

การประยุกต์ใช้ข้อมูลการรับรู้ระยะไกลสำหรับการจำแนกการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ในเทศบาลนครนครราชสีมา APPLICATION OF REMOTE SENSING DATA FOR CLASSIFYING URBAN TREE CANOPY IN NAKHONRATCHASIMA CITY MUNICIPALITY

เยาวเรศ จันทะศักดิ์^{1,*}, ทิฆัมพร หัตถขุนทด¹, เสกสรร มังคลานนท์¹, พรทิพย์ เอื้อธรรมถาวร¹, พิชรินทร์ กิตติพิชรากร² และ พงศ์พันธุ์ จันทะศักดิ์³

¹ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา, ประเทศไทย

² แผนกวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล, วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา, นครราชสีมา, ประเทศไทย

³ พันเอก, กองวิชาวิศวกรรมโยธา, ส่วนการศึกษา, โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า, นครนายก, ประเทศไทย

*Corresponding author address: yaowaret.ja@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการประยุกต์ใช้ข้อมูลการรับรู้ระยะไกลในการจำแนกการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ในเมืองได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการประเมินต้นไม้และพื้นที่สีเขียวของเมือง ดังนั้นวัตถุประสงค์ของบทความนี้เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลการรับรู้ระยะไกลสำหรับการจำแนกการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ในเทศบาลนครนครราชสีมา โดยมีวิธีการศึกษา คือ (1) การเลือกและเตรียมข้อมูลดาวเทียมจากโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธในเดือนมกราคม 2564 (2) การจำแนกการใช้ที่ดินและการปกคลุมเรือนยอดด้วยการแปลตีความด้วยสายตา และ (3) การประเมินความถูกต้องจากภาคสนามและตารางเมตริกซ์ผลการศึกษา พบว่า การใช้ที่ดินเทศบาลนครราชสีมา (พื้นที่เทศบาลฯ ทั้งหมด 37.78 ตร.กม.) มีการใช้ที่ดินประเภทพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างประเภทเมืองมากที่สุด ประมาณ 20.30 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 53.73 ขณะที่การใช้ที่ดินประเภทพื้นที่แหล่งน้ำน้อยที่สุด 1.04 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 2.75 สำหรับการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้มากที่สุดประเภทการใช้ที่ดินพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างประเภทเมือง ประมาณ 8.24 ตร.กม. และคิดเป็นร้อยละ 21.81 ขณะที่การปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ที่น้อยที่สุดในประเภทพื้นที่อื่นๆ เช่น ถนน และบริเวณริมขอบน้ำ ประมาณ 1.80 ตร.กม. และคิดเป็นร้อยละ 4.76 ซึ่งผลการศึกษาที่ได้นี้จะนำไปใช้เป็นสารสนเทศเชิงพื้นที่สำหรับการพัฒนาเมืองสีเขียวในเทศบาลฯ โดยมีข้อเสนอแนะสำหรับงานต่อไป คือ ควรศึกษาปัจจัยที่มีต่อความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้

คำสำคัญ: เทคนิคการรับรู้ระยะไกล การจำแนกภาพถ่ายดาวเทียม การปกคลุมเรือนยอดต้นไม้

Abstract

Currently, application of remote sensing (RS) data to classify urban canopy coverings has played a key role in assessing urban trees and green spaces. Therefore, the objective of this study is to apply RS data for classifying urban tree canopy (UTC) cover over Nakhon Ratchasima City Municipality (NCM). Methodology includes (1) selecting and preparing satellite data from Google Earth program in year 2021, (2) classification of land use and UTC cover with visual interpretation, and (3) assessment accuracy-based ground check and matrix table. The study result showed that land use in NCM (total NCM-area 37.78 sq.km) has the highest area of urban and built-up area of about 20.30 sq.km (53.73%), and the lowest area of water body is about 1.04 sq.km. (2.75%). For UTC in each land use type of NCM, the highest UTC over urban and built-up area is about 8.24 sq.km (21.81%), and the lowest UTC over miscellaneous land (e.g. roads and water edges) is about 1.80 sq.km (4.76%). Results of this study can be used as spatial information for green city development in NCM. A suggestion for further work would be to study factors affecting the relationship between land use and canopy cover.

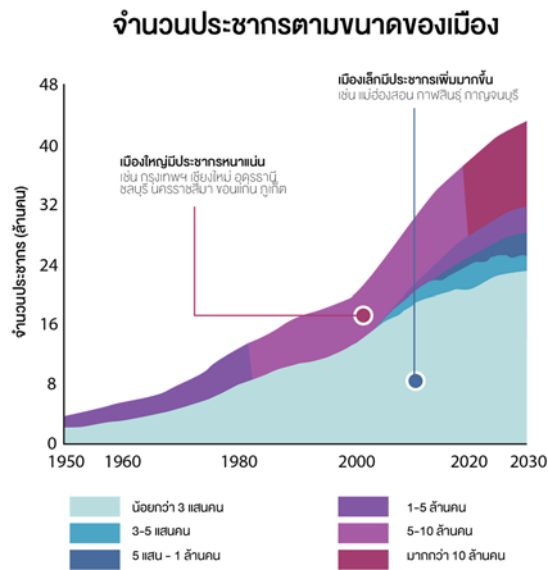
Keywords: Remote Sensing Techniques, Satellite Image Classification, Urban Tree Canopy

1. บทนำ

จากกระแสเรื่องโลกร้อนนั้น ป่าไม้จะมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาโลกร้อน และประชาชนโดยทั่วไปก็สามารถมีส่วนร่วมได้ไม่จำกัด โดยเฉพาะประชาชนในเขตเมืองก็สามารถมีส่วนร่วมในเรื่องการจัดการป่าไม้ที่ยั่งยืนได้เช่นกัน โดยผ่านการยอมรับลักษณะของ “ป่าในเมือง” (urban forest) ที่มีความหมายกว้างกว่า “พื้นที่

สีเขียว” (green area) [1] ประกอบกับการเพิ่มขึ้นของประชากรในเมืองเพิ่มขึ้น 34% และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของความเป็นเมืองโตขึ้น 1.6% ซึ่งหมายความว่าเมืองระดับภูมิภาคและเมืองขนาดกลางมีจำนวนประชากรมากขึ้นในขณะที่เมืองโตเดี่ยวอย่างกรุงเทพฯ นั้น ก็ยังเติบโตอย่างคงที่ (ดังรูปที่ 1) [2] ซึ่งรวมถึงการเติบโตของเมืองเทศบาลนครนครราชสีมาซึ่งปัจจุบันมีการใช้ที่ดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 87.67% .ในขณะที่มีพื้นที่สีเขียวหรือพื้นที่

ป่าไม้ในเมือง 0.16% [3] ซึ่งประเด็นที่กล่าวมานี้เป็นประเด็นที่ทำ
ทนายการพัฒนาความเป็นสีเขียวของเมืองเทศบาลนครนครราชสีมา
อย่างยิ่ง นอกจากนี้ทางสำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมาก็ได้
วางแผนพัฒนาพัฒนาเทศบาลนครนครราชสีมา พ.ศ. 2561-2565
[4] ในด้านการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เพื่อการบริหารจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
อันประกอบไปด้วย 1) การส่งเสริมการดำรงชีวิต 2) การเร่งรัด
ปรับปรุงภูมิทัศน์ระบบนิเวศของเมือง 3) การพัฒนาการบริหาร
จัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม และ 4) การเพิ่มศักยภาพในการบริหาร
จัดการทรัพยากรธรรมชาติ



รูปที่ 1 จำนวนประชากรตามขนาดของเมืองจากการอ้างอิงของ [2]

ปัจจุบันการประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลในการจำแนกการปก
คลุมเรือนยอดต้นไม้ในเมืองได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการประเมิน
ต้นไม้และพื้นที่สีเขียวของเมืองต่างๆ ดังตัวอย่างเช่น Center for
Watershed Protection [5] USDA [6] Forest Research [7]
ดังนั้นวัตถุประสงค์ของบทความนี้เพื่อประยุกต์ใช้ข้อมูลการรับรู้
ระยะไกลสำหรับการจำแนกการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ในเทศบาล
นครนครราชสีมา ทั้งนี้เพื่อจะนำไปใช้เป็นสารสนเทศเชิงพื้นที่
สำหรับการพัฒนาเมืองสีเขียวในเทศบาลนครนครราชสีมา

2. การดำเนินการศึกษา

2.1. พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นประยุกต์ใช้ข้อมูลการรับรู้ระยะไกลสำหรับ
การจำแนกการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ในเทศบาลนครนครราชสีมา
และในแผนพัฒนาเทศบาลนครนครราชสีมา [4] ได้รายงานเกี่ยวกับ
พื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมาที่มีพื้นที่ 37.50 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ
4.96 ของพื้นที่อำเภอเมือง (มีพื้นที่ประมาณ 755.50 ตร.กม.) หรือ

ประมาณร้อยละ 0.18 ของพื้นที่จังหวัด (มีพื้นที่ประมาณ
20,493.90 ตร.กม.) และตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 14-16 องศาเหนือ
และเส้นแวงที่ 101-103 องศาตะวันออก ซึ่งอยู่ทางภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีระยะทางห่างจาก
กรุงเทพมหานคร โดยทางรถยนต์ และทางรถไฟ 255 และ 264 กม.
ตามลำดับ ส่วนลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบลาดเอียงไปทางทิศ
ตะวันออกเฉียง ทิศเหนือของตัวเมืองเป็นที่ราบลุ่ม ทางตะวันตกเฉียงใต้
เป็นที่ราบสูง ลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทรายมีค่าตะกอน ซึ่งเป็นลำ
น้ำหลักของแม่น้ำมูลไหลผ่านตัวเมืองด้านทิศเหนือความยาว
ประมาณ 12 กม. ดังรูปที่ 2

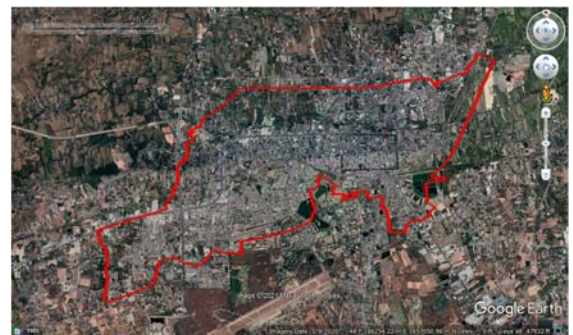


รูปที่ 2 พื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา

2.2. วิธีการศึกษา

2.2.1. การเลือกและเตรียมข้อมูลดาวเทียมจาก โปรแกรมกูเกิลเอิร์ธ

การศึกษานี้ได้เลือกภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธโพร
เวอร์ชัน 7.3.3.7786 (64-bit) [8] ในวันที่ 9 เดือนมกราคม 2564
ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ล่าสุด สำหรับพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา (ดังรูป
ที่ 3)



รูปที่ 3 ภาพถ่ายดาวเทียมจากโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธในเดือน
มกราคม 2564 สำหรับพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา

2.2.2. การจำแนกการใช้ที่ดินและการปกคลุมเรือน ยอดต้นไม้ด้วยการแปลตีความด้วยสายตา

ผู้วิจัยได้จำแนกการใช้ที่ดินและการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ด้วย
วิธีการแปลตีความด้วยสายตาในโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธโพร [8] ทั้งนี้
การแปลตีความด้วยสายตาได้อาศัยหลักการพื้นฐาน 8 องค์ประกอบ
ได้แก่ ความเข้มของสีและสี (Tone and color) ขนาด (Size)

รูปร่าง (Shape) เนื้อภาพ (Texture) รูปแบบ (Pattern) ความสูงและเงา (Height and shadow) ที่ตั้ง (Site) และความเกี่ยวพัน (Association) นอกจากนี้การแปลตีความภาพเพื่อจำแนกวัตถุได้ดีและถูกต้องยังขึ้นอยู่กับ 3 ลักษณะของข้อมูลดาวเทียมที่ควรนำมาประกอบการพิจารณา ประกอบด้วย ลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุ (Spectral characteristic) ลักษณะรูปร่างของวัตถุที่ปรากฏในภาพ (Spatial characteristic) และลักษณะการเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามช่วงเวลา (Temporal characteristic) และแนวทางการแปลตีความด้วยสายตาสำหรับการใช้ที่ดินจากงานวิจัย ได้แก่ Jensen [9] และ MohanRajan et al. [10] และแนวทางการแปลตีความด้วยสายตาสำหรับการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ในเมืองจากงานวิจัย ได้แก่ DAVEY Resource group [11] DAVEY Resource group [12] และ Jantakat and Juntakut [13] ที่สำคัญการแปลตีความด้วยสายตาสำหรับการใช้ที่ดินในการศึกษานี้ได้อาศัยข้อมูลการใช้ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2562 เป็นข้อมูลอ้างอิง [14] ซึ่งในการศึกษาได้นำมาประยุกต์และมีหลักการในการแปลตีความการใช้ที่ดินและการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ดังนี้

1) การแปลตีความการใช้ที่ดินประเภทที่เห็นชัดเจน เข้าใจ และวินิจฉัยง่ายที่สุด (เช่น อาคารหรือบ้านเรือน น้ำ และถนน) ไปหายากที่สุด (เช่น พื้นที่เกษตร และพื้นที่ป่าไม้ เพราะปรากฏเป็นโทนสีเขียวคล้ายกัน)

2) การแปลตีความจากประเภทการใช้ที่ดินที่คุ้นเคยและพบเห็นในชีวิตประจำวัน หรือสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว (เช่น อาคารหรือบ้านเรือน ถนน) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และความรู้พื้นฐานของผู้แปลตีความ

3) การแปลตีความจากหายาไปหลายเอียด โดยพิจารณาจากประเภทการใช้ที่ดินที่เป็นระดับใหญ่ แล้วจึงพิจารณาแยกรายละเอียดในแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน

4) การแปลตีความเรียงลำดับเป็นระบบให้ครบวงจร (Compete Cycle) เป็นแต่ละประเภทการใช้ที่ดินไป ไม่ควรสลับไปสลับมาปะปนกัน เพราะจะมีผลทำให้รายละเอียดของข้อมูลไม่ต่อเนื่อง หรือบางครั้งอาจจะขาดหายไป

5) การแปลตีความโดยใช้ปัจจัยหรือข้อมูลของประเภทการใช้ที่ดินที่มีความสัมพันธ์กัน (Data Associative) อันเป็นพื้นฐานที่จะวินิจฉัยข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

2.2.3. การประเมินความถูกต้องจากภาคสนามและตารางเมตริกซ์

การประมาณค่าขนาดตัวอย่าง (Sample size estimation) ได้เลือกทฤษฎีความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบทวินาม (Binomial distribution probability theory) ดังสมการของ Fitzpatrick-Lins [15] ต่อไปนี้

$$N = \frac{Z^2(p)(q)}{E^2} \quad (1)$$

โดยที่ p คือ เปอร์เซนต์ความถูกต้องที่ต้องการของแผนที่โดยรวม (80%)

q คือ 100 - p

E คือ ความผิดพลาดที่ยอมรับให้เกิดขึ้นได้

Z คือ ค่า Z จากตารางความเบี่ยงเบนมาตรฐานปกติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนด (95%)

นอกจากนี้การประเมินความถูกต้อง (Accuracy assessment) ยังได้ดำเนินการหลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลทดสอบอ้างอิงในพื้นที่จริงจากตำแหน่งที่ตั้งที่กำหนดการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Sampling) ตามประเภทการใช้ที่ดินที่ได้จากการศึกษา นี้ โดยประมวลผลจำนวนการสุ่มตัวอย่างในโปรแกรมควอนตัมจีไอเอส (Quantum GIS) หรือ คิวจีไอเอส (QGIS) เดสทอปเวอร์ชัน 3.10.12 และจากนั้นแสดงผลด้วยตารางเมตริกซ์เพื่อคำนวณหาความถูกต้องด้วยสถิติพรรณนาแบบง่าย (Simple description statistics)

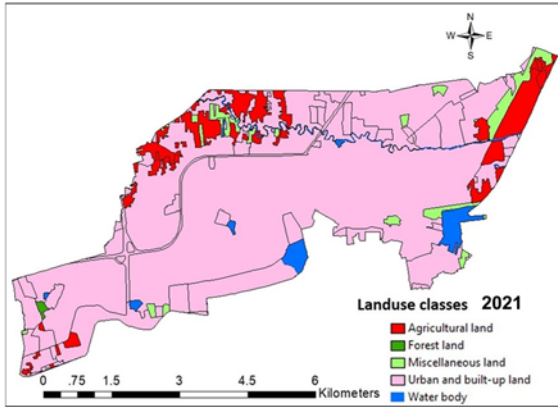
3. ผลการศึกษาและการอภิปราย

3.1. การใช้ที่ดินในเทศบาลนครนครราชสีมา

การใช้ที่ดินในเทศบาลนครนครราชสีมา ด้วยวิธีการแปลตีความด้วยสายตาจากภาพดาวเทียมกูเกิลเอิร์ธในโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธโปร เมื่อวันที่ 9 มกราคม 2564 และมีค่าประเมินความถูกต้อง ประมาณ 80.12 เปอร์เซนต์ และผลการใช้ที่ดินในเทศบาลฯ ดังแสดงในตารางที่ 1 และรูปที่ 4 พื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ

ตารางที่ 1 การใช้ที่ดินปี 2564 สำหรับพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา

ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.)	เปอร์เซ็นต์
1. พื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ	4.11	10.88
2. พื้นที่เกษตรกรรม	10.23	27.08
3. พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างประเภทเมือง	20.30	53.73
4. พื้นที่แหล่งน้ำ	1.04	2.75
5. พื้นที่อื่นๆ	2.10	5.56
รวม	37.78	100.00



รูปที่ 4 การใช้ที่ดินปี 2564 สำหรับพื้นที่เทศบาลนครนครราชสีมา จากภาพถ่ายเทียมกูเกิลเอิร์ธ เมื่อวันที่ 9 มกราคม 2564

3.2. การปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ในเทศบาลนครราชสีมา

การปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ในเทศบาลนครราชสีมา ด้วยวิธีการแปลตีความด้วยสายตาจากภาพถ่ายเทียมกูเกิลเอิร์ธในโปรแกรมกูเกิลเอิร์ธโปร เมื่อวันที่ 9 มกราคม 2564 และมีค่าประเมินความถูกต้อง ประมาณ 92.16 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ในเทศบาลฯ (พื้นที่เทศบาลฯ ทั้งหมด 37.78 ตร.กม.) ประมาณ 19.31 ตร.กม. (51.11%) โดยพบการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้มากที่สุดในประเภทการใช้ที่ดินพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างประเภทเมือง ประมาณ 8.24 ตร.กม. และคิดเป็นร้อยละ 21.81 ขณะที่การปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ น้อยที่สุดในประเภทพื้นที่อื่นๆ เช่น ถนน และบริเวณริมขอบน้ำ ประมาณ 1.80 ตร.กม. และคิดเป็นร้อยละ 4.76 และแสดงดังตารางที่ 2 และรูปที่ 5

ประเภท	พื้นที่ (ตร.กม.) และเปอร์เซ็นต์	การปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ (ตร.กม.) และเปอร์เซ็นต์ใน
1. พื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ	4.11 (10.88)	4.11 (10.88)
2. พื้นที่เกษตรกรรม	10.23 (27.08)	5.16 (13.66)
3.พื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างประเภทเมือง	20.30 (53.73)	8.24 (21.81)
4. พื้นที่แหล่งน้ำ	1.04 (2.75)	0 (0.00)
5. พื้นที่อื่นๆ	2.10 (5.56)	1.80 (4.76)
รวม	37.78 (100.00)	19.31 (51.11)



รูปที่ 5 การปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ในพื้นที่เทศบาลนครราชสีมา จากภาพถ่ายเทียมกูเกิลเอิร์ธเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2564

4. สรุป

การใช้ที่ดินเทศบาลนครราชสีมา (พื้นที่เทศบาลฯ ทั้งหมด 37.78 ตร.กม.) พบว่ามีการใช้ที่ดินประเภทพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างประเภทเมืองมากที่สุด ประมาณ 20.30 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 53.73 ขณะที่การใช้ที่ดินประเภทพื้นที่แหล่งน้ำน้อยที่สุด 1.04 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 2.75 สำหรับการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้มากที่สุดในประเภทการใช้ที่ดินพื้นที่เมืองและสิ่งปลูกสร้างประเภทเมือง ประมาณ 8.24 ตร.กม. และคิดเป็นร้อยละ 21.81 ขณะที่การปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ น้อยที่สุดในประเภทพื้นที่อื่นๆ เช่น ถนน และบริเวณริมขอบน้ำ ประมาณ 1.80 ตร.กม. และคิดเป็นร้อยละ 4.76 ซึ่งผลการศึกษาที่ได้นี้จะนำไปใช้เป็นสารสนเทศเชิงพื้นที่สำหรับการพัฒนาเมืองสีเขียวในเทศบาลฯ โดยมีข้อเสนอแนะสำหรับงานต่อไป คือ ควรศึกษาปัจจัยที่มีต่อความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินและการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ เพราะการใช้ที่ดินแต่ละประเภทมีเงื่อนไขที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจจะส่งผลต่อการจะเพิ่มหรือลดการปกคลุมเรือนยอดต้นไม้ และจะได้นำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของเทศบาลนครราชสีมาต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณปี 2564 จากคณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ดังนั้นคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำหรับการสนับสนุนงบประมาณการนำเสนอผลงานในครั้งนี้

6. การอ้างอิง

- [1] นิรมล สุธรรมใจ (2561). การทบทวนแนวคิดป่าไม้ในเมือง. https://progreencenter.org/2018/01/22/การทบทวนแนวคิดป่าไม้ใน/?fbclid=IwAR1549Rcj9np6w5YAe_YmONel-veZh_ilgskJ-Bw66cNRjwQ_ZYD6hORcl
- [2] The Thai Real Estate Association (2560). Urbanization ปรากฏการณ์ยั่งยืน เมืองต่างจังหวัดโตขึ้นแน่นอน. <http://thairealestate.org/content/detail/402/Urbanization-ปรากฏการณ์ยั่งยืน-เมืองต่างจังหวัดโตขึ้นแน่นอน>
- [3] Jantakat, Y. & Juntakut, P. (2020). Application of Geographic Information System for Monitoring Land

- Use Changes in Nakhonratchasima City Municipality. Proceedings of The 5th Regional Conference on Graduate Research on 18 January 2020 at Sripatum University, Khon Kaen Campus, Khon Kaen, Thailand, 217-224.
- [4] สำนักงานเทศบาลนครนครราชสีมา (2564). แผนพัฒนาเทศบาลนครนครราชสีมา (พ.ศ. 2561 – 2565). <https://www.koratcity.go.th/page/development-plan>
- [5] Center for Watershed Protection (2018). Urban Tree Canopy. <https://www.cwp.org/urban-tree-canopy/>
- [6] USDA (2019). Urban Natural Resources Stewardship. <https://www.nrs.fs.fed.us/urban/utc/>
- [7] Forest Research (2021). UK Urban Canopy Cover. <https://www.forestresearch.gov.uk/research/i-tree-eco/urbancanopycover/>
- [8] Google LLC. (2020). Google Earth Pro. <https://www.google.co.th/intl/th/earth/download/gep/agree.html>
- [9] Jensen, J. R. (2007). Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. New Jersey, United States, Pearson Education, Inc., 592 p.
- [10] MohanRajan, S. N., Loganathan, A., Manoharan, P. (2020). Survey on Land Use/Land Cover (LU/LC) change analysis in remote sensing and GIS environment: Techniques and Challenges. Environmental Science Pollution Research, 27-29900-29926 <https://10.1007/s11356-020-09091-7>
- [11] Davey Resource Group (2015). Urban Tree Canopy Assessment: A component of the Citrus Heights Urban Greening Strategy (CHGS). <https://www.citrusheights.net/DocumentCenter/View/4203/Urban-Tree-Canopy-Assessment?bidId=>
- [12] Davey Resource Group (2015). Urban Tree Canopy Assessment: Woodland, California. <https://www.cityofwoodland.org/DocumentCenter/View/2711/Woodland-Urban-Tree-Canopy-Assessment>
- [13] Jantakat, Y. and Juntakut, P. (2020). Assessing Green City-based Tree Cover Change in Nakhonratchasima City Municipality. BUILT 16, 33-45.
- [14] กรมพัฒนาที่ดิน (2561). การใช้ที่ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ http://www1.ldd.go.th/WEB_OLP/report_research_NE.html
- [15] Fitzpatrick-Lins, K. (1981). Comparison of Sampling Procedures and Data Analysis for a Land-use and Land-cover Map. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 55(4), pp. 475-478.