up to 20% on your summer energy bills by planting trees. Retrieved from <https://energysavingtrees.arborday.org/#Home>
- Tigges, J., Lakes, T., & Hostert, P. (2013). Urban vegetation classification: Benefits of multitemporal RapidEye satellite data. *Remote Sensing of Environment*, 136, 66-75. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2013.05.001>
- U.S. Department of the Interior, & U.S. Geological Survey. (2017). Landsat Level-1 Data Products (Landsat data). Retrieved 26/04/2016 <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- U.S. Geological Survey. (2016, 11/29). What are the band designations for the Landsat satellites? Retrieved from <https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>
- Ulrich, R. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420-421.
- Unger, J., Gál, T., Rakonczai, J., Mucsi, L., Szatmári, J., Tobak, Z., . . . Fiala, K. (2009). *Air Temperature Versus Surface Temperature in Urban Environment*. Paper presented at the The seventh International Conference on Urban Climate, Yokohama, Japan.
- Weier, J., & Herring, D. (2000). Measuring Vegetation: Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Retrieved 17/11/2016, from NASA Goddard Space Flight Center <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/>
- Wolf, K. L. (2003). Public response to the urban forest in inner-city business districts. *Journal of Arboriculture*, 29(3), 117-126.
- Xie, Y., Sha, Z., & Yu, M. (2008). Remote sensing imagery in vegetation mapping: a review. *Journal of Plant Ecology*, 1(1), 9-23. doi:10.1093/jpe/rtm005
- Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3025-3033. doi:10.1080/01431160600589179

Youjing, Z., & Hengtong, F. (2007, 23-28 July 2007). *Identification scales for urban vegetation classification using high spatial resolution satellite data*. Paper presented at the Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2007. IGARSS 2007. IEEE International.

กนกวรรณ โกลวีระเกตุ. (2541). *ผลของสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองในกรุงเทพมหานคร*. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2017). อุณหภูมิอากาศรายวัน.

กันยา ทิสยากร, ถนอมศรี รังสิกรรพุม, และ จตุพร พรประเสริฐชัย. (2536). การประมวลผลข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (บรรณาธิการ), *การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม*. กรุงเทพฯ.

दनัย ทายตะคุ. (2547). การใช้มาตรการ FAR ร่วมกับ GCR.

นงพงา สุขวนิช. (2536). ระบบนิเวศและความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติกับสิ่งมีชีวิต. สิริินทร์ ช่างโซติ (บรรณาธิการ), *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ* (ล. 17).

ปัญญาภัสสร นพพันธ์. (2553). ข้อกำหนดของแผนผังกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน. กรุงเทพฯ.

มานัส ศรีวณิช. (2553). ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศกับลักษณะเชิงพื้นที่ต่อปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง. *ประเทศไทยกับภูมิอากาศโลก*, กรุงเทพฯ.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2544). *พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.

สมพร สง่างศ์. (2552). *การสำรวจจากระยะไกลในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดินและการประยุกต์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2552). *ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ.

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวมิ่งขวัญ นันทวิสัย จบการศึกษาระดับปริญญาตรี เกียรตินิยมอันดับสอง จาก  
ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ.  
2555 และได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโทในสาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ในปี พ.ศ.  
2558 โดยมีความสนใจทางด้านภูมินิเวศ รวมถึงการวางผังและออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมโดย  
คำนึงถึงบทบาทเชิงนิเวศของภูมิทัศน์ เพื่อให้สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพได้  
ในอนาคต

