JSID

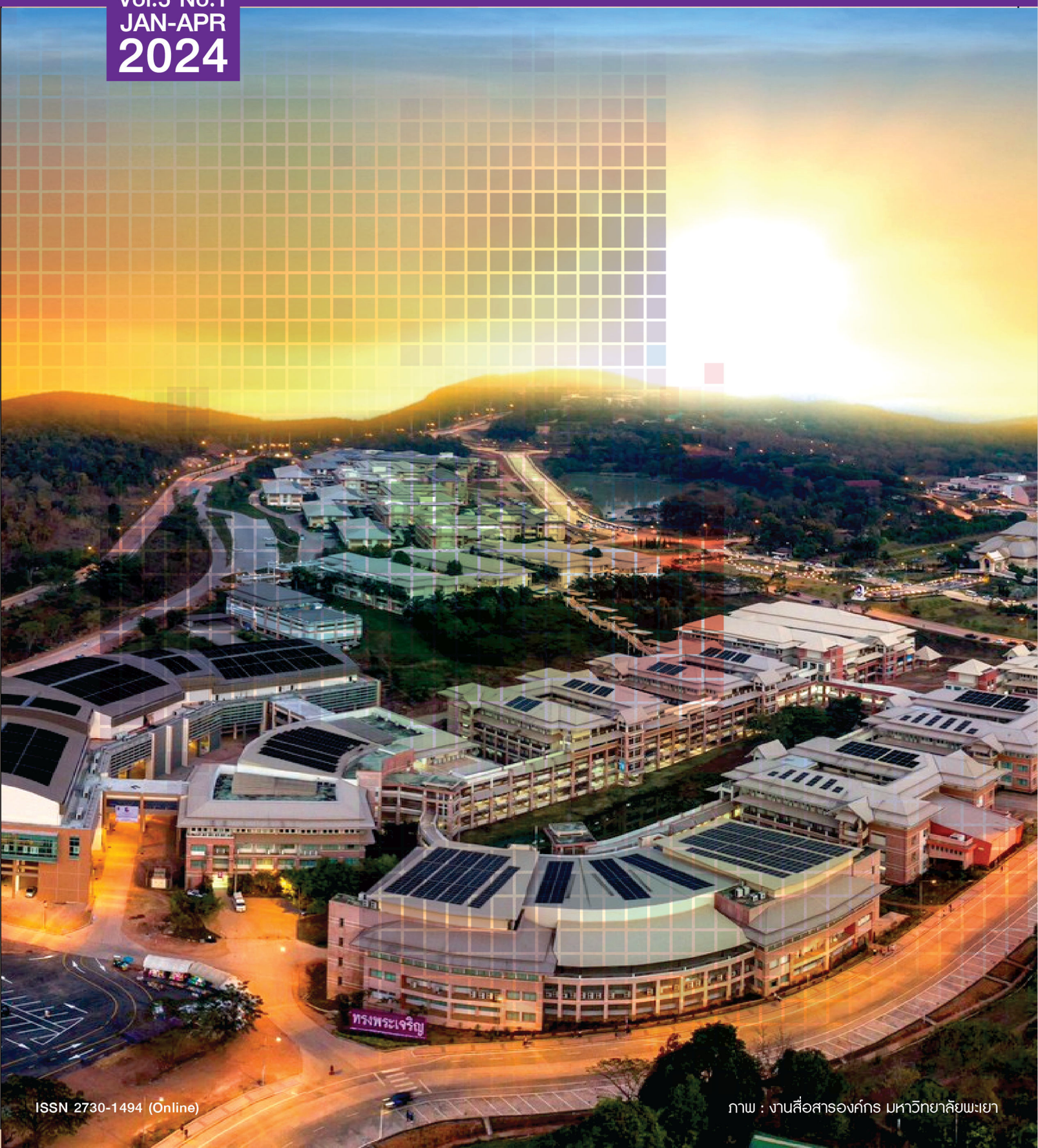
The Journal of Spatial Innovation Development

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1
ม.ค.-เม.ย. 2567

Vol.5 No.1
JAN-APR
2024

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา



ISSN 2730-1494 (Online)

ภาพ : งานสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยพะเยา

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

The Journal of Spatial Innovation Development (JSID)

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม–สิงหาคม พ.ศ. 2567

Vol.5, No.2, May–August, 2024

ISSN: 2730–1494 (Online)

1. ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ เชี่ยวสุวรรณ

ศาสตราจารย์ ดร.เสมอ ถาน้อย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ โรจนวสุ

2. คณะทำงานวารสารวิชาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

2.1 บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว

2.2 รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ เอี่ยมชื่น

2.3 กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.มนัส สุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา นาคะภากร	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.มานัส ศรีวณิช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล จี้ฟู	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ลิมปิยากร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรประภา ภุมมะกาญจนะ โรแบร์	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต แสงประดิษฐ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาติยะ พัฒนาศักดิ์	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ เพ็ชรประยูร	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติรัตน์ ปั้นบำรุงกิจ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท ปิยะธำรงชัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิค	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอ๊อต	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสาร อินทเจริญ	มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญศิริ สุขพร้อมสรรพ์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวรศักดิ์ ศรีสังสิทธิสันติ	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภพ แพงวังทอง	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรุตม์ นาฑี	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นคเรศ ชัยแก้ว	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.รัชพล สัมพุทธานนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ดร.ติณณ์ ถิรกุลโตมร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.สิปปกานต์ กลัดสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตรัง
ดร.สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.จิราพร กุลสุนทรรัตน์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.ธิดาภัทร อนุชาญ	มหาวิทยาลัยพะเยา
อาจารย์ชัชพงศ์ ภาชนะพรรณ์	มหาวิทยาลัยพะเยา

2.4 เลขานุการ

นางสาวประนอม เครือวัลย์

นางนุชรารัตน์ ถาวะดี

เจ้าของ: สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
มหาวิทยาลัยพะเยา 19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา 56000
โทรศัพท์ : 054-466666 ต่อ 2314

กำหนดออก: ปีละ 3 ฉบับ

วัตถุประสงค์: 1) เพื่อเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ ตลอดจนสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์เชิงพื้นที่และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
2) เพื่อส่งเสริมให้นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป มีโอกาสเผยแพร่ผลงานวิชาการด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
3) เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างบุคลากรทางการศึกษาและผู้ที่สนใจด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและการประยุกต์ใช้ และการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

เว็บไซต์ : http://rusid.ict.up.ac.th/index.php/rusidjournal/index

อีเมล์ : rusid@up.ac.th

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาประเมินบทความ
วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID)
ประจำ ปีที่ 5 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2567
(Vol.5, No.2, May-August, 2024)

รายชื่อ	**หน่วยงาน**
รองศาสตราจารย์ ดร. ปฏิวัติ ฤทธิเดช	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์วรา รัตนโอภาส	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท ปิยะธำรงชัย	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระเดช มาจันแดง	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวัชระพงษ์ วงศ์สกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ เอี่ยมชื่น	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ เกตุอ๊อต	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย นาคะพันธ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศราวุธ พงษ์ลี้รัตน์	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ชรสวัสดิ์ กันคำ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทบทอง ชั้นเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สืบพงษ์ พงษ์สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรุตม์ นาฑี	มหาวิทยาลัยทักษิณ
ดร.ติณณ์ ถิรกุลโตมร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ดร.เฌอริสา นันทา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.จิราพร กุลสุนทรรัตน์	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.สิริวรรณ รวมแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ดร.อภิรักษ์ ภักดีวงษ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
ดร.ไอลดา อรุณศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
ดร.รวี รัตนาคม	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต
อาจารย์ภูมิพัฒน์ อุ่นบ้าน	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักวิจัย นักวิชาการและบุคคลทั่วไป ได้เผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการ ด้านนวัตกรรม เทคโนโลยี องค์ความรู้ กระบวนการที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนา แก้ไขปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อพื้นที่ องค์กร หน่วยงาน และชุมชนท้องถิ่น ปัจจุบันวารสารผ่านการประเมินจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย อยู่ในฐาน 2 (TCI2) ทุกบทความจะผ่านขั้นตอนกระบวนการพิจารณาจากกองบรรณาธิการ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 ท่าน แบบผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่งไม่ทราบชื่อกันและกัน (double-blind review) เพื่อประเมินคุณภาพบทความ แล้วส่งกลับไปยังผู้นิพนธ์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ก่อนการตีพิมพ์

ในปักษ์นี้ประกอบด้วย 8 บทความวิจัย เป็นบทความภาษาอังกฤษ 1 เรื่องด้าน R2R งานทางภูมิสารสนเทศ 6 เรื่อง เกี่ยวกับ เมืองเก่าสงขลา โดรนในงานสำรวจหน่วยงานส่วนท้องถิ่นพะเยา ประเมินที่ดินเชียงใหม่ การตรวจวัดคลอโรฟิลล์ในทะเลตราด แผนที่ช้างลำปาง และอาชญกรรมที่น่าน และมี 1 เรื่องเกี่ยวกับลดปัญหาสภาพอากาศแปรปรวนด้วยการทำนาวิธีใหม่ โดยมีชื่อเต็มดังต่อไปนี้ 1) The Quality of Service that Affects the Satisfaction of the Service Recipients of the Administrative Unit, School of Information and Communication Technology, University of Phayao 2) เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการขับเคลื่อนมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่าน เมืองเก่าสงขลา สู่การเรียนรู้อย่างยั่งยืน 3) การประเมินประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำสำหรับการสำรวจและทำแผนที่อาคารสิ่งปลูกสร้างเพื่อการประยุกต์ใช้งานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาเทศบาลตำบลแม่กา 4) การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพัฒนาแบบจำลอง การประเมินราคาที่ดิน กรณีศึกษา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 5) การศึกษาวิธีการตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่พื้นผิวน้ำทะเลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมเซนติเนล-3 บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด 6) การนำเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้เพื่อการทำแผนที่และศึกษาความหนาแน่นช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมภายนอกพื้นที่อนุรักษ์ 7) การบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้งเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และ 8) พื้นที่เสี่ยงการเกิดอาชญากรรมเกี่ยวกับทรัพย์ ในเทศบาลเมืองน่าน จังหวัดน่าน หวังว่าน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และนักวิชาการในงานด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและศาสตร์สาขาอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

ในนามกองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณผู้นิพนธ์ทุกท่านที่ได้ส่งบทความเข้ารับการพิจารณาเพื่อตีพิมพ์ ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิที่เสียสละเวลาในการพิจารณาตรวจสอบและกลั่นกรองบทความ ตลอดจนคณะที่ปรึกษา ที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านจนทำให้วารสารฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่มุ่งหมายไว้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นครินทร์ ชัยแก้ว

บรรณาธิการ

สารบัญ

บทความวิจัย

The Quality of Service that Affects the Satisfaction of the Service Recipients of the Administrative Unit, School of Information and Communication Technology, University of Phayao 1

Wanphen Thavonchot, Suwimon Namjit, Napa Rachata, Nakharet Chaikaew and Nakarin Chaikaew

เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการขับเคลื่อนมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา สู่การเรียนรู้อย่างยั่งยืนกรณีศึกษาศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม 10

พิษณุ อนุชาญ และ ธิดาภัทร อนุชาญ

การประเมินประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำสำหรับการสำรวจและทำแผนที่อาคารสิ่งปลูกสร้างเพื่อการประยุกต์ใช้งานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาเทศบาลตำบลแม่กา 23

ชยกร พุ่มนวล, สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข และ สอาด วงใหญ่

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการประเมินราคาที่ดิน กรณีศึกษา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 42

เพ็ญนิภา คำภู่ และ กัมปนาท ปิยะธำรงชัย

การศึกษาวิธีการตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่พื้นผิวน้ำทะเลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมเซนติเนล-3 บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด 65

ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา, อนุกูล บูรณประทีปรัตน์, วิชญา กันบัว, ธนพล ไชยพิพัฒนขจร1, นพิษฐา กิ่งแก้ว และ ประสาร อินทเจริญ

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการทำแผนที่และศึกษาความหนาแน่นช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมภายนอกเขตอนุรักษ์ 80

ภัควีร์ วรรณกุล, วิภพ แพงวังทอง และ รังสรรค์ เกตุอ๊อต

การบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้งเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก 93

ญาณวุฒิ อุทรักษ์, ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ, สาธิต แสงประดิษฐ์, เชษฐพงษ์ บุตรเทพ, สมิทร เหลี่ยมมณี, โสภณ อินทรา และ พัชรพล ขุนทอง

พื้นที่เสี่ยงการเกิดอาชญากรรมเกี่ยวกับทรัพย์ ในเทศบาลเมืองน่าน จังหวัดน่าน 105

ศุภโชติ รอดรุ่งเรือง, บุญศิริ สุขพร้อมสรรพ์ และ อาทิตย์ ลิมปิยากร

คำแนะนำสำหรับผู้นิพนธ์ 123

Table of Contents

Research Article

The Quality of Service that Affects the Satisfaction of the Service Recipients of the Administrative Unit, School of Information and Communication Technology, University of Phayao 1

Wanphen Thavonchot, Suwimon Namjit, Napa Rachata, Nakharet Chaikaew and Nakarin Chaikaew

Digital Technology for Driving Sustainable Learning in the Old City of Songkhla's Cultural Heritage 10

Phitsanu Anucharn and Thidapath Anucharn

Performance Evaluation of Low-Cost Unmanned Aerial Vehicles for Surveying and Mapping of Buildings in Local Government Organization Application: A Case Study of Mae Ka Subdistrict Municipality 23

Chayakorn Pumnoun, Sawarin Lerk U Suke and Saard Wongyai

Application of the Geographic Information System to devolop land valuation models, case study: Muang Chiangmai District, Chiangmai Province 42

Pennipa Kumpu and Kampanart Piyathamronchai

Study on the Method of Sea Surface Chlorophyll-a Measurements Base-on Sentinel-3 Satellite Imagery in Coastal Areas of Trat Province 65

Patrawut Thaipichitburapha, Anukul Buranapratheprat, Vichaya Gunbua, Thanapon Chaipiputnakhajorn, Napittha Kingkeaw and Prasarn Intacharoen

Implementation of Geographic Information Technology for Mapping and Studying Elephant Encroachment Density on Agricultural Land Outside Protected Zone 80

Pakkawee Wannagoon, Wipop Paengwangthong and Rangsan Ket-ord

Climate Change Mitigation using Alternate Wetting and Drying Methods to Reduce Greenhouse Gas Emissions 93

Yannawut Uttaruk, Teerawong Laosuwan, Satith Sangpradid, Chetphong Butthep, Smith Leammanee, Sophon Indra and Patcharapol Khunthong

Risk Areas for Property-related Crimes in Nan Municipality, Nan Province 105

Supachot Rodruangrung, Boonsiri Sukpromsun and Arthit Limpiyakorn

Instruction for Author 123

The Quality of Service that Affects the Satisfaction of the Service Recipients of the Administrative Unit, School of Information and Communication Technology, University of Phayao

Wanphen Thavonchot[1], Suwimon Namjit[1], Napa Rachata[1], Nakharet Chaikaew[1] and Nakarin Chaikaew[1*]

[1] School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[*] Corresponding author: nakarin.ch@up.ac.th

Received: December 7, 2023; Revised: February 21, 2024; Accepted: February 28, 2024

Abstract

The objectives of this study were to 1) investigate the quality of service influencing the satisfaction of administrative service recipients, 2) investigate the relationship between service quality and administrative service recipient's satisfaction; and 3) evaluate the quality of service influencing the satisfaction of service recipients through administrative units. In this study, the sample consisted of three content specialists and sixty academic and administrative employees from the School of Information and Communication Technology at the University of Phayao. The data was analyzed and presented using descriptive and reference statistics such as Pearson's mean, standard deviation, simple correlation, and stepwise multiple regression analysis. The findings revealed that the level of service recipient's satisfaction as a whole was very favorable ($\bar{x}$ = 4.45, S.D. = 0.52). Service quality had a high degree of correlation with service recipient's satisfaction (Pearson Correlation = 0.850), with a statistical significance of 0.01. The set of service quality variables produced a good forecasting equation for administrative service recipient satisfaction (R^2 = 0.869.) with statistical significance at 0.01 and 0.05.

Keywords: Service Quality, Satisfaction, Administrative Unit

Introduction

The organizational structure of the School of Information and Communication Technology is divided into two types: 1) Curriculum with the primary supervisor being the course chair 2) School office, with the School Office Head as the primary manager. There are sub-departments within the School Office that operate in accordance with university policy by dividing the sub-units into four tasks as follows: 1) administrative work, 2) academic work, 3) work plan and 4) operational work (University of Phayao, 2021). General administration supervises the administrative department, which oversees providing service support and administration within the school, such as producing documents, receiving and sending documents, letters, and postal parcels. Contacting and coordinating with internal and external departments, as well as introducing to the teacher staff and students the disbursement of office materials and teaching materials, including library work. This is regarded as a practice to assist with management, teaching, and learning tasks. The administrative unit is thus the institutional hub that supports other tasks and is one of the important duties for more effective educational management. It is also a job that allows the office to be flexible and efficient in its operations, and most importantly, it is a service linked to documents that require laws and regulations, as well as governmental trends for administration. There is a process that begins with the preparation of the book, continues with the sending of the book out of the agency and the receiving of the book into the agency, stores the book, as well as keeping and borrowing the book, and concludes with the ruination of the book when the time is due according to the regulations. As a working guideline, use the Prime Minister's Office on Correspondence Work (No. 4), B.E. 2564 (OCSC, 2021).

Excellent workplace approaches in providing services to service recipients must be consistent with the school's policy of developing support staff's potential supply knowledge and expertise successfully together. Whether supplying one-stop service or offering one-stop service can lead to an improvement in service quality and increase service provider enjoyment to improve service quality for the service recipient's satisfaction (Netwiriyakul & Wongsakdirin, 2018; Phothijathoom & Sunalai, 2021; Sawangcharoen et al., 2021; Sasirekha et al., 2021). As an operating officer in the School of Information and Communication Technology Administrative Unit, the researcher is therefore interested in studying the quality of service that affects the satisfaction of the Administrative Service recipients in terms of; tangibles, responsiveness, reliability, assurance and empathy (Zeithaml et al., 1985) to understand the attitudes of service recipients, which are the basic information required to develop.

Objectives

1. to investigate the quality of service influencing the satisfaction of administrative service recipients
2. to investigate the relationship between service quality and administrative service recipient's satisfaction
3. to evaluate the quality of service influencing the satisfaction of service recipients through administrative units

Research Conceptual Framework

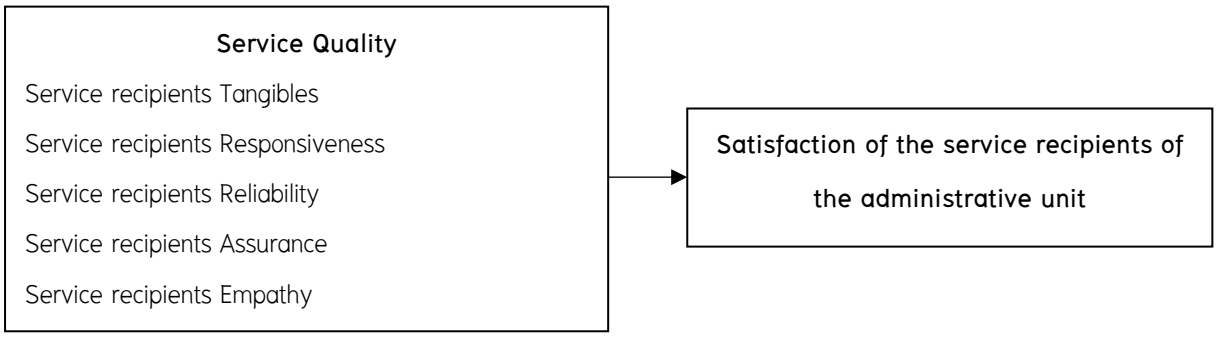


Figure 1 Research conceptual framework

Research Methodology

The population and the sample

1. Population of 80 academic and support employees from the School of Information and Communication Technology at the University of Phayao (data as of March 31, 2022).

2. The sample group consisted of three content specialists, academic personnel, and support staff from the School of Information and Communication Technology at the University of Phayao who used administrative services and agreed to participate in answering the questionnaire, as well as 60 people randomly chosen (Purposive Sampling).

Research instruments

1. Service quality evaluation form the Likert Scale on a 5-level scale was used to assess the five aspects derived from the literature review, which were Tangibles, Responsiveness, Reliability, Assurance, and Empathy (Zeithaml et al., 1985).

2. A service satisfaction assessment form based on the literature review was created using a 5-point Likert Scale option, ranked from least to most satisfied (Channuwong et al., 2022; Vu, 2021).

Research methods and procedures

1. Collect information by analyzing documents and conducting research, including data on service quality and satisfaction.

2. Develop a service quality assessment form and a service satisfaction assessment form, beginning with content analysis, question designing, and an apparent validity check (IOC) following the completion of the content experts, revised measurements were taken for testing with non-sample groups. The reliability of the entire assessment was then determined by using Cronbach's Alpha Coefficient on 30 people. It was found that the Service Quality Assessment Questionnaire, which consisted of 32 questions, and the Service Satisfaction Assessment Questionnaire, which consisted of 14 questions, had a consistency index ranging from 0.67-1.00. All items with a value greater than 0.50 indicate that all questions were valid. The Cronbach's Alpha Coefficient

confidence values for the Service Quality Assessment Scale and the Service Satisfaction Assessment Questionnaire were 0.994 and 0.975, respectively.

3. After receiving the service quality assessment form and the service satisfaction assessment form with confidence in the good quality criteria, apply to a sample of academic and support personnel who have used the service of administrative unit and agreed to work together to complete the questionnaire for 60 people during April –June 2022.

4. To analyze the summary data of the study of service quality affecting service recipient's satisfaction of School of Information and Communication Technology, University of Phayao.

Data examination

1. Evaluation of service quality and customer satisfaction Descriptive statistics such as mean ($\bar{x}$) and standard deviation are used to analyze it (S.D.).

The following are the criteria for interpreting the average score on service quality and satisfaction (Ashaba, 2022):

–Average score 4.50 – 5.00, represents most agree/satisfied

–Average score 3.50 – 4.49, represents high level of agreement/satisfaction.

–Average score 2.50 – 3.49 represents moderate agreement/satisfaction

–Average score 1.50 – 2.49, represents agree/slightly satisfied

–Average score 1.00 – 1.49 represents agreement/satisfaction with the least.

2. Evaluating the relationship between service quality and administrative service recipient's satisfaction. It was analyzed using the Pearson Product Moment Correlation Coefficient simple correlation statistic and the stepwise construction of multiple linear regression of Administrative Service user satisfaction.

Research Findings

1. The sample group of 60 academic and support personnel, most of them, more than 70%, have worked as academic personnel for more than 5 years and use administrative units no more than 8 times per month. Most of the work that arrives in for the service is documentary work.

2. The service quality study found that the respondent's opinions on the overall service quality of the administrative unit were at a very favorable level ($\bar{x}$ = 4.45, S.D. =0.52). The quality of service that the service users agree with the most are Responsiveness ($\bar{x}$ = 4.51, S.D. = 0.57) and Assurance ($\bar{x}$ = 4.51, S.D. =0.56). Followed by service dependability when compared to the other side, reliability ($\bar{x}$ = 4.49, S.D. = 0.54) had the highest opinion level, while quality of service in terms of comfort–to–service (Tangibles) had the lowest opinion level ($\bar{x}$ = 4.33, S.D. = 0.55). The highlights of service quality that service users agree with the most are dress, good manners, having service mind, having knowledge, understanding, and expertise in administrative work of staff, having good communication, being able to give advice and clarify regarding the process of using various services clearly, the operation is flexible, making the work faster.

Table 1 Service quality assessment results

Service Quality	$\bar{x}$	S.D.	Meaning
Service Recipient Tangibles	4.33	0.55	Higher agree
Service Recipient Responsiveness	4.51	0.57	Mostly agree
Service Recipient Reliability	4.49	0.54	Higher agree
Service Recipient Assurance	4.51	0.56	Mostly agree
Service Recipient Empathy	4.43	0.65	Higher agree
Overall satisfaction score	**4.45**	**0.52**	Higher agree

3. A study of the relationship between service quality and the satisfaction of service recipients in administrative units using the Pearson Product Moment Correlation Coefficient statistic discovered that service quality was strongly correlated with customer satisfaction in all aspects of service quality and was statistically significant at 0.01.

4. The study of service quality influencing administrative service recipient's satisfaction using a stepwise analysis of multiple linear regression equations found that the tolerances are independent of each other by Drubin–Watson = 1.99 and have a normal distribution from the histogram diagram. Independent variables and dependent variables were linearly correlated, and independent variables selected into the equation were not correlated from the Tolerance value of each variable greater than 0.10 by constructing Multiple Linear Regression by Stepwise Method. The service quality factor that influenced the satisfaction of administrative service recipients from the mean criteria was consistent with the empirical data and had good predictability, with a judgment coefficient of R2 of 0.869. Such that, a set of independent variables can predict dependent variables with an accuracy of up to 86.9 %, which can be expressed as a forecast equation (Table 3) as follows:

Satisfaction of administrative service recipients = 15.974 + 1.189 **(Empathy)** + 0.465 **(Tangibles)** + 0.424 **(Assurance)**

Table 2 Analysis of the relationship between service quality and satisfaction of administrative service recipients

Service Quality	Pearson Correlation
Service Recipient Tangibles	0.745**
Service Recipient Responsiveness	0.807**
Service Recipient Reliability	0.795**
Service Recipient Assurance	0.764**
Service Recipient Empathy	0.816**
Overall Service Quality	**0.850****

** Statistically significant at 0.01

Table 3 Stepwise analysis of multiple linear regression coefficients

Service Quality	B	S.E.	Beta	t
Constant	15.974	3.731	–	4.281**
Service Recipient Tangibles	0.465	0.167	0.274	2.785**
Service Recipient Assurance	0.424	0.211	0.219	2.007*
Service Recipient Empathy	1.189	0.262	0.470	4.545**

** statistically significant at 0.01, * statistically significant at 0.05

Conclusion and Discussion

1. The study results of an analysis of average service quality on average, the factors in response to service users (Responsiveness) and building confidence in service users (Assurance) were found to be the most significant. The factor of customer service convenience (Tangibles) is the least average. It was clarified that the Administrative Service recipient prioritizes readiness and willingness to provide the service by responding to the service provider's needs in a timely manner and having easy and convenient access to the service and the ability to build trust among clients, demonstrate skills in responsible work, provide services and respond to client's needs with courtesy, have effective communication skills, and ensure that customer receives the kindest thing. According to the educational work that has been favored, the essence of the service unit's environment, facilities, including location, equipment, tools, communication documents, and symbols, will be the least priority for Administrative Service recipients. The percentage of importance of service quality based on the needs of the service recipient found that the service quality factors that the service recipient gave priority were the aspect of ensuring the service users (Assurance), the response to the service provider (Responsiveness), and the reliability of the service (Reliability), and Convenience to receiving services (Tangibles) was the factor that receives the lowest priority (Parasuraman et al., 1985; Parasuraman et al., 1994).

2. The relationship between the five service quality factors and administrative service recipient's satisfaction All factors were found to have a statistically significant positive correlation with service recipient satisfaction, which is consistent with previous research on the impact of service quality on service user satisfaction. For example: 1) The influence of service quality on trust, satisfaction and service recipients positive word of mouth and revisit of RAMA II hospital (Chantra–ari et al., 2016) 2) A causal relationship model of the influences of service quality and perceived value on trust, satisfaction, word of mouth and repurchase of Thai Airways International Public Company Limited (Phanut, 2015) 3) The influences of perceived value and service quality on the trust, satisfaction, and revisit of the Oishi Grand's customers (Yotinoratham, 2015) and 4) Evaluation of the impacts of service quality dimensions on patient/service recipients satisfaction: A study of private hospitals in Nepal (Neupane & Devkota, 2017). Ultimately, it was concluded that service quality has a statistically significant positive correlation of 0.01 and 0.05, especially with the dimension of customer satisfaction. Service Assurance, Empathy, and Responsiveness. Furthermore, it was discovered that the service quality factors Tangibles, Assurance, and Empathy were the variables that positively correlated with satisfaction and had a correlation of less than 0.80, resulting in

no multicollinearity problems (Jamal, 2017) resulting in selection as an appropriate variable for stepwise multiple regression analysis.

3. An incremental multivariate regression analysis was used to examine how service quality influences the satisfaction of Administrative service recipients. Three independent variables for service quality were selected and entered the multi-regression equation. It was revealed that the multiple linear regression equation could explain the percentage variation in Administrative Service recipient's satisfaction. 86.90 with a standard deviation of 3.332. It can be written as a service quality model influencing service recipient's satisfaction, administrative unit of the School of Information and Communication Technology, University of Phayao, as shows Figure 2.

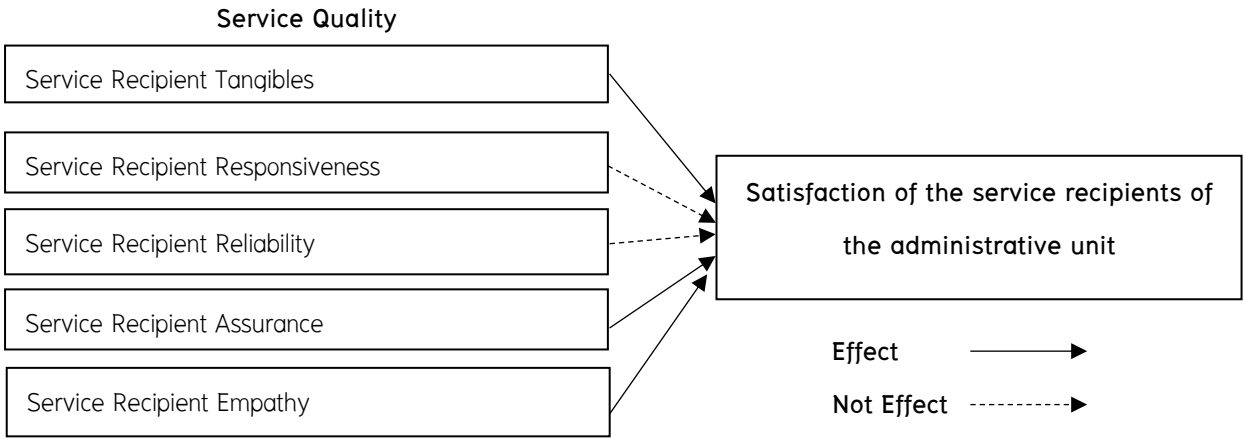


Figure 2 Service quality model influencing the satisfaction of administrative service recipients

From the study of service quality that influences service recipient's satisfaction in administrative units at the School of Information and Communication Technology found that the empathy was observed to have the greatest influence on service recipient's satisfaction. Therefore, to improve administrative unit service, it is critical to focus on caring for service recipients based on individual differences, both academic and support lines. Moreover, pay attention to problems and opinions, maintain a good relationship with customers by listening to their problems and giving more importance to service recipients. While the second runner-up factor is Tangible. As a result, the administrative unit should prepare the service site to be appropriate, clean, and equipped with the modern equipment, materials, and infrastructure necessary to provide services that are ready for immediate use and capable of supporting the number of service customers.

Administrative personnel have a pleasant personality, dress modestly, are clean, and have good posture and effective communication skills. Furthermore, the communication and operations equipment, such as operating manuals, guidance documents, and road signs, must be clear so that service customers can easily as well as comfortably follow the operational procedures. The third factor is the aspect of ensuring customer service (Assurance), in which administrative staff must prove expertise and knowledge in the field for which they are responsible, as well as the capabilities to provide services and meet the needs of the client. Politeness, good manners, effective communication skills, and guaranteeing that the service provided is of the highest standard.

Acknowledgement

The authors would like to thank Assistant Professor Krisada Jaikaewti, Assistant Professor Dr. Aksarakorn Kummasook, and Assistant Professor Dr. Wilawan Somyaron for their knowledge and experience in reviewing the research tools.

References

Ashaba, M. (2022). Effect of Teacher's Welfare on Job Effectiveness among Secondary Schools in Mbarara City, Uganda. *East African Journal of Education and Social Sciences*, *3*(4), 118-125. doi: 10.4314/eajess.v3i4.203.

Channuwong, S., Sirirpap, P., Ladnongkun, V., & Makingrilas, J. (2022). The Model of Marketing Strategies Influencing Customer Satisfaction of Supermarkets in Bangkok Areas. *Journal of MCU Peace Studies*. *10*(2), 472-487.

Chantra-ari, C., Nami, M., & Shoosanuk, A. (2016). The Influence of Service Quality on Trust, Satisfaction and Service Recipients Positive Word of Mouth and Revisit of RAMA II Hospital. *Panyapiwat Journal*, *8*(2): 25-40.

Jamal, I. D. (2017). Multicollinearity and Regression Analysis. *The open access Journal of Physics: Conference Series (JPCS)*, 949, 012009. doi: 10.1088/1742-6596/949/1/012009.

Netwiriyakul, M., & Wongsakdirin, W. (2018). The Satisfactions of personnels and students to resource center in Demonstration School of Silpakorn University. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, *11*(3), 1695-1703.

Neupane, R., & Devkota, M. (2017). Evaluation of the Impacts of Service Quality Dimensions on Patient/Customer Satisfaction: A Study of Private Hospitals in Nepal. *International Journal of Social Sciences and Management*, *4*(3), 165-176. doi: 10.3126/ijssm.v4i3.17520.

Office of the Civil Service Commission (OCSC). (2021). *The Prime Minister's Office On Correspondence Work (No. 4), B.E. 2564*.

Parasuraman, A., Valarie, A., & Leonard, L. B. (1985). A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, *49*(4), 41-50. doi:10.2307/1251430.

Parasuraman, A., Valarie, A. Z., & Leonard, L. B. (1994). Reassessment of Expectations as a Comparison Standard in Measuring Service Quality: Implications for Further Research. *Journal of Marketing*, *58*(1), 111-124. doi:10.2307/1252255.

Phanut,N. (2015). *A Causal Relationship Model of the Influences of Service Quality and Perceived Value on Trust, Satisfaction, Word of Mouth and Repurchase of Thai Airways International Public Company Limited* [Unpublished Independent Research]. Bangkok University.

Phothijathoom, S., & Sunalai, S. (2021). The Principles of Good Governance Affecting Service Quality Management of Nakhon Pathom Government Center. *Journal of Management Science Nakhon Pathom Rajabhat University*, *8*(2), 335-347.

Sasirekha, S., Deepika, T., Arshan, M., Karthikeyan, B., & Mohanraj, R. (2021). A Study on Quality of Service at Skill Vertex, Bangalor. *Matje,atoca; Statostocoam and Engineering Application*, *70*(2), 1524–1534.

Sawangcharoen, K., Nareenoi, P., & Serisuthikulchai, P. (2021). User's Satisfaction Towards the One Stop Service Center of Graduate School, Bansomdejchaopraya Rajabhat University. *Journal of Interdisciplinary Innovation Review*, *4*(2), 12–23.

University of Phayao. (2021). *Action Plan: School of Information and Communication Technology*. School of Information and Communication Technology, University of Phayao.

Vu, t. (2021). *Service Quality and Its Impact on Customer Satisfaction* [Unpublished Bachelor Thesis]. The University of Northampton. doi: 10.6084/m9.figshare.17089454.

Yotinoratham, S. (2015). *The Influences of perceived value and service quality on the trust, satisfaction and revisit of the Oishi Grand's customers* [Unpublished Independent Research]. Bangkok University.

Zeithaml, V. A., Parasuraman, A., & Berry, L. L. (1990). *Delivering Quality Service: Balancing Customer Perceptions and Expectations*. The Free Press.

เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการขับเคลื่อนมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา สู่การเรียนรู้อย่างยั่งยืน

พิษณุ อนุชาญ[1] และ ธิดาภัทร อนุชาญ[2*]

Digital Technology for Driving Sustainable Learning in the Old City of Songkhla's Cultural Heritage

Phitsanu Anucharn[1] and Thidapath Anucharn[2*]

[1] Department of Architecture, Faculty of Architecture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla, 90000

[2] Department of Information Technology, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao 56000

[*] Corresponding author: thidapath.an@up.ac.th

Received: January 31, 2024; Revised: February 27, 2024; Accepted: February 28, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม 2) พัฒนาระบบแผนที่ออนไลน์ในการแสดงแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม และ 3) พัฒนาระบบตอบกลับอัตโนมัติต้นแบบที่ให้บริการข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลาของถนนนางงาม ถนนนครนอก และถนนนครใน ทางด้านสถาปัตยกรรม ด้านประวัติศาสตร์ และด้านวิถีชีวิตที่มีตำแหน่งพิกัดเชิงพื้นที่เท่านั้น การดำเนินการวิจัยมีการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากการทบทวนวรรณกรรมมรดกทางวัฒนธรรมด้านสถาปัตยกรรม ด้านประวัติศาสตร์ และด้านวิถีชีวิตบริเวณเมืองเก่าสงขลา และข้อมูลปฐมภูมิจากการลงพื้นที่เพื่อจัดเก็บพิกัดตำแหน่งสถานที่ที่เกี่ยวข้อง ภาพถ่าย จากนั้นจำแนกออกเป็นแหล่งมรดกวัฒนธรรมที่จับต้องได้ ได้แก่ สถาปัตยกรรม ภูมิทัศน์ โบราณสถาน และแหล่งมรดกวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้ ได้แก่ อาหาร วัฒนธรรม ประเพณี และความเชื่อ โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีพิกัดกริด UTM พื้นหลักฐาน WGS1984 ออกแบบและพัฒนายกระดับให้เป็นระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ระบบแผนที่ออนไลน์ และระบบตอบกลับอัตโนมัติ เพื่อเป็นสื่อในการให้บริการข้อมูลบริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา ท้ายสุดถ่ายทอดองค์ความรู้โดยจัดอบรมและส่งมอบข้อมูลการใช้งานระบบแผนที่ออนไลน์ ระบบตอบกลับอัตโนมัติ แก่กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษา พบว่า ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.54 เพื่อให้มีช่องทางในการเผยแพร่ข้อมูลให้ทั่วถึงเกี่ยวกับแหล่งมรดกโลกทางวัฒนธรรมที่ควรค่าแก่การเรียนรู้ เกิดการอนุรักษ์วิถีชีวิตดั้งเดิมและหวงแหนพื้นที่มากขึ้น

คำสำคัญ: เทคโนโลยีดิจิทัล, มรดกทางวัฒนธรรม, เมืองเก่าสงขลา, การเรียนรู้อย่างยั่งยืน

---

[1] สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา 90000

[2] สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

The objectives of this study are as follows: 1) to design and implement a spatial database system that features cultural heritage sites; 2) to establish a via the internet mapping system that can be used to exhibit cultural heritage sites; and 3) to construct a prototype automated response system that delivers pertinent information regarding cultural heritage sites situated in the historical city districts of Songkhla, more precisely along Nang Ngam Road, Nakhon Nok Road, and Nakhon Nai Road. As the only criterion for inclusion, architectural, historical, and lifestyle elements are prioritized over geospatial coordinates. Geographic data is gathered during the research process by conducting literature evaluations that focus on the cultural heritage of Songkhla, specifically in the domains of architecture, history, and way of life. In addition to photographs, geographic coordinates of pertinent sites were gathered through fieldwork. The gathered information was classified into two categories: tangible cultural heritage locations, which include landscapes and architecture, and intangible cultural heritage, which includes food, traditions, customs, and beliefs. The data were structured using the WGS1984 datum in conjunction with the UTM grid coordinates. The research has yielded the creation of three systems: an automated response system, an online mapping system, and a geospatial database. The purpose of these platforms is to facilitate the distribution of knowledge regarding the cultural heritage of the ancient city of Songkhla. In order to acquaint community members and pertinent organizations with the online mapping system and the automated response system, instructional and knowledge transfer sessions were organized. User satisfaction with the systems as a whole is very high, according to the study, which reveals an average rating of 4.59 and a standard deviation of 0.54. These systems facilitate the extensive distribution of significant knowledge regarding worldwide cultural heritage, thereby aiding in the conservation of traditional ways of living and promoting a more profound affinity towards the region.

Keywords: Digital Technology, Cultural Heritage, Old City of Songkhla, Sustainable Learning

บทนำ

“เมืองเก่า” หมายถึง เมืองหรือบริเวณของเมืองที่มีลักษณะพิเศษเฉพาะแห่งสืบต่อมาแต่กาลก่อน และมีเอกลักษณ์ของวัฒนธรรมท้องถิ่น หรือมีรูปแบบผสมผสานของสถาปัตยกรรมท้องถิ่น (สำนักงานเทศบาลเมืองลำพูน, 2560) หรือมีลักษณะของรูปแบบวิวัฒนาการทางสังคมที่สืบต่อมาของยุคต่าง ๆ หรือเคยเป็นตัวเมืองดั้งเดิมในสมัยหนึ่ง หรือโดยหลักฐานทางประวัติศาสตร์หรือสถาปัตยกรรม ซึ่งมีคุณค่าในทางศิลปะ โบราณคดี และประวัติศาสตร์ ที่ยังคงหลักฐานทั้งกายภาพที่บ่งบอกถึงลักษณะอันเด่นชัดของโครงสร้างเมืองหรือโบราณสถานในอดีต และยังมีการใช้สอยในลักษณะเมืองที่ยังมีชีวิตอย่างต่อเนื่องจากอดีตถึงปัจจุบัน ปัจจุบันเมืองเก่าได้ถูกความเจริญและการขยายตัวของตัวเมืองโดยไม่มีขอบเขตและทิศทาง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่หลากหลายกิจกรรม ทั้งภาคราชการและเอกชน เกิดความหนาแน่นแออัดของอาคารสถานที่และการจราจร เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตของชุมชน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิทัศน์ ทำให้องค์ประกอบเมืองเก่า คุณค่าของเมือง และเอกลักษณ์ความเป็นเมืองเก่าค่อย ๆ ลดความสำคัญและถูกทำลาย ดังนั้นรัฐบาลจึงได้กำหนดนโยบายการดำเนินงานเป็นพิเศษเฉพาะพื้นที่เป็นระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยการอนุรักษ์และพัฒนากรุงรัตนโกสินทร์ และเมืองเก่า พ.ศ. 2546

โดยคณะรัฐมนตรีลงมติเห็นชอบเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2553 ให้พื้นที่เมืองเก่าสงขลาเป็นเมืองเก่ากลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นเมืองโบราณที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์และโบราณคดี มีขนาดใหญ่ในฐานะศูนย์กลางของอาณาจักรในยุคใดยุคหนึ่ง มีหลักฐานของงานศิลปกรรมที่บ่งบอกถึงความเป็นเอกลักษณ์ของอาณาจักรนั้น ๆ และในปัจจุบันมีการอยู่อาศัยของชุมชนใหม่ทับซ้อนชุมชนเดิม ทั้งนี้เมืองเก่ากลุ่มที่ 1 มีจำนวน 9 เมือง ประกอบด้วย เมืองเก่าน่าน เมืองเก่าเชียงใหม่ เมืองเก่าลำปาง เมืองเก่ากำแพงเพชร เมืองเก่าลพบุรี เมืองเก่าพิมาย เมืองเก่านครศรีธรรมราช เมืองเก่าสงขลา เมืองเก่าลำพูน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561) นอกจากนี้การอนุรักษ์เมืองเก่ายังสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561–2580) บนพื้นฐานแนวคิด 3 ประการ ได้แก่ (1) “ต่อยอดอดีต” โดยมองกลับไปที่รากเหง้าทางเศรษฐกิจ อัตลักษณ์ วัฒนธรรม ประเพณี วิถีชีวิต และจุดเด่นทางทรัพยากรธรรมชาติที่หลากหลาย รวมทั้งความได้เปรียบเชิงเปรียบเทียบของประเทศในด้านอื่น ๆ น่ามาประยุกต์ผสมผสานกับเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อให้สอดรับกับบริบทของเศรษฐกิจและสังคมโลกสมัยใหม่ (2) “ปรับปัจจุบัน” เพื่อปูทางสู่อนาคต ผ่านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของประเทศในมิติต่าง ๆ ทั้งโครงข่ายระบบคมนาคมและขนส่ง โครงสร้างพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และดิจิทัล และการปรับสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมและบริการอนาคต และ (3) “สร้างคุณค่าใหม่ในอนาคต” ด้วยการเพิ่มศักยภาพของผู้ประกอบการพัฒนาคนรุ่นใหม่ รวมถึงปรับรูปแบบธุรกิจเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาด ผสมผสานกับยุทธศาสตร์ที่รองรับอนาคต บนพื้นฐานของการต่อยอดอดีตและปรับปัจจุบัน (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564)

เมืองสงขลาย้ายจากฝั่งแหลมสนมาอยู่ฝั่งบ่อยางตั้งแต่ปีพ.ศ. 2375 ตามพระบรมราชโองการของพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 3) โดยมีการสร้างบ้านเมืองใหม่ทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นกำแพงเมือง ป้อมปราการ วัดอาราม จวนเจ้าเมือง ตลอดจนศาลหลักเมือง ซึ่งได้ทำพิธีสมโภชเมือง พ.ศ. 2385 ชาวเมืองสงขลาในยุคนี้มีทั้งชาวจีน ชาวไทยพุทธ และชาวไทยมุสลิม อยู่ร่วมกันอย่างกลมกลืนกลายเป็นวัฒนธรรมที่ผสมผสานกันอย่างลงตัวในชุมชน (ชัยวัฒน์ ชินอุปราวัฒน์, 2553) อีกทั้งเมืองสงขลายังมีความสมบูรณ์ของระบบนิเวศน์ เนื่องจากตั้งอยู่ในบริเวณปากอ่าวไทยซึ่งมีส่วนเชื่อมกับทะเลสาบสงขลา ทำให้เมืองสงขลาเป็นเมืองสองทะเล สามน้ำ อีกทั้งภูเขาและทะเลซึ่งมีชายฝั่งทอดยาวอันงดงาม ประกอบกับภาพความเป็นเมืองเก่าที่คงความงามตามรูปแบบเดิมได้อย่างเหมาะสม ส่งผลให้เกิดคุณค่าและความเฉพาะของพื้นที่ ทั้งนี้ยังส่งผลให้เกิดรูปแบบทางสถาปัตยกรรมที่มีความสอดคล้องกับบริบทวิถีชีวิตบริเวณห้องแถวเมืองเก่าสงขลามีลักษณะที่มีความแท้และดั้งเดิมสูง และเป็นสิ่งบ่งชี้ให้เห็นถึงความเจริญรุ่งเรืองของเมืองสงขลาในอดีตจากรุ่นสู่รุ่น (จเร สุวรรณชาต, 2560) นอกจากนี้ด้วยความเป็นเมืองที่ผ่านกาลเวลาอันยาวนานปัจจุบันจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัย แต่ก็ยังคงหลงเหลือร่องรอยของอดีตอันงดงามบางส่วนปะปนอยู่ในความเป็นเมืองสมัยใหม่ให้ชื่นชมและศึกษา โดยเฉพาะบริเวณ “ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา“ ที่อยู่ในเขตเทศบาลนครสงขลา ครอบคลุมพื้นที่ถนนนครนอก ถนนนครใน ถนนนางงาม และพื้นที่ใกล้เคียง โดยมีเนื้อที่ประมาณ 141,626.40 ตารางเมตร มีจำนวนประชากรจากข้อมูลตามทะเบียนราษฎร์ รวมทั้งสิ้น 2,532 คน มีจำนวนครัวเรือน 1,280 ครัวเรือน โดยอาชีพส่วนใหญ่ของผู้คนในชุมชนย่านเมืองเก่า คือ การค้าขายและการทำประมง (ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน), 2567) สำหรับเส้นทางประวัติศาสตร์บนถนนที่สำคัญ คือ “ถนนนางงาม” เดิมชื่อ ถนนเก้าห้อง หรือเรียกว่าย่านเก้าห้อง ถนนเส้นนี้เกิดจากการตัดถนน เพื่อเป็นเส้นทางในการประกอบพิธีสมโภชเสาหลักเมือง มีสถานที่สำคัญ คือ ศาลเจ้าพ่อหลักเมืองสงขลา ศาลเจ้าพ่อกวนอู และศาลเจ้า ตั้งเซ่งอ๋อง ซึ่งเป็นสถานที่ศักดิ์สิทธิ์คู่บ้านคู่เมืองของชาวสงขลาและเป็นศูนย์รวมจิตใจของคนไทยเชื้อสายจีนเป็นศูนย์กลางย่านอาหารพื้นเมืองสงขลา “ถนนนครใน” เป็นถนนที่อยู่ตรงกลางระหว่างถนนนครนอกและถนนนางงาม ที่เต็มไปด้วยอาคารบ้านเรือนและสถาปัตยกรรมที่ได้รับการอนุรักษ์ไว้เพื่อเป็นสถานที่ท่องเที่ยว และ “ถนนนครนอก” จะเป็นถนนที่ติดกับฝั่งทะเลสาบ ในอดีตบริเวณนี้เป็น

ท่าเทียบเรือเพื่อการค้าขายและขนส่งสินค้าจากต่างประเทศ ดูได้จากการมีโรงสีข้าวขนาดใหญ่ ซึ่งปัจจุบันชื่อว่า หับ โห้หิ้น หรือโรงสีแดง แต่ในปัจจุบันได้ยกเลิกกิจการไปแล้ว เพราะเกิดจากสภาพแวดล้อม สังคม เทคโนโลยี ที่มีการพัฒนาและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว สถานที่แห่งนี้ได้กลายเป็นแหล่งเรียนรู้ให้กับผู้คนที่มาเยี่ยมชมที่นี่ เพื่อจะได้รู้ถึงประวัติความเป็นมา และวัฒนธรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอดีตจนถึงปัจจุบัน บ้านนครใน จะเป็นพิพิธภัณฑ์แห่งการอนุรักษ์เสริมสร้างคุณค่า เป็นบ้านไม้จีนแบบโบราณ และบ้านตึกสีขาว ภายในจะเป็นการจัดแสดงของเก่า การอนุรักษ์ของเก่า นอกจากนี้ย่านชุมชนเมืองเก่าสงขลาถูกแต่งแต้มไปด้วยศิลปะบนฝาผนัง (Street Art) เป็นภาพวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของคนท้องถิ่น 14 จุด เช่น ภาพการทำประมง ภาพสภากาแฟยามเช้า ภาพพ่อค้าเข็นรถขายอาหาร เป็นต้น จากฝีมือคนรุ่นใหม่ที่แอบซ่อนอยู่ตามผนังตึกต่าง ๆ ทั้งยังรายล้อมด้วยร้านอาหารคาวหวานท้องถิ่น ไม่ว่าจะเป็นขนมขี้มอด ขนมการอจี๊ ไอศกรีมยิว ข้าวสตูเกียดฟ่าง ก๋วยเตี๋ยวใต้โรงงิ้ว เต้าคั่ว เป็นต้น ที่อยู่เคียงข้างกับคาเฟ่สไตล์โมเดิร์นได้อย่างลงตัว โดยทั้งหมดอยู่ภายใต้อาคารสถาปัตยกรรมโครงสร้างเดิมอายุนับหลายร้อยปี ดังนั้น ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลาจึงเต็มไปด้วยเอกลักษณ์ที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ ทั้งด้านอาหาร สถาปัตยกรรม จิตรกรรมบนฝาผนัง และประวัติศาสตร์ ที่เกิดจากการแลกเปลี่ยนทางวัฒนธรรมในอดีตจนถึงปัจจุบัน เรียกได้ว่าเป็นย่านการค้าโบราณที่ยังมีชีวิต

จากที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญภายในบริเวณชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลาที่มีสิ่งก่อสร้างอาคารบ้านเรือนเก่าแก่ที่มีหลากหลายรูปแบบของสถาปัตยกรรมอันเป็นเอกลักษณ์ของพื้นที่ ทั้งรูปแบบไทย แบบจีน แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ จีนดั้งเดิม แบบจีนพาณิชย์ และแบบจีนสมัยใหม่ และแบบฝรั่ง แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบชิโนยูโนเปียน และแบบสมัยใหม่ จุดนี้แสดงให้เห็นถึงการเข้ามาของความหลากหลายทางด้านวัฒนธรรมภายในชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา จึงเกิดเป็นสังคมพหุวัฒนธรรม ประกอบด้วย คนไทยที่นับถือศาสนาพุทธ อิสลาม และคนไทยเชื้อสายจีน มีการหลอมรวมวัฒนธรรมเป็นวัฒนธรรมเฉพาะของสงขลา โดยการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้นคุณค่าทางสถาปัตยกรรมที่มีความสอดคล้องกับเรื่องราวทางประวัติศาสตร์และวิถีชีวิตชุมชน เพื่อเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สู่การเรียนรู้อย่างยั่งยืน ผ่านการนำเสนอข้อมูลที่ไม่ได้มีเพียงแต่ข้อความ ตาราง หรือรูปภาพ แต่เป็นการแสดงผลผ่านแผนที่ออนไลน์ที่นำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาผสมผสานซึ่งเป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถแสดงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องพร้อมตำแหน่งพิกัดพื้นที่จริง นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอข้อมูลให้เนื้อหาดูน่าสนใจและสามารถตอบโต้กับผู้ใช้ได้ผ่านระบบตอบกลับอัตโนมัติที่สามารถดึงข้อมูลที่ผู้ใช้สนใจมาแสดงผลตามความต้องการได้ ทำให้เกิดการเรียนรู้จากฐานความรู้ที่ได้มีการจัดการความรู้จากผู้เชี่ยวชาญหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้แหล่งมรดกโลกทางวัฒนธรรมที่ควรค่าแก่การเรียนรู้ ได้มีช่องทางในการเผยแพร่ข้อมูลและสื่อสารให้ทั่วถึงแก่ผู้ที่สนใจ ไม่ว่าจะเป็นนักเรียน นักศึกษา ประชาชนทั่วไป เทศบาลนครสงขลา กรมศิลปกรเทศบาลนครสงขลา ภาคีคนรักเมืองสงขลา และกลุ่มชุมชนเมืองเก่าสงขลา เพื่อก่อให้เกิดการอนุรักษ์วิถีชีวิตดั้งเดิมและหวงแหนพื้นที่มากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา
2. เพื่อพัฒนาระบบแผนที่ออนไลน์ในการแสดงแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา
3. เพื่อพัฒนาระบบตอบกลับอัตโนมัติต้นแบบที่ให้บริการข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา

แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยของปิยาภรณ์ ธุระกิจจำนง และคณะ (2562) สามารถสรุปข้อมูลได้ดังนี้

1. มรดกทางวัฒนธรรมในย่านชุมชนเมืองเก่าสงขลา

1.1 มรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องได้ (Tangible Heritage) หมายถึง สิ่งที่แสดงให้เห็นได้ทางกายภาพ โดยครอบคลุมทั้งมรดกทางวัฒนธรรมที่เป็นวัตถุเคลื่อนที่ได้และวัตถุเคลื่อนที่ไม่ได้ เช่น โบราณวัตถุ และโบราณสถาน

1.2 มรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้ หรือ มรดกภูมิปัญญา (Intangible Heritage) หมายถึง การปฏิบัติ การเป็นตัวแทน การแสดงออก ความรู้ ทักษะ ตลอดจนเครื่องมือ วัตถุ สิ่งประดิษฐ์ และพื้นที่ทางวัฒนธรรมอันเป็นผลจากสิ่งเหล่านั้น โดยถ่ายทอดจากคนรุ่นหนึ่งไปยังคนอีกรุ่นหนึ่งเป็นสิ่งซึ่งชุมชนและกลุ่มชนสร้างขึ้นใหม่ย่างสม่ำเสมอ เพื่อตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของตน เป็นปฏิสัมพันธ์ต่อธรรมชาติและประวัติศาสตร์ จนเกิดเป็นอัตลักษณ์และความต่อเนื่อง

2. รูปแบบทางสถาปัตยกรรมในย่านชุมชนเมืองเก่าสงขลา แบ่งออกเป็น

2.1 รูปแบบไทย ซึ่งมีลักษณะเด่นของสถาปัตยกรรม คือ หลังคาจั่วหรือมนิลา มีความลาดชันประมาณ 60 องศาขึ้นไปเพื่อป้องกันน้ำรั่ว ในสมัยแรกอาคารเหล่านี้จะมุงด้วยจากต่อมาจะเปลี่ยนมาเป็นกระเบื้องดินเผาที่มาจากเกาะยอ ส่วนใหญ่อาคารเหล่านี้มีชั้นเดียว ส่วนโครงสร้างเป็นเสากับคานไม้มีกันสาดด้านหน้าและหลัง บานประตูมักเป็นบานเฟี้ยม มีช่องแสงเหนือบานประตู มักไม่ค่อยมีการประดับประดา

2.2 แบบจีน แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

จีนดั้งเดิม อาคารมักมีความยาวประมาณ 30–40 เมตร มีพื้นที่ค้าขายด้านหน้า กลางบ้านจะมีช่องเปิดโล่งเป็นบ่อน้ำและซักล้าง ส่วนพื้นที่อาคารด้านหลังเป็นที่พักอาศัย โดยอาคารมีทั้งแบบชั้นเดียวและสองชั้น ผนังเป็นการก่ออิฐฉาบปูน โครงสร้างเป็นกำแพงรับน้ำหนัก โครงสร้างหลังคาเป็นไม้มุงกระเบื้องดินเผาโค้งแบบจีน หน้าต่างเป็นช่องเปิดทำด้วยไม้ขนาดเล็กและแคบ ไม่นิยมทำกันสาด อาคารอาจมีลวดลายประดับประดาบ้างในลักษณะปูนปั้นเขียนสีตามหลังคา สันหลังคา เชิงชายและช่องเปิด อาคารเหล่านี้พบมากตอนกลางถนนนครในและจุดตัดบนถนนนครนอก

แบบจีนพาณิชย์ มีลักษณะเด่น คือ จะมีแผงบังหลังคา อาจมีหลังคาจั่วหรือปั้นหยาซ้อนอยู่และอาจมีหลังคาแบบแบนก็ได้ มักมีชั้นตั้งแต่ 2–4 ชั้น โครงสร้างเป็นเสาและคาน ส่วนใหญ่ไม่ค่อยมีการตกแต่งประดับประดา มักมีประตูตรงกลางอาคาร ทั้งนี้หน้าตาอาคารมีรูปแบบแข็งกร้าวแต่สมมาตร อาคารเหล่านี้พบมากบนถนนนครนอก

แบบจีนสมัยใหม่ แบบนี้จะมี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแบบแรกจะเป็นอาคารที่ก่อสร้างใหม่โดยยังกลมกลืนกับสภาพแวดล้อมมีความสูง 1–2 ชั้น หน้าตาจะคล้ายจีนดั้งเดิมแต่ประยุกต์ให้ทันสมัยมากขึ้นด้วยการออกแบบและการเลือกใช้วัสดุหลังคา บางหลังอาจมีแผงบังหนังคาเพิ่มเข้ามา ส่วนรูปแบบลักษณะที่สองเป็นอาคารเก่าแบบจีนดั้งเดิมแต่นำมาปรับปรุงใหม่ โดยจะเป็นการใช้วัสดุใหม่มาผสมกับโครงสร้างของเดิม เช่น อาจเปลี่ยนมาใช้กระเบื้องลอน มีการทาสีและตกแต่งใหม่แต่ส่วนใหญ่ยังคงภาพลักษณ์จีนไว้ อาคารเหล่านี้พบมากในถนนนครใน

2.3 แบบฝรั่ง แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ

แบบชิโนยูโนเปียน รับอิทธิพลจากตะวันตก ในช่วงปลายรัชกาลที่ 3 และมาเด่นชัดในสมัยรัชกาลที่ 4 ตั้งแต่ปี 2394 เป็นต้นมา เนื่องจากได้รับทั้งอิทธิพลจีนและตะวันตกโดยเฉพาะโปรตุเกส ลักษณะอาคารจึงเป็นแบบปีนังและสิงคโปร์ อาคารจะสร้างชิดถนน บางครั้งมีทางเดินหน้าอาคาร มีกันสาด ช่องกลางอาคารมีช่องโล่งสำหรับ บ่อน้ำและส้วม และมีอาคารทางด้านหลังอีกอาคารหนึ่ง อาคารมี 2 ชั้นในสมัยแรก และ 3 ชั้นในสมัยหลัง ใช้อิฐก่อสร้างแบบ

จีน โครงสร้างเป็นกำแพงรับน้ำหนัก ในสมัยแรก ในสมัยหลังเป็นโครงสร้างเสา-คาน คอนกรีตเสริมเหล็ก วัสดุมุงเป็นกระเบื้องดินเผา เช่น กระเบื้องกาบกล้วยแบบจีนแต่งแนวด้วยปูนขึ้น หรือกระเบื้องเกาะยอ หลังคาทรงจั่วแบบจีน ต่อมายื่นกันสาด มุมจะเป็นทรงปั้นหยา ในช่วงหลังมีการเพิ่มระเบียงกันสาดและแผงบังหลังคา เน้นลวดลายประดับในส่วนช่องเปิด ซึ่งมักเป็นส่วนโค้ง หน้าต่างมักเป็นบานเกล็ดไม้เปิดยาวถึงพื้น ในสมัยหลังมรการประดับลายปูนปั้นในส่วนช่องเจาะ หัวเสา ระเบียง และค้ำยัน เป็นลวดลายแบบตะวันตก พบสลับกันไปกับตึกแถวแบบจีนดั้งเดิม จากการลงสำรวจ พบว่า ตึกแถวแบบซิโนยูโรเปียน เป็นตึกแถวแบบแฝดสูง 2-3 ชั้น หลังคาแบน (FLAT SLAP) มีการตกแต่งกรอบอาคารให้เป็นแบบโค้ง

แบบสมัยใหม่ รับอิทธิพลจากตะวันตก ที่มีรูปแบบเรียบง่าย เน้นการก่อสร้างรวดเร็ว ราคาถูกใช้วัสดุสมัยใหม่ อายุไม่เกิน 60 ปี ลักษณะอาคารสูง ประมาณ 2-3 ชั้น ขึ้นไป โครงสร้างคาน-เสา คอนกรีตเสริมเหล็กใช้วัสดุสมัยใหม่ เช่น คอนกรีต เหล็ก กระจก หลังคาส่วนใหญ่ถูปิดด้วยแผงบังหลังคา มีทั้งทรงมนิลา ทรงปั้นหยา หลังคาเอียง ทรงหมาแหงน มักออกแบบเป็นชุด ลวดลายประดับน้อยมากเน้นการประหยัดเพราเป็นช่วงเศรษฐกิจตกต่ำในช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 พบมากในช่วงปลายถนนทั้งสองด้านของถนนนครนอกและนครใน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ในพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา บริเวณถนนนครในถนนนครนอก และถนนนางงาม ทางด้านสถาปัตยกรรม ด้านประวัติศาสตร์ และด้านวิถีชีวิต เพื่อนำไปออกแบบและพัฒนาเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ระบบแผนที่ออนไลน์ และระบบตอบกลับอัตโนมัติ ในการเป็นฐานความรู้ในการให้บริการข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องได้ และจับต้องไม่ได้ (รูปที่ 1) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากการทบทวนวรรณกรรมมรดกทางวัฒนธรรมด้านสถาปัตยกรรม ด้านประวัติศาสตร์ และด้านวิถีชีวิตที่มีตำแหน่งพิกัดเชิงพื้นที่เท่านั้น บริเวณชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา (ปิยาภรณ์ ธุระกิจจำนง และคณะ, 2562) และข้อมูลปฐมภูมิจากการลงพื้นที่เพื่อจัดเก็บพิกัดตำแหน่งสถานที่ที่เกี่ยวข้อง ภาพถ่าย จากนั้นจำแนกข้อมูลออกเป็นแหล่งมรดกวัฒนธรรมที่จับต้องได้ ได้แก่ สถาปัตยกรรม ภูมิทัศน์ โบราณสถาน และแหล่งมรดกวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้ ได้แก่ อาหาร วัฒนธรรม ประเพณี และความเชื่อ ที่มีตำแหน่งพิกัดเชิงพื้นที่เท่านั้น

2. จัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในรูปแบบที่มีพิกัด ปรับปรุงข้อมูล นำเข้าข้อมูล ตรวจสอบระบบพิกัดแผนที่ให้อยู่ในระบบพิกัดกริด UTM พื้นหลักฐาน WGS1984 ออกแบบและพัฒนาให้เป็นระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) ที่เกี่ยวกับมรดกทางวัฒนธรรมด้านสถาปัตยกรรม ด้านประวัติศาสตร์ และด้านวิถีชีวิต บริเวณชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา รวมทั้งสร้างชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลแผนที่เชิงเลข (Digital Map) และข้อมูลเชิงบรรยายหรือข้อมูลตาราง (Attribute Data) โดยใช้โปรแกรม QGIS เพื่อเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในการนำไปพัฒนาระบบแผนที่ออนไลน์ โดยจัดการข้อมูลดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ GeoJSON

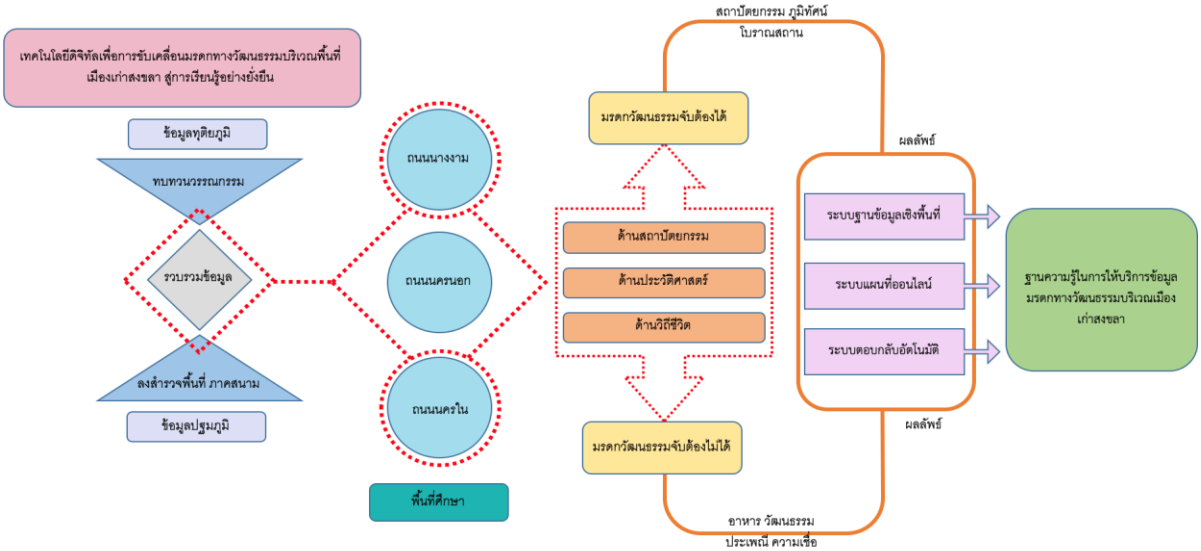
3. วางกรอบสถาปัตยกรรมโครงสร้างของระบบแผนที่ออนไลน์และระบบตอบกลับอัตโนมัติ

4. ออกแบบสื่ออินโฟกราฟิกส์เกี่ยวกับข้อความ ภาพ รูปแบบการจัดวาง เพื่อใช้ในระบบแผนที่ออนไลน์และระบบตอบกลับอัตโนมัติ

5. พัฒนาระบบแผนทีออนไลน์ โดยใช้โปรแกรม Node.js, Visual Studio Code, Leaflet, ภาษา HTML (Hypertext Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets), JavaScript สำหรับการพัฒนาระบบตอบกลับอัตโนมัติ ใช้โปรแกรม Google Dialogflow และ LINE Bot Designer

6. ทดสอบระบบแผนที่ออนไลน์และระบบตอบกลับอัตโนมัติ เพื่อเป็นสื่อในการให้บริการข้อมูลบริเวณชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลาด้วยตัวผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ที่คัดเลือกแบบเจาะจง พร้อมทั้งตรวจสอบความผิดพลาดในการทำงานของระบบเพื่อทำการแก้ไข ปรับปรุงระบบให้สมบูรณ์

7. ถ่ายทอดองค์ความรู้และประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ ด้วยการจัดอบรมและส่งมอบข้อมูลการใช้งานระบบแผนที่ออนไลน์ ระบบตอบกลับอัตโนมัติ แก่กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยใช้แบบสอบถามที่ผ่านการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม หรือค่าสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence : IOC) โดยเกณฑ์การให้คะแนน คือ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 –1.00 ถือว่าเหมาะสม แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เห็นว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ส่วนข้อที่ได้ค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ต้องปรับปรุง โดยมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 3 ท่าน ที่คัดเลือกแบบเจาะจง สำหรับประเด็นที่ใช้ในการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบและการจัดวาง และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ จากนั้นนำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจากการเข้าร่วมอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมินการให้คะแนนความพึงพอใจของแบบสอบถามที่เกี่ยวกับความคิดเห็นโดยใช้มาตราวัดแบบลิเคิร์ท (Likert Scale) 5 ระดับ ตั้งแต่พอใจหรือเห็นด้วยที่สุด (Favorable) ไปจนถึงไม่พอใจหรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Unfavorable) และนำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อแปลผลความพึงพอใจหรือความเห็นด้วยของผู้ตอบแบบสอบถาม ตามแนวคิด Likert Rating Scales (Likert, 1967) สำหรับสถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



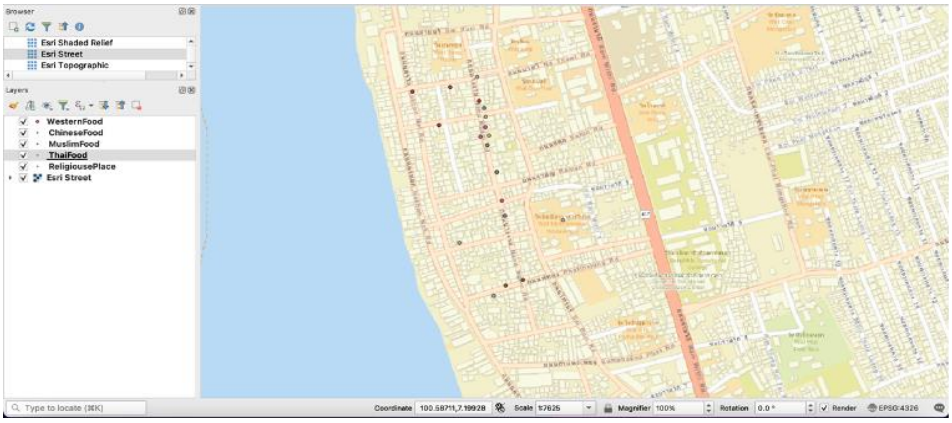
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ผลการศึกษา

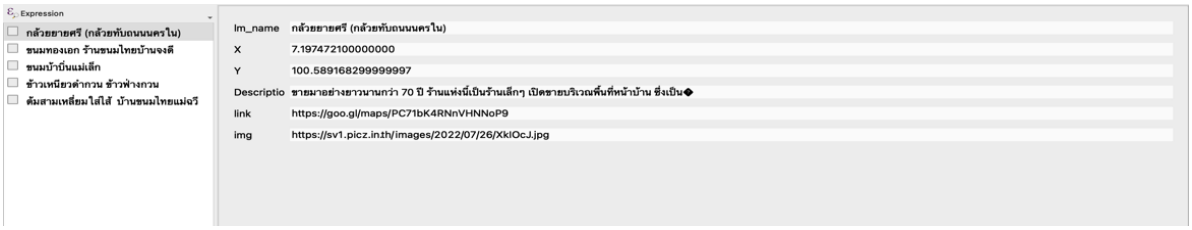
ผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินงาน ประกอบด้วย 1) ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม 2) ระบบแผนที่ออนไลน์ในการแสดงแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม และ 3) ระบบตอบกลับอัตโนมัติต้นแบบที่ให้บริการข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม

มีการจัดเก็บพิกัดตำแหน่งข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องได้ จำนวน 9 ที่ ประกอบด้วย โบราณสถาน 2 ที่ และศาสนสถาน 7 ที่ และจับต้องไม่ได้ จำนวน 32 ที่ ประกอบด้วย วัฒนธรรมด้านอาหารพื้นถิ่น 16 ที่ อาหารวัฒนธรรมจีน 5 ที่ อาหารวัฒนธรรมอิสลาม 3 ที่ อาหารวัฒนธรรมตะวันตก 3 ที่ และอาหารวัฒนธรรมไทย 5 ที่ และเส้นถนน บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา เพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (รูปที่ 2 และ รูปที่ 3)



รูปที่ 2 ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา

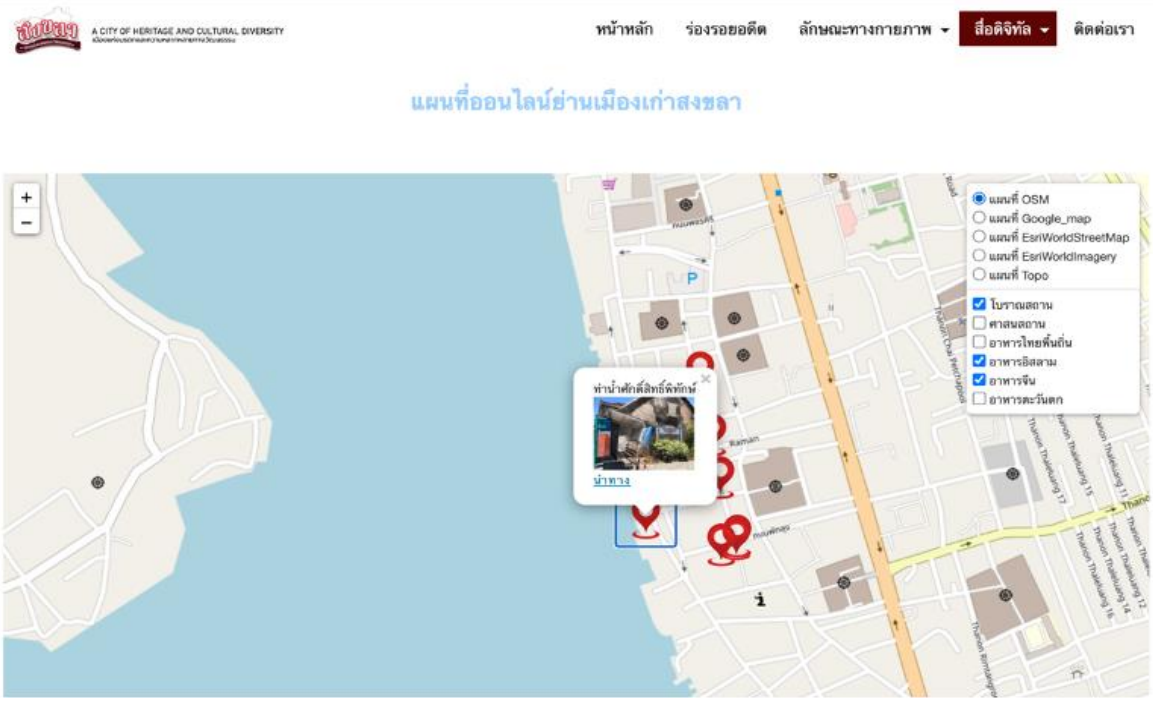


รูปที่ 3 คุณลักษณะของข้อมูลวัฒนธรรมอาหารไทย

2. ระบบแผนที่ออนไลน์ในการแสดงแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม

ประกอบด้วย เมนูหลัก 5 ส่วน ได้แก่ 1) หน้าหลักของระบบ อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบของชุมชนที่มีการผสมผสานของกลุ่มชาติพันธุ์ที่หลากหลาย ลักษณะการตั้งถิ่นฐานและการเปลี่ยนแปลงของชุมชน และกิจกรรมของชุมชนและวิถีชีวิตผู้คน ซึ่งพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา ประกอบด้วย ชุมชนหนองจิก ชุมชนบ้านเก้าห้อง และชุมชนบ้านบน 2) ร่องรอยในอดีตที่กล่าวถึงประวัติศาสตร์เมืองสงขลา ตั้งแต่ พ.ศ. 2162 – ปัจจุบัน ที่มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของเมืองสงขลา โดยเฉพาะการย้ายเมือง 3) ลักษณะทางกายภาพ ประกอบด้วย 4 เมนูย่อย คือ (1) กิจกรรมและวิถีชีวิต (2) มรดกทางวัฒนธรรม (3) มรดกจับต้องได้ ได้แก่ โบราณสถาน ศาสนสถาน และสถาปัตยกรรม และ (4) มรดกภูมิปัญญา ได้แก่ ประเพณีชาวจีน ชาวไทยพุทธ ชาวไทยมุสลิม ความเชื่อชาวจีน ชาวไทยพุทธ ชาวไทยมุสลิม ฮวงจุ้ย ภูมิปัญญาเชิงช่าง ภูมิปัญญากับสภาพแวดล้อม และวัฒนธรรมอาหารพื้นถิ่น 4) สื่อดิจิทัล ประกอบด้วย 3 เมนูย่อย คือ (1) แผนที่เยี่ยมชมย่านเมืองเก่า (2) แผนที่ออนไลน์ สามารถแสดงตำแหน่งสถานที่ต่าง ๆ บริเวณย่านเมืองเก่าสงขลาที่ผู้ใช้

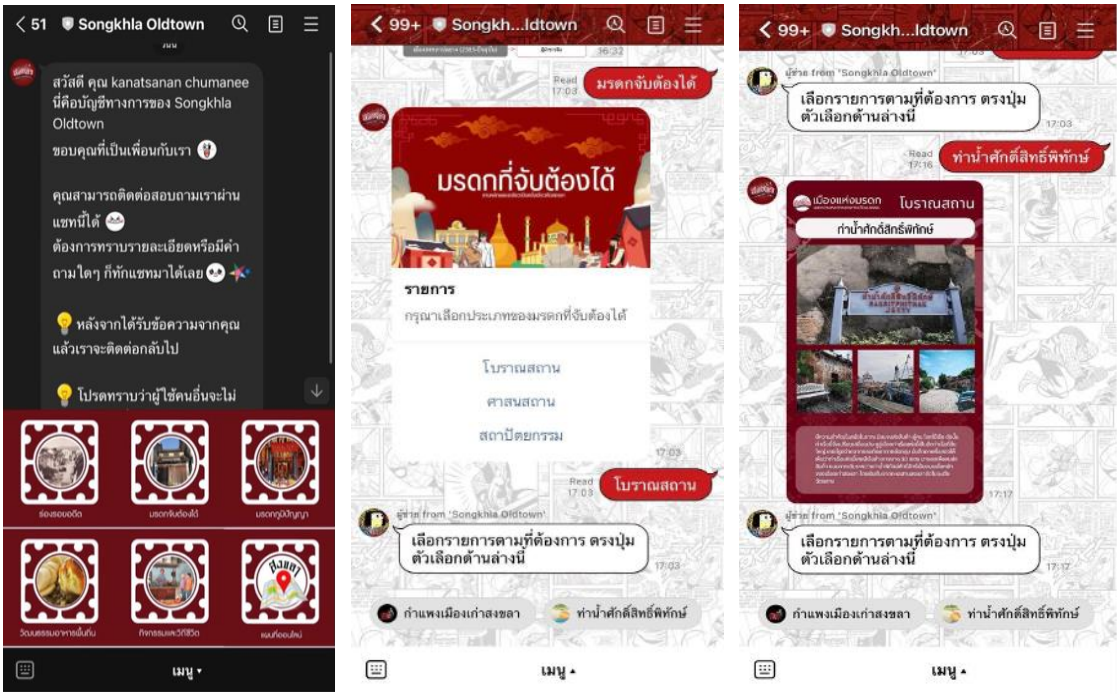
ต้องการ ซึ่งมีการจัดหมวดหมู่การแสดงผล คือ โบราณสถาน ศาสนสถาน อาหารไทยพื้นถิ่น อาหารอิสลาม อาหารจีน และอาหารตะวันตก โดยแสดงชื่อสถานที่ รูปภาพ และการนำทางที่สามารถเชื่อมโยงไปยัง Google Map เพื่อนำทางไปยังสถานที่นั้นได้ ทั้งนี้สามารถปรับเปลี่ยนพื้นหลังเป็นแผนที่ในลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการได้ และ (3) ไลน์แชทบอท (Line Chatbot) และ 5) ติดต่อเรา (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 ระบบแผนที่ออนไลน์ในการแสดงแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา

3. ระบบตอบกลับอัตโนมัติต้นแบบ ที่ให้บริการข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา

สำหรับเป็นช่องทางในการเรียนรู้ข้อมูลที่สะดวก ง่ายต่อการใช้งาน และง่ายต่อการรับรู้ข้อมูล อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงกันได้ระหว่างเว็บแผนที่ออนไลน์และไลน์แชทบอทโดยผ่านริชเมนูแผนที่ออนไลน์ในไลน์แชทบอท (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ระบบตอบกลับอัตโนมัติ (ไลน์แชทบอท) บริการข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา

สำหรับการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบ จากผู้เข้าร่วมอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้ มีจำนวน 45 คน ได้แก่ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ของรัฐ และบุคคลทั่วไป ด้วยวิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบและจัดวาง และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59, 4.60 และ 4.65 ตามลำดับ สำหรับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.52, 0.56 และ 0.50 ตามลำดับ สำหรับหัวข้อการประเมินที่ได้รับคะแนนมากที่สุดในแต่ละด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา ในประเด็นของรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่แหล่งมรดกโลกของพื้นที่เมืองเก่าสงขลา มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ด้านการออกแบบและจัดวาง ประเด็นของวิธีการนำเสนอข้อมูลใช้งานง่าย เมนูไม่ซับซ้อน มีระดับความพึงพอใจระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 และด้านการนำไปใช้ประโยชน์ ประเด็นของข้อมูลสามารถนำไปใช้งานได้จริง มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 เท่ากันตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจของต่อระบบเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการขับเคลื่อนมรดกทางวัฒนธรรมบริเวณพื้นที่เมืองเก่าสงขลา สู่การเรียนรู้อย่างยั่งยืน

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 รายละเอียดข้อมูลสถานทีบริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา	4.55	0.71	มากที่สุด
1.2 ความเหมาะสมของการจัดลำดับในการนำเสนอ	4.50	0.73	มากที่สุด
1.3 ความน่าสนใจของการนำเสนอเนื้อหา	4.53	0.72	มากที่สุด
1.4 ข้อมูลภาพนิ่งและตัวอักษรเกี่ยวกับสถานที่มีความชัดเจน	4.51	0.68	มากที่สุด
ภาพรวมด้านเนื้อหา	**4.59**	**0.52**	**มากที่สุด**
2. ด้านการออกแบบและจัดวาง			
2.1 วิธีการนำเสนอข้อมูล ใช้งานง่าย เมนูไม่ซับซ้อน	4.59	0.68	มากที่สุด
2.2 การจัดวางองค์ประกอบหน้าจอมีความสวยงาม ได้สัดส่วน	4.55	0.64	มากที่สุด
2.3 มีความรวดเร็วในการทำงานตามคำสั่งของผู้ใช้	4.53	0.67	มากที่สุด
2.4 ขนาดตัวอักษรและสีเหมาะสมและง่ายต่อการอ่าน	4.55	0.66	มากที่สุด
2.5 พื้นหลังและรูปภาพมีความชัดเจนและสอดคล้องกับเนื้อหา	4.51	0.62	มากที่สุด
ภาพรวมด้านการออกแบบและจัดวาง	**4.60**	**0.56**	**มากที่สุด**
3. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์			
3.1 สามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูล สำหรับศึกษาหาความรู้ได้	4.61	0.53	มากที่สุด
3.2 เป็นช่องทางที่ดี สำหรับการให้ข้อมูล	4.59	0.57	มากที่สุด
3.3 สามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.66	0.51	มากที่สุด
ภาพรวมด้านการนำไปใช้ประโยชน์	**4.65**	**0.50**	**มากที่สุด**
ภาพรวมทั้งหมด	**4.59**	**0.54**	**มากที่สุด**

สรุปและอภิปรายผล

ผลของการวิจัยเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการขับเคลื่อนมรดกทางวัฒนธรรมบริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา สู่การเรียนรู้อย่างยั่งยืน ได้ผลลัพธ์ 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ 1) ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม 2) ระบบแผนที่ออนไลน์ในการแสดงแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม 3) ระบบตอบกลับอัตโนมัติต้นแบบ โดยในส่วนของฐานข้อมูลจัดทำในรูปแบบข้อมูลเชิงตำแหน่ง ภาพประกอบ และรายละเอียดของสถานที่ เพื่อนำเข้าไปใส่ในระบบแผนที่ออนไลน์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ 1) หน้าหลักของระบบ อธิบายเกี่ยวกับรูปแบบของชุมชนในเมืองเก่าสงขลา 2) ร่องรอยในอดีต ที่กล่าวถึงประวัติศาสตร์เมืองสงขลา ตั้งแต่ พ.ศ. 2162 – ปัจจุบัน 3) ลักษณะทางกายภาพ (กิจกรรมและวิถีชีวิต มรดกทางวัฒนธรรม มรดกจับต้องได้ และ มรดกภูมิปัญญา 4) สื่อดิจิทัล (แผนที่เยี่ยมชมย่านเมืองเก่า แผนที่ออนไลน์ และการนำทางที่สามารถเชื่อมโยงไปยัง Google Map เพื่อนำทางไปยังสถานที่ และไลน์แชทบอท และ 5) ติดต่อเรา นอกจากนี้ยังได้ทำการประเมินการใช้งานระบบแผนที่ออนไลน์ ระบบตอบกลับอัตโนมัติ จากการสอบถามกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากการจัดการถ่ายทอดองค์ความรู้ พบว่า ระบบเป็นรูปแบบการสื่อสารที่ทันสมัย ใช้งานง่าย มีความน่าสนใจ และสามารถนำไปใช้จริงได้ เป็นแพลตฟอร์มที่ช่วยในการค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับย่านเมืองเก่าสงขลา

โดยการนำเสนอข้อมูลในประเด็นเกี่ยวกับสังคมพหุวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ได้อย่างครบถ้วน เหมาะสำหรับนำมาใช้ในยุคปัจจุบันซึ่งสามารถทำให้นักท่องเที่ยวค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว สำหรับข้อเสนอแนะในครั้งต่อไป ในส่วนของระบบแผนที่ออนไลน์ ควรใส่เงื่อนไขการแสดงผลข้อมูลได้ เช่น ระยะห่างของสถานที่ท่องเที่ยวจากตำแหน่งปัจจุบัน ควรเพิ่มสถานที่ในแพลตฟอร์มให้มากขึ้นและเชื่อมโยงเข้ากับแพลตฟอร์มหรือแอปพลิเคชันอื่น ๆ ด้วย ควรรองรับภาษาอังกฤษ ภาษาจีน เพราะว่าพื้นที่เมืองเก่าสงขลา มีนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติค่อนข้างเยอะ และควรเพิ่มประเด็นในเรื่องของตัวงานสถาปัตยกรรมที่มีการอัพเดทข้อมูลมากขึ้น รวมถึงเส้นทางการท่องเที่ยวและสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ

สำหรับการนำเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อขับเคลื่อนมรดกทางวัฒนธรรม ปัจจุบันเป็นการออกแบบและสร้างข้อมูลในรูปแบบข้อมูลเชิงตำแหน่ง ทั้งในระบบพิกัด UTM และพิกัดภูมิศาสตร์ มีตำแหน่งพร้อมรูปภาพแสดงพร้อมแผนที่ดาวเทียมหรือแผนที่จากเว็บไซต์ประกอบคำอธิบาย ดังเช่นงานวิจัยของกฤตธัช วงษ์คำ ศุภรัตน์ พิณสุวรรณ และ วรุตม์ นาฑี (2564) จัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพัฒนาเครือข่ายโฮมเตย์และแหล่งท่องเที่ยวเชิงธรณีในพื้นที่อำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล ลักษนันท์ พลอยวัฒนาวงศ์ (2559) พัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศมรดกภูมิปัญญาวัฒนธรรมท้องถิ่น จังหวัดสุพรรณบุรี สุรัตน์ เลิศล้ำ (2556) พัฒนาเว็บไซต์และจัดการข้อมูลจากการสร้างโมเดลแผนที่ 3 มิติจากแผนที่ Google Earth กรณีศึกษาโบราณสถานเขาศรีวิชัย และการแสดงภาพถ่ายบนเว็บไซต์โดยใช้ Very Simple Image Gallery Plugin ของ Joomla ธัญญรัตน์ ไชยคราม (2563) ประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อสร้างแผนที่ออนไลน์ผ่านเทคโนโลยี Google Maps GIS Online ในกลุ่มการท่องเที่ยวภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ลักษณา สัมมานิธิ และสิริวัฒก์ สัมมานิธิ (2556) สำรวจศักยภาพและพัฒนาฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศเมืองโบราณในแอ่งเชียงใหม่–ลำพูน เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืน และกรมศิลปากร (2563) ที่มีเว็บไซต์บริการระบบภูมิสารสนเทศของแหล่งมรดกทางศิลปวัฒนธรรม ที่เป็นระบบที่มีลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ ภาพ แผนที่ หรือข้อมูลที่มีพิกัดตำแหน่ง นำมาเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยายในฐานข้อมูล โดยในงานของกฤตธัช วงษ์คำ ศุภรัตน์ พิณสุวรรณ และวรุตม์ นาฑี (2564) และธัญญรัตน์ ไชยคราม (2563) นอกจากพัฒนาสร้างฐานข้อมูลเชิงตำแหน่งแล้วยังสามารถเชื่อมโยงจากแหล่งท่องเที่ยวหรือจุดที่สนใจไปยัง Google Map ผ่านการให้บริการของ Google Site เพื่อให้สร้างเส้นทางไปยังจุดหมายปลายทางได้ในการนำเสนอและจัดการข้อมูล ขณะที่งานวิจัยของลักษนันท์ พลอยวัฒนาวงศ์ (2559) ใช้ในรูปแบบการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยตนเอง และมีส่วนเพิ่มเติม คือ มีรูปแบบของภาพเคลื่อนไหว (VDO) และมีการใช้แบบสอบถามในการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ส่วนงานของลักษณา สัมมานิธิ และสิริวัฒก์ สัมมานิธิ (2556) ไม่ได้กล่าวถึงเทคนิควิธีการได้มาของข้อมูล แต่เน้นไปในการบูรณาการกับสิ่งสนับสนุนการท่องเที่ยว เชื่อมต่อได้กับห่วงโซ่อุปทานการท่องเที่ยวเมืองประวัติศาสตร์ (แอ่งเชียงใหม่–ลำพูน) แต่โดยทั้งหมดสอดคล้องกัน คือ ต้องการให้เป็นการพัฒนาช่องทางเพื่อให้เกิดการท่องเที่ยวเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืน สำหรับในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาต่อยอดในส่วนของการสร้างระบบโต้ตอบอัตโนมัติเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้นโดยใช้ระบบไลน์ และสามารถเชื่อมโยงไปยังแผนที่สร้างเส้นทางไปยังจุดหมายได้เช่นเดียวกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่มอบทุนอุดหนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมศิลปากร. (2563). *ระบบภูมิสารสนเทศ แหล่งมรดกทางศิลปวัฒนธรรม.* จาก https://gis.finearts.go.th/fineart/.

กฤตธัช วงษ์คำ ศุภรัตน์ พิณสุวรรณ และวรุตม์ นาฑี. (2564). การจัดทำฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์เพื่อพัฒนาเครือข่ายโฮมสเตย์และสถานที่ท่องเที่ยวเชิงภูมิศาสตร์ในอำเภอทุ่งหว้า จังหวัดสตูล. *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยในภาคใต้ครั้งที่ 1* วันที่ 17 พฤศจิกายน 2564. สงขลา: คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

จเร สุวรรณชาต. (2560). สงขลาสู่เมืองมรดกโลก. สงขลา: ภาคีคนรักเมืองสงขลาสมาคม.

ชัยวัฒน์ ชินอุปราวัฒน์. (2553). นครสงขลา เมืองเก่าและเรื่องราวในอดีต. *อนุสาร อสท. 50*(11), 51-61.

ธัญญรัตน์ ไชยคราม. (2563). การประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อสร้างแผนที่ออนไลน์ผ่านเทคโนโลยี Google Maps GIS Online ในกลุ่มการท่องเที่ยวภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 28*(4), 575-586.

ปิยาภรณ์ ธุระกิจจำนง, งามเพชร อัมพรวัฒนพงศ์, ธนวัฒน์ เลขาพันธ์, เจนจิรา ขุนทอง, รอฮานา แวดอเลาะ และทวีสินธุ์ ตั้งเซ่ง. (2562). *ศักยภาพทรัพยากรในเขตมรดกทางวัฒนธรรม พื้นที่เมืองเก่าสงขลา เพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน.* คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. สงขลา.

ลักษณา สัมมานิธิ และ สิริวัฒก์ สัมมานิธิ. (2556). *การสำรวจศักยภาพและพัฒนาฐานข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศเมืองโบราณในแอ่งเชียงใหม่-ลำพูน เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืน.* คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

ลักษนันท์ พลอยวัฒนาวงศ์. (2559). *ระบบระบบฐานข้อมูลสารสนเทศมรดกภูมิปัญญาวัฒนธรรมท้องถิ่น จังหวัดสุพรรณบุรี.* กรุงเทพฯ: สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน). (2567). *ย่านเมืองเก่าสงขลา.* จาก https://wikicommunity.sac.or.th/community/349.

สำนักงานเทศบาลเมืองลำพูน. (2560). เล่าเรื่องเมืองเก่า. จาก https://lamphuncity.go.th/เล่าเรื่องเมืองเก่า/.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561). *รายงานการประชุมสัมมนาวิชาการคณะอนุกรรมการอนุรักษ์และพัฒนาเมืองเก่า ภายใต้โครงการอนุรักษ์และพัฒนาเมืองเก่า.* จาก http://www.onep.go.th/nced/wp-content/uploads/2018/04/proceeding-1.0.pdf.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2564). *แผนยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (2561-2580).* กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ.

สุรัตน์ เลิศล้ำ. (2556).การศึกษาความเชื่อมโยงของวัฒนธรรมท้องถิ่นสมัยอดีตถึงปัจจุบันเพื่อพัฒนาฐานข้อมูลวัฒนธรรมและอารยธรรมโบราณในพื้นที่บริเวณลุ่มแม่น้ำโขงและคาบสมุทรมลายา. *วารสารวิชาการโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 11*, 109-121.

Likert, R. (1967). The Method of Constructing and Attitude Scale, In Reading in Fishbeic, Martin, Ed, *Attitude Theory and Measurement*, Wiley & Son, New York, U.S.A., 90-95.

การประเมินประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำสำหรับการสำรวจและทำแผนที่อาคารสิ่งปลูกสร้างเพื่อการประยุกต์ใช้งานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาเทศบาลตำบลแม่กา

ชยกร พุ่มนวล[1*], สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข[1] และ สอาด วงใหญ่[2]

Performance Evaluation of Low-Cost Unmanned Aerial Vehicles for Surveying and Mapping of Buildings in Local Government Organization Application: A Case Study of Mae Ka Subdistrict Municipality

Chayakorn Pumnoun[1*], Sawarin Lerk U Suke[1] and Saard Wongyai[2]

[1] Department of Geographic Information, Faculty of Information Technology and Communication, Phayao University, Phayao, 56000

[2] Mae Ka Subdistrict Municipality Office, Phayao, 56000

[*] Corresponding author: aofexe61320327@gmail.com

Received: January 23, 2024; Revised: February 20, 2024; Accepted: February 28, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำสำหรับการสำรวจข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างเพื่อการประยุกต์ใช้งานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น การสำรวจและทำแผนที่จะอาศัยอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำบินถ่ายภาพในพื้นที่ศึกษาบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยพะเยาที่มีสิ่งปลูกสร้างหนาแน่น โดยอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำที่ใช้สำรวจในครั้งนี้ คือ ดีเจไอ แฟนเทิม โฟร์ โปร วี สอง และมีการกำหนดพารามิเตอร์สำหรับการบินความสูงบินที่ 90 เมตร ส่วนซ้อนและส่วนเกยกันของภาพถ่ายเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์และ 60 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับและความละเอียดจุดภาพ 2.45 เซนติเมตรต่อจุดภาพ จากนั้นจะนำภาพถ่ายที่ได้ไปประมวลผลเพื่อสร้างข้อมูลพอยท์คลาวด์ แบบจำลองระดับความสูงเชิงเลขภาพและดัดแก้ออร์โธ โดยการกำหนดพารามิเตอร์การจัดเรียงภาพถ่าย การสร้างจุดภาพ 3 มิติ อยู่ที่ ระดับสูง และระดับปานกลาง ตามลำดับ หลังจากนั้นจะทำการสกัดข้อมูลอาคารสิ่งปลูกสร้างเพื่อวัดขนาดพื้นที่ของอาคาร ในมาตราส่วนที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย 1:100 1:250 และ 1:500 ตามลำดับ เมื่อได้ข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างแล้วจะทำการประเมินความถูกต้องเทียบกับข้อมูลขนาดอาคารและสิ่งปลูกสร้างที่ได้จากการรังวัดสำรวจจริงที่มีการดำเนินงานเพื่อใช้ประกอบการสำรวจของระบบแผนที่ภาษีของเทศบาลตำบลแม่กา ผลลัพธ์ที่ได้พบว่า ภาพดัดแก้ออร์โธที่ได้จากการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำเมื่อต้องทำการสกัดข้อมูลขนาดอาคารและสิ่งปลูกสร้าง แผนที่มาตราส่วนที่ให้ค่าใกล้เคียงกับข้อมูลที่สำรวจจากภาคสนามมากที่สุด คือ 1:250 1:100 และ 1:500 ตามลำดับ จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำสามารถนำมาใช้สนับสนุนการรังวัดสำรวจข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างวิธีการดั้งเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดเวลาในการสำรวจข้อมูลอาคารได้อย่างมาก ทราบถึงการเปลี่ยนของอาคารและสิ่งปลูกสร้างได้อย่างชัดเจนและสามารถรังวัดข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้จากการสำรวจจาก

[1] สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[2] สำนักงานเทศบาลตำบลแม่กา จังหวัดพะเยา 56000

ภาคสนาม นอกจากนี้ยังสามารถนำไปปรับใช้ในงานที่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดี เช่น การนับจำนวนหรือการวัดขนาดของวัตถุในพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก เป็นต้น

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำ, การรังวัดด้วยภาพเชิงเลข, ภาพดัดแก้ออร์โธ, การสกัดข้อมูล, การประยุกต์ใช้งานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

Abstract

This research aims to evaluate the efficiency of low-cost unmanned aerial vehicles (UAVs) for surveying building and infrastructure data for the local government's organizational applications. The survey and mapping utilize low-cost UAVs for aerial photography in the densely built-up area around University of Phayao. The selected UAVs for this survey are DJI Phantom 4 Pro V2 and are set to fly at an altitude of 90 meters with 80% and 60% overlap for forward and side overlap, respectively. The image resolution is set at 2.45 centimeters per pixel. The acquired aerial images are then processed to generate point cloud data, orthophotos, and numerical elevation models. The image processing involves adjusting parameters for image alignment, creating 3D points at high and medium levels, and extracting building information to measure the area sizes at different scales, including 1:100, 1:250, and 1:500. After obtaining building and infrastructure data, an accuracy assessment is conducted by comparing it with the field survey data collected for the local municipality's tax map system. The results show that the orthophotos generated from low-cost UAV surveys closely match the surveyed data in terms of building and infrastructure sizes. The most accurate scales are found to be 1:250, 1:100, and 1:500, respectively. This study concludes that low-cost UAVs can effectively support traditional survey methods for building and infrastructure data collection.

Keywords: Low-Cost Unmanned Aerial Vehicles, Digital Photogrammetry, Orthophoto, Data Extraction, Local Government Organization Application

บทนำ

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้นำที่มีบทบาทสำคัญในการบริหารจัดการและให้บริการในระดับท้องถิ่น โดยมีพื้นที่ความรับผิดชอบที่หลากหลาย ตั้งแต่การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การพัฒนาทางเศรษฐกิจ การบริหารการเงิน การศึกษา สุขภาพและมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์ทุนทรัพย์และวัฒนธรรมท้องถิ่น การจัดเก็บภาษีขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นถือเป็นงานส่วนหนึ่งขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นโดยการเก็บภาษีนั้นไม่เพียงเป็นแหล่งรายได้สำหรับท้องถิ่นเท่านั้น แต่การจัดเก็บภาษีโดยเฉพาะภาษีอาคารและสิ่งปลูกสร้างเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญสำหรับการรักษาและพัฒนาพื้นที่ท้องถิ่น โดยองค์กรจะรับผิดชอบในการประเมินและเรียกเก็บภาษีที่เกี่ยวข้องกับอาคารและสิ่งปลูกสร้างที่ตั้งในพื้นที่นั้น ๆ ภาษีที่ได้รับนี้ไม่เพียงเป็นแหล่งรายได้สำหรับองค์กร แต่ยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่สนับสนุนการให้บริการสาธารณะและการพัฒนาท้องถิ่นให้มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ (ฝ่ายพัฒนารายได้ กองคลัง สำนักงานเทศบาลตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา, 2563)

การจัดเก็บภาษีอาคารและสิ่งปลูกสร้างเป็นหน้าที่หลักที่สำคัญต่อองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยมีพระราชบัญญัติภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้างได้บัญญัติไว้ว่า ให้องค์กรปกครองสวนท้องถิ่นดำเนินการจัดเก็บภาษีและทะเบียนทรัพยสิน จึงทำให้ 7,255 ตำบลในประเทศไทยต้องจัดเก็บภาษี โดยมอบหมายให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินการ ดังนั้น ภาษีอาคารและสิ่งปลูกสร้างจึงเป็นส่วนงานหนึ่งในภาระหน้าที่ที่สำคัญที่ต้องดำเนินการ จึงทำให้มีการสำรวจอาคารและสิ่งปลูกสร้างทุกปี เพื่อการจัดทำแผนที่ภาษี (พระราชบัญญัติภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง, 2562)

อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles – UAV) หรือ ยูเอวี เป็นเทคโนโลยีการสำรวจและการจัดการข้อมูล ที่สามารถนำไปใช้ในด้านการพาณิชย์และอุตสาหกรรม เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและมีความยืดหยุ่นสูง และถูกออกแบบมาเพื่อให้ทำงานในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายและทำงานได้อย่างคล่องตัว ทำให้มีการนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย ในหลายหน่วยงาน (สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด, 2560)

ดังนั้น การนำอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำเข้ามาช่วยสำรวจอาคารสิ่งปลูกสร้าง สำหรับการศึกษาครั้งนี้ เป็นแนวคิดที่คำนึงถึงการนำเทคโนโลยีที่สามารถเข้าถึงได้มาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถจัดซื้อจัดหาได้และประมวลผลข้อมูลได้เอง ไม่จำเป็นต้องมีความรู้เฉพาะทางมากนัก นอกจากนี้ยังช่วยแก้ไขปัญหาและก้าวข้ามข้อจำกัดของการปฏิบัติงานในรูปแบบเดิมเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำสำหรับการสำรวจข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างเพื่อการประยุกต์ใช้งานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำ

อากาศยานไร้คนขับ คือ อากาศยานที่ไม่มีนักบินประจำการอยู่บนเครื่องหรือตัวอากาศยาน แต่นักบินสามารถบังคับควบคุมได้จากระยะไกล (Remote control) อากาศยานไร้คนขับมีหลากหลายประเภทและมีเอกลักษณ์ที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะการใช้งาน ปกติแล้ว อากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำจะมีข้อจำกัดในหลายประการ เช่น ความสามารถในการบินที่ระยะกระจัดได้ไม่เกิน 5 กิโลเมตร มีแบตเตอรี่ที่ใช้บินไม่เกิน 20 นาที มีเซนเซอร์ที่สำคัญที่ใช้ในการบินสำรวจเพื่อทำแผนที่ ภาพถ่ายที่ได้จากการบินถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับจำเป็นต้องนำไปประมวลผลเพื่อใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ความคุ้มค่าต่อการนำมาใช้งาน รวมถึงราคาเหมาะสมที่องค์กรหรือหน่วยงานสามารถจัดซื้อจัดหาได้เอง (สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด, 2560)

ขั้นตอนการสำรวจและประมวลผลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพและเป็นการนำเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับผนวกรวมกับการสำรวจและทำแผนที่ ภาพถ่ายที่ได้จาก อากาศยานไร้คนขับ สามารถนำเข้ากระบวนการการประมวลผลข้อมูลแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายงานประยุกต์ เช่น ข้อมูลจุดภาพสามมิติ หรือพอยท์คลาวด์ (Point cloud) ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model – DEM) และภาพดัดแก้ออร์โธหรือออร์โธโฟโต้ (Orthophoto) ขั้นตอนการสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย 1) การวางแผนโครงการ 2) การวางแผนการบิน 3) การสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน และ 4) การประมวลผลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ (คณะอนุกรรมการมาตรฐานการสำรวจด้วย

อากาศยานไร้คนเพื่องานวิศวกรรม, และคณะ 2565) การวางแผนบินจำเป็นต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์การบินของอากาศยานไร้คนขับที่เหมาะสมกับงานประยุกต์ สภาพพื้นที่และความถูกต้องทางตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อให้ได้ภาพถ่ายที่มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดที่ออกแบบไว้ การประมวลผลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอน โดยปกแล้ว ขั้นตอนแรกจะเริ่มจากการสร้างจุดยึดโยงของภาพถ่ายแบบอัตโนมัติ (การสร้างจุดผูกติดโดยอัตโนมัติ) ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจหาตำแหน่งจุดภาพเพื่อใช้เป็นจุดยึดโยง (Tie point) โดยใช้เทคนิควิธีการที่ชื่อว่า ซิฟท์ (Scale–Invariant Feature Transform – SIFT) หรือ เอสไอเอฟที เพื่อทำการตรวจจับตำแหน่งของวัตถุบนภาพที่มีลักษณะเด่น มองเห็นได้ชัดเจน โดยอาศัยการเปรียบเทียบกันระหวางภาพถ่ายไว้ในการจับคู่จุดภาพ (Matching) เหล่านั้น ทำให้สามารถจับคู่ลักษณะของวัตถุชิ้นเดียวกันได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จากการบันทึกที่มีขนาดและมุมของการถ่ายภาพที่แตกต่างกัน หลังจากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการประมวลผลเอสเอฟเอ็ม (Structure From Motion – SFM) หรือ สตรักเชอร์ ฟรอม โมเชิน ที่เป็นเทคนิควิธีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ (จากข้อมูลภาพถ่าย 2 มิติ) โดยจะประมวลผลเพื่อคำนวณหาค่าการจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation – EO) และ การจัดภาพภายใน (Interior Orientation – IO) ที่เรียกว่า การปรับแก้บล็อกลำแสง (Bundle Block Adjustment) ในการหาค่าพารามิเตอร์ของตัวไม่ทราบค่า (Unknown) สำหรับค่าการจัดภาพภายนอก และการจัดภาพภายในกระบวนการปรับแก้แบบบล็อกลำแสงนี้ จะอาศัยหลักการของของสภาวะร่วมเส้น (Collinearity) ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพบนภาพถ่าย จุดควบคุมและตำแหน่งของกล้องขณะบันทึกภาพ ร่วมกับการคำนวณปรับแก้ด้วยวิธีการกำลังสองน้อยสุด (Least Squared Adjustment) ผลลัพธ์ที่ได้ของกระบวนการดังกล่าว คือ ข้อมูลจุดภาพ 3 มิติ (พอยท์คลาวด์) โดยจุดภาพ 3 มิตินี้จะมีค่าพิกัดทั้งทางราบและทางดิ่งที่บ่งบอกถึงตำแหน่งทางราบและค่าความสูงของวัตถุต่าง ๆ

ข้อมูลจุดภาพ 3 มิติ

จุดภาพ 3 มิติ หรือ พอยท์คลาวด์ เป็นชุดข้อมูลเชิงตำแหน่งที่ในลักษณะของข้อมูลจุดแบบ 3 มิติ ที่ประกอบด้วยค่าพิกัดตามแนวแกนเอ็กซ์ แกนวายและแกนแซด (X, Y, Z axis) ที่ใช้เป็นตัวแทนตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ จากการประมวลผลข้อมูลภาพ (แบบ 2 มิติ) จำนวนมาก โดยแต่ละจุดภาพแบบสามมิตินั้นจะมีตำแหน่งพิกัดทั้งทางราบและทางดิ่ง อาจกล่าวได้ว่า ข้อมูลจุดภาพ 3 มิตินี้ ถูกสร้างขึ้นด้วยเทคนิควิธีการรังวัดด วยภาพถ่าย (Photogrammetry) จากการถ่ายภาพหลากหลายมุม หลากหลายตำแหน่งของกล้องถ่ายภาพ โดยทั่วไปแล้ว ภาพถ่ายเหล่านี้จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการประมวลผลเพื่อสร้างจุดภาพ 3 มิติ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) และ ภาพดัดแก้ออร์โธได้ ต่อไป โดยแบบจำลองความสูงเชิงเลขและภาพดัดแก้ออร์โธ นั้นจะมีความถูกต้องแม่นยำทางตำแหน่งมากน้อยเพียงใดนั้นส่วนหนึ่งจะขึ้นอยู่กับความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลพอยท์คลาวด์เป็นสำคัญ (คณะอนุกรรมการมาตรฐานการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนเพื่องานวิศวกรรม, และคณะ 2565)

แบบจำลองความสูงเชิงเลข

แบบจำลองความสูงเชิงเลข ถูกสร้างขึ้นโดยการวัดค่าความสูงของพื้นที่ต่าง ๆ โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจ เช่น ไลดาร์ หรือการใช้ข้อมูลที่ได้จากการถ่ายภาพทางอากาศที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับมาคำนวณและประมวลผลเพื่อเป็นใช้ตัวแทนความสูงต่ำของภูมิประเทศ แบบจำลองความสูงเชิงเลข มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการผลิตภาพดัดแก้ออร์โธ เนื่องจากภาพดัดแก้ออร์โธจำเป็นต้องใช้อาศัยค่าความสูงของวัตถุบนภาพในการคำนวณปรับแก้ทางเรขาคณิตภายใต้เงื่อนไขและความสัมพันธ์ตามสมการภาวะร่วมเส้น แบบจำลองความสูงเชิงเลขสามารถช่วยคำนวณปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนบนภาพถ่ายที่ได้จากอากาศบายไร้คนขับที่ได้รับผลกระทบจากความสูงต่ำของภูมิประเทศและสามารถใช้ในการผลิตภาพดัดแก้ออร์โธที่มีความถูกต้องของตำแหน่งทางราบ รวมทั้งค่าความสูงของพื้นที่หรือพื้นผิวภูมิประเทศได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เช่น ค่าความสูงของสิ่งปลูกสร้างและพุ่มไม้ ที่มักเรียกข้อมูล

ลักษณะนี้ว่าแบบจำลองพื้นผิว ดิจิทัล เซอเฟซ โมเดล (Digital Surface Model – DSM) หรือ ดีเอสเอ็ม และ ค่าความสูงตามสภาพภูมิประเทศจริง ที่เรียกว่า ดิจิทัล เทอร์เรน โมเดล (Digital Terrain Model – DTM) หรือ ดีทีเอ็ม (ไพศาล สันติธรรมนนท์, 2564)

ภาพดัดแก้ออร์โธ

ภาพดัดแก้ออร์โธมักถูกนำมาใช้ในงานที่ต้องการข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่มีความถูกต้องแม่นยำสูง เช่น การวางแผนการก่อสร้าง การจัดการทรัพยากรน้ำหรืองานด้านผังเมือง เป็นต้น เนื่องจากภาพดัดแก้ออร์โธนั้นเป็นข้อมูลภาพถ่ายที่ถูกปรับแก้เพื่อให้มีความแม่นยำทางภูมิศาสตร์ (ทางตำแหน่ง) โดยทำการดัดแก้มุมมองและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการถ่ายภาพ มีมาตราส่วนเท่ากันตลอดทั้งภาพ ลดการบิดเบือนของวัตถุที่มีความสูงเมื่อเทียบดับความสูงสูงต่ำของภูมิประเทศหรือความบิดเบือนอันเนื่องจากระยะทางจากจุกศูนย์กลางของกล้องถ่ายภาพ ผลที่ได้ คือ ภาพที่มีลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่ถูกต้องแม่นยำเชิงตำแหน่งสูง อัตราส่วนของวัตถุบนภาพใกล้เคียงกับขนาดจริงบนพื้นโลก (คณะอนุกรรมการมาตรฐานการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนเพื่องานวิศวกรรม, และคณะ 2565)

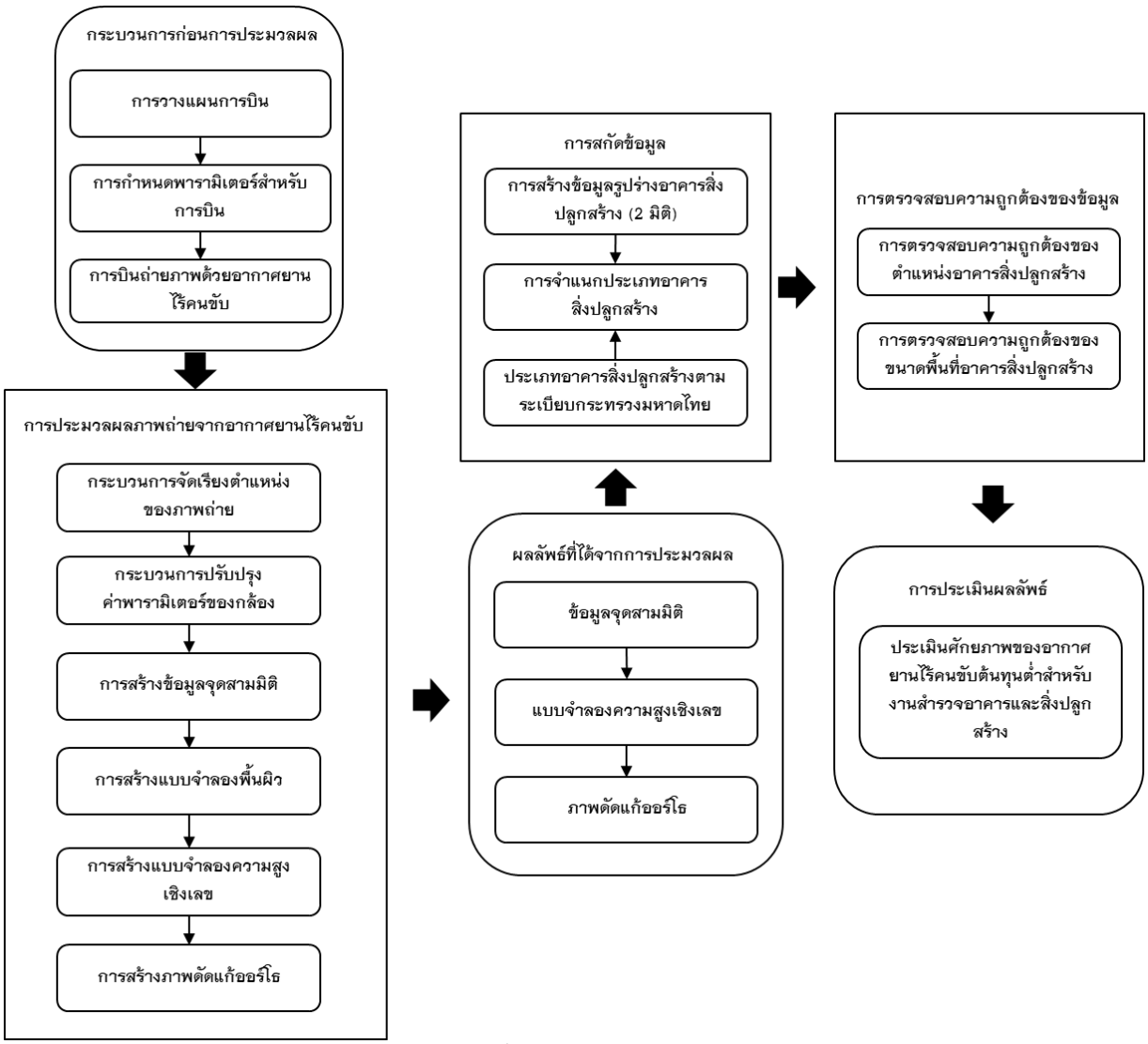
วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้แบ่งงานที่ดำเนินการออกเป็น 4 ส่วนประกอบด้วย 1) การวางแผนโครงการ 2) การวางแผนการบิน 3) การประมวลผลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับและ 4) การสกัดข้อมูลจากผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพถ่าย รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนสามารถสรุปและแสดงได้ดังรูปที่ 1 ดังนี้

กระบวนการก่อนการประมวลผล

เป็นขั้นตอนที่มีไว้เพื่อเตรียมข้อมูลเบื้องต้นให้เหมาะสมและพร้อมใช้งานสำหรับการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ หรือการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเลข โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือ การลดข้อบกพร่อง ความพลั้งเผลอ การปรับปรุงคุณภาพข้อมูลหรือการจัดการข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานในกระบวนการการประมวลผลต่อไป กระบวนการนี้จะประกอบไปด้วย การวางแผนการบิน การกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการบินถ่ายภาพและการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ การวางแผนการบินหรือการเตรียมความพร้อมก่อนการนำอากาศยานไร้คนขับขึ้นบิน ได้แก่ การสำรวจพื้นที่โครงการ การพิจารณา การประเมินและกำหนดจุดขึ้นบินและลงจอดของอากาศยานไร้คนขับ การสำรวจความสูงของวัตถุ อาคารและสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่เพื่อหลีกเลี่ยงการบินชนวัตถุดังกล่าวระหว่างบิน การบินสำรวจถ่ายภาพ การกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการบินถ่ายภาพ โดยอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำที่ใช้ในการบินถ่ายครั้งนี้ คือ ดีเจไอ แฟน เทิม โฟร์ โปร วี สอง (DJI Phantom Pro V.2) เนื่องอากาศยานไร้คนขับดังกล่าวมีคุณสมบัติที่ครบถ้วนต่อการนำมาสำรวจและราคาไม่สูงมากนัก องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถจัดซื้อจัดหาได้ โดยการบินถ่ายภาพจะกำหนดค่าความสูงบินเท่ากับ 90 เมตร เหนือพื้นดิน (Above Ground Level – AGL) ระยะส่วนซ้อนของรูปภาพที่ถ่ายกับภาพถัดไปในแนวบินเดียวกัน หรือ โอ เวอะ แลพ (Overlap) เท่ากับที่ 80 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่ซ้อนทับกันบริเวณด้านข้างหรือระหว่างแนวบิน ที่มักเรียกว่า ไซซ์ แลพ (Sidelap) เท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ มุมมองของกล้องถ่ายภาพกำหนดให้เป็นมุมดิ่งตลอดการบินถ่ายภาพ –90 องศา (ตั้งฉากกับพื้นดิน) ความเร็วในการบินถ่ายภาพ อยู่ที่ 8.3 เมตรต่อวินาที มีการกำหนด ความละเอียดจุดภาพ (Ground Sampling Distance – GSD) หรือ จีเอสดี ของภาพ อยู่ที่ 2.45 เซนติเมตรต่อจุดภาพ (พิกเซล) และมีเส้นทางการบินกำหนดให้เป็นแนวขึ้น–ลง ตามทิศเหนือ–ใต้เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเกี่ยวกับแสงที่มีผลจากการขึ้น–ลงของดวงอาทิตย์ เนื่องจากความเข้มของแสงที่สะท้อนวัตถุมายังกล้องทำให้วัตถุที่กล้องถ่ายได้มีความเข้มของแสงมากเกินไปทำให้ภาพมีความคมชัดลดลงหรือมีการบิดเบือนของสีวัตถุจาก

ความเป็นจริงและทำให้เงาของวัตถุที่มีความสูงทอดบดบังพื้นที่จำนวนมากทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการประมวลผลของภาพถ่ายในพื้นที่ที่มีเงาตกกระทบ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การประมวลผลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ

การประมวลผลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเป็นกระบวนการที่นำเอาข้อมูลภาพถ่ายที่ได้จากการบินถ่ายภาพเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อทำการปรับแก้ วิเคราะห์และประมวลผลภาพถ่าย การสร้างข้อมูลผลลัพธ์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานนั้น จะอาศัยผลิตภัณฑ์หลัก 3 ชนิด ประกอบไปด้วย ข้อมูลจุดภาพ 3 มิติ (พอยท์คลาวด์) ข้อมูลแบบจำลองความสูง (DEM) และภาพตัดแก้ออร์โธ (Orthophoto) การประมวลผลภาพถ่ายในครั้งนี้ใช้ซอฟต์แวร์เอจิซอฟต์เมทาเชพ โปร (Agisoft Metashape Pro) โดยในขั้นตอนการจัดเรียงตำแหน่งของภาพถ่าย (Align photo) มีการกำหนดความถูกต้องที่ ระดับสูง (High) และเลือกใช้วิธีการเลือกภาพประมวลผลทั้ง 2 แบบในการจัดเรียงตำแหน่งของภาพถ่าย กำหนดขีดจำกัดสูงสุด (Limit) ของ จุดสำคัญ (Key points) และจุดยึดโยง (Tie points) ที่ 40,000 และ 5,000 จุดตามลำดับ มีการเลือกให้การจัดเรียงตำแหน่งภาพถ่ายใช้เทคนิคการปรับแต่งโมเดลกล้อง เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลภาพที่มีขณะทำการจับคู่ภาพ เมื่อทำการจัดเรียงตำแหน่งของภาพถ่ายเสร็จสิ้นแล้ว จึงทำการปรับปรุงตำแหน่งของกล้องด้วยการจัดเรียง

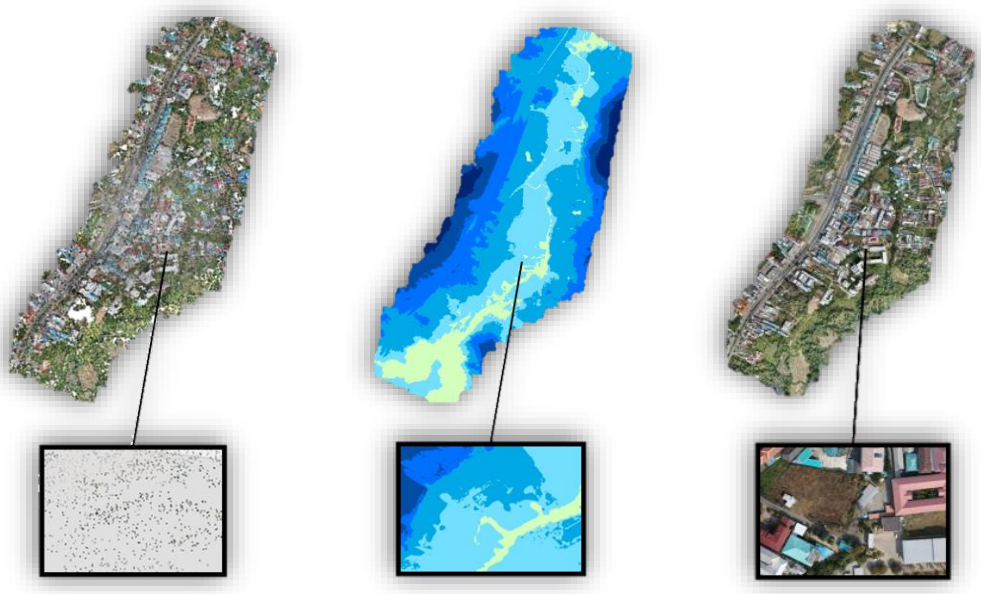
ภาพเพื่อให้การจัดเรียงตำแหน่งของภาพถ่ายได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการการสร้างข้อมูลจุดภาพ 3 มิติ (พอยท์คลาวด์) โดยใช้คำสั่ง สร้างพอยท์คลาวด์ชนิดหนาแนน โดยคุณภาพของพอยท์คลาวด์ เลือกที่ระดับ ปานกลาง (Medium) เนื่องจากฟีเจอร์หลักที่ปรากฏบนภาพถ่ายนั้นไม่ต้องการความละเอียดและรายละเอียดของฟีเจอร์มากจนเกินไป ตามลักษณะและคุณสมบัติของอาคารและสิ่งปลูกสร้างไปประยุกต์ใช้งาน นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ที่ใช้ประมวลผลมีกำลังการประมวลผลจำกัด หากการปรับใช้คุณภาพในระดับสูงจำเป็นต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะในการประมวลผลสูงมาก และต้องการระยะเวลาในการประมวลผลยาวนาน งานวิจัยครั้งนี้จึงเลือก ระดับปานกลาง (Medium) ที่พอเพียงต่อการนำไปใช้งานและยังเป็นการลดระยะเวลาในการประมวลผลอีกด้วย โดยการถ่ายภาพที่ความละเอียดจุดภาพสูงสุดของเซนเซอร์หรือกล้องบันทึกภาพซึ่งจะให้ภาพถ่ายขนาด 5472 x 3648 จุดภาพหรือประมาณ 20 ล้านจุดภาพ แม้จะปรับระดับคุณภาพของพอยท์คลาวด์ที่ต้องการให้อยู่ในระดับปานกลาง (คุณภาพลดลงเพียงกึ่งหนึ่งของแต่ละด้านของภาพถ่าย) ก็ยังถือว่าจำนวนจุดที่ได้มากเพียงพอต่อการนำไปใช้สกัดข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้าง เนื่องจากวัตถุที่ปรากฏบนภาพมีขนาดใหญ่มากเมื่อเทียบกับขนาดความละเอียดจุดภาพของภาพถ่าย (ประมาณ 3 เซนติเมตร) หรือรายละเอียดของวัตถุ (อาคารและสิ่งปปลูกสร้าง) ที่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ ต่อมาในกระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นผิว (DSM) ได้ทำการสร้างแบบจำลองพื้นผิวเพื่อเติมเต็มข้อมูลความสูงในกรณีที่บางส่วนของพื้นที่ขาดหายไปไม่สามารถคำนวณพิกัดแบบ 3 มิติได้ หลังจากนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลองความสูงเชิงเลข โดยการกำหนดค่าของระบบพิกัดข้อมูลที่ต้องการให้อยู่ในระบบพิกัดกริด ยูทีเอ็ม ดับเบิลยูจีเอซ 1984 โซน 47 เอ็น (UTM WGS84 Zone 47N หรือ EPSG:32647) โดยเลือกข้อมูลที่นำมาสร้างแบบจำลองความสูงเชิงเลข คือ ข้อมูลพอยท์คลาวด์ชนิดหนาแนน เมื่อได้แบบจำลองความสูงเชิงเลขแล้วจึงทำการสร้างภาพดัดแก้ออร์โธ โดยการสร้างส่วนของพื้นผิว เลือกใช้เป็น แบบจำลองความสูง ใช้ในการดัดแก้ภาพเพื่อผลิตภาพออร์โธโฟโต้และทำการต่อภาพให้เป็นผืนเดียวกัน (โมเสก) ก่อนการนำไปใช้งาน

การสกัดข้อมูลจากภาพดัดแก้ออร์โธ

การสกัดข้อมูลจากภาพดัดแก้ออร์โธในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างชั้นข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างโดยการวาดภาพหรือดิจิไทซ์อาคารและสิ่งปลูกสร้างที่ปรากฏบนภาพดัดแก้ออธ์โธ โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลรูปร่างแบบ 2 มิติ ที่มีการกำหนดการแสดงผลบนหน้าจอในมาตราส่วนที่แตกต่างกัน ประกอบด้วยมาตราส่วน 1:100 1:250 และ 1:500 โดยทำการดิจิไทซ์ (สกัดข้อมูลขนาดอาคารจากภาพดัดแก้ออร์โธเพื่อทำการวัดขนาด) อาคารและสิ่งปลูกสร้างรวมทั้งหมด 200 อาคาร ตามสัดส่วนของจำนวนอาคาร (Stratified random sampling) แต่ละประเภท ประกอบด้วย อาคารที่ใช้ประโยชน์เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยจำนวน 50 ตัวอย่าง ร้านค้า 50 ตัวอย่าง หอพัก 80 ตัวอย่าง และ โรงจอดรถ 20 ตัวอย่าง ตัวแทนอาคารสำหรับเปรียบเทียบความถูกต้องในการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลจริงที่มีการสำรวจจากการลงพื้นที่รังวัดสำรวจจริง มีการนำไปใช้งานจริงของระบบแผนที่ภาษีของเทศบาลตำบลแม่กา โดยการดิจิไทซ์จะใช้บุคคลในการดิจิไทซ์เพียงคนเดียวและดิจิไทซ์ในหน้าจอแสดงผลเดิมเพื่อลดความผิดพลาดของความคลาดเคลื่อนจากบุคคลและความคลาดเคลื่อนจากขนาดหน้าจอที่แตกต่างกัน

ผลการศึกษา

จากการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำ จะได้ข้อมูล 3 ประเภทหลัก ประกอบด้วย ข้อมูลจุดภาพสามมิติ (Point cloud) ข้อมูลแบบจำลองความสูง (DEM) และ ภาพดัดแก้ออร์โธ (Orthophoto) ดังตัวอย่างในรูปที่ 2 ดังนี้



รูปที่ 2 ข้อมูลจุดภาพสามมิติ (Point cloud) ข้อมูลแบบจำลองความสูง (DEM) และ ภาพตัดแก้ออร์โธ (Orthophoto) จากการประมวลผล

ผลการคำนวณปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต มีค่าความคลาดเคลื่อนการแปลงภาพเฉลี่ยรากที่สอง (RMSE) เท่ากับ 0.137971 หรือประมาณ 0.664 จุดภาพ ค่าสัมประสิทธิ์การสอบเทียบและเมทริกซ์สหสัมพันธ์ (Calibration coefficients and correction matrix) แสดงได้ดังรูปที่ 3 ดังนี้

	Value	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2	P3	P4
F	**3681.55**	2.4	1.00	0.89	0.22	-0.05	0.02	-0.29	-0.63	0.82	-0.87	-0.61	-0.73	0.10	-0.15
Cx	**-18.6513**	0.035		1.00	0.19	-0.03	0.05	-0.25	-0.56	0.73	-0.78	-0.41	-0.64	0.10	-0.14
Cy	**-32.4015**	0.014			1.00	-0.06	0.06	-0.07	-0.13	0.18	-0.19	-0.10	0.10	0.10	-0.08
B1	**0.185438**	0.041				1.00	0.01	0.03	0.02	-0.03	0.03	0.07	0.03	0.01	0.00
B2	**0.952377**	0.043					1.00	0.00	-0.01	0.02	-0.02	0.02	0.00	0.01	-0.01
K1	**-0.00655139**	2.7e-005						1.00	-0.41	0.18	-0.09	0.22	0.22	0.01	0.00
K2	**-0.0315762**	0.00013							1.00	-0.95	0.91	0.37	0.45	-0.10	0.14
K3	**0.0716954**	0.00033								1.00	-0.99	-0.49	-0.59	0.11	-0.17
K4	**-0.041971**	0.00025									1.00	0.51	0.62	-0.12	0.17
P1	**-0.00120239**	1.3e-006										1.00	0.73	0.42	-0.31
P2	**-0.00264984**	2.4e-006											1.00	0.47	-0.36
P3	**0.136371**	0.002												1.00	-0.97
P4	**-0.107755**	0.0022													1.00

รูปที่ 3 แสดงผลลัพธ์ค่าสัมประสิทธิ์การสอบเทียบและเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพถ่าย

ข้อมูลภาพดัดแก้ออร์โธที่ได้มีความละเอียดจุดภาพเท่ากับ 2.46 เซนติเมตร ขนาดภาพเท่ากับ 19,455 x 25,853 จุดภาพ จากการสกัดข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างแบบ 2 มิติ เพื่อหาขนาดของอาคารมีการกำหนดสีของอาคารแยกตามมาตรส่วน โดยสีแดง สีเหลือง และ สีน้ำเงิน แทนมาตราส่วน 1:100, 1:250 และ 1:500 ตามลำดับ ตัวอย่างผลการจำแนกและวัดขนาดอาคารแสดงดังรูปที่ 4 ดังนี้

รูปที่ 4 ตัวอย่างผลการจำแนกและวัดขนาดอาคาร

ผลการสกัดข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างเมื่อเทียบกับข้อมูลจากการรังวัดสำรวจจากภาคสนาม (หน่วยเป็นตารางเมตร) แสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวัดขนาดอาคารและสิ่งปลูกสร้างเมื่อเทียบกับข้อมูลจากการรังวัดสำรวจจากภาคสนาม

ลำดับที่	1:100	1:250	1:500	ข้อมูลจากการรังวัดสำรวจภาคสนาม
1	201.260	169.402	224.409	178.402
2	97.106	102.808	108.847	106.075
3	112.100	112.902	113.673	89.434
4	77.483	83.335	93.482	77.616
5	138.475	149.675	149.886	139.419
6	110.179	100.192	122.870	94.495
7	229.419	218.309	250.897	219.051
8	99.643	79.484	128.458	77.943
9	74.930	70.866	80.242	73.208
10	79.832	77.123	90.883	78.481
11	78.543	79.007	89.151	80.508
12	73.295	74.223	74.998	75.198
13	81.169	82.472	75.284	83.429
14	64.341	64.978	79.731	65.720
15	176.404	179.573	208.440	182.902
16	145.879	174.995	148.402	178.579
17	151.087	148.909	152.714	138.387
18	141.550	133.757	159.191	138.571
19	125.860	132.586	166.437	134.147
20	52.495	47.834	51.583	45.617
21	104.574	92.191	102.349	60.236
22	83.810	85.042	79.867	74.530
23	111.639	118.924	116.467	100.880
24	39.106	43.047	41.162	40.359
25	139.237	151.660	141.698	139.236
26	167.313	167.443	173.219	155.470
27	51.372	49.375	53.604	42.222
28	70.972	74.910	84.649	88.427
29	65.127	62.871	67.444	63.779
30	86.772	89.833	95.351	82.609
31	149.964	151.275	154.433	156.896

ลำดับที่	1:100	1:250	1:500	ข้อมูลจากการรังวัดสำรวจภาคสนาม
32	178.591	176.672	180.598	183.847
33	87.372	89.510	97.498	93.986
34	239.744	243.918	249.231	219.605
35	164.740	175.295	176.842	198.479
36	170.858	176.041	186.586	177.492
37	210.860	223.748	244.504	231.947
38	70.180	73.612	78.235	58.423
39	86.860	99.696	104.779	75.882
40	39.924	43.709	45.685	37.777
41	94.735	98.508	104.362	89.838
42	116.981	122.651	128.371	100.651
43	97.956	103.279	101.060	90.957
44	56.223	61.955	58.802	50.133
45	111.015	120.174	116.917	96.750
46	119.501	124.270	119.501	107.870
47	89.172	93.810	89.172	82.687
48	135.283	137.334	139.832	123.812
49	99.857	108.579	114.520	93.166
50	35.850	39.933	37.838	35.850
51	43.497	46.121	44.246	47.815
52	50.595	53.594	53.972	54.690
53	37.438	39.659	40.435	40.350
54	51.188	54.406	61.809	54.773
55	71.326	63.709	60.955	64.922
56	50.730	47.762	61.064	43.910
57	46.546	44.071	56.839	43.723
58	41.891	59.478	42.679	59.766
59	176.080	170.321	199.502	166.532
60	131.124	147.017	155.363	156.069
61	34.094	36.056	36.735	36.430
62	120.653	120.076	145.262	117.522
63	163.428	158.179	180.401	166.676
64	201.590	227.111	243.115	232.834
65	580.656	569.683	701.430	591.662
66	315.447	315.447	383.447	319.925

ลำดับที่	1:100	1:250	1:500	ข้อมูลจากการรังวัดสำรวจภาคสนาม
67	398.657	372.636	442.223	394.891
68	64.263	62.751	70.006	65.782
69	110.040	106.194	124.128	100.817
70	85.480	89.151	96.137	78.937
71	22.016	33.469	44.137	30.789
72	97.751	43.748	67.020	42.816
73	86.207	65.200	59.202	63.414
74	76.714	62.137	66.472	60.402
75	70.951	62.390	62.671	60.851
76	214.205	218.697	252.187	208.698
77	230.726	274.444	259.216	246.742
78	180.544	194.779	205.327	182.855
79	431.304	418.470	428.036	403.842
80	69.771	54.850	68.475	47.671
81	76.567	62.844	62.153	55.991
82	66.241	68.319	83.335	44.003
83	48.350	49.374	76.555	50.419
84	59.640	60.481	63.139	62.101
85	57.761	58.144	74.494	60.011
86	37.752	40.816	64.218	36.108
87	59.541	60.018	58.892	52.769
88	58.819	61.640	72.669	54.034
89	81.575	84.644	105.439	77.071
90	41.649	42.592	60.193	44.008
91	191.648	216.486	223.372	184.641
92	90.921	91.458	101.886	85.424
93	53.105	56.912	68.492	59.004
94	47.321	48.052	51.409	50.480
95	46.268	48.152	50.928	50.730
96	35.724	37.234	29.317	39.798
97	49.967	48.956	69.703	44.994
98	79.246	63.723	74.678	58.990
99	83.086	78.002	88.122	67.375
100	461.287	479.503	534.944	468.536
101	353.956	329.617	384.544	275.644

ลำดับที่	1:100	1:250	1:500	ข้อมูลจากการรังวัดสำรวจภาคสนาม
102	283.398	265.677	294.838	197.045
103	285.531	273.323	334.558	299.258
104	611.775	611.775	675.431	728.976
105	259.551	166.447	265.419	135.379
106	119.873	84.871	93.745	88.624
107	46.913	57.820	86.867	50.156
108	374.719	368.311	405.056	404.982
109	165.936	169.172	168.642	155.867
110	220.706	220.704	290.293	262.689
111	465.130	468.805	522.514	464.675
112	402.024	401.527	433.103	398.081
113	470.864	462.739	478.880	466.360
114	116.493	120.119	147.397	120.120
115	134.100	125.303	169.514	130.885
116	375.669	353.589	426.713	346.895
117	412.205	401.337	427.890	411.674
118	57.767	57.493	64.424	60.472
119	67.446	59.903	66.827	45.326
120	494.769	532.705	575.200	532.703
121	626.738	596.508	634.368	633.450
122	342.548	237.855	310.455	202.856
123	382.068	383.625	373.118	368.681
124	89.170	93.782	101.664	80.860
125	265.117	335.326	337.190	309.167
126	800.645	816.895	857.042	839.471
127	731.465	864.553	814.303	836.111
128	527.388	585.930	558.631	562.904
129	569.530	594.562	593.958	595.989
130	689.069	658.745	650.992	669.614
131	775.816	658.464	708.537	725.414
132	95.004	116.781	128.494	95.004
133	632.738	686.415	785.178	729.487
134	162.985	150.152	165.946	184.349
135	232.318	239.268	205.811	334.834
136	125.415	130.920	133.471	107.420

ลำดับที่	1:100	1:250	1:500	ข้อมูลจากการรังวัดสำรวจภาคสนาม
137	237.835	218.488	234.369	197.865
138	377.110	309.522	372.565	270.134
139	372.809	364.727	371.567	339.988
140	137.314	159.745	148.955	137.315
141	173.116	219.875	235.077	173.116
142	599.282	587.881	620.091	603.292
143	327.243	333.091	267.578	388.493
144	615.870	592.439	575.145	635.505
145	321.409	324.904	379.086	307.285
146	128.725	133.077	133.840	131.613
147	400.444	404.667	442.068	415.738
148	938.269	931.478	977.156	980.537
149	468.763	461.763	504.378	461.761
150	497.170	469.907	448.939	504.068
151	467.394	440.592	474.190	473.281
152	431.566	472.420	455.059	472.418
153	417.782	433.857	436.724	433.855
154	436.096	419.038	439.780	427.006
155	832.129	824.590	844.800	815.541
156	762.315	772.730	789.584	783.553
157	1356.118	1360.011	1360.985	1371.872
158	838.111	844.097	914.413	796.119
159	822.566	822.566	902.260	842.585
160	576.085	546.929	597.562	541.452
161	812.431	819.948	820.402	805.102
162	655.481	660.539	661.867	660.537
163	807.256	816.205	791.793	816.200
164	545.090	555.379	551.161	534.037
165	428.172	428.172	434.438	450.927
166	432.241	441.475	441.226	433.316
167	702.793	707.477	713.271	714.644
168	406.537	413.788	406.537	418.172
169	324.353	324.353	330.687	336.700
170	752.275	755.113	758.865	775.261
171	509.657	509.657	512.427	440.826

ลำดับที่	1:100	1:250	1:500	ข้อมูลจากการรังวัดสำรวจภาคสนาม
172	685.187	685.187	688.323	695.044
173	589.181	594.950	593.329	566.904
174	534.465	536.589	549.045	539.785
175	76.970	79.373	87.060	81.890
176	283.972	285.022	285.827	286.046
177	119.315	124.970	121.268	164.787
178	335.006	325.623	351.626	317.107
179	450.471	438.624	454.324	442.867
180	205.986	214.190	230.831	215.799
181	32.700	31.673	33.262	32.700
182	48.082	46.757	54.110	48.083
183	64.229	59.080	57.604	64.977
184	76.455	71.786	80.119	68.342
185	117.362	134.774	144.902	141.945
186	88.398	91.319	93.247	97.447
187	106.186	103.011	108.168	98.057
188	67.059	75.422	68.331	71.278
189	58.011	61.860	67.565	58.011
190	48.980	66.602	57.067	62.228
191	99.321	98.580	101.343	103.780
192	100.081	112.064	112.682	119.596
193	68.998	68.998	76.763	68.997
194	30.070	30.070	35.661	30.070
195	78.465	75.693	81.250	78.464
196	55.818	55.955	53.323	56.841
197	191.458	185.710	189.799	190.871
198	54.689	65.526	57.623	68.305
199	149.280	131.880	139.876	131.879
200	87.386	102.318	102.223	89.302

การประเมินศักยภาพของการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับสำหรับการวัดขนาดพื้นที่ข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้าง

การประเมินศักยภาพในครั้งนี้จะอาศัยการคำนวณค่าความแตกต่าง (Difference) ระหว่างค่าที่ได้จากการสำรวจรังวัดภาคสนามที่มีการใช้งานจริงในการจัดเก็บภาษีของเทศบาลตำบลแม่กา เปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้บนภาพดัดแก้ออร์โธ ที่ได้จากการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำ โดยอาศัยค่าทางสถิติประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยของความต่าง

(Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation – SD) และค่าเฉลี่ยความแตกต่างตามประเภทของอาคาร ดังสรุปในตารางที่ 2 และ 3 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการสำรวจรังวัดภาคสนามและค่าที่รังวัดบนภาพดัดแก้ออร์โธจากอากาศยานต้นทุนต่ำ

ค่าทางสถิติ	มาตราส่วน		
	1:100	1:250	1:250
ค่าความแตกต่างเฉลี่ย (Mean) (ตารางเมตร)	28.91	21.29	34.32
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	50.65	36.81	53.29

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของขนาดพื้นที่ที่วัดได้แยกตามประเภทของอาคาร

ประเภทอาคาร	มาตราส่วน		
ที่อยู่อาศัย	10.07	9.36	15.65
ร้านค้า	9.88	6.58	19.51
โรงจอดรถ	6.33	3.98	6.12
หอพัก	28.19	21.93	33.11

จากผลการคำนวณค่าเฉลี่ยความแตกต่าง (Mean difference) พบว่า ภาพดัดแก้ออร์โธที่มาตราส่วนการแสดงผลที่ 1:250 ให้ค่าขนาดของอาคารและสิ่งปลูกสร้างใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการรังวัดสำรวจจากภาคสนามมากที่สุด รองลงมา คือ มาตราส่วน 1:100 และที่มาตราส่วน 1:500 ในขณะที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) นั้นก็มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือ ที่มาตราส่วนการแสดงผล 1:250 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุด ในขณะที่มาตราส่วน 1:100 และ 1:500 จะมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากขึ้นตามลำดับ จากค่าทางสถิติดังกล่าว อาจสรุปได้ว่า มาตราส่วนของภาพดัดแก้ออร์โธที่เหมาะสมต่อการสกัดข้อมูลขนาดอาคารและสิ่งปลูกสร้าง คือ 1:250, 1:100 และ 1:500 ตามลำดับ

การสำรวจและทำแผนที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับยังให้ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM) ที่ให้ค่าความสูงของอาคารและสิ่งปลูกสร้างรวมถึงความสูงของวัตถุและพื้นผิวภูมิประเทศต่าง ๆ ที่ได้มีการบินถ่ายภาพ ในรูปของข้อมูล 3 มิติ ที่ประกอบด้วยค่าพิกัดทางราบและค่าพิกัดทางดิ่งของอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ (ทั้งระบบความสูงเหนือระดับน้ำทะเลและค่าความสูงเหนือรูปทรงรี) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสำรวจความสูงของอาคารและสิ่งปลูกสร้างได้เป็นอย่างดี แต่เนื่องจากข้อมูลที่จัดเก็บในระบบแผนที่ภาษีปัจจุบัน ไม่ได้จัดเก็บค่าความสูงของอาคารและสิ่งปลูกสร้างในระบบค่าพิกัด 3 มิติ ที่สามารถรังวัดค่าความสูงได้ในระบบเมตริก (ที่บอกค่าความสูงเป็นเซนติเมตรหรือเมตร) แต่จัดเก็บข้อมูลในระบบ 2 มิติและข้อมูลจำนวนชั้นของอาคาร ในรูปแบบข้อมูลอรรถาธิบาย (Attribute data) อย่างไรก็ดี ในอนาคตสามารถนำข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM) ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้งานเพื่อช่วยลดระยะเวลาในการสำรวจข้อมูลความสูงอาคารได้อีกทางหนึ่ง

เมื่อทำการแยกค่าความแตกต่าง (Difference) ของขนาดพื้นที่อาคารและสิ่งปลูกสร้างระหว่างค่าที่รังวัดได้บนภาพดัดแก้ออร์โธและค่าที่ได้จากการสำรวจจากภาคสนาม โดยแบ่งตามประเภทอาคาร พบว่า โรงจอดรถ มีความแตกต่างน้อยที่สุด รองลงมา คือ ร้านค้า ที่อยู่อาศัยและหอพัก ตามลำดับ ความแตกต่างของขนาดพื้นที่มีสาเหตุหลักมา

จากวิธีการรังวัดในภาคสนามนั้นจะอาศัยการคำนวณตามขนาดพื้นที่โครงสร้างของสิ่งปลูกสร้าง กล่าวคือ การวัดขนาดของระบบจัดเก็บภาษีจะอาศัยวิธีการวัดขนาดพื้นที่ของสิ่งปลูกสร้าง ตามคู่มือปฏิบัติงาน ตามพระราชบัญญัติภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2562 ของกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น ที่ให้วัดเฉพาะตัวอาคาร (ไม่รวมดาดฟ้าหรือหลังคา) ในประเภทอาคารบ้านอยู่อาศัย หรือใช้หลักการวัดพื้นที่สิ่งปลูกสร้างของกรมธนารักษ์ (ถ้ามี) ทำให้อาคารประเภทต่าง ๆ ที่มีความหลากหลายทั้งในด้านขนาดพื้นที่อาคารสิ่งปลูกสร้าง คำนิยามและการจำแนกประเภทโรงเรือนหรือสิ่งปลูกสร้าง รายละเอียดของส่วนประกอบอาคารและสิ่งปลูกสร้างรูปแบบใดที่จะต้องทำการรังวัดและสำรวจจากภาคสนาม ความซับซ้อนของเงื่อนไขดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับการตีความจากเจ้าหน้าที่ที่มีความชำนาญและมีประสบการณ์ แตกต่างไปจากการแปลตีความด้วยสายตาจากมุมมองด้านบน (Top view) ที่สามารถสำรวจและรังวัดได้จากภาพดัดแก้ออร์โธ หรือค่าระดับความสูงของอาคารและสิ่งปลูกสร้างที่ได้จากการสำรวจรังวัดด้วยอากาศยานไร้คนขับ

อย่างไรก็ดี ในกรณีของสิ่งปลูกสร้างประเภท สถานีบริการน้ำมัน อู่ซ่อมรถหรือตลาด ข้อมูลภาพดัดแก้ออร์โธจากอากาศยานไร้คนขับจะช่วยให้การสำรวจรังวัดขนาดอาคารสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น เนื่องจากสิ่งปลูกสร้างดังกล่าวต้องทำการวัดตามแนวหลังคาของสิ่งปลูกสร้าง (สามารถมองเห็นและวัดขนาดพื้นที่ได้อย่างชัดเจนจากภาพดัดแก้ออร์โธ) ตามแนวทางที่ระบุไว้ในคู่มือปฏิบัติงานฯ ของกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

อย่างไรก็ดี หากอาคารและสิ่งปลูกสร้างมีความสลับซับซ้อน เช่น บ้านอยู่อาศัยที่มีบันไดนอกบ้านและชานบ้าน การคำนวณภาษีจะอนุญาตให้คำนวณเฉพาะพื้นที่ตัวอาคารเท่านั้น ไม่นับรวมขนาดพื้นที่ของบันไดนอกบ้านและชานบ้าน ซึ่งข้อมูลจากอากาศยานไร้คนขับจะช่วยให้การสำรวจรังวัดขนาดอาคารมีความสะดวกรวดเร็วและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ช่วยลดข้อขัดแย้งระหว่างเจ้าหน้าที่และเจ้าของบ้าน เนื่องจากข้อมูลภาพที่ได้นั้นเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของตัวอาคารอย่างชัดเจน

อย่างไรก็ดี ในการสำรวจอาคารสิ่งสิ่งปลูกสร้างด้วยอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำยังคงคุ้มค่าแก่การนำมาใช้งานในงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นถึงแม้การสำรวจอาคารสิ่งปลูกสร้างเพื่อจัดทำข้อมูลแผนที่ภาษีด้วยอากาศยานไร้คนขับจะไม่สามารถสำรวจทดแทนได้ทั้งหมดแต่ยังถือว่ามีประโยชน์เหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้ เช่น การสำรวจอาคารสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ที่ผู้สำรวจไม่สามารถเข้าถึงได้หรือไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าพื้นที่ ช่วยลดความขัดแย้งระหว่างผู้สำรวจและเจ้าของอาคารสิ่งปลูกสร้างเนื่องจากความเห็นต่าง ช่วยลดจำนวนบุคคลในการสำรวจจากเดิมที่ต้องใช้บุคคลสำรวจ 2 ถึง 3 คนขึ้นไปในแต่ละกลุ่มการสำรวจเนื่องจากต้องช่วยกันจับอุปกรณ์รังวัดอาคาร เช่น การใช้สายวัด การดึงตลับเมตร และการสอบถามข้อมูลของผู้ถือครอง เป็นไปได้ว่า หากใช้อากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำสำรวจจะช่วยลดในส่วนของขั้นตอนการรังวัดด้วยบุคคล และช่วยลดระยะเวลาในการสำรวจเนื่องจากอากาศยานไร้คนขับสามารถสำรวจได้ที่ทีละหลายๆอาคารในพื้นที่ นอกจากงานรังวัดอาคารสิ่งปลูกสร้างข้อมูลที่ได้จากการบินถ่ายภาพจากการสำรวจบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในส่วนงานอื่นๆขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ เช่น การวางแผนบริหารจัดการและการสนับสนุนข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่องานสิ่งแวดล้อม งานบริหารจัดการสาธารณูปโภค การจัดการแหล่งน้ำและการบรรเทาสาธารณภัย หรืองานเชิงพื้นที่อื่น ๆ ที่อยู่ในความรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

ทั้งนี้ในส่วนของการเปรียบเทียบต้นทุนการสกัดข้อมูลอาคารสิ่งปลูกสร้างจากอากาศยานไร้คนขับกับการลงพื้นที่สำรวจด้วยวิธีดั่งเดิมแสดงให้เห็นว่าการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่า เนื่องจากการสำรวจข้อมูลอาคารสิ่งปลูกสร้างเพื่อจัดทำแผนที่ภาษีต้องมีการจัดทำทุกปีต้องใช้เจ้าหน้าที่ลงพื้นที่สำรวจทุกปี ดังนั้นการเลือกใช้อากาศยานไร้คนขับในการสำรวจจึงมีความคุ้มค้าในระยะยาว และในส่วนการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายก็สามารถใช้คอมพิวเตอร์สำนักงานประมวลผลได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ในส่วนของการสกัดข้อมูลอาคารสามารถใช้บุคลากรในองค์กรได้เช่นกันเนื่องจากวิธีการไม่มีความซับซ้อนมากนักผู้ที่สนใจสามรถเรียนรู้และลงมือทำได้ด้วยตนเอง

ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าการลงทุนอากาศยานไร้คนขับสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจึงมีความคุ้มค่าและเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้งาน

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์เทคโนโลยีการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำเพื่อช่วยสนับสนุนการทำงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถสรุปได้ว่า ในการรังวัดและสำรวจข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างซึ่งเป็นภารกิจที่หน่วยงานต้องจัดทำทุกปี การสำรวจดังกล่าวต้องอาศัยบุคลากร ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก แม้ว่าผลผลิตที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับดังกล่าวอาจไม่ช่วยลดระยะเวลาในการสำรวจข้อมูลได้อย่างชัดเจนเนื่องจากระเบียบและแนวทางปฏิบัติในการจัดเก็บภาษีอาคารและสิ่งปลูกสร้างนั้นมีความสลับซับซ้อน มีรายละเอียดปลีกย่อยมากมาย การใช้งานข้อมูลภาพดัดแก้ออรโธที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับเพียงอย่างเดียวไม่อาจทดแทนการปฏิบัติงานในรูปแบบเดิมได้ทั้งหมด แต่ก็ยังสามารถช่วยให้การทำงานสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะการสำรวจพื้นที่อาคารสิ่งปลูกสร้างที่ผู้สำรวจไม่สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้และยังช่วยลดความขัดแย้งระหว่างผู้สำรวจและเจ้าของอาคารสิ่งปลูกสร้าง อย่างไรก็ดีประโยชน์ของการนำอากาศยานมาใช้ในงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นก็ยังถือว่ามีความคุ้มค่าเนื่องจากการสำรวจอาคารสิ่งปลูกสร้างในการจัดทำแผนที่ภาษีนั้นต้องมีการสำรวจทุกปีและข้อมูลที่ได้จากการสำรวจยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านอื่น ๆ เช่น การวางแผนบริหารจัดการและการสนับสนุนข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่องานสิ่งแวดล้อม งานบริหารจัดการสาธารณูปโภค การจัดการแหล่งน้ำและการบรรเทาสาธารณภัย หรืองานเชิงพื้นที่อื่น ๆ ที่อยู่ในความรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

แม้ว่าในปัจจุบันเทคโนโลยีการสำรวจด้วยระบบการทำแผนที่แบบเคลื่อนที่ (Mobile Mapping System – MMS) อาจตอบสนองการสำรวจข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างในมุมมองจากข้างถนน (Street view) ได้เป็นอย่างดี แต่ก็ยังทำการรังวัดได้เพียงข้อมูลด้านข้างของวัตถุตลอดแนวถนนหรือแนวที่อุปกรณ์เคลื่อนที่ผ่าน (แต่ไม่สามารถวัดขนาดพื้นที่หลังคาของอาคารและสิ่งปลูกสร้างได้) การสำรวจพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยากแทบจะทำไม่ได้เลย ดังนั้น หากมีการผนวกรวมทั้งสองเทคโนโลยี (อากาศยานไร้คนขับและระบบการทำแผนที่แบบเคลื่อนที่) จะช่วยให้การสำรวจและทำแผนที่อาคารสิ่งปลูกสร้างมีความสะดวก รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายกเทศมนตรีเทศบาลตำบลแม่กา นายสะอาด ไชยกุล ที่ให้ความอนุเคราะห์เข้าพื้นที่และสำรวจพื้นที่ นาย ประสงค์ สุภาษี ผู้อำนวยการกองช่าง เทศบาลตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้นิสิตเข้าร่วมโครงการแก้ปัญหาคุณภาพน้ำบริเวณหน้ามหาวิทยาลัยพะเยาจนนำไปสู่การได้มาซึ่งข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับในครั้งนี้ นาย สอาด วงใหญ่ศ์ เจ้าหน้าที่งานแผนที่ภาษี เทศบาลตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำรวจรังวัดภาคสนามข้อมูลอาคารและสิ่งปลูกสร้างบ้านแม่กาห้วยเคียน หมู่ 16 และให้แนวคิด การดำเนินการศึกษา

ขอขอบคุณ คณะเทศโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องมือสำรวจ อากาศยานไร้คนขับ รุ่น ดีเจไอ แฟนเทิม โฟร์ โปร วี สอง คณาจารย์สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ คณะเทศโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยาที่ให้องค์ความรู้ แนวคิด และ เทคนิควิธีการ ในการดำเนินงานจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร.สวรินทร์ ฤกษ์อยู่สุข ที่ให้องค์ความรู้ แนวคิด เทคนิควิธีการและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน นางสาวประนอม เครือวัลย์ เจ้าหน้าที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ช่วยดำเนินการเอกสาร หนังสือภายนอกและภายในต่าง ๆ ที่เกี่ยวของ นายภูมิพัฒน์ อุ่นบ้าน อาจารย์ประจำสาขาวิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่ให้องค์ความรู้ แนวคิด และ เทคนิควิธีการ ในการดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

คณะอนุกรรมการมาตรฐานการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนเพื่องานวิศวกรรม วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2565). *มาตรฐานการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนเพื่องานวิศกรรม*(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.

จเด็จ ไพศาลสิทธิกานต์. (2562). *การประยุกต์ใช้ระบบกล้องชุดถ่ายภาพเฉียงบนอากาศยานไร้คนขับเพื่อรังวัดรอยพิมพ์ฐานอาคาร กรณีศึกษาพื้นที่อาคารบ้านพักอากาศ.* (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฝ่ายพัฒนารายได้ กองคลัง. (2563). *คู่มือการปฏิบัติงานจัดเก็บรายได้.* ฝ่ายพัฒนารายได้กองคลัง, สำนักงานเทศบาลตำบลแม่กา, อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา, 2.

พระราชบัญญัติภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2562. (2562, 9 มีนาคม). *ราชกิจจานุเบกษา* (เล่ม 136 ตอนที่ 30 ก, น. 25–32).

ไพศาล สันติธรรมนนท์. (2564). *การรังวัดด้วยภาพดิจิทัล* (พิมพ์ครั้งที่ 2) . กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มศวรรณ เสนาสวัสดิ์. (2566). การศึกษาความแม่นยำของการสำรวจแบบต่างๆ เพื่อการก่อสร้าง. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 28* วันที่ 24–26 พฤษภาคม 2566. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

สำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด. (2560). *การจัดการองค์ความรู้เรื่องอากาศยานไร้คนขับเพื่อการสำรวจพืชเสพติด.* เชียงใหม่: สถาบันสำรวจและติดตามการปลูกพืชเสพติดสำนักงานคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติด.

Akar, A. (2017). Evaluation of Accuracy of Dems Obtained From Uav–Point Clouds For Different Topographical Areas. *International Journal of Engineering and Geosciences*, *2*(3), 110–117.

Remondino, F., Barazzetti, L., Nex, F., Scaioni, M., & Sarazzi, D. (2011). UAV photogrammetry for mapping and 3d modeling–current status and future perspectives. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, January 38, 2011 (25–31). Zurich Switzerland.

Yastikli, N., Bagci, I., & Beser, C. (2013). The processing of image data collected by light UAV systems for GIS data capture and updating. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences,* 40, November 11–17, 2013 (267–270). Antalya Turkey.

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการประเมินราคาที่ดิน กรณีศึกษา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

เพ็ญนิภา คำภู่[1*] และ กัมปนาท ปิยะธำรงชัย[1]

Application of the Geographic Information System to devolop land valuation models, case study: Muang Chiangmai District, Chiangmai Province

Pennipa Kumpu[1*] and Kampanart Piyathamronchai[1]

[1] Geographic Information Sciences, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, 65000

[*] Corresponding author: aofexe61320327@gmail.com

Received: December 8, 2023; Revised: February 29, 2024; Accepted: February 29, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองการประเมินราคาที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ และเป็นแนวทางในการกำหนดราคาประเมินที่ดินของภาครัฐให้ได้ใกล้เคียงราคาตลาด ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเพิ่มรายได้ให้กับภาครัฐอีกทางหนึ่ง ดังนั้นการศึกษาจึงมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาประเมินที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ ข้อมูลแปลงที่ดินที่มีการซื้อขายและมีการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรม ที่สำนักงานที่ดินจังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2560 ถึง พฤศจิกายน พ.ศ.2565 จำนวน 2,821 ข้อมูล และอีกหนึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นแบบสอบถาม แบบสำรวจออนไลน์ (Google Forms) จำนวน 300 ราย และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ จำนวน ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ด้วยวิธีการถดถอยแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Regression)

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาประเมินที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางบวก ได้แก่ มูลค่าถนน ความกว้างของแปลงที่ดิน ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ และความครบถ้วนสาธารณูปโภค สาธารณูปการ ในขณะที่ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาประเมินที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางลบ ได้แก่ เนื้อที่แปลงที่ดิน รวมทั้งหมดจำนวน 5 ปัจจัย ทั้งนี้แบบจำลองดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการทำนายการประเมินราคาที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ เท่ากับร้อยละ 56.9

คำสำคัญ: ราคาประเมินที่ดิน, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, แบบจำลองการประเมินราคาที่ดิน, มูลค่าถนน

[1] สาขาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

Abstract

This research aims to build a model of land valuation in the district of Chiang Mai and It is a way to assist the government in determining the land valuation prices to be similar to the market prices, this would be another way to increase government revenue. Therefore, the study focused on analyzing factors that influenced land valuation in the district of Chiang Mai, Chiang Mai Province. The study utilized two sample groups: Land parcel data from registered land transactions and legal documents obtained from the Chiang Mai Provincial Land Office. The data covered the period between May 2017 and November 2022, comprising 2,821 data points. Additionally, an online survey using Google Forms collected 300 responses as an additional sample group. Descriptive statistics and inferential statistics, including the mean, percentages, maximum, minimum, and multiple linear regression using the stepwise regression method, were employed to analyze the data.

The results found that the influence factor on land valuation prices in the district of Chiang Mai, Chiang Mai Province, with positive relations include the street value, plot width, distance from pollution sources, and the availability of public utilities and facilities. While the factors influencing the land valuation prices in the district of Chiang Mai, Chiang Mai Province, with the negative directions, were the land area. Total number of five factors. The model is effective in predicting land valuation prices in Mueang Chiang Mai District, Chiang Mai Province, equal to 56.9 percent.

Keywords: Land Valuation Prices, Geographic Information System, Land Valuation Models, Street value

บทนำ

พื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ มีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์เติบโตเป็นอย่างมาก เป็นศูนย์กลางในการขยายธุรกิจด้านต่าง ๆ การพัฒนาเศรษฐกิจของจังหวัดเชียงใหม่ ส่งผลให้ความต้องการที่ดินเพื่อนำไปพัฒนากิจกรรม ทางด้านเศรษฐกิจ จึงมีเพิ่มขึ้นสูงเป็นจำนวนมาก ราคาที่ดิน คือ มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่ได้รับจากใช้งานของแปลงที่ดิน และเป็นมูลค่าปัจจุบันที่แสดงออกทางการเงิน มูลค่าของที่ดินที่ถูกประเมินจะถูกนำไปใช้ และจะมีความเกี่ยวข้องกับธุรกรรมในตลาดเงิน ตลาดทุน และระบบเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งผู้ที่มีหน้าที่ในการกำหนดราคาที่ดินในปัจจุบันของประเทศไทยมีทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ซึ่งจะมีวิธีการและหลักเกณฑ์กำหนดราคาประเมินที่ดินแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของการประเมินราคาที่ดิน ปัจจุบันกรมธนารักษ์ กระทรวงการคลัง เป็นหน่วยงานภาครัฐ ที่ทำหน้าที่ในการประเมินราคาทรัพย์สินและการจัดทำบัญชีราคาประเมินทรัพย์สิน โดยเป็นผู้กำหนดราคาประเมินที่ดินที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นำไปใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงหรือเป็นฐานในการจัดเก็บภาษีอากรและค่าธรรมเนียมจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมตามกฎหมายหรือเพื่อใช้ประโยชน์อย่างอื่นของรัฐ เช่น ใช้เป็นฐานการคำนวณเรียกเก็บค่าธรรมเนียม ภาษีเงินได้ ภาษีธุรกิจเฉพาะ และอากรแสตมป์ ในการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมของประชาชน ในการเปลี่ยนแปลงกรรมสิทธิ์ที่ดินที่สำนักงานที่ดิน และนำไปใช้เป็นฐานในการคำนวณเรียกเก็บภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้างขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกับเจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินตามพระราชบัญญัติภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง พ.ศ.2562 (พระราชบัญญัติภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2562, 2562) ดังนั้นการกำหนดประเมินราคาที่ดิน โดยกรมธนารักษ์ กระทรวงการคลัง จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากราคาประเมินที่ดินจะเข้ามามีบทบาทสำคัญและเกี่ยวข้องกับประชาชนทุกคนที่เป็นเจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินเพิ่มมากขึ้น เจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินประชาชนทั่วไป ส่วนราชการ และภาคเอกชน ให้ความสนใจและต้องการเข้าถึงข้อมูลราคาประเมินที่ดินมากขึ้น จึงมีผลทำให้หน่วยงานที่มี

หน้าที่กำหนดราคาที่ดิน ซึ่งได้แก่ กรมธนารักษ์ จะต้องกำหนดราคาที่ดินด้วยความโปร่งใส ความรับผิดชอบ และพร้อมที่จะให้ประชาชนตรวจสอบการกำหนดราคาที่ดินได้ จากการสอบถามข้อมูลจากประชาชนผู้ใช้บริการราคาประเมินที่ดินจากสำนักงานธนารักษ์พื้นที่เชียงใหม่ และที่สำนักงานที่ดินจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าราคาประเมินที่ดินที่ใช้ในการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมที่กรมธนารักษ์จัดทำขึ้นมา โดยส่วนมากมีราคาประเมินที่ดินต่ำกว่าราคาที่ดินที่ซื้อขายจริง (โสภณ พรโชคชัย, 2547) ซึ่งสาเหตุที่ราคาประเมินที่ดินที่กรมธนารักษ์กำหนดขึ้นมีมูลค่า ต่ำกว่าราคาที่ดิน ที่ซื้อขายจริง เนื่องจากในขั้นตอนการกำหนดราคาประเมินที่ดิน และตามข้อบังคับทางกฎหมายในการกำหนดราคาที่ดินของภาครัฐ คือ ระเบียบคณะกรรมการกำหนดราคาประเมินทุนทรัพย์ พ.ศ.2535 (คณะกรรมการประเมินราคาทรัพย์สิน กระทรวงมหาดไทย, แนวทางการปฏิบัติงานประเมินราคาทรัพย์สิน 2535) กฎกระทรวงการกำหนดราคาประเมินที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้างการจัดทำบัญชีราคาประเมินที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้างและแผนที่ประกอบการประเมินราคาที่ดิน พ.ศ. 2563 (กฎกระทรวงการกำหนดราคาประเมินที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้าง การจัดทำบัญชีราคาประเมินที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้าง และแผนที่ประกอบการประเมินราคาที่ดิน พ.ศ. 2563, 2563) คู่มือการปฏิบัติงานด้านการประเมินราคาทรัพย์สินและกระบวนงานขั้นตอนการประเมินราคาที่ดิน (สำนักประเมินราคาทรัพย์สิน กรมธนารักษ์, แนวทางปฏิบัติงานประเมินราคาที่ดินรายแปลงเพื่อการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรม 2556) ที่ใช้เป็นแนวทางในการกำหนดราคาที่ดินมีการอ้างอิงข้อมูลราคาซื้อขายจากการแจ้งจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมจากสำนักงานที่ดิน มาเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดราคาประเมินที่ดิน และจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมจากสำนักงานที่ดินในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ 10 สาขา จำนวน 20 ราย พบว่าในขั้นตอนการแจ้งราคาซื้อขายที่ดินที่สำนักงานที่ดินประชาชนส่วนมากแจ้งราคาไม่ตรงตามความเป็นจริง (ราคาต่ำกว่าข้อเท็จจริง) เนื่องจากต้องการที่จะเสียค่าธรรมเนียมและภาษีในการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมน้อย ดังนั้นเมื่อมีการนำข้อมูลราคาซื้อขายที่ดินดังกล่าว ไปใช้ในขั้นตอนการกำหนดราคาประเมินที่ดินตามกระบวนงานประเมินราคาที่ดินรายแปลง ประกอบกับปัจจุบันปัจจัยที่กรมธนารักษ์นำมาใช้ในการคำนวณราคาประเมิน ประกอบด้วย 6 ปัจจัย ได้แก่ เนื้อที่ดิน มูลค่าถนน ความลึกมาตรฐาน ความลึกแปลงที่ดิน ประเภทรูปแปลง และราคาประเมินที่ดินหน่วยนอกเหนือ (ราคาของแปลงที่ดินไม่มีทางเข้าออกบริเวณนั้น) แต่ก็ยังปรากฏว่าราคาประเมินที่กำหนดมีราคาต่ำกว่าราคาที่ดินที่ซื้อขายจริง และไม่ตรงตามสภาพข้อเท็จจริงของแปลงที่ดินนั้น และอาจทำให้ภาครัฐสูญเสียรายได้จากการจัดเก็บภาษีอากรและค่าธรรมเนียมจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมเป็นจำนวนมากในแต่ละปี

ดังนั้นในการศึกษานี้ ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นในการศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินที่ดิน ซึ่งจะช่วยกำหนดราคาประเมินที่ดินให้มีราคาใกล้เคียงกับราคาที่ซื้อขายจริง และใกล้เคียงสภาพข้อเท็จจริงของแปลงที่ดินเป็นสำคัญ โดยการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการประเมินราคาที่ดิน เพื่อให้การประเมินราคาที่ดินทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง และเป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น และหากสามารถกำหนดราคาประเมินที่ดินให้มีราคาใกล้เคียงกับราคาที่ซื้อขายจริง และใกล้เคียงสภาพข้อเท็จจริงของแปลงที่ดิน จะสามารถใช้ผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการประเมินราคาที่ดินภาครัฐ และเป็นวิธีการที่ช่วยเพิ่มรายได้ให้กับภาครัฐได้อีกทางหนึ่ง ให้สามารถนำรายได้ไปพัฒนาเป็นโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจที่สำคัญ และเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์

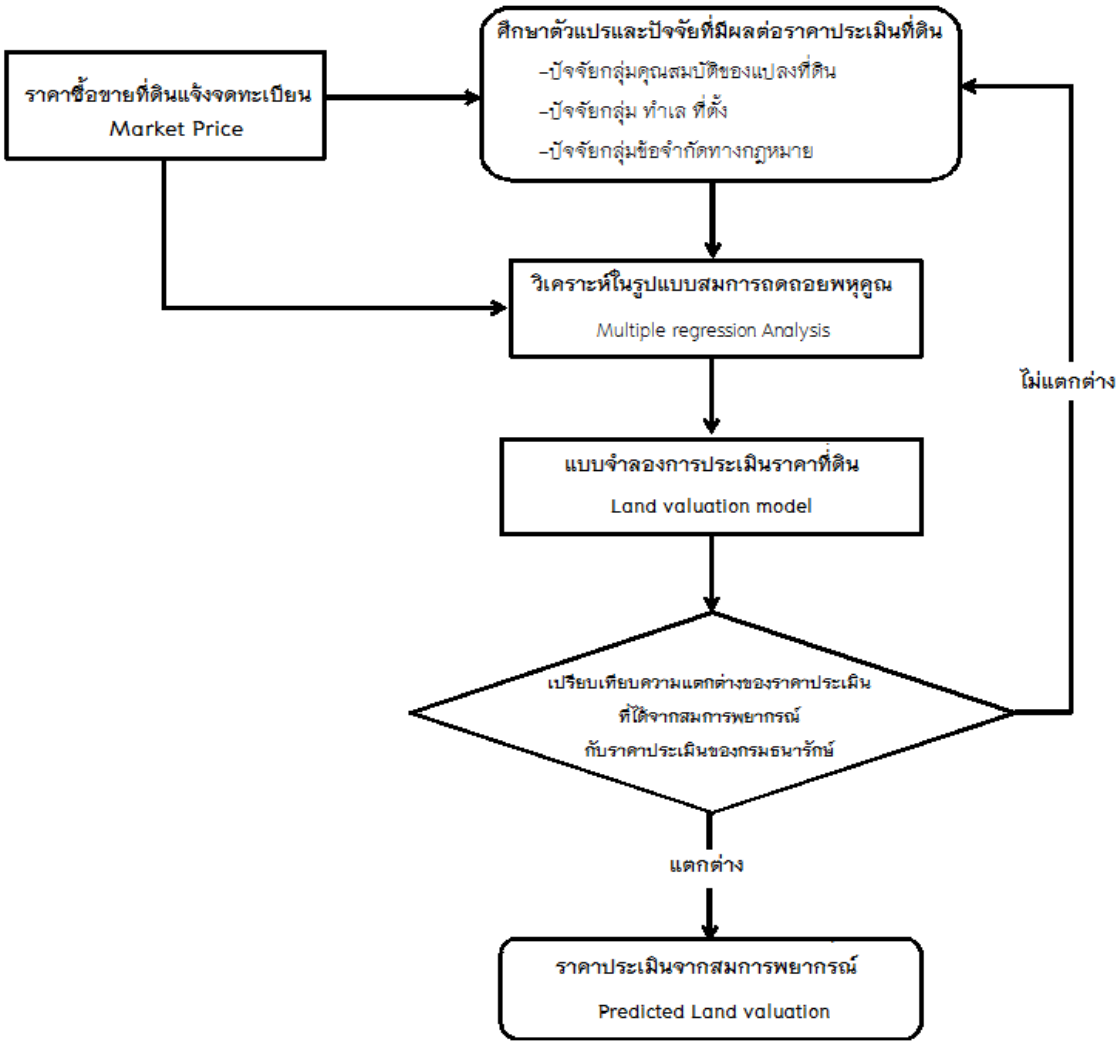
1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินที่ดินจากกลุ่มปัจจัยคุณสมบัติของแปลงที่ดิน กลุ่มปัจจัยทำเลที่ตั้ง และกลุ่มปัจจัยข้อจำกัดทางกฎหมาย ในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

2. เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาประเมินที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

วิธีการดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

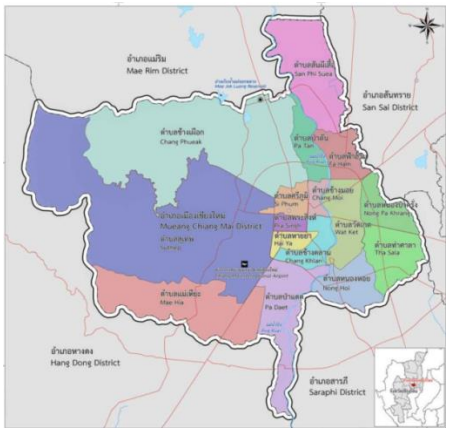
กรอบแนวคิดในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินที่ดิน ในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินที่ดินด้วยวิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2560) ซึ่งใช้กลุ่มปัจจัยหลัก 3 กลุ่มปัจจัย ได้แก่ กลุ่มปัจจัยคุณสมบัติของที่ดิน กลุ่มปัจจัยทำเลที่ตั้ง กลุ่มปัจจัยข้อจำกัดทางกฎหมายและนำข้อมูลราคาซื้อขายที่ดินจากสำนักงานที่ดิน และข้อมูลปัจจัยต่างๆ จากการสำรวจภาคสนามมาวิเคราะห์กำหนดคัดเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ จะถูกนำไปพัฒนาเป็นแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาประเมินที่ดิน ในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ และนำสมการพยากรณ์ราคาประเมินที่ดินที่ได้ไปเปรียบเทียบกับการกำหนดราคาประเมินที่ดิน จากสำนักงานธนารักษ์พื้นที่เชียงใหม่ กรมธนารักษ์ กระทรวงการคลัง ซึ่งเป็นผู้กำหนดราคาประเมินที่ดินโดยอาศัยหลักการประเมินราคาทรัพย์สิน และกระบวนงานประเมินราคาที่ดินรายแปลงของกรมธนารักษ์ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตลอดจนวิธีการประเมินราคาที่ดินภาครัฐให้ดีมากยิ่งขึ้นต่อไป ดังรูปที่ 1

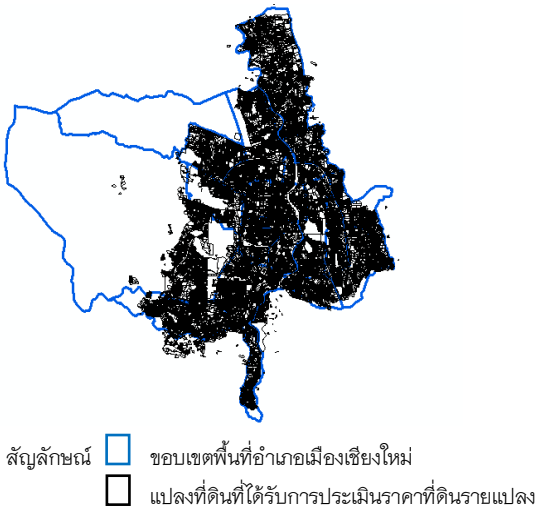


รูปที่ 1 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นข้อมูลราคาซื้อขายที่ดิน ซึ่งเป็นแปลงที่ดินที่มีการซื้อขายในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ ที่มีการแจ้งจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมที่สำนักงานที่ดินจังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2560 ถึงพฤศจิกายน พ.ศ.2565 จำนวน 2,821 ข้อมูล โดยขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นไปตามสูตรของยามาเน่ (Yamane, 1973) จากจำนวนแปลงที่ดินที่ได้รับการประเมินราคาที่ดินรายแปลงทั้งหมด ในเขตพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่ (รูปที่ 2) โดยรูปที่ 2A คือ ขอบเขตพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ประมาณ 152 ตารางกิโลเมตร และรูปที่ 2B คือ แปลงที่ดินที่ได้รับการประเมินราคาที่ดินรายแปลง จำนวน 123,609 แปลง ที่อยู่ในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่





รูปที่ 2A **รูปที่ 2B**

รูปที่ 2 พื้นที่ศึกษา แปลงที่ดินที่ได้รับการประเมินราคาที่ดินรายแปลงทั้งหมดในเขตพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ผลการศึกษา

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล
2. โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อาร์คจีไอเอส (Arc GIS 10.5) เพื่อใช้ในการสำรวจเก็บข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial analysis) และการจัดทำแผนที่
3. แบบสอบถาม แบบสำรวจออนไลน์ (Google Forms) เพื่อใช้สอบถามความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อราคาที่ดิน
4. โปรแกรมจัดการเอกสารได้แก่ Microsoft Excel เพื่อใช้เป็นแบบบันทึกข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อราคาที่ดินในการเก็บรวบรวมข้อมูลราคาซื้อขาย
5. โปรแกรม IBM SPSS Statistics 26 เพื่อใช้ในการการวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลทางสถิติ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยสามารถแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าหาตัวแปรและปัจจัยต่าง ๆที่ส่งผลกระทบหรือเกี่ยวข้องกับการประเมินราคาที่ดิน
2. สำรวจข้อมูลภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ของแปลงที่ดิน และข้อมูลราคาซื้อขายของแปลงที่ดิน
3. นำปัจจัยที่ศึกษามาสร้างสมการพยากรณ์ที่ดิน
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของราคาประเมินที่ได้จากสมการพยากรณ์กับราคาประเมินของกรมธนารักษ์

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาค้นคว้าหาปัจจัยและตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลกระทบหรือเกี่ยวข้องกับการประเมินราคาที่ดิน

โดยปัจจัยที่มีผลต่อราคาที่ดิน ซึ่งรวบรวมจากการทบทวนวรรณกรรมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและวิธีการประเมินราคาที่ดินรายแปลงของกรมธนารักษ์ กระทรวงคลัง แบ่งเป็นปัจจัยเป็น 3 กลุ่มปัจจัย ดังนี้ 1) กลุ่มปัจจัยคุณสมบัติของแปลงที่ดิน 2) กลุ่มปัจจัยทำเลที่ตั้ง 3) กลุ่มปัจจัยข้อจำกัดทางกฎหมาย โดยรวบรวมและคัดเลือกปัจจัยจากการทบทวนวรรณกรรม สามารถแบ่งปัจจัยหลักเป็น 3 กลุ่มปัจจัย 16 ตัวแปร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 รายละเอียดการกำหนดตัวแปร และรายละเอียดสำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์

	ลำดับ	ชื่อตัวแปร	ความหมายของตัวแปร	หน่วยวัด	เงื่อนไข
	ตัวแปรตาม				
	Y	Price	ราคาที่ดิน	บาท/ตารางวา	–
	ตัวแปรอิสระ				
1. กลุ่มปัจจัยคุณสมบัติของแปลงที่ดิน	X1	Pdep	ความลึกของแปลงที่ดิน	เมตร	–
	X2	PWid	ความกว้างของแปลงที่ดิน	เมตร	–
	X3	PSize	ขนาดเนื้อที่ดิน	ตารางวา	–
	X4	Pshape	ลักษณะรูปทรงของแปลงที่ดิน	ตัวแปรหุ่น	1 = รูปสี่เหลี่ยม 0 = รูปทรงอื่นๆ
	X5	Preclam	ระดับความลึกของแปลงที่ดินเมื่อเทียบกับระดับถนน	ตัวแปรหุ่น	1 = เท่าระดับถนนหรือสูงกว่าถนน 0 = ต่ำกว่าระดับถนน
2. กลุ่มปัจจัยกลุ่มทำเลที่ตั้ง	X6	DCBD	ระยะห่างจากศูนย์กลางธุรกิจ	กิโลเมตร	–
	X7	Public Utilities & Public Facilities	ความครบถ้วนสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ	ตัวแปรหุ่น	1=สาธารณูปโภคและสาธารณูปการครบถ้วน 0=สาธารณูปโภคและสาธารณูปการไม่ครบถ้วน
	X8	pollution	ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ	กิโลเมตร	–
	X9	DstMR	ระยะห่างจากถนนสายหลัก	กิโลเมตร	–
	X10	Rwid	ความกว้างของถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน	เมตร	–
	X11	Rsurf	พื้นผิวถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน	ตัวแปรหุ่น	1=คอนกรีตหรือลาดยาง 0=วัสดุผิวทางอื่นๆ
	X12	Airport	ระยะห่างจากสนามบิน	กิโลเมตร	–
	X13	University	ระยะห่างจากมหาวิทยาลัย	กิโลเมตร	–
	X14	STREET_VAL	มูลค่าถนน	บาท/ตารางวา	–
	X15	LOWEST	ราคาที่ดินไม่มีทางเข้าออก	บาท/ตารางวา	–
3. กลุ่มปัจจัยข้อจำกัดทางกฎหมาย	X16	Cityp	สีผังเมือง (ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์แปลงที่ดิน)	ตัวแปรหุ่น	5=สีแดง(ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดินน้อยที่สุด) 4=สีส้ม(ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดินน้อย) 3=สีเหลือง(ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดินปานกลาง) 2=สีเขียว(ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดินมาก) 1=สีอื่นๆ(ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์ที่ดินมากที่สุด)

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของ 3 กลุ่มปัจจัย ดังนี้

1. กลุ่มปัจจัยคุณสมบัติของแปลงที่ดิน หมายถึง ลักษณะทางกายภาพของแปลงที่ดินแปลงเช่น ความลึกของแปลงที่ดิน ความกว้างของแปลงที่ดิน ขนาดเนื้อที่ดิน ลักษณะรูปทรงของแปลงที่ดิน ลักษณะของผิวดิน การระบายน้ำ ความสูง ลักษณะภูมิประเทศ ความสามารถในการเข้าถึง ถนน ลักษณะภูมิอากาศ ทิวทัศน์ เป็นต้น

2. กลุ่มปัจจัยกลุ่มทำเลที่ตั้ง หมายถึง แหล่งที่จะทำให้สามารถประกอบกิจกรรมได้สะดวกที่สุด ซึ่งสามารถอำนวยความสะดวกในการทำงานได้ และหมายถึงทำเลหรือพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ ที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกทางธรรมชาติที่จะช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน เช่น ระยะห่างจากศูนย์กลางธุรกิจความครบถ้วนสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ระยะห่างจากสนามบิน ระยะห่างจากมหาวิทยาลัยเป็นต้น

3. กลุ่มปัจจัยข้อจำกัดทางกฎหมาย หมายถึง ข้อกฎหมายที่เป็นข้อจำกัดในการพัฒนา หรือส่งผลกระทบต่อการกำหนดราคาที่ดิน เช่น กฎหมายการเวนคืน กฎหมายผังเมือง และกฎหมายควบคุมอาคาร เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 ทำการสำรวจข้อมูลภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลปัจจัยต่างๆ ของแปลงที่ดิน และข้อมูลราคาซื้อขายของแปลงที่ดิน

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย โดยได้ทำการรวบรวมข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาที่ดิน ซึ่งจะนำปัจจัยที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาทำการวิเคราะห์กับกลุ่มตัวอย่าง คือ ข้อมูลราคาซื้อขายที่ดินที่มีการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมที่สำนักงานที่ดินจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งวิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ได้ดำเนินการตามแนวทางปฏิบัติงานประเมินราคาที่ดินรายแปลงเพื่อการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมของกรมธนารักษ์ ซึ่งวิธีดังกล่าวกรมธนารักษ์ใช้เป็นวิธีการคัดเลือกข้อมูลราคาซื้อขายเบื้องต้นเพื่อนำมาใช้ปฏิบัติงานการประเมินราคาทรัพย์สินของกรมธนารักษ์ในปัจจุบัน โดยนำข้อมูลแปลงที่ดินที่มีการแจ้งจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมซื้อขายในพื้นที่ดำเนินการ คือ พื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ที่สำนักงานที่ดินจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2560 ถึงพฤศจิกายน พ.ศ.2565 จำนวนทั้งสิ้น 5,956 ข้อมูล นำราคาประเมินที่ดินต่อตารางวา (Assessed Value) มาหาอัตราส่วนกับราคาแจ้งจดทะเบียนต่อตารางวา (Sale) เรียกว่า A/S Ratio (Assessed Value/Sales Ratio) การดำเนินการคำนวณหาค่า A/S Ratio มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบทิศทางการเปลี่ยนแปลงราคาประเมินเบื้องต้น มีรายละเอียด ดังนี้ 1. A/S Ratio = 1 หมายความว่าราคาประเมินเท่ากับราคาซื้อขายจดทะเบียน 2. A/S Ratio > 1 หมายความว่าราคาประเมินสูงกว่าราคาซื้อขายจดทะเบียน และ 3. A/S Ratio < 1 หมายความว่าราคาประเมินต่ำกว่าราคาซื้อขายจดทะเบียนแล้วเลือกค่า A/S Ratio ที่อยู่ระหว่าง 0.65 – 1.00 มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 2,821 ข้อมูล จากประชากร คือ แปลงที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ ทั้งหมด 123,609 แปลง (สำนักประเมินราคาทรัพย์สิน กรมธนารักษ์, แนวทางปฏิบัติงานประเมินราคาที่ดินรายแปลงเพื่อการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรม 2556) โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่า A/S Ratio ที่อยู่ระหว่าง 0.65 – 1.00 นั้น ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นจากสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานด้านการประเมินราคาทรัพย์สิน กองมาตรการประเมินราคาทรัพย์สิน กรมธนารักษ์ เกี่ยวกับแนวทางการคัดเลือกข้อมูลราคาซื้อขายแจ้งทะเบียนของกรมธนารักษ์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และหลักการทางสถิติที่ค่าความแตกต่างของข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบไม่ควรมีความแตกต่างกันเกินร้อยละ 35 ซึ่งเป็นวิธีการคัดเลือกข้อมูลตามแนวทางปฏิบัติงานของกรมธนารักษ์ ซึ่งมีข้อสันนิฐานว่าการแจ้งราคาซื้อขายจดทะเบียน หากแจ้งราคาสูงกว่าราคาประเมินแล้วให้สันนิฐานว่าการแจ้งราคาดังกล่าวเป็นราคาแจ้งราคาซื้อขายจริง (เอกลักษณ์เฉลิมชีพ, ผู้ให้สัมภาษณ์, 20 มกราคม 2565) และจากการสำรวจภาคสนาม พบว่ามีการประกาศขายที่ดินในพื้นที่และมีราคาสูงกว่าราคาแจ้งจดทะเบียนมาก แต่เนื่องจากมีจำนวนข้อมูลแปลงที่ดินที่มีการประกาศขายน้อยมาก และมีราคาประกาศขายสูงกว่าราคาซื้อขายที่มีการจดทะเบียนมาก ประกอบกับแปลงที่ดินที่ประกาศดังกล่าว ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าราคาที่ประกาศขายนั้น จะสามารถขายได้หรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลราคาซื้อขายที่ดินที่มีการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมที่

สำนักงานที่ดินจังหวัดเชียงใหม่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ โดยสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างแปลงที่ดินตามเขตการปกครององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ทั้งหมดจำนวน 11 แห่ง ของพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่

ตารางที่ 2 จำนวนข้อมูลราคาซื้อขายตามเขตการปกครององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่

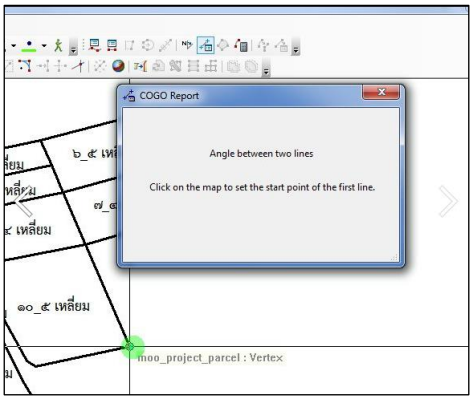
ลำดับ	พื้นที่	จำนวนข้อมูลราคาซื้อขาย
1	เทศบาลนครเชียงใหม่	898
2	เทศบาลตำบลช้างเผือก	35
3	ตำบลช้างเผือก	10
4	เทศบาลตำบลแม่เหียะ	232
5	เทศบาลตำบลท่าศาลา	223
6	เทศบาลตำบลป่าแดด	481
7	เทศบาลตำบลฟ้าฮ่าม	75
8	เทศบาลตำบลสันผีเสื้อ	332
9	เทศบาลตำบลสุเทพ	331
10	เทศบาลตำบลหนองป่าครั่ง	103
11	เทศบาลตำบลหนองหอย	101
	รวม	2,821

สัญลักษณ์ ประชากร ได้แก่ แปลงที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่

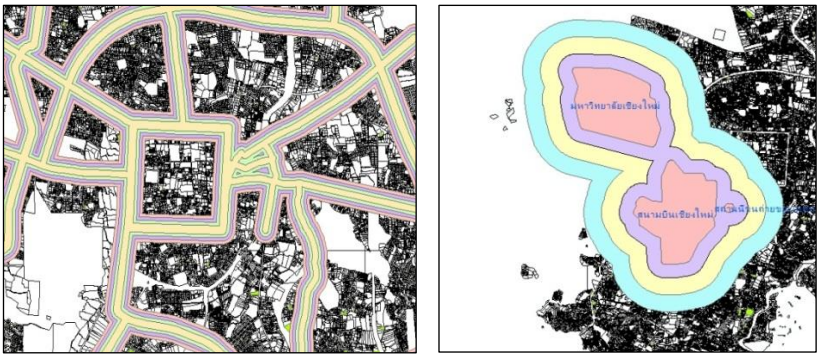
กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ข้อมูลราคาซื้อขายแจ้งจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรม

รูปที่ 3 แสดงกลุ่มตัวอย่าง – ข้อมูลราคาซื้อขายตามเขตการปกครอง

สำหรับในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลราคาซื้อขายจากสำนักงานที่ดินจังหวัดเชียงใหม่ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ โดยนำโปรแกรม Arc GIS10.5 มาประยุกต์ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) (ตรงฉัตร โสตทิพยพันธุ์, 2550) ช่วยในจัดเตรียมข้อมูลและการสำรวจเก็บข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ชุดเครื่องมือสร้างแนวกันชน Multiple ring buffer กำหนดระยะรัศมีและชุดเครื่องมือ COGO Report ช่วยในการหารูปทรงของแปลงที่ดินเป็นต้น



รูปที่ 4 ตัวอย่างวิธีการประยุกต์ใช้สารสนเทศภูมิศาสตร์ในการพิจารณารูปแปลงที่ดิน ด้วยวิธีในการหามุมภายในของรูปเหลี่ยมประเภทต่าง ๆ



รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างวิธีการประยุกต์ใช้สารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาระยะทาง

และนอกจากนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม (Questionnaires) จำนวน 300 ราย ซึ่งการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ทราบจำนวนประชากรที่ชัดเจน คำนวณได้ตามสูตร (Yamane, 1973) ซึ่งต้องมีกลุ่มตัวอย่างไม่น้อยกว่า 100 ราย ที่ระดับความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า 0.10

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

$$n = \frac{123,609}{1+123,609(0.10)^2}$$

$$n = 99.91 = 100$$

เมื่อ n เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N เป็นขนาดของประชากร

e เป็นความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า (0.10)

โดยใช้แบบสอบถามแบบสำรวจออนไลน์ (Google Forms) เพื่อสอบถามความคิดเห็นของประชาชน เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อราคาที่ดิน กลุ่มตัวอย่าง คือ จากประชาชนที่มาติดต่อใช้บริการเกี่ยวกับราคาประเมินที่ดินในการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมที่สำนักงานที่ดินจังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานธนารักษ์พื้นที่เชียงใหม่ และผู้ประกอบการธุรกิจเกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง เป็นกลุ่มเป้าหมายของการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากเป็นผู้ใช้บริการราคาประเมินที่ดินโดยตรง ดำเนินการสอบถามโดยใช้วิธีจัดทำคิวอาร์โค้ดแบบสอบถาม นำไปวางที่

สำนักงานที่ดินและสำนักงานธนารักษ์พื้นที่เชียงใหม่ โดยมีเจ้าหน้าที่แจ้งให้ประชาชนที่มาติดต่อใช้บริการตอบแบบสอบถาม ตั้งแต่เวลา 08.30 น. – 16.30 น. ทุกวันจันทร์ถึงวันศุกร์ เป็นระยะเวลารวม 5 เดือน ตั้งแต่มกราคม 2565 ถึงพฤษภาคม 2565 สำหรับผู้ประกอบการธุรกิจเกี่ยวกับอสังหาริมทรัพย์ ผู้วิจัยได้จัดส่งลิงค์และคิวอาร์โค้ดแบบสอบถามให้กับผู้ประกอบการฯ เพื่อให้ได้ปัจจัยที่มีความเหมาะสมกับบริบทพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

รูปที่ 6 แบบสำรวจออนไลน์ (Google Forms) เพื่อสอบถามความคิดเห็นของประชาชน เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อราคาที่ดิน
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScAjReDTRDj4pEUonr6NBXL0OyFiA17ILv0zh7oZzOFOVB43A/viewform

ขั้นตอนที่ 3 นำปัจจัยที่ศึกษามาสร้างสมการพยากรณ์ที่ดิน โดยนำมาวิเคราะห์ เพื่อหาสมการตัวแปรพยากรณ์ที่ดีที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการทำนาย

ในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินราคาที่ดิน เพื่อการพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาประเมินที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่การวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในศึกษาครั้งนี้ ได้นำข้อมูลมาประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการประมวลผลข้อมูลทางสถิติโปรแกรม IBM SPSS Statistics 26 และโปรแกรม Microsoft Excel โดยนำปัจจัยจากการรวบรวมข้อมูลปัจจัย จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และจากแบบสำรวจออนไลน์ (Google Forms) เพื่อสอบถามความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อราคาที่ดิน โดยนำปัจจัยที่ได้จากการศึกษาทั้งหมด ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มปัจจัย ได้แก่ กลุ่มคุณสมบัติของแปลงที่ดิน กลุ่มปัจจัยกลุ่มทำเลที่ตั้ง และกลุ่มข้อจำกัดทางกฎหมาย มาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินราคาที่ดิน โดยสถิติที่ผู้ศึกษานำมาใช้ คือ การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) (สายวรุณ สุกก่า, เอกสิริ แก่นศักดิ์ศิริ และอุทุมพร โดมทอง, 2560) ระหว่างตัวแปรอิสระ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสมการถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Linear Regression : MLR) ด้วยวิธีการถดถอยแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Regression) ที่ระดับนัยยะสำคัญ 0.05 (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2553) โดยวิธีการคัดเลือกตัวแปรในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ผู้ศึกษาได้ทำการคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสมการโดยยึดตามวิธีการคัดเลือกตัวแปรของโปรแกรม SPSS ผู้ศึกษาได้ทดสอบการวิเคราะห์วิธีการคัดเลือกทั้ง 5 วิธีการ ได้แก่ 1) วิธีการคัดเลือกแบบ Enter 2) วิธีการคัดเลือกแบบ Forward 3) วิธีการคัดเลือกแบบ Backward 4) วิธีการคัดเลือกแบบ Remove และ 5) วิธีการคัดเลือกแบบ Stepwise (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546) ผลการทดสอบพบว่าวิธีการคัดเลือกแบบ Stepwise วิธีการดังกล่าวจะช่วยให้สามารถเลือกตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ที่มีความเหมาะสมและส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง

ของตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ ราคาซื้อขายที่ดินได้มากที่สุด และในการศึกษาครั้งนี้ เป็นวิธีการที่ทำการวิเคราะห์แล้ว ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมากที่สุดกว่าวิธีการอื่น อีกทั้งยังมีตัวแปรอิสระที่สามารถทำนายตัวแปรตามได้มากที่สุด นอกจากนี้เหตุผลที่ผู้ศึกษาเลือกใช้วิธีการถดถอยแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Regression) เนื่องจากเป็นวิธีการคัดเลือกที่ผสมผสานระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรอิสระทั้งแบบการเพิ่มตัวแปรและการลดตัวแปรเข้าด้วยกัน มีการนำเข้าและนำออกจนได้โมเดลที่สมบูรณ์ที่สุด ซึ่งวิธีการ Stepwise จะช่วยคัดกรองตรวจสอบ ตัวแปรอิสระที่เลือกเข้ามาจะไม่เกิดปัญหามีความสัมพันธ์กันเอง (Multicollinearity) (อโณทัย งามวิชัยกิจ, 2565) เพราะจะถูกตัดทิ้งออกไปหมดแล้ว และการศึกษานี้ได้มีการวิเคราะห์แบบถดถอย ANOVA และการทดสอบภาวะ Multicollinearity เพื่อพิจารณาหาแบบจำลองที่ดีที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบความแตกต่างของราคาประเมินที่ได้จากสมการพยากรณ์กับราคาประเมินของกรมธนารักษ์

เปรียบเทียบความแตกต่างของราคาประเมินที่ได้จากสมการพยากรณ์กับราคาประเมินที่ดินของสำนักงานธนารักษ์พื้นที่เชียงใหม่ กรมธนารักษ์ โดยคำนวณจากแบบจำลองการประเมินราคาที่ดิน (Predicted Land Price) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 และนำมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้จากการศึกษากับราคาที่ดินจากการกำหนดราคาประเมินที่ดินของสำนักงานธนารักษ์พื้นที่เชียงใหม่ กรมธนารักษ์

ผลการศึกษา

จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินราคาที่ดิน เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาประเมินที่ดิน ในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) โดยใช้วิธีการถดถอยแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Regression) มีค่าทางสถิติ ดังนี้ (ตารางที่ 3 – 6)

ตารางที่ 3 การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Coefficients) วิธีการคัดเลือกแบบ Enter

Coefficients							
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std.Error	Beta			Tolerance	VIF
1 (Constant)	-6656.759	11498.863		-0.579	0.563		
ความลึกของแปลงที่ดิน	27.894	52.259	0.010	0.534	0.594	0.451	2.216
ความกว้างของแปลงที่ดิน	137.125	58.036	0.041	2.363	0.018	0.517	1.935
ขนาดเนื้อที่ดิน	-16.375	4.568	-0.076	-3.584	0.000	0.344	2.903
ลักษณะรูปทรงของแปลงที่ดิน	4291.040	2650.954	0.021	1.619	0.106	0.931	1.074
ระดับความลึกของแปลงที่ดินเมื่อเทียบกับระดับถนน	-2635.852	6143.871	-0.007	-0.429	0.668	0.632	1.582
ระยะห่างจากศูนย์กลางธุรกิจ	597.304	1030.053	0.025	0.580	0.562	0.080	12.545
ความครบถ้วนสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ	6637.183	1418.295	0.067	4.680	0.000	0.751	1.331
ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ	517.287	2168.680	0.023	0.239	0.811	0.017	59.170
ระยะห่างจากถนนสายหลัก	-2109.372	2028.597	-0.016	-1.040	0.299	0.683	1.465
ความกว้างของถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน	-237.099	131.927	-0.026	-1.797	0.072	0.734	1.362

Coefficients							
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std.Error	Beta			Tolerance	VIF
พื้นผิวถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน	1915.435	11214.423	0.002	0.171	0.864	0.767	1.304
ระยะห่างจากสนามบิน	92.224	1822.392	0.004	0.051	0.960	0.020	50.489
ระยะห่างจากมหาวิทยาลัย	-275.001	552.343	-0.013	-0.498	0.619	0.243	4.116
มูลค่าถนน	1.200	0.028	0.765	43.197	0.000	0.489	2.044
ราคาที่ดินไม่มีทางเข้าออก	-0.028	0.178	-0.003	-0.158	0.875	0.324	3.084
สีผังเมือง (ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์แปลงที่ดิน)	260.324	622.740	0.006	0.418	0.676	0.833	1.200

จากตารางที่ 3 จากการวิเคราะห์การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธีการคัดเลือกแบบ Enter พบว่า ตัวแปรที่อยู่ในระดับที่มีนัยสำคัญ (sig < 0.05) มีเพียงจำนวน 4 ตัวแปรได้แก่ ความกว้างของแปลงที่ดิน 0.018 ขนาดเนื้อที่ดิน 0.000 ความครบถ้วนสาธารณูปโภคสาธารณูปการ 0.000 และมูลค่าถนน 0.000 ซึ่งค่า sig ที่กล่าวมามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.050 จึงสามารถสรุปได้ว่าตัวแปรดังกล่าวทั้ง 4 ตัวแปรส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาซื้อขายที่ดินในการศึกษาครั้งนี้ และอีก 12 ตัวแปรที่อยู่ในระดับที่มีนัยสำคัญที่ดินอยู่ในระดับที่ไม่มีนัยสำคัญ (sig < 0.05)ได้แก่ ลึกของแปลงที่ดิน ลักษณะรูปทรงของแปลงที่ดิน ระดับความลึกของแปลงที่ดินเมื่อเทียบกับระดับถนน ระยะห่างจากศูนย์กลางธุรกิจ ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ ระยะห่างจากถนนสายหลัก ความกว้างของถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน พื้นผิวถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน ระยะห่างจากสนามบิน ระยะห่างจากมหาวิทยาลัย ราคาที่ดินไม่มีทางเข้าออก และสีผังเมือง (ข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์แปลงที่ดิน) จึงสามารถสรุปได้ว่าตัวแปรดังกล่าวทั้ง 12 ตัวแปร ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาซื้อขายที่ดินในการศึกษาครั้งนี้ โดยวิธีการคัดเลือกแบบ Enter

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณวิธีการถดถอยแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Regression)

Model Summary					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Sig. F Change	Durbin-Watson
1	.748a	0.559	0.559	0	
2	.751b	0.565	0.564	0	
3	.753c	0.567	0.566	0	
4	.753d	0.568	0.567	0.01	
5	.754e	0.569	0.568	0.021	2.002

Model Summary

a Predictors: (Constant). มูลค่าถนน

b Predictors: (Constant). มูลค่าถนน. ความครบถ้วนของสาธารณูปโภค

c Predictors: (Constant). มูลค่าถนน. ความครบถ้วนของสาธารณูปโภค. ขนาดของแปลงที่ดิน

d Predictors: (Constant). มูลค่าถนน. ความครบถ้วนของสาธารณูปโภค. ขนาดของแปลงที่ดิน. ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ

e Predictors: (Constant). มูลค่าถนน. ความครบถ้วนของสาธารณูปโภค. ขนาดของแปลงที่ดิน. ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ. ความกว้างของแปลงที่ดิน

f Dependent Variable: PRICE/บาท/ตารางวา

ผลการทดสอบสมการถดถอยพหุคูณด้วยวิธีการนำเข้าตัวแปรแบบขั้นตอนพบว่ามีแบบจำลอง (Model) 5 แบบจำลองที่ตัวแปรอิสระสามารถทำนายตัวแปรตามอย่างราคาซื้อขายที่ดินได้ โดยรายละเอียดของแต่ละแบบจำลองสามารถอธิบายได้ดังนี้

แบบจำลองที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ หรือค่า R เท่ากับ 0.748 และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.559 แต่มีเพียงตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวคือ มูลค่าถนน ที่มีความสัมพันธ์ต่อราคาซื้อขายที่ดิน

แบบจำลองที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ หรือค่า R เท่ากับ 0.751 และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.565 มีตัวแปรอิสระ 2 ตัวคือ มูลค่าถนน และความครบถ้วนของสาธารณูปโภค ที่มีความสัมพันธ์ต่อราคาซื้อขายที่ดิน

แบบจำลองที่ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ หรือค่า R เท่ากับ 0.753 และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.567 มีตัวแปร อิสระ 3 ตัว มูลค่าถนน. ความครบถ้วนของสาธารณูปโภค และขนาดของแปลงที่ดินที่มีความสัมพันธ์ต่อราคาซื้อขายที่ดิน

แบบจำลองที่ 4 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ หรือค่า R เท่ากับ 0.753 และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.568 มีตัวแปร อิสระ 4 ตัว มูลค่าถนน. ความครบถ้วนของสาธารณูปโภค. ขนาดของแปลงที่ดิน และระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ ที่มีความสัมพันธ์ต่อราคาซื้อขายที่ดิน

แบบจำลองที่ 5 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ หรือค่า R เท่ากับ 0.754 และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.569 มีตัวแปร อิสระ 5 ตัว มูลค่าถนน. ความครบถ้วนของสาธารณูปโภค. ขนาดของแปลงที่ดิน. ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ และความกว้างของแปลงที่ดิน ที่มีความสัมพันธ์ต่อราคาซื้อขายที่ดินซึ่งแบบจำลองที่ 5 นี้เป็นแบบจำลองที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณมากที่สุด อีกทั้งยังมีตัวแปรอิสระที่สามารถทำนายตัวแปรตามอย่างราคาซื้อขายที่ดินมากที่สุด

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ ANOVA

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3846807795399.230	1	3846807795399.230	3570.044	.000b
	Residual	3036462447113.510	2818	1077523934.391		
	Total	6883270242512.740	2819			
2	Regression	3887313499633.300	2	1943656749816.650	1827.557	.000c
	Residual	2995956742879.450	2817	1063527420.262		
	Total	6883270242512.740	2819			
3	Regression	3900858730866.170	3	1300286243622.050	1227.733	.000d
	Residual	2982411511646.580	2816	1059094997.034		
	Total	6883270242512.740	2819			
4	Regression	3907905315802.080	4	976976328950.521	924.320	.000e
	Residual	2975364926710.660	2815	1056968002.384		
	Total	6883270242512.740	2819			
5	Regression	3913494010187.960	5	782698802037.593	741.643	.000f
	Residual	2969776232324.780	2814	1055357580.784		
	Total	6883270242512.740	2819			

ตารางที่ 6 การทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Coefficients)

Coefficients								
Model		Unstandardized Coefficients Beta	Std. Error	Standardized Coefficients Beta	T	Sig	Partial	Part
5	(Constant)	-3968.983	2042.911		-1.943	0.052		
	(มูลค่าถนน)	1.183	0.021	0.754	56.741	0.000	0.748	0.730
	(ครบถ้วนของสาธารณูปโภค)	7111.908	1244.342	0.072	5.715	0.000	0.130	0.107
	(ขนาดของแปลงที่ดิน)	-15.498	3.576	-0.072	-4.334	0.000	-0.113	-0.081
	(ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ)	744.036	299.162	0.033	2.487	0.013	-0.217	0.047
	(ความกว้างของแปลงที่ดิน)	129.633	56.333	0.038	2.301	0.021	-0.149	0.043

a. Dependent Variable: PRICE/บาท/ตารางวา

การทดสอบค่าทางสถิติเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของแบบจำลองทางสถิติ

การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างราคาซื้อขายที่ดินกับตัวแปรแต่ละตัวแปรในแบบจำลอง จากตารางที่ 6 จากการวิเคราะห์การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีนัยสำคัญทางสถิติพบว่า ค่า sig ของแบบจำลองที่ 5 ของแต่ละตัวแปร มีค่า sig ดังนี้ มูลค่าถนน 0.000 ความครบถ้วนของสาธารณูปโภค 0.000 ขนาดเนื้อที่ดิน 0.000 ระยะทางจากแหล่งมลพิษ 0.013 และความกว้างของแปลงที่ดิน 0.021 ซึ่งค่า sig ที่กล่าวมามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.050 จึงสามารถสรุปได้ว่าตัวแปรแต่ละตัวแปรส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาซื้อขายที่ดินในการศึกษาครั้งนี้

อีกหนึ่งการทดสอบค่าทางสถิติในครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้ใช้การกระจายตัวของตัวแปรตามทุกค่าของตัวแปรอิสระมีความแปรปรวนเท่ากัน (Autocorrelation) ผู้วิจัยพิจารณาปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ภายในตัวเอง (Autocorrelation) ผ่านการวิเคราะห์ค่า Dublin-Watson (D.W.) โดยถ้ามีค่าน้อยกว่า 1.5 หรือ มากกว่า 2.5 ถือว่าเกิดปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ภายในตัวเองเกิดขึ้น จากผลการศึกษาจากตารางที่ 4 ค่าการวิเคราะห์ค่า Dublin-Watson จากแบบจำลองที่ 5 นั้นมีค่า R^2 สูงที่สุดจากทั้ง 5 แบบจำลอง โดยมีค่า Dublin-Watson อยู่ที่ 2.002 ซึ่งอยู่ระหว่าง -1.5 - 2.5 ที่ระดับนัยยะสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสามารถสรุปได้ว่า ตัวแปรในแบบจำลองที่ 5 นี้ ไม่มีความแปรปรวนเท่ากันและสะท้อนให้เห็นว่าแบบจำลองนี้ไม่มีปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์ภายในตัวเอง

เมื่อพิจารณาค่า Standardized Coefficients Beta หรือค่า Beta ซึ่งแสดงถึงระดับอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาที่ดินโดยเฉลี่ย หากปัจจัยใดมีค่าสัมประสิทธิ์ Beta ที่มีค่ามาก แสดงว่าปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาที่ดินมากเช่นกัน จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีระดับอิทธิพลมากต่อการเปลี่ยนแปลงราคาที่ดิน มากที่สุด อันดับ 1 คือ มูลค่าถนน มีค่า Standardized Coefficients Beta เท่ากับ 0.754 อันดับ 2 มี 2 ปัจจัย คือ ความครบถ้วนของสาธารณูปโภค สาธารณูปการ และขนาดของแปลงที่ดิน ค่า Standardized Coefficients เท่ากับ 0.072 อันดับ3 คือ ความกว้างของแปลงที่ดิน ค่า Standardized Coefficients เท่ากับ 0.038 อันดับ 4 คือ ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ มีค่า Standardized Coefficients Beta เท่ากับ 0.033

จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณา ค่า Unstandardized Coefficients Beta หรือค่า Beta ซึ่งแสดงถึงระดับอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาที่ดินโดยเฉลี่ย เมื่อปัจจัยใดเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย เมื่อพิจารณาค่า Beta ของแต่ละปัจจัย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. มูลค่าถนน มีค่ามีค่าสัมประสิทธิ์ Beta เท่ากับ 1.183 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับราคาซื้อขายที่ดิน สามารถอธิบายได้ว่า หากมูลค่าถนนเพิ่มขึ้น 1 บาท/ตารางวา จะส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินเพิ่มขึ้น 1.183 บาท/ตารางวา

2. ความครบถ้วนของสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ มีค่า Beta เท่ากับ 7111.908 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับราคาซื้อขายที่ดิน สามารถอธิบายได้ว่า หากการมีสาธารณูปโภคและสาธารณูปการครบถ้วนจะส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินเพิ่มขึ้น 7111.908 บาท/ตารางวา

3. ขนาดของแปลงที่ดิน มีค่า Beta เท่ากับ –15.498 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบผกผันกับราคาซื้อขายที่ดิน สามารถอธิบายได้ว่า หากที่ดินมีขนาดเพิ่มมากขึ้น 1 ตารางวา จะส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินลดลง 15.498 บาท/ตารางวา

4. ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ มีค่า Beta เท่ากับ 744.036 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับราคาซื้อขายที่ดิน สามารถอธิบายได้ว่า ยิ่งห่างไกลจากแหล่งมลภาวะ 1 กิโลเมตร จะส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินเพิ่มขึ้น 744.036 บาท/ตารางวา

5. ความกว้างของแปลงที่ดิน มีค่า Beta เท่ากับ 129.633 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับราคาซื้อขายที่ดิน สามารถอธิบายได้ว่าหากแปลงที่ดิน มีความกว้างของแปลงที่ดินเพิ่มขึ้น 1 เมตร จะส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินเพิ่มขึ้น 129.633 บาท/ตารางวา

จากที่กล่าวมาในการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณเห็นได้ว่าแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ตัวแปรคือแบบจำลองที่ 5 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ หรือค่า R อยู่ที่ 0.754 และมีค่า R^2 อยู่ที่ 0.569 สามารถอธิบายได้ว่าแบบการพยากรณ์ดังกล่าวสามารถพยากรณ์ราคาซื้อขายที่ดินได้ ร้อยละ 56.9 ส่วนที่เหลือ $1-R^2$ อีกร้อยละ 43.1 นั้นเกิดจากปัจจัยอื่นที่มีผลต่อราคาที่ดินในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ และจากตารางที่ 5 การวิเคราะห์การถดถอย เชิงเส้นพบว่าค่า sig ของแบบจำลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.000 สามารถสรุปได้ว่า มีปัจจัยอย่างน้อย 1 ปัจจัย ที่สามารถอธิบายหรือมีอิทธิพลต่อปัจจัยราคาซื้อขายที่ดินในการศึกษาครั้งนี้

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ด้วยสมการถดถอยพหุคูณดังที่กล่าวมาสามารถสร้างการพยากรณ์ตัวแปรด้านราคาซื้อขายที่ดินได้ด้วยแบบจำลองที่ 5 ดังนี้

Y = –3968.983 +1.183(มูลค่าถนน) +7111.908(ความครบถ้วนของสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ) – 15.498 (ขนาดเนื้อที่แปลงที่ดิน) + 744.036(ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ) + 129.633(ความกว้างแปลงที่ดิน)

โดยที่

มูลค่าถนน	มีหน่วยวัดเป็น	บาท/ตารางวา
ความครบถ้วนของสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ	มีเงื่อนไขเป็น	สาธารณูปโภคฯ ครบถ้วน/ สาธารณูปโภคฯ ไม่ครบถ้วน
ขนาดเนื้อที่แปลงที่ดิน	มีหน่วยวัดเป็น	ตารางวา
ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ	มีหน่วยวัดเป็น	กิโลเมตร
ความกว้างของแปลงที่ดิน	มีหน่วยวัดเป็น	เมตร

โดยสมการการพยากรณ์มีค่า R^2 อยู่ที่ 0.569 สามารถอธิบายได้ว่าแบบการพยากรณ์ดังกล่าวสามารถพยากรณ์ราคาซื้อขายที่ดินได้ ร้อยละ 56.9 %

และจากการแจกแบบสอบถามความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อราคาที่ดิน ในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าทางสถิติ ดังนี้

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความสำคัญของการตัดสินใจเฉลี่ยของปัจจัยในเลือกตัดสินใจเลือกซื้อ/จะซื้อที่ดิน จากการแจกแบบสอบถามจำนวน 300 ราย

ลำดับ	ปัจจัย	Mean ($\overline{x}$)	Std. Deviation (S.D)	ระดับความสำคัญ
1	ประเภทถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน	4.68	0.534	มากที่สุด
	ความครบถ้วนสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ	4.68	0.534	มากที่สุด
2	ขนาดเนื้อที่ดิน	4.61	0.576	มากที่สุด
3	มูลค่าถนน	4.59	0.613	มากที่สุด
	ระยะห่างจากศูนย์กลางธุรกิจ	4.59	0.613	มากที่สุด
4	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (สีผังเมือง)	4.48	0.729	มากที่สุด
5	ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ	4.40	0.713	มากที่สุด
6	ระยะห่างจากถนนสายหลัก	4.39	0.663	มากที่สุด
7	พื้นผิวถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน	4.33	0.689	มากที่สุด
8	ความกว้างของถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน	4.28	0.723	มากที่สุด
9	ระดับความลึกของแปลงที่ดินเมื่อเทียบกับระดับถนน	4.19	0.788	มาก
10	ความกว้างของแปลงที่ดิน	4.17	0.738	มาก
	ลักษณะรูปทรงของแปลงที่ดิน	4.17	0.771	มาก
11	ราคาที่ดินไม่มีทางเข้าออก	4.09	0.837	มาก
	ระยะห่างจากมหาวิทยาลัย	4.09	0.837	มาก
	ระยะห่างจากสนามบิน	4.09	0.837	มาก
12	ความลึกของแปลงที่ดิน	4.02	0.797	มาก
	เฉลี่ย	**4.34**	**0.705**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 7 ระดับความสำคัญของการตัดสินใจเฉลี่ยของปัจจัยในเลือกตัดสินใจเลือกซื้อ/จะซื้อที่ดิน จากการวิเคราะห์พบว่า ระดับความสำคัญของการตัดสินใจเลือกซื้อ/จะซื้อที่ดิน “ระดับมากที่สุด”มีจำนวนทั้งสิ้น 10 ปัจจัย ดังนี้ ลำดับที่ 1 มี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยประเภทถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน และปัจจัยความครบถ้วนสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.534 ลำดับที่ 2 คือ ปัจจัยขนาดเนื้อที่ดิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.576 ลำดับที่ 3 มี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยมูลค่าถนน และปัจจัยระยะห่างจากศูนย์กลางธุรกิจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.613 ลำดับที่ 4 คือ ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน (สีผังเมือง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.729 ลำดับที่ 5 คือ ปัจจัยระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.713 ลำดับที่ 6 คือ ปัจจัยระยะห่างจากถนนสายหลัก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.663 ลำดับที่ 7 คือ ปัจจัยพื้นผิวถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.689 ลำดับที่ 8 คือ ปัจจัยความกว้างของถนนที่เข้าออกแปลงที่ดิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.723 สำหรับการแจกแบบสอบถามจำนวน 300 ราย เป็นเพียงเพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้บริการราคาประเมินที่ดินในเขตพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ เกี่ยวกับปัจจัยที่ผู้ตอบแบบสอบถามคิดว่ามีผลต่อราคาที่ดินและเพื่อต้องทราบว่าปัจจัยที่ได้แบบจำลองการประเมินราคาที่ดินที่วิเคราะห์จากกลุ่มตัวอย่างข้อมูลราคาซื้อขายจดทะเบียนฯ จำนวน 2,821 ข้อมูล นั้น ปัจจัยที่ได้จากแบบจำลองมีความเหมาะสมสอดคล้องกับบริบทพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่หรือไม่ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินที่ดินที่ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสมการถดถอยพหุคูณ นั้น มีความสอดคล้องเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จาก

การแจกแบบสอบถาม โดยพบว่ามีปัจจัยที่ประชาชนเลือกจำนวนถึง 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยความครบถ้วนสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ขนาดเนื้อที่ มูลค่าถนน และปัจจัยระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ สอดคล้องกันกับตัวแปร ที่ปรากฏในแบบจำลองการประเมินราคาที่ดินที่ได้จากวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยแบบพหุคูณ

การเปรียบเทียบความแตกต่างของราคาประเมิน

เมื่อทำการศึกษาจนได้ปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินที่ดิน และสร้างเป็นแบบจำลองการประเมินราคาที่ดิน ในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่แล้ว และได้กำหนดให้มีการนำสมการพยากรณ์ราคาประเมินที่ดินที่ได้ไปเปรียบเทียบกับการกำหนดราคาประเมินที่ดินของสำนักงานธนารักษ์พื้นที่เชียงใหม่ กรมธนารักษ์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำสมการพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้จากการวิจัยไปเปรียบเทียบกับราคาประเมินที่กรมธนารักษ์กำหนด ด้วยโปรแกรม Excel และโปรแกรมประยุกต์ทางภูมิศาสตร์ Arc GIS 10.5

ลำดับที่	ราคาประเมิน (บาท/ตารางวา)	ราคาแจ้งจดทะเบียน (บาท/ตารางวา)	ความกว้างแปลงที่ดิน (เมตร)	ขนาดแปลงที่ดิน (ตารางวา)	สาธารณูปโภค	ระยะห่างจากแห่งมลภาวะ (กิโลเมต	มูลค่าถนน (บาท/ตารางวา)	ราคาที่ได้จาก Model (บาท/ตารางวา)	ค่าความต่างจากราคาซื้อขาย (บาท/ตารางวา)	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงจากราคาซื้อขาย	ค่าความต่างจากราคาประเมิน (บาท/ตารางวา)	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงจากราคาประเมิน
1	8 000	8 017	22	116	0	6	8 200	11 249,99	3 233	40,32	3 249,99	40,62
2	15 000	29 698	18	122,5	0	2,4	15 000	16 015,80	-13 682	-46,07	1 015,80	6,77
3	30 000	44 721	18	44,1	1	1,7	30 000	41 547,72	-3 173	-7,09	11 547,72	38,49
4	8 000	8 000	8	43,8	0	5,1	8 000	9 647,85	1 648	20,60	1 647,85	20,60
5	37 500	57 624	13	56,4	1	6,2	37 500	52 929,59	-4 695	-8,15	15 429,59	41,15
6	8 000	15 085	10	100	0	2,3	9 000	8 135,83	-6 949	-46,07	135,83	1,70
7	52 500	65 496	18	381,7	0	5,4	25 000	26 041,62	-39 455	-60,24	-26 458,38	-50,40
8	22 000	22 000	15	70	1	2,1	22 000	31 591,04	9 591	43,60	9 591,04	43,60
9	6 000	10 938	7	64	0	5,1	8 000	9 205,16	-1 732	-15,84	3 205,16	53,42
10	10 000	10 526	10	47,5	1	2,2	10 500	17 761,48	7 235	68,73	7 761,48	77,61
11	65 000	91 710	15	60,2	1	3	65 000	83 281,55	-8 429	-9,19	18 281,55	28,13
12	16 000	17 816	18	100	1	4,8	16 000	26 426	8 610	48,33	10 425,89	65,16
13	8 000	8 131	8	46	0	4,7	8 000	9 316	1 185	14,58	1 316,14	16,45
14	13 500	13 500	15	90	0	3,7	25 000	28 909	15 409	114,14	15 408,63	114,14
15	15 000	15 210	10	41	1	5,5	15 000	25 641	10 431	68,58	10 641,04	70,94

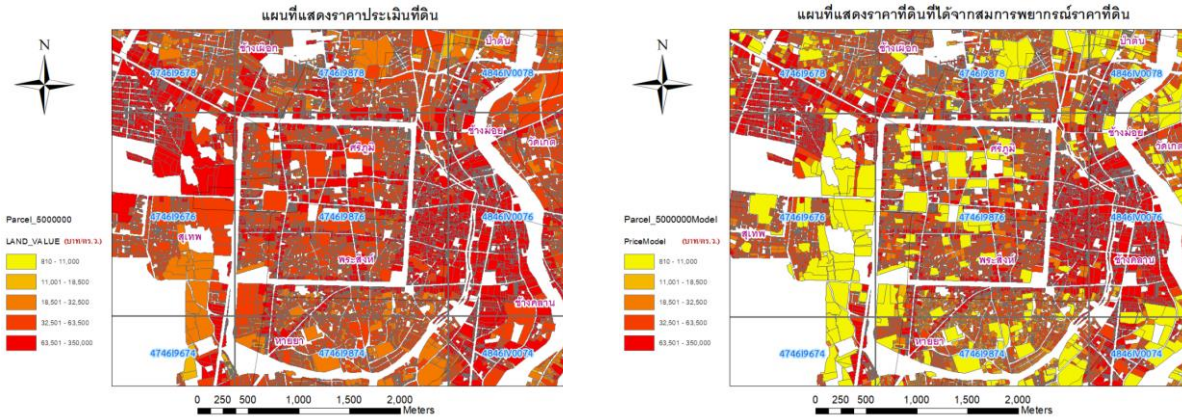
รูปที่ 7 ตัวอย่างแสดงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้จากการวิจัยกับราคาที่ดินจากการกำหนดราคาประเมินที่ดินของสำนักงานธนารักษ์พื้นที่เชียงใหม่ กรมธนารักษ์

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้จากการวิจัย กับราคาประเมินที่ดิน ของ กรมธนารักษ์ กระทรวงการคลัง

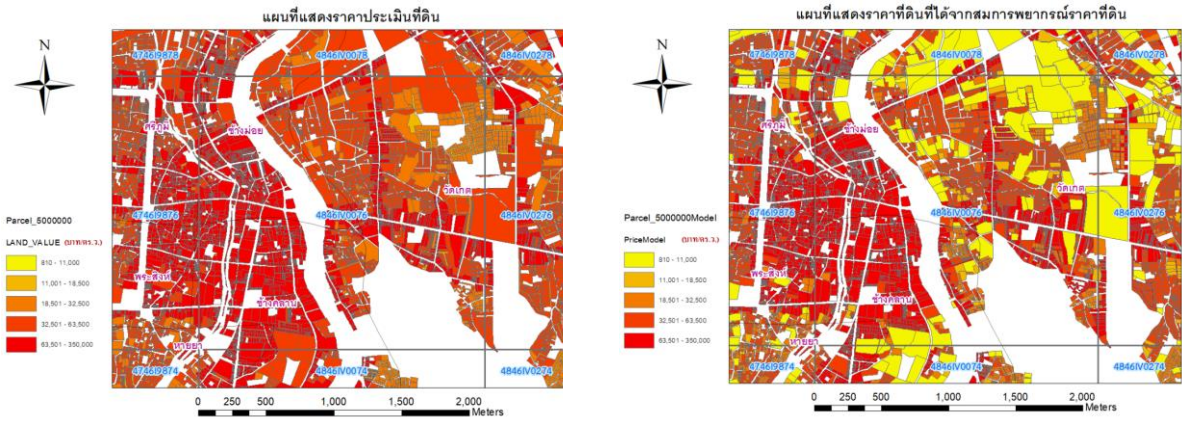
ราคาที่ได้จากModel	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงจากราคาซื้อขาย	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงจากราคาประเมิน
ค่าเฉลี่ย	22.36	52.85

จากตารางที่ 8 พบว่าราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้จากการวิจัยนี้ มีราคาราคาสูงกว่าราคาประเมินที่ดินของกรมธนารักษ์ เฉลี่ยร้อยละ 52.85 และราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้จากการวิจัยนี้ มีราคาราคาสูงกว่าราคาซื้อขายแจ้งจดทะเบียน เฉลี่ยร้อยละ 22.36

ซึ่งเมื่อนำแบบจำลองการพยากรณ์ราคาประเมินที่ดินจากการวิจัยไปสร้างแผนที่เพื่อทำนายราคาที่ดิน จะพบว่าแผนที่มีความแตกต่างกัน มีที่ดินบางแปลงที่ราคาที่ดินที่คำนวณได้จากแบบจำลอง ใกล้เคียงกับราคาซื้อขายจริง ทั้งนี้เนื่องจากสมการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ที่ได้มีความสามารถในการพยากรณ์ราคาที่ดิน ที่ระดับร้อยละ 56.9 ดังนั้น ราคาที่ดินที่ได้ อาจขึ้นอยู่กับปัจจัยตัวแปรอื่น ๆ ได้อีกนอกเหนือจากตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้



รูปที่ 8 แสดงความแตกต่างระหว่างราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินเปรียบเทียบกับราคาประเมินที่ดิน บริเวณ ระวาง 4746 I 9876 (บริเวณคูเมืองเชียงใหม่)



รูปที่ 9 แสดงความแตกต่างระหว่างราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินเปรียบเทียบกับราคาประเมินที่ดิน บริเวณ ระวาง 4846 IV 0076 (เทศบาลนครเชียงใหม่)

จากรูปที่ 8 และรูปที่ 9 พบว่าราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้จากการวิจัยนี้ บริเวณคูเมืองเชียงใหม่และบริเวณเทศบาลนครเชียงใหม่(ใกล้แม่น้ำปิง) จะพบว่าหากมีขนาดของแปลงที่ดินที่มีเนื้อที่ขนาดใหญ่จะมีราคาประเมินลดลง เนื่องจากในสมการพยากรณ์ราคาที่ดิน ผลที่ได้จากการวิจัย พบว่าปัจจัยขนาดเนื้อที่ของแปลงดินมีความสัมพันธ์ในเชิงผกผันกับราคาที่ดิน ดังนั้นเมื่อแปลงที่ดินที่มีขนาดใหญ่มาก จึงมีผลทำให้ราคาที่ดิน ที่วิเคราะห์ได้มีราคาลดต่ำลง

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินที่ดิน เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาประเมินที่ดิน ในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการศึกษาจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อราคาที่ดิน ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยกลุ่มคุณสมบัติของแปลงที่ดิน ปัจจัยกลุ่มทำเลที่ตั้ง และปัจจัยกลุ่มข้อจำกัดทางกฎหมาย ตัวแปรทั้ง 16 ตัวแปร และทำการสำรวจเก็บรวบรวมข้อมูลราคาซื้อขายที่ดินในพื้นที่ ข้อมูลราคาซื้อขายที่ดินที่มีการซื้อขายและแจ้งจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมที่สำนักงานที่ดิน จำนวน 2.821 แปลง ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยสมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ด้วยวิธีการถดถอยแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Regression) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการกำหนดราคาประเมินราคาที่ดิน พบว่าแบบจำลองที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการพยากรณ์ราคาประเมินที่ดิน ตัวแปรประกอบไปด้วยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาประเมินที่ดินจำนวน 5 ปัจจัย ได้แก่ มูลค่าถนน ความครบถ้วนของสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ขนาดเนื้อที่แปลงที่ดิน ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ และความกว้างแปลงที่ดินที่มีความสัมพันธ์กันและสามารถทำนายราคาซื้อขายที่ดินมากที่สุด

โดยมีผลการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในการพยากรณ์ตัวแปร มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ หรือค่า R อยู่ที่ 0.754 และมีค่า R2 อยู่ที่ 0.569 มีตัวแปรอิสระ 5 ตัว ที่มีความสัมพันธ์กันและสามารถทำนายราคาซื้อขายที่ดินมากที่สุดร้อยละ 56.9 ได้แก่ปัจจัย มูลค่าถนน ความครบถ้วนของสาธารณูปโภค ขนาดเนื้อที่แปลงที่ดิน ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ และความกว้างแปลงที่ดิน ดังสมการข้างล่าง

Y = –3968.983 +1.183(มูลค่าถนน) +7111.908(ความครบถ้วนของสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ) –15.498(ขนาดเนื้อที่แปลงที่ดิน) + 744.036(ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ) + 129.633(ความกว้างแปลงที่ดิน)

ที่ระดับนัยยะสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้ราคาที่ดินนั้นสูงขึ้น (ความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับราคาซื้อขายที่ดิน) ซึ่งมีระดับการส่งผลต่อราคาที่ดินที่แตกต่างกันออกไปนั้น ประกอบไปด้วย มูลค่าถนน ความครบถ้วนสาธารณูปโภค. ระยะห่างจากมลภาวะ สำหรับปัจจัยที่ส่งผลให้ราคาที่ดินลดต่ำลง (ความความสัมพันธ์แบบผกผันกับราคาซื้อขายที่ดิน) ซึ่งมีระดับการส่งผลต่อราคาที่ดินที่แตกต่างกันออกไปนั้น ประกอบไปด้วย ขนาดเนื้อที่แปลงที่ดิน และจากการแจกแบบสอบถามความคิดเห็นของประชาชน เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อราคาที่ดิน ในพื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีจำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยความครบถ้วนสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ ขนาดเนื้อที่ มูลค่าถนน และปัจจัยระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ สอดคล้องกันกับตัวแปรที่ปรากฏในแบบจำลองการประเมินราคาที่ดินที่ได้จากวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองการประเมินราคาที่ดินที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ มีความเหมาะสมกับบริบทพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ สำหรับผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้จากการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบกับราคาประเมินที่ดินของสำนักงานธนารักษ์พื้นที่เชียงใหม่ กรมธนารักษ์ กระทรวงการคลัง พบว่าราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้จากการวิจัยนี้ มีราคาราคาสูงกว่าราคาประเมินที่ดินของกรมธนารักษ์ เฉลี่ยร้อยละ 52.85 และราคาที่ดินที่ได้จากสมการพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้จากการวิจัยนี้ มีราคาราคาสูงกว่าราคาซื้อขายแจ้งจดทะเบียนเฉลี่ยร้อยละ 22.36

ซึ่งสาเหตุที่ปัจจัยดังกล่าวทั้ง 5 ปัจจัย มีอิทธิพลต่อการกำหนดราคาประเมินที่ดินในการศึกษาครั้งนี้ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ปัจจัยมูลค่าถนน เป็นความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับราคาซื้อขายที่ดิน หากมูลค่าถนนเพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศมนกร สุตะพันธ์ (2548) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการประเมินราคาที่ดินของภาครัฐ และประกอบกับข้อมูลราคาซื้อขายที่ดินที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลการแจ้งจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรมจากสำนักงานที่ดิน ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีฐานราคามาจากราคาประเมินที่ดินภาครัฐ ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญหน่วยงานของรัฐที่ใช้ในการกำหนดราคาประเมินที่ดินในปัจจุบัน จึงทำให้ปัจจัยมูลค่าถนนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงราคาที่ดิน จากแบบพยากรณ์การประเมินราคาที่ดินจากการวิจัยครั้งนี้

2. ปัจจัยความครบถ้วนของสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ เป็นความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับราคาซื้อขายที่ดิน หากการมีสาธารณูปโภคและสาธารณูปการครบถ้วนจะส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมาพร ฝากามน (2549) โดยผู้วิจัยขอยกตัวอย่างที่ดินบริเวณโครงการหมู่บ้านจัดสรร ซึ่งตามข้อกฎหมายจะต้องดำเนินการจัดเตรียมสาธารณูปโภคและสาธารณูปการไว้อย่างครบถ้วน ซึ่งแปลงที่ดินในโครงการหมู่บ้านจัดสรรนั้น ถือเป็นแปลงที่ดินที่ได้รับการพัฒนาแล้ว จะเห็นได้ว่าโครงการหมู่บ้านจัดสรรจะสามารถกำหนดราคาขายแปลงของแปลงที่ดินได้สูง ส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินเพิ่มขึ้นสูงกว่าบริเวณแปลงที่ดินที่ยังไม่พัฒนา หรือสาธารณูปโภคและสาธารณูปการไม่ครบถ้วน

3. ปัจจัยขนาดของแปลงที่ดิน เป็นความสัมพันธ์แบบผกผันกับราคาซื้อขายที่ดิน หากที่ดินมีขนาดเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมาพร ฝากามน (2549) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า เป็นไปตามหลักการซื้อขายโดยทั่วไป การซื้อของคราวละมาก ๆ ส่วนใหญ่แล้วผู้จำหน่ายหรือผู้ผลิตจะลดราคาจำหน่ายให้หรือให้ส่วนลด สำหรับกรณีการซื้อขายที่ดินก็เช่นกัน ยิ่งซื้อที่ดินที่มีเนื้อที่ที่มีแปลงขนาดใหญ่ต้องใช้จำนวนเงินที่สูงมาก ส่วนใหญ่เจ้าของที่ดินจะลดราคาขายทั้งแปลงให้ เช่น จากเดิมขายที่ดินทั้งแปลงเนื้อที่ 10 ไร่ เป็นเงิน 2,200,000 บาท โดยลดราคาขายทั้งแปลงให้เหลือเพียง 2,000,000 บาท ซึ่งมีผลให้ราคาที่ดินต่อตารางวาที่ลดลง และกรณีที่ที่ดินมีขนาดแปลงใหญ่จะมีสภาพคล่องในการเปลี่ยนมือซื้อขายได้น้อยกว่าแปลงที่ดินที่มีขนาดเล็ก ทำให้เจ้าของที่ดินต้องลดราคาที่ดินแปลงขนาดใหญ่นั้นลงมาก

4. ปัจจัยระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ เป็นความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับราคาซื้อขายที่ดิน ยิ่งห่างไกลจากแหล่งมลภาวะ จะส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งอาทิตย์ บูชาอินทร์ และกฤช จรินโท (2016) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ปัจจัยสำคัญที่ภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้งหมู่บ้านจัดสรรยุคใหม่ จะพบว่าระยะห่างจากภัยพิบัติและอาชญากรรม ซึ่งถือเป็นแหล่งมลภาวะอย่างหนึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ผู้ประกอบการใช้พิจารณาในการเลือกทำเล เพื่อการพัฒนาโครงการหมู่บ้านจัดสรรในปัจจุบัน

5. ปัจจัยความกว้างของแปลงที่ดิน เป็นความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับราคาซื้อขายที่ดิน หากแปลงที่ดินมีความกว้างเพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ราคาซื้อขายที่ดินเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษา สุพรชัย อุทัยนฤมล และวิษุวัต ชุมนุมพันธ์ (2553) โดยผู้วิจัยขอยกตัวอย่าง แปลงที่ดินมีความกว้างด้านที่ติดถนนมาก แปลงที่ดินนั้นรถยนต์ จะสามารถเข้าออกแปลงที่ดินได้สะดวกกว่าแปลงที่ดินที่มีความกว้างน้อย และแปลงที่ดินมีความกว้างด้านที่ติดถนนมากจะสามารถนำไปพัฒนาได้ง่าย โดยสามารถนำไปแบ่งแยกออกเป็นที่ดินหลาย ๆ แปลงได้ง่ายและสะดวกกว่าแปลงที่ดินที่มีด้านที่ติดถนนน้อย เนื่องจากทุกแปลงที่ดินต้องการมีทางเข้าออกเป็นของแปลงที่ดินนั้น ๆ เอง ซึ่งแปลงที่ดินซึ่งมีความกว้างน้อยจะไม่สามารถทำได้ ส่งผลให้แปลงที่ดินที่มีความกว้างด้านที่ติดถนนมาก จะมีราคาซื้อขายที่ดินสูงกว่าแปลงที่ดินที่มีความกว้างน้อย

สำหรับตัวอย่างงานวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองในการประเมินราคาที่ดินซึ่งเป็นแนวทางการศึกษาเดียวกันกับผู้วิจัยในครั้งนี้ เช่น งานวิจัยของ ตรงฉัตร โสตทิพยพันธุ์ (2550) ผลการศึกษาเรื่อง ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อแบบจำลองการประเมินราคาที่ดิน พบว่า มีค่า R2 อยู่ที่ 0.558 มีตัวแปรอิสระ 9 ตัว ที่มีความสัมพันธ์กันและสามารถทำนายราคาซื้อขายที่ดินมากที่สุดร้อยละ 55.8 ซึ่งใกล้เคียงกันกับผลการศึกษาของผู้วิจัยในครั้งนี้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดราคาประเมินที่ดิน และแบบจำลองการประเมินราคาที่ดินที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ มีความเหมาะสมกับบริบทและสอดคล้องกับพื้นที่ศึกษา พื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีการเติบโตของภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์เป็นอย่างมาก

ประโยชน์และข้อเสนอแนะสำหรับการประเมินราคาที่ดิน

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ในพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการกำหนดราคาที่ดิน ซึ่งได้แก่ มูลค่าถนน ความครบถ้วนของสาธารณูปโภคสาธารณูปการ ขนาดเนื้อที่แปลงที่ดิน ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ และความกว้างแปลงที่ดิน ซึ่งผลของการวิจัยนี้อาจเป็นประโยชน์และสามารถนำไปเป็นแบบพยากรณ์ หรือเป็นแนวทางในการกำหนดราคาประเมินที่ดินภาครัฐ ให้ได้ใกล้เคียงราคาตลาด ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยอาจนำผลจากงานวิจัยนี้ ไปเป็นแนวทางในการเพื่อพัฒนาวิธีการปฏิบัติงานการประเมินราคาที่ดินโดยนำปัจจัยที่ศึกษาว่ามีความสัมพันธ์กับการกำหนดราคาประเมินที่ดิน ที่มีความแตกต่างจากปัจจัยที่กรมธนารักษ์ใช้เป็นปัจจัยในการกำหนดราคาในปัจจุบัน เพิ่มเติมเข้าไปปัจจัยในการพิจารณากำหนดราคาประเมินภาครัฐ ได้แก่ ความครบถ้วนของสาธารณูปโภคสาธารณูปการ ขนาดเนื้อที่แปลงที่ดิน ระยะห่างจากแหล่งมลภาวะ และความกว้างแปลงที่ดิน และอาจนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรุงปรุงวิธีการปฏิบัติงาน หรือปรับปรุงวิธีการประเมินราคาที่ดินภาครัฐให้มีความครอบคลุมมากขึ้นกว่าเดิม หรืออาจนำค่าสัมประสิทธิ์ Beta ไปปรับใช้เป็นแนวทางในการให้น้ำหนักคะแนนความสำคัญปัจจัยในการประเมินราคาที่ดินในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อให้การพิจารณากำหนดราคาภาครัฐเพื่อให้ได้ราคาประเมินที่กำหนดมีความใกล้เคียงกับราคาซื้อขายที่ดินในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับภาครัฐได้อีกทางหนึ่ง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยที่มีความครอบคลุมและมีความสำคัญในทางสถิติมากยิ่งขึ้น ผลการศึกษาได้สะท้อนให้เห็นว่าแม้ตัวแปรที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะมีจำนวนถึง 16 ตัวแปร แต่อย่างไรก็ตาม แบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุดนั้น ยังอธิบายราคาที่ดินได้แค่เพียงร้อยละ 56.9 เท่านั้น ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ยังไม่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแบบพยากรณ์ราคาที่ดินที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ได้ อีกร้อยละ 43.1 ผู้วิจัยจึงต้องการเสนอแนะให้การศึกษาในประเด็นเดียวกัน หรือประเด็นที่มีความใกล้เคียงในอนาคตนั้น พิจารณาปัจจัยที่มีความสำคัญทั้งในด้านเนื้อหาและทางด้านสถิติในมิติอื่น ๆ เช่น ปัจจัยทางเศรษฐกิจ หรือ ปัจจัยทางด้านการเก็งกำไรธุรกิจ เป็นต้น ควบคู่กันไปด้วย เพื่อให้แบบจำลองในอนาคตนั้นสามารถสะท้อน และอธิบายผลของ ตัวแปรต่าง ๆ ต่อราคาที่ดินในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2. ความไม่ครอบคลุมประเด็นด้านช่วงเวลาของของแบบจำลอง และข้อมูล ที่อาจส่งความแม่นยำในกระบวนการวิเคราะห์และการประมวลผล แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษานั้นเป็นแบบจำลอง ในรูปแบบการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ซึ่งแบบจำลองนี้นั้น ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของเวลาจากข้อมูลต่าง ๆ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษา จากทั้ง 2.821 แปลง 45.136 ข้อมูล นั้น เป็นข้อมูลที่ไม่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของราคาที่ดินตามช่วงระยะเวลาต่าง ๆ ซึ่งอาจส่งผลให้ความแม่นยำทั้งในด้านการวิเคราะห์และการประมวลนั้น เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ หากในอนาคตแบบจำลองจากการศึกษานี้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้

ด้วยแบบจำลองทางสถิติอื่น ๆ ที่มีการคำนึงถึงผลของเวลาต่อปัจจัยที่นำมาใช้ในการศึกษา ซึ่งอาจสะท้อนให้เห็นถึงอธิพลและรูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากผลของเวลาในการประเมินราคาที่ดินที่อาจยังไม่ได้ถูกบ่งชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนในแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ที่ใช้ในการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

กฎกระทรวงการกำหนดราคาประเมินที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้าง การจัดทำบัญชีราคาประเมินที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้าง และแผนที่ประกอบการประเมินราคาที่ดิน พ.ศ. 2563. (9 ธันวาคม 2563). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่มที่ 137 ตอนที่ 101 ก. น. 1– 8.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2546). *การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ ข้อมูล* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: บริษัทธรรมสาร จำกัด.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2560). *สถิติสำหรับงานวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะกรรมการประเมินราคาทรัพย์สิน กระทรวงมหาดไทย. (2535). *แนวทางการปฏิบัติงานประเมินราคาทรัพย์สิน.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

ตรงฉัตร โสตทิพยพันธุ์. (2550). *ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อแบบจำลองการประเมินราคาที่ดิน* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2553). การเขียนโครงการวิจัย. *Creative Science, 2*(3), 1–18.

พระราชบัญญัติภาษีที่ดินและสิ่งปลูกสร้าง พ.ศ. 2562. (2562. 12 มีนาคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่มที่ 136 ตอนที่ 30 ก. น. 21–51.

รุ่งอาทิตย์ บูชาอินทร์. และกฤช จรินโท. (2559). ปัจจัยที่ใช้ในการวางแผนองค์การธุรกิจ อสังหาริมทรัพย์ด้านการเลือกทำเลที่ตั้งหมู่บ้านจัดสรรยุคใหม่. *วารสารปัญญาภิวัฒน์, 8*(2), 1–10.

ศมนกร สุตะพันธ์. (2548). *ปัจจัยที่มีผลต่อการประเมินราคาที่ดินรายแปลง: ศึกษาเฉพาะพื้นที่ตำบลหาดเจ้าสำราญ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี.* (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สมาพร ฝากามน. (2549). *แบบจำลองเพื่อประเมินมูลค่าที่ดิน: กรณีศึกษาที่ดินเพื่ออยู่อาศัย อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สายวรุณ สุกก่า. เอกสิริ แก่นศักดิ์ศิริ. และอุทุมพร โดมทอง. (2560). *สหสัมพันธ์ภายในชั้น.* ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักประเมินราคาทรัพย์สิน กรมธนารักษ์. (2556). *แนวทางปฏิบัติงานประเมินราคาที่ดินรายแปลงเพื่อการจดทะเบียนสิทธิและนิติกรรม.* กรุงเทพฯ: สำนักประเมินราคาทรัพย์สิน กรมธนารักษ์.

สุพรชัย อุทัยนฤมล. และวิษุวัต ชุมนุมพันธ์. (2553). การประยุกต์ใช้ระบบ GIS เป็น เครื่องมือช่วยในการตัดสินใจกำหนดราคาค่าทดแทนที่ดินเพื่อการเวนคืนอสังหาริมทรัพย์โครงการก่อสร้างถนนตามผังเมืองรวม กรมทางหลวงชนบท. *วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร, 5*(1), 43–50.

โสภณ พรโชคชัย. (2547). *AVM/CAMA นวัตกรรมการประเมินค่าทรัพย์สินสำหรับประเทศไทย.* สืบค้น 1 กันยายน 2556. จาก http://www.manager.co.th/Daily/ViewNews .aspx?NewsID=9470000050045&Keyword=AVM%2B/%2BCAMA.

อโณทัย งามวิชัยกิจ. (2 กันยายน 2565). *สถิติในการวิจัย Multiple Regression และ Collinearity* [Video file]. จาก https://youtu.be/wvuO3Lf842Y?si=VdFGSt5VQAFEmJiI.

Yamane. T. (1973). *Statistics: An Introductory Analysis.* New york. USA: Harper and Row Publication.

การศึกษาวิธีการตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่พื้นผิวน้ำทะเลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมเซนติเนล-3 บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด

ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา[1], อนุกูล บูรณประทีปรัตน์[1], วิชญา กันบัว[1], ธนพล ไชยพิพัฒนขจร[1], นพิษฐา กิ่งแก้ว[1] และ ประสาร อินทเจริญ[1*]

Study on the Method of Sea Surface Chlorophyll-a Measurements Base-on Sentinel-3 Satellite Imagery in Coastal Areas of Trat Province

Patrawut Thaipichitburapha[1], Anukul Buranapratheprat[1], Vichaya Gunbua[1], Thanapon Chaipiputnakhajorn[1], Napittha Kingkeaw[1] and Prasarn Intacharoen[1*]

[1] Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chonburi, 20131

* Corresponding author: prasarni@buu.ac.th

Received: January 23, 2024; Revised: February 29, 2024; Accepted: March 5, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ วิเคราะห์หาวิธีการตรวจวัดปริมาณค่าคลอโรฟิลล์-เอ ที่พื้นผิวน้ำทะเลในแหล่งน้ำทะเลชายฝั่งโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม บริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดตราด โดยใช้คุณสมบัติค่าการสะท้อนที่ตรวจวัดได้จากเซนเซอร์ของดาวเทียมนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลจากภาคสนามเพื่อนำไปสร้างอัลกอริทึมที่นำไปใช้ตรวจวัดปริมาณค่าคลอโรฟิลล์-เอ ตามวิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและรวดเร็วและได้ข้อมูลเชิงพื้นที่ในบริเวณกว้าง ทำให้สามารถนำผลที่ได้ไปวางแผนบริหารจัดการชายฝั่งต่อไป ทั้งนี้ได้มีการตรวจวัดความเข้มข้นของปริมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ จากภาคสนามในบริเวณชายฝั่งทะเลทางทิศใต้ของอ่าวตราด จังหวัดตราด จำนวน 3 ครั้ง เก็บข้อมูลจำนวน 45 ชุดข้อมูล ได้แก่ข้อมูลเดือนพฤศจิกายน 2563 เดือนมกราคม 2564 และ เดือนมีนาคม 2565 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.65±0.38 0.74±0.18 และ 1.05±0.10 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเซนติเนล-3 ที่ผ่านกระบวนการแปลงค่าพลังงานเป็นค่าการสะท้อน การปรับแก้ค่าความความผิดเพี้ยนจากบรรยากาศ และนำไปพัฒนาอัลกอริทึมที่ได้จากข้อมูลดาวเทียมที่ดีที่สุด ผลที่ได้พบว่าอัลกอริทึม OC3M ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสูงที่สุด (R^2=0.77) และมีความเหมาะสมที่นำไปใช้ในการประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลของจังหวัดตราด นอกจากนี้ผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปริมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ที่ตรวจวัดได้จากภาคสนามกับอัลกอริทึมของ OC3M และ อัลกอริทึม NN จากดาวเทียมเซนติเนล-3 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R=0.68) ที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นอัลกอริทึม NN จากดาวเทียมเซนติเนล-3 สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลของจังหวัดตราด ได้โดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์ด้วยอัลกอริทึมอื่น ๆ

คำสำคัญ: คลอโรฟิลล์-เอ, ดาวเทียมเซนติเนล-3, อัลกอริทึม, ชายฝั่งทะเล, จังหวัดตราด

---

[1] ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131

Abstract

This research objective was studied on the method for measuring the amount of chlorophyll-a at the sea surface in coastal areas of Trat Province by using satellite image data. By using the reflectance properties measured by satellite sensors, which was analyzed together with data from in situ to create an algorithm that can be used to measure chlorophyll-a values. The useful in measuring of chlorophyll- a values which an appropriate method to obtain accurate and fast information and was obtained the spatial information in a wide area. This allows the results to be used to plan for further coastal management. Three cruise field data set were investigated from the south along coast of Trat province. Forty-five data sets were collected, including data from November 2020, January 2021, and March 2022. It was found that the average values were 0.65±0.38, 0.74±0.18, and 1.05±0.10 micrograms per liter, respectively. Then, input sea surface chlorophyll-a to three candidate algorithms were analyzed based on reflectance of Sentinel-3 satellite imageries which was calculated of radiance to reflectance. Correcting atmospheric distortion was used to develop the best algorithm derived from satellite data. The results showed that the OC3M algorithm gave the highest correlation value (R^2=0.77) and was suitable for use in estimating chlorophyll-a values in the coastal area of Trat Province. In addition, the results were compared the relationship of the amount of chlorophyll-a which measured in the field with OC3M and NN algorithm from the Sentinel-3 satellite. It was found that the correlation coefficient (R=0.68) was not different. Therefore, it can be concluded that the NN algorithm from the Sentinel-3 satellite can be used to estimate sea surface chlorophyll-a values in the coastal area of Trat Province without having to analyze it through various algorithmic processes.

Keywords: Chlorophyll-a, Sentinel-3, Algorithm, Coastal, Trat Province

บทนำ

ตราดเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกที่มีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญและมีความอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะทรัพยากรประมง เนื่องจากเป็นพื้นที่ติดทะเลและมีภูเขาโอบล้อม ทำให้มีแม่น้ำลำคลองหลาย สายไหลลงสู่อ่าวตราดโดยมีแม่น้ำสำคัญ ๆ ได้แก่ แม่น้ำเวฬุ แม่น้ำตราด (ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา และ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2564) ซึ่งแม่น้ำ ลำคลอง จะพาสารอาหารต่าง ๆ ที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ของพื้นที่บนแผ่นดิน ดังเช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และกลุ่มตะกอนแขวนลอย ที่ไหลมาพร้อมกับมวลของน้ำท่าและไหลลงสู่ชายฝั่งทะเลจังหวัดตราดและพื้นที่ใกล้เคียง ทำให้เกิดการสะสมหรือเพิ่มสารอาหารลงในไปในทะเลชายฝั่ง เป็นผลทำให้เกิดการกระตุ้นและมีโอกาสเร่งให้เกิดสภาวะการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton bloom) หรือปรากฏการน้ำทะเลเปลี่ยนสี (Red tide) ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่มาจากแพลงก์ตอนพืช มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งในระบบนิเวศแพลงก์ตอนพืชจะมีความสำคัญอย่างมากเนื่องจากเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น จึงสามารถใช้ค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์-เอ มาประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542) ทั้งนี้การไหลบ่าของมวลน้ำที่จะพาตะกอนแขวนลอยมากับน้ำท่าและไหลสู่ทะเลในช่วงฤดูฝน (เบญจมาศ มีทรัพย์ และคณะ, 2564) ทำให้น้ำมีความขุ่น ส่งผลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เช่น ตะกอนทำให้เกิดการอุดตันเหงือกของสัตว์น้ำ และเมื่อมีสภาวะทางเคมีที่เหมาะสมยังสามารถปลดปล่อยสารอินทรีย์และอนินทรีย์ (สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ และ คณะ, 2560) ซึ่งจะส่งผลต่อจำนวนของแพลงก์ตอนพืชและปริมาณของคลอโรฟิลล์-เอ ในแหล่งน้ำ

การตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของค่าคลอโรฟิลด์-เอ ในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลสามารถใช้เป็นดัชนีสำหรับบ่งบอกถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศได้ ดังเช่นในบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด ที่มีการนำค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลด์-เอ มาเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินและพบว่าชายฝั่งทะเลของจังหวัดตราด มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง (Mesotrophic status) คลอโรฟิลด์-เอ อยู่ในช่วง 1-3 ไมโครกรัมต่อลิตร (ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา และ คณะ, 2566) ทั้งนี้การเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในทะเลชายฝั่งโดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับกระแสน้ำชายฝั่งเป็นหลัก ซึ่งบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราดก็เช่นกัน การไหลเวียนของกระแสน้ำนั้นจะถูกควบคุมโดยอิทธิพลของลมที่ทิศทางการไหลจะเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงลมมรสุม (สุจิตรา บุญจันทร์ และคณะ, 2566) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของปริมาณคลอโรฟิลด์ได้

ในปัจจุบันการรับรู้จากระยะไกล (Remote sensing) ได้ถูกนำมาใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งมากขึ้น ซึ่งเป็นการนำภาพถ่ายจากดาวเทียมมาใช้ในการตรวจวัด ติดตามและเฝ้าระวัง การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ นับเป็นเทคโนโลยีที่มีประโยชน์อย่างมากในการติดตามปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมรวมถึงด้านสมุทรศาสตร์ (อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ อัญญดา มีสุข, 2556) โดยมีจุดเด่นที่สามารถเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา (Space and time) ในบริเวณกว้างได้ ซึ่งสามารถนำเอาคุณสมบัติจากการตรวจวัดพลังงานค่าการสะท้อนของวัตถุเป้าหมาย มาพัฒนาอัลกอริทึมที่เกี่ยวข้องได้โดยใช้คุณสมบัติค่าการสะท้อนพลังงานแสงบนพื้นผิวน้ำเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์ที่ได้กับการตรวจวัดจริงในภาคสนาม เช่น การศึกษาอัลกอริทึมท้องถิ่นเพื่อการวิเคราะห์คลอโรฟิลล์-เอ ที่ผิวทะเลโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Aqua/Terra (MODIS sensor) บริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบอัลกอริทึมที่ดัดแปลงมาจากอัลกอริทึมสากล 4 รูปแบบ ได้แก่ OC3M, Aiken-C, rGBr และ Chula กับข้อมูลจากดาวเทียม (ประสาร อินทเจริญ และ คณะ, 2561) ทั้งนี้ OC3M (O'Reilly et al., 2000) เป็นอัลกอริทึมสากลที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินความเข้มข้นของคลอโรฟิลด์-เอ ในแหล่งน้ำชายฝั่งที่ประยุกต์ใช้กับดาวเทียม Aqua /Terra-MODIS นอกจากนี้ Leenawarat, et al. (2022) ใช้ค่าคลอโรฟิลด์-เอ ที่พื้นผิวทะเลในบริเวณอ่าวไทย ซึ่งตรวจวัดได้จากเซ็นเซอร์ของ MODIS มาใช้ในการศึกษาอิทธิพลของมรสุมเขตร้อนและปรากฏการณ์ ENSO ที่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลด์-เอ ในบริเวณอ่าวไทยโดยพบว่า ปริมาณฝนและการไหลบ่าของน้ำจากแม่น้ำ รวมถึงอิทธิพลของกระลมชายฝั่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลด์-เอ ในบริเวณชายฝั่ง

ดาวเทียม Sentinel-3 ถูกส่งขึ้นวงโคจรจำนวน 2 ดวงได้แก่ Sentinel-3A และ Sentinel-3B มีเป้าหมายหลักในการตรวจวัดข้อมูลของพื้นผิวทะเล เช่น อุณหภูมิพื้นผิวโลกและสีของมหาสมุทร (Ocean color) ด้วยเครื่องมือตรวจวัดที่มีการใช้งานบนดาวเทียม ซึ่งประกอบด้วย เครื่องมือวัดอุณหภูมิผิวทะเลและอุณหภูมิพื้นดิน (Sea and Land Surface Temperature Radiometer: SLSTR) เครื่องมือวัดสีมหาสมุทรและแผ่นดิน (Ocean and Land Color Instrument: OLCI) โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ 300 เมตร และมีความละเอียดเชิงคลื่น 21 ช่วงคลื่น สำหรับการศึกษานี้มีการใช้งานเพียง 4 ช่วงคลื่น ได้แก่ ช่วงคลื่น 442.5 490 510 และ 560 นาโนเมตร อีกทั้งสามารถกลับมาบันทึกภาพซ้ำที่เดิมได้ทุก ๆ 4 วัน (EUMETSAT, 2021)

สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อ วิเคราะห์หาวิธีการตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่พื้นผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราดโดยใช้ ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-3 ทั้งนี้จะทำให้ผู้ใช้ประโยชน์สามารถเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการตรวจวัดค่าคลอโรฟิลล์-เอ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง รวดเร็ว และ สามารถนำผลที่ได้ไปใช้ในการวางแผนบริหารจัดการชายฝั่งต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์หาวิธีการตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่พื้นผิวน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมเซนติเนล-3

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานี้ ประกอบด้วย

1.1 ข้อมูลพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าคลอโรฟิลล์-เอ ซึ่งได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำจากภาคสนามและทำการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของค่าคลอโรฟิลล์-เอ ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธี Spectrophotometer method (Strickland and Parsons, 1972)

1.2 ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-3 โดยสามารถดาวน์โหลดฟรี จากเว็บไซต์ขององค์การอวกาศยุโรป (European Space Agency หรือ ESA) (https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home)

1.3 ชุดเครื่องมือประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล ชุดโปรแกรมของระบบภูมิสารสนเทศชนิดรหัสเปิด SeNtinel Application Platform (SNAP)

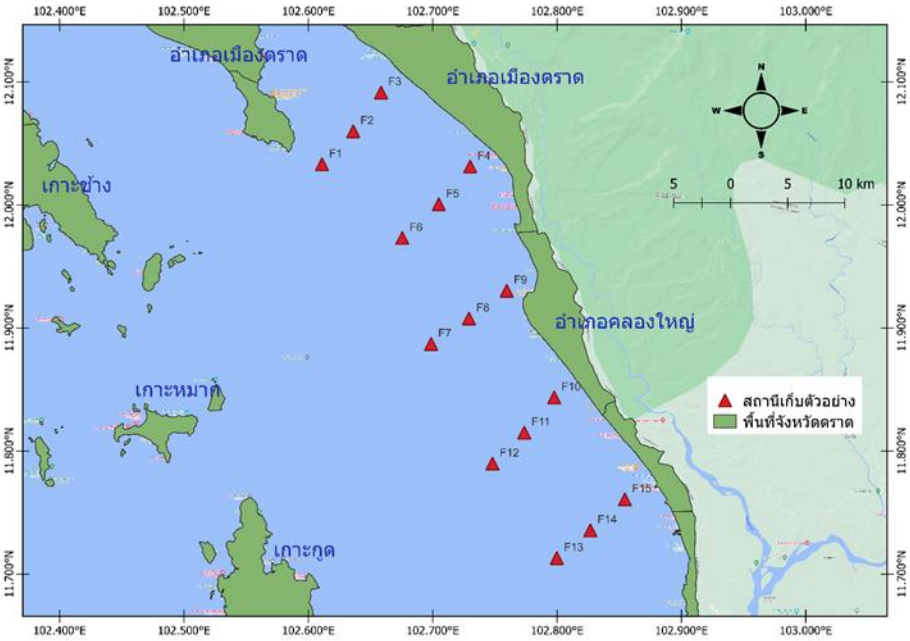
2. วิธีการศึกษา ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการดังนี้

2.1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม ทำการเก็บตัวอย่างภาคสนามบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด จำนวน 15 สถานี (รูปที่ 1) โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 3 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 วันที่ 18-19 พฤศจิกายน 2563 ครั้งที่ 2 วันที่ 29-30 มกราคม 2564 และ-ครั้งที่ 3 วันที่ 27-28 มีนาคม 2565 ทำการวัดคุณภาพน้ำทั่วไปด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบภาคสนาม (YSI Model 2030) ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความลึก ณ บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์หาปริมาณค่าคลอโรฟิลล์-เอ โดยนำตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 0.5 เมตร มาทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามวิธีของ Strickland & Parsons (1972)

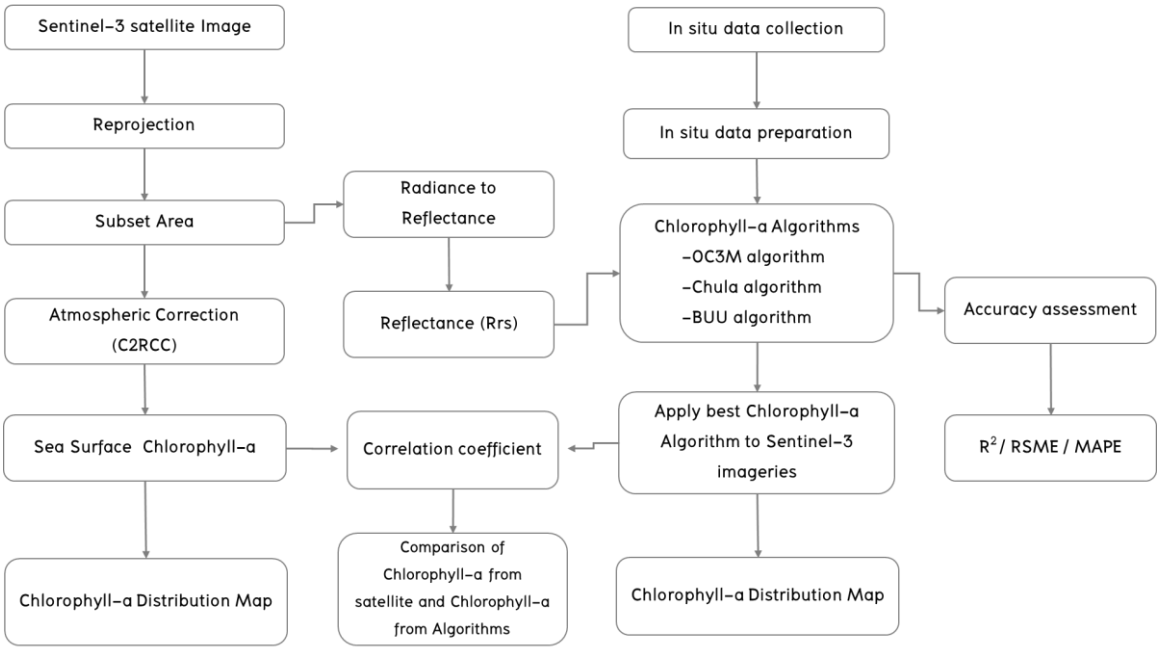
2.2 การประมวลผลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-3 ทำการสืบค้นข้อมูลภาพจากเว็บไซต์ โดยการเลือกภาพที่ตรงกับช่วงวันที่เก็บข้อมูลภาคสนาม กรณีที่ไม่มีภาพ ณ วันที่เก็บข้อมูล (เนื่องจากกรณีมีเมฆปกคลุมมาก) สามารถเลือกภาพที่อยู่ภายในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันให้มากที่สุดก็สามารถยอมรับได้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางทะเล (Horning, et al., 2010) ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีทั้งหมดจำนวน 4 ภาพ ได้แก่ ภาพวันที่ 17-18 พฤศจิกายน 2563 จำนวน 2 ภาพ วันที่ 29 มกราคม 2564 จำนวน 1 ภาพ และ วันที่ 26 มีนาคม 2565 จำนวน 1 ภาพ (รูปที่ 4)

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณค่าคลอโรฟิลล์-เอ ด้วยแบบจำลอง C2RCC ทำการประมวลผลภาพถ่ายจากดาวเทียม ด้วยโปแกรม SNAP โดยทำการปรับแก้เชิงเรขาคณิตของภาพ (Reprojection) และ ตัดภาพให้เหลือเฉพาะพื้นที่ศึกษา (Subset area) โดยข้อมูลชุดแรกนำไปปรับแก้ค่าผลกระทบที่เกิดจากค่าการกระเจิงของพลังงานจากบรรยากาศ (Atmospheric correction) ด้วยแบบจำลอง Case 2 Regional Coast Color (C2RCC) ในกระบวนการนี้สามารถคำนวณปริมาณค่าคลอโรฟิลล์-เอ บริเวณพื้นผิวทะเลด้วยกระบวนการของ Neural networks (NN) ข้อมูลชุดที่สองนำไปแปลงค่าพลังงานเป็นค่าการสะท้อน (Radiance to reflectance) และนำค่าการสะท้อนในแต่ละช่วงคลื่นไปใช้ในการสร้างอัลกอริทึม สำหรับประมาณค่าคลอโรฟิลล์-เอ ด้วยสมการสากล (Global algorithm) พร้อมปรับให้เป็นอัลกอริทึมท้องถิ่นเพื่อประโยชน์ในการคำนวณค่าคลอโรฟิลล์-เอ เฉพาะพื้นที่ชายฝั่งของจังหวัดตราด (Local algorithm) และ ประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองการถดถอย (Evaluating regression model performance) โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) และค่าเฉลี่ยของร้อยละความผิดพลาด

สัมบูรณ์ (MAPE) นำอัลกอริทึมที่ดีที่สุดไปประยุกต์ใช้ สำหรับประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ในช่วงเวลาอื่น ๆ นอกจากนี้นำผลของค่าคลอโรฟิลด์-เอ ที่ได้จากการวิเคราะห์ของ Neural networks (NN) กับค่าที่คำนวณได้จาก Local algorithm เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่อไป (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 แสดงสถานีเก็บข้อมูลในบริเวณพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 2 กระบวนการศึกษา

2.4 การสร้างอัลกอริธึมสำหรับประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ด้วยสมการสากล เป็นการนำค่าการสะท้อนของภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-3 มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และตรวจวัดจากภาคสนาม เพื่อให้ได้อัลกอริทึมที่ดีที่สุด เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาใช้การประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ เป็นการเฉพาะในบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด การศึกษานี้ได้มีการใช้อัลกอริทึมสากลของ OC3M algorithm (O'Reilly et al., 2000) ใช้อัลกอริทึมท้องถิ่นที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับอ่าวไทยตอนบนคือ Chl_{Chula} algorithm (Matsumura et al., 2006) และมีการทดลองพัฒนาอัลกอริทึมท้องถิ่นสำหรับชายฝั่งทะเลตราดคือ Chl_{BUU} algorithm รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

2.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าคลอโรฟิลด์-เอ เนื่องจากเป้าประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อหาวิธีการตรวจวัดค่าคลอโรฟิลด์-เอ บริเวณพื้นผิวหน้าทะเลที่ให้ผลความถูกต้องมีความใกล้เคียงกับข้อมูลจากภาคสนามมากที่สุด ทั้งนี้ข้อมูลนำเข้าสำหรับการศึกษานี้ ได้มาจาก 3 แหล่ง ได้แก่ ข้อมูลจากภาคสนาม (In situ data) ข้อมูลจากอัลกอริทึมสากลของข้อมูลจากดาวเทียมที่ผ่านการวิเคราะห์ของกระบวนการ C2RCC และชุดข้อมูลอัลกอริทึมที่ใช้ประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ นอกจากนี้มีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าคลอโรฟิลด์ที่ได้จากทั้ง 3 แหล่งดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ Correlation matrix และใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ในการอธิบายว่าควรจะนำอัลกอริทึมแบบใดมาใช้ในการประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ต่อไป

ตารางที่ 1 โครงสร้างของอัลกอริทึมสำหรับการประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ

Algorithms name	Structure of algorithms
OC3M algorithm (O'Reilly et al., 2000)	C_{chla} (mg/m^3) = $10^{(a0+a1R + a2R^2+a3R^3+a4R^4)}$; $R = \log_{10}[\max(\frac{Rrs(443)}{Rrs(550)}, \frac{Rrs(490)}{Rrs(550)})]$
Chl_{chula} algorithm (Matsumura et al., 2006)	Chl_{chula} (mg/m^3) = 181.4 exp(−4.74R) ; R = Rrs(520)/Rrs(565)
Chl_{BUU} algorithm (งานวิจัยนี้)	Chl_{BUU} (mg/m^3) = $a_0+a_1R + a_2R^2$; R = Rrs(490)/Rrs(560)

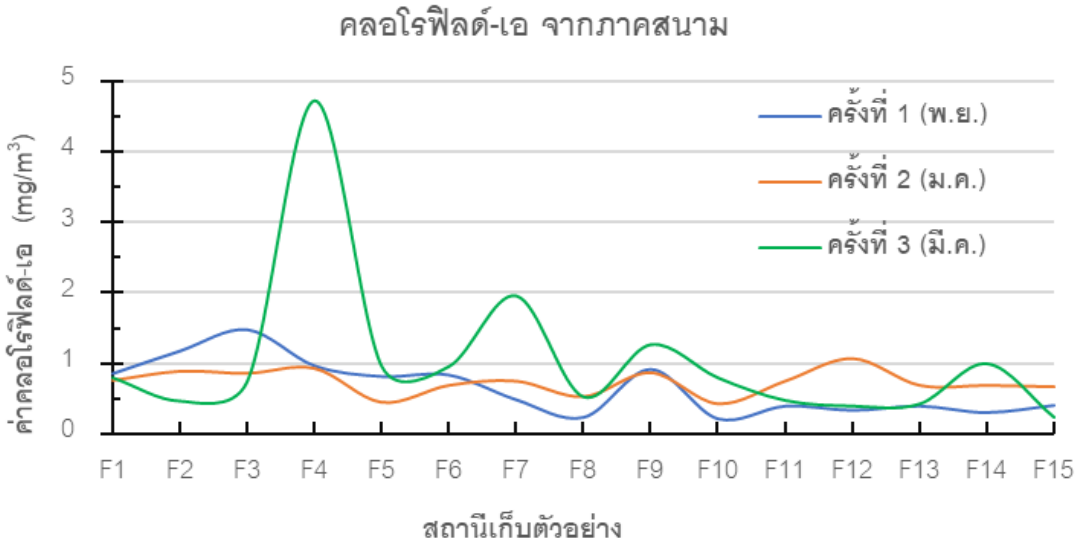
ผลการศึกษา

1. ข้อมูลปริมาณความเข้มข้นของค่าคลอโรฟิลด์-เอ จากภาคสนามในพื้นที่ศึกษา

จากการเก็บตัวอย่างจำนวน 3 ครั้ง ได้ผลของข้อมูลดังแสดงใน ตารางที่ 2 พบว่า ในครั้งที่ 1 ซึ่งเก็บข้อมูลในเดือนพฤศจิกายน 2563 มีค่าอยู่ในช่วง 0.21-1.47 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.65±0.38 ไมโครกรัมต่อลิตร ครั้งที่ 2 เก็บข้อมูลในเดือนมกราคม 2564 มีค่าอยู่ในช่วง 0.43-1.07 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.74±0.18 ไมโครกรัมต่อลิตร ครั้งที่ 3 เก็บข้อมูลในเดือนมีนาคม 2565 มีค่าอยู่ในช่วง 0.24-4.72 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.05±0.10 ไมโครกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาค่าการกระจายตัวของปริมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ พบว่าในครั้งที่ 3 มีค่าสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากในสถานีที่ 4 มีค่าคลอโรฟิลด์สูงกว่าสถานีอื่นมาก (4.72 ไมโครกรัมต่อลิตร) เป็นสถานีที่น่าติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมว่าสาเหตุที่แท้จริงเกิดจากปัจจัยใด (รูปที่ 3) ทั้ง 3 ครั้งเป็นการเก็บข้อมูลในช่วงน้ำน้อย (Dry season)

ตารางที่ 2 ค่าสถิติเบื้องต้นของข้อมูลปริมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ที่ตรวจวัดได้จากภาคสนาม บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด

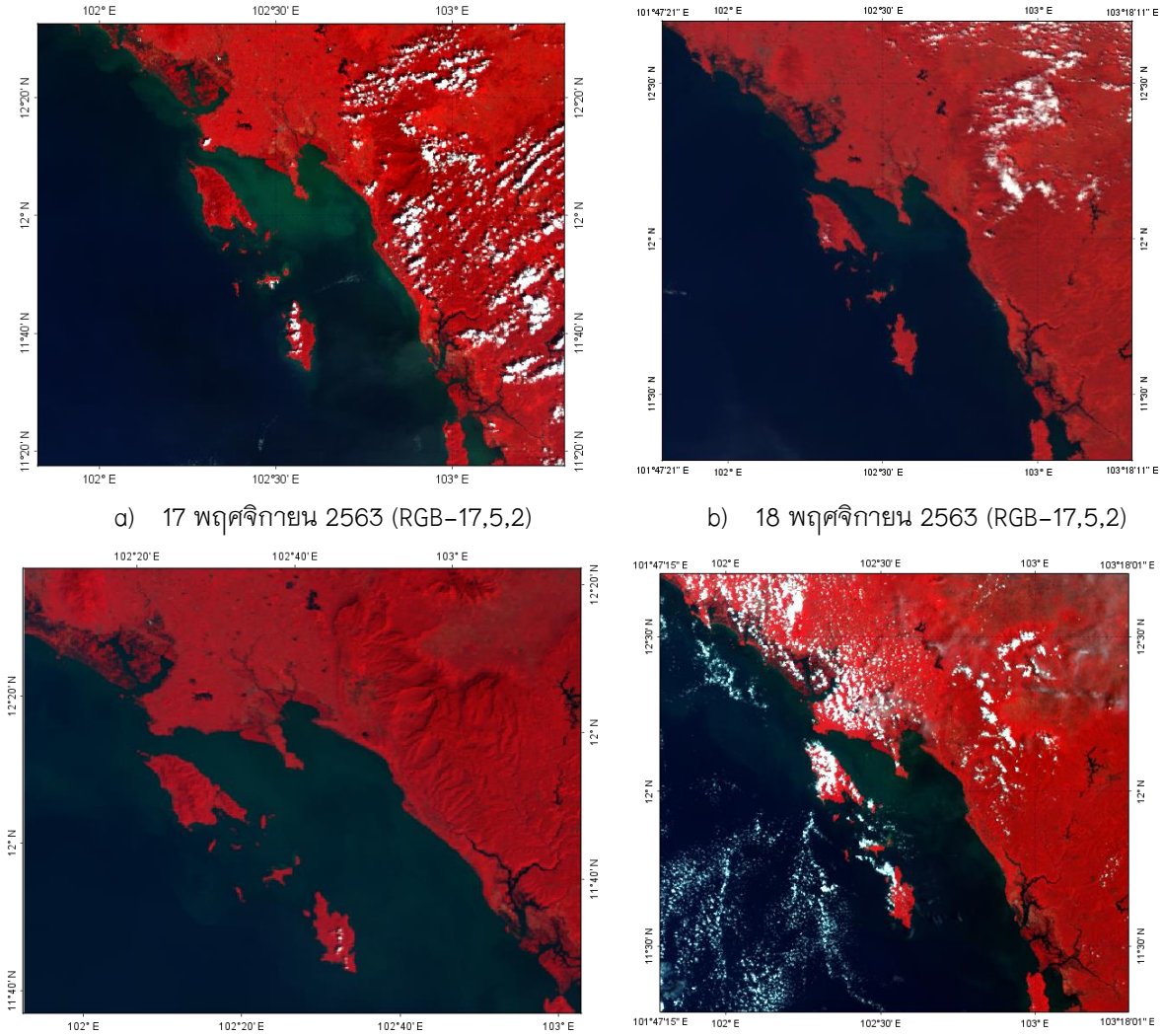
ค่าสถิติ	คลอโรฟิลด์-เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	ครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2563)	ครั้งที่ 2 (มกราคม 2564)	ครั้งที่ 3 (มีนาคม 2565)
Mean±SD	0.65±0.38	0.74±0.18	1.05±0.10
Min-Max	0.21-1.47	0.43-1.07	0.24-4.72



รูปที่ 3 ปริมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ที่ตรวจวัดได้จากภาคสนาม บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด จำนวน 3 ครั้ง

2 การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

2.1 ผลการนำเข้าและแสดงผลข้อมูลภาพสีผสมเท็จ (RGB-17,5,2 ; NIR-Green-Blue) ของพื้นที่ศึกษาบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดตราด ฝั่งด้านใต้ของอ่าวตราดนั้น มีสภาพปลอดเมฆ สามารถนำข้อมูลภาพไปสกัดค่าประจำพิกเซล (Digital Number: DN) ได้ ดังแสดงข้อมูลตัวอย่างใน รูปที่ 4 ซึ่งข้อมูลที่ได้จะผ่านกระบวนการ Reprojection และตัดภาพเฉพาะพื้นที่ศึกษา นำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพที่ได้มีการปรับแก้ค่าผลกระทบที่เกิดจากค่าการกระเจิงของพลังงานจากบรรยากาศ ด้วยวิธี C2RCC และภายใต้กระบวนการนี้ แบบจำลองสามารถให้ผลการประมาณค่าความเข้มข้นของค่าคลอโรฟิลด์-เอ (conc_chl: mg/m^3) โดยมีค่าคลอโรฟิลด์-เอ ต่ำสุด ในวันที่ 18 พฤศจิกายน 2563 และ วันที่ 26 มีนาคม 2565 มีค่าเท่ากับ 0.027 mg/m^3 ซึ่งมีค่าเท่ากันทั้งสองวัน และมีค่าสูงสุดในเดือน วันที่ 26 มีนาคม 2565 เท่ากับ 126.525 mg/m^3 ดังแสดงผลที่ได้ใน รูปที่ 5 นอกจากนี้ได้นำภาพจากดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการแปลงค่าพลังงาน ไปเป็นค่าการสะท้อน นำไปสกัดค่าประจำพิกเซลของแต่ละภาพโดยใช้จุดพิกัดของสถานีที่เก็บตัวอย่างของภาคสนามมาใช้สำหรับสกัดค่าการสะท้อนเพื่อนำไปประเมินค่าคลอโรฟิลด์-เอ ผ่านการวิเคราะห์ด้วยอัลกอริทึมสากล



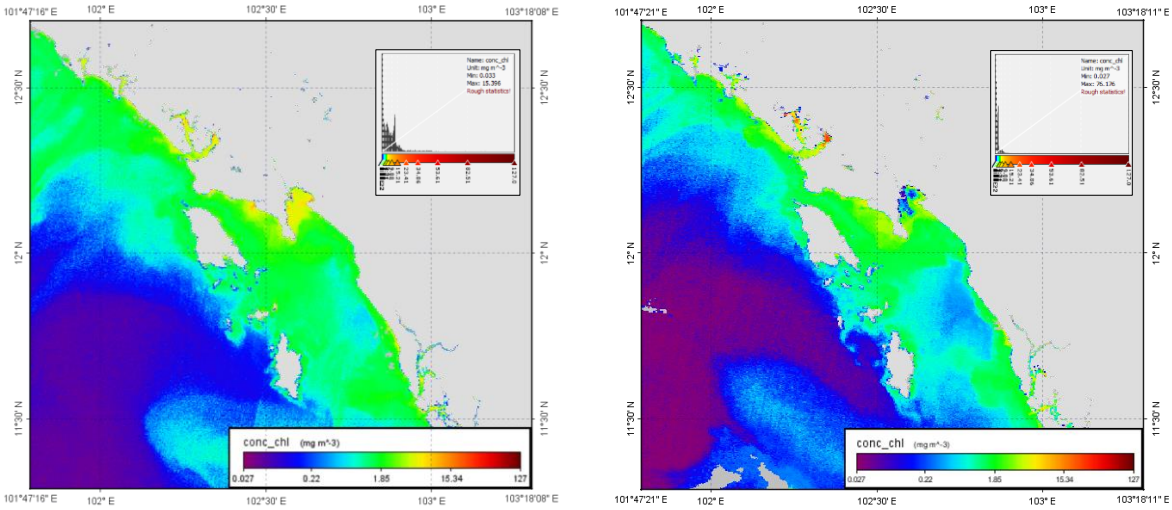
a) 17 พฤศจิกายน 2563 (RGB–17,5,2)

b) 18 พฤศจิกายน 2563 (RGB–17,5,2)

c) 14 มกราคม 2564 (RGB–17,5,2)

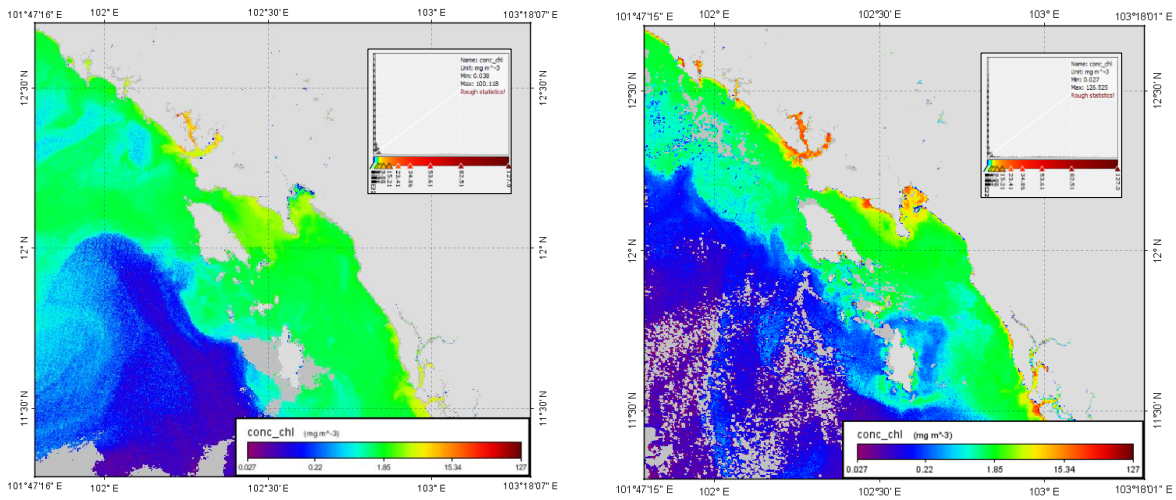
d) 26 มีนาคม 2565 (RGB–17,5,2)

รูปที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel–3 บริเวณพื้นที่ศึกษา



(a) ภาพวันที่ 17 พฤศจิกายน 2563

(b) ภาพวันที่ 18 พฤศจิกายน 2563



(c) ภาพวันที่ 14 มกราคม 2564 (d) ภาพวันที่ 26 มีนาคม 2565

รูปที่ 5 การประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ จากข้อมูลภาพ Sentinel-3 ที่ผ่านกระบวนการ C2RCC

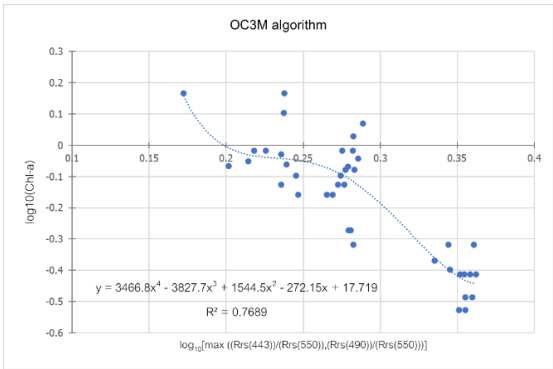
ตารางที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลค่าการสะท้อนตามช่วงคลื่นของดาวเทียมรายสถานี ในวันที่ 17 พศจิกายน 2563 และ ค่าคลอโรฟิลด์-เอ ที่วัดได้จากภาคสนาม ในวันที่ 18 พฤศจิกายน 2563

Station	Latitude	Longitude	Chlorophyll-a (mg/m^3)	Reflectance values of each wavelength (nm)			
				442.5	490	510	560
F1	12.033072	102.610939	0.85	0.139300004	0.114799999	0.102899998	0.079800002
F2	12.059907	102.636079	1.17	0.137999997	0.113899998	0.100699998	0.077699997
F3	12.091420	102.658443	1.47	0.142299995	0.120399997	0.111299999	0.095700003
F4	12.031218	102.730101	0.96	0.137600005	0.115000002	0.104099996	0.083300002
F5	12.000587	102.704931	0.81	0.133599997	0.108499996	0.093999997	0.068400003
F6	11.973206	102.675524	0.83	0.135499999	0.110900000	0.096199997	0.070600003
F7	11.887099	102.698711	0.48	0.126599997	0.096900001	0.082199998	0.057300001
F8	11.907837	102.729153	0.23	0.129299998	0.102499999	0.087300003	0.061700001
F9	11.930357	102.759523	0.91	0.129299998	0.103500001	0.090099998	0.067000002
F10	11.843592	102.797688	0.21	0.132300004	0.106600001	0.092100002	0.066399999
F11	11.815068	102.773618	0.39	0.127900004	0.099200003	0.083099999	0.056899998
F12	11.789891	102.748040	0.33	0.127100006	0.097900003	0.082000002	0.056100000
F13	11.713111	102.799775	0.39	0.127100006	0.097999997	0.082000002	0.055700000
F14	11.735716	102.826770	0.30	0.128399998	0.099100001	0.083499998	0.057200000
F15	11.760800	102.854511	0.40	0.132799998	0.107000001	0.094700001	0.073100001

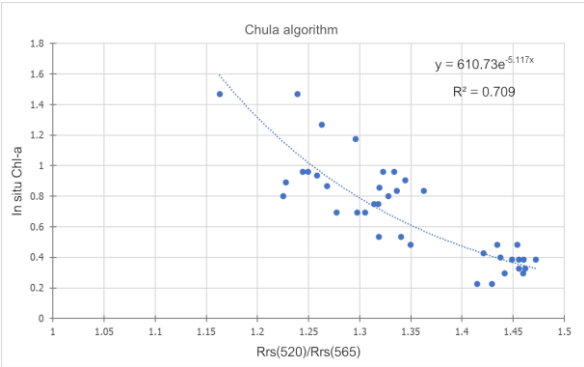
ตารางที่ 4 แสดงผลประสิทธิภาพของของอัลกอริทึมสำหรับการประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-3 ในบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด

ที่	ชื่ออัลกอริทึม	รูปแบบอัลกอริทึมต้นฉบับ	R^2	หมายเหตุ
1	OC3M algorithm (O'Reilly et al., 2000)	$C_{chla} = 10^{(17.719 - 272.15R + 1544.5R^2 - 3827.7R^3 + 3466.8R^4)}$; $R = \log_{10}[\max(\frac{Rrs(443)}{Rrs(550)}, \frac{Rrs(490)}{Rrs(550)})]$ RMSE: 0.86 MAPE: 140.68, R= -0.88	0.77 n = 40	เปลี่ยนช่วงคลื่น 443 nm และ 550 nm เป็น 442.5 nm และ 560 nm
2	Chula algorithm (Matsumura et al., 2006)	Chl_{chula} (µg/l) = 610.73 exp(-5.117R) ; R = Rrs(520)/Rrs(565) RMSE: 0.30 MAPE: 42.12, R= 0.84	0.71 n = 40	เปลี่ยนช่วงคลื่น 520 nm และ 565 nm เป็น 510 nm และ 560 nm
3	BUU algorithm	$Chl_{BUU} = -5.3156 + 9.1538R - 3.4043R^2$;R = Rrs(490)/Rrs(560) RMSE: 0.30 MAPE: 38.33, R= -0.81	0.66 n = 40	

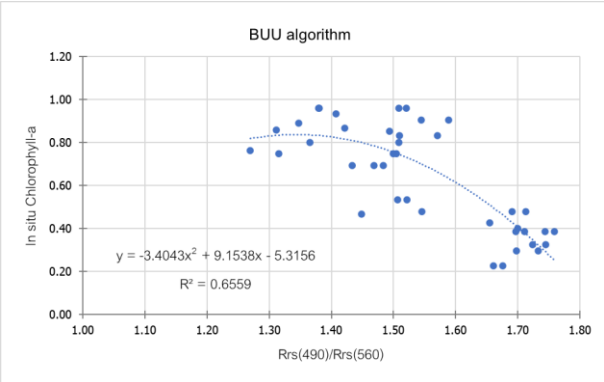
n หมายถึงจำนวนชุดข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์



(a) OC3M algorithm



(b) Chl_{Chula} algorithm

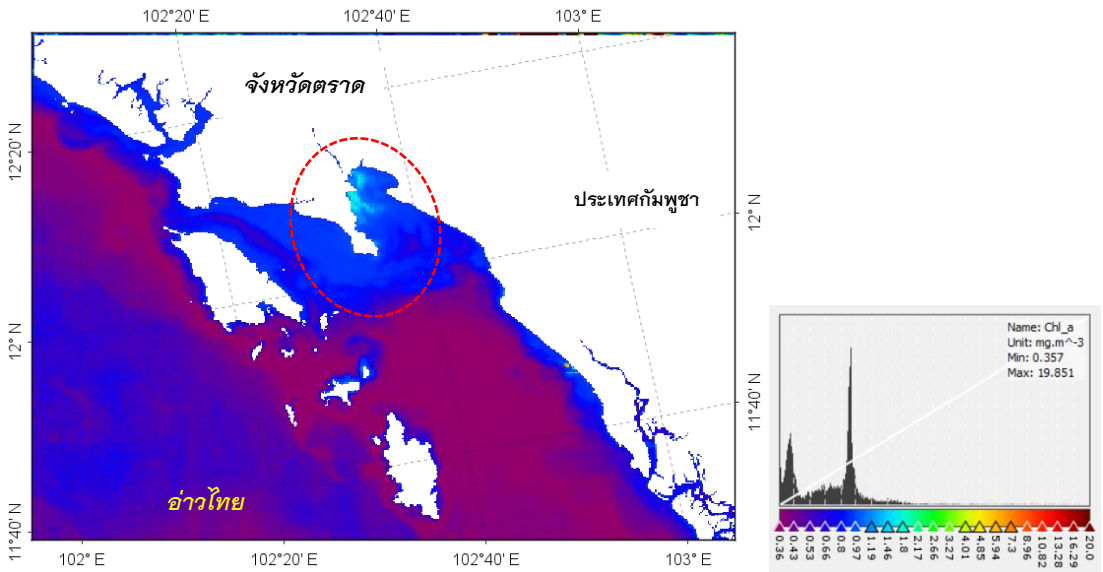


(c) Chl_{BUU} algorithm

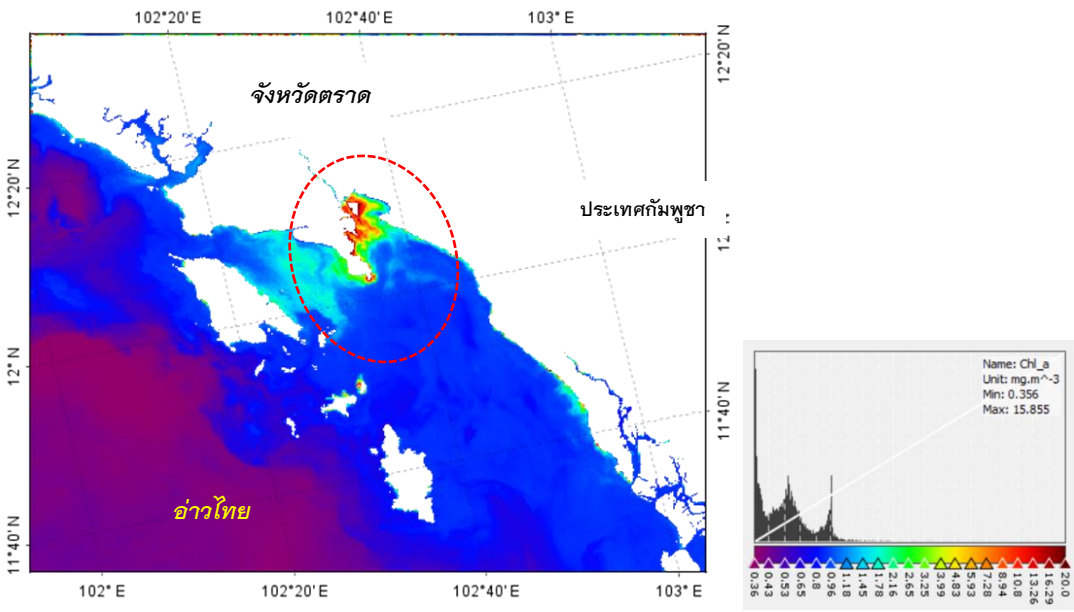
รูปที่ 6 กราฟแสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลค่าคลอโรฟิลด์-เอ จากภาคสนามและภาพถ่ายจากดาวเทียมของทั้ง 3 อัลกอริทึม (a) OC3M algorithm (b) Chl_{Chula} algorithm and (c) Chl_{BUU} algorithm

สำหรับข้อมูลภาพชุดเดียวกันจะถูกนำไปวิเคราะห์โดยแปลงจากค่าพลังงานการแผ่รังสีไปเป็นค่าการสะท้อน (Radiance to reflectance) จากนั้นจึงนำเข้าข้อมูลค่าการสะท้อนเพื่อการสร้างสมการของอัลกอริทึมที่ต้องการ และนำไปสู่การวิเคราะห์หาค่าคลอโรฟิลด์-เอ ผลที่ได้แสดงดัง ตารางที่ 4 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ พบว่าอัลกอริทึม OC3M มีค่าสูงสุด (R^2=0.77) รองลงมาเป็น Chl_{Chula} algorithm (R^2=0.71) ซึ่งมีความแตกต่างกันไม่มากนัก ส่วน Chl_{BUU} algorithm ให้ค่าสหสัมประสิทธิ์น้อยที่สุด (R^2=0.66) แต่เมื่อพิจารณาค่าความแม่นยำโดยใช้ค่า RMSE และ MAPE แล้วพบว่าอัลกอริทึม OC3M มีค่าความแม่นยำน้อยกว่าทั้ง Chl_{Chula} และ Chl_{BUU} algorithm เนื่องจาก OC3M เป็นอัลกอริทึมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าคลอโรฟิลด์ของพื้นผิวทะเลทั้งโลกเมื่อถูกนำมาใช้กับพื้นที่ชายฝั่งจึงมีความแม่นยำลดน้อยลง ทั้งนี้ทั้งสามอัลกอริทึมมีผลค่าความสัมพันธ์ (R) มากว่าร้อยละ 80 ซึ่ง แลกอริทึม OC3M และ Chl_{BUU} algorithm มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม ส่วน Chl_{Chula} algorithm มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4 และแสดงผลกราฟ ดังรูปที่ 6 สำหรับภาพตัวอย่างของข้อมูลดิบแสดงในรูปที่ 4 และแสดงตัวอย่างข้อมูลค่าการสะท้อนตามช่วงคลื่นของดาวเทียมรายสถานี ในวันที่ 17 พศจิกายน 2563 และค่าคลอโรฟิลด์-เอ ที่วัดได้จากภาคสนาม ในวันที่ 18 พฤศจิการยน 2563 ในตารางที่ 3

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (R) ของปริมาณความเข้มข้นของค่าคลอโรฟิลด์-เอ ที่ตรวจวัดได้จากภาคสนาม (In situ) จากข้อมูลดาวเทียม Sentinel-3 ที่ประมวลผลผ่านกระบวนการ C2RCC โดยใช้อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียม (Neural network: NN) และจากชุดข้อมูลที่ดีที่สุดที่ได้จากอัลกอริทึมท้องถิ่น (OC3M algorithm) เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ที่มีเป้าหมายเพื่อต้องการทราบว่าค่าปริมาณคลอโรฟิลด์-เอ ที่ตรวจวัดได้จากทั้ง 4 รูปแบบ (NN, OC3M, Chl_{Chula} และ Chl_{BUU}) นั้น สามารถนำรูปแบบการตรวจวัดแบบใดมาใช้ทดแทนค่าที่ตรวจวัดได้จากภาคสนาม ทั้งนี้พบว่าอัลกอริทึมที่มีค่าความสัมพันธ์กับข้อมูลภาคสนามสูงที่สุด คือ อัลกอริทึมของ NN ที่ได้จากกระบวนการ C2RCC จากดาวเทียม Sentinel-3 (0.68) และ อัลกอริทึม OC3M (0.68) นอกจากนี้ยังพบว่าผลที่ได้จาการวิเคราะห์ของอัลกอริทึมท้องถิ่นทั้ง 3 อัลกอริทึม (OC3M, Chl_{Chula} และ Chl_{BUU}) นั้น มีค่าไปในทิศทางเดียวกันโดยมีค่าความสัมพันธ์กันมากกว่าร้อยละ 80



(a) ภาพวันที่ 18 พฤศจิกายน 2563



(b) ภาพวันที่ 14 มกราคม 2564

รูปที่ 7 แสดงผลที่ได้จากกระบวนการประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ โดยใช้สมการ OC3M

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) ของข้อมูลปริมาณคลอโรฟิลด์-เอ ที่ได้จากภาคสนามและจากการประมาณค่าโดยอัลกอริทึม

	In_situ	Sentinel-3(NN)	OC3M algorithm
In_situ	1		
Sentinel-3(NN)	0.68	1	
OC3M algorithm	0.68	0.64	1

สรุปและอภิปรายผล

การตรวจวัดความเข้มข้นของปริมาณคลอโรฟิลด์-เอ จากภาคสนามในบริเวณชายฝั่งทะเลทางทิศใต้ของอ่าวตราด จังหวัดตราด จำนวน 3 ครั้ง ได้แก่เดือน พฤศจิกายน 2563 มกราคม 2564 และ มีนาคม 2565 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.65±0.38 0.74±0.18 และ 1.05±0.10 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ผลการนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-3 เพื่อนำไปวิเคราะห์หาอัลกอริทึมที่ได้จากข้อูลดาวเทียมที่ดีที่สุด พบว่าอัลกอริทึม OC3M ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสูงที่สุด (R^2=0.77) และมีความเหมาะสมที่นำไปใช้ในการประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลของจังหวัดตราด นอกจากนี้ผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปริมาณคลอโรฟิลด์-เอ ที่ตรวจวัดได้จากภาคสนามกับอัลกอริทึม NN และอัลกอริทึม OC3M พบว่า อัลกอริทึม OC3M และ อัลกอริทึม NN จากดาวเทียม Sentinel-3 มีค่าความสัมพันธ์ (R) กับข้อมูลจากภาคสนามที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้อัลกอริทึม NN จากดาวเทียม Sentinel-3 ที่สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลของจังหวัดตราด ได้โดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์ผ่านกระบวนการของอัลกอริทึมต่างๆ ทำให้มีความสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

จากการตรวจวัดข้อมูลจากภาคสนามแสดงให้เห็นปริมาณความเข้มข้นของคลอฟิลด์-เอ ในบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดตราด ในภาพรวมมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักสำหรับครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 เมื่อพิจาณาจากค่าต่ำสุด-สูงสุด แต่จะมีความแตกต่างกันกับครั้งที่ 3 โดยเฉพาะในสถานีที่ 4 ที่พบมีค่าคลอโรฟิลด์-เอ สูงที่สุดเพียงสถานีเดียวเท่านั้น เนื่องจากพบมีแพลงก์ตอนอยู่หนาแน่นส่งผลให้มีค่าคลอโรฟิลด์-เอ สูง ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นที่น้ำท่าไหลมาจากคลองที่มีอ่างเก็บน้ำอยู่ด้านบนฝั่งซึ่งในช่วงฤดูฝนจะมีการปล่อยน้ำลงมาส่งผลให้มีสารอาหารเพิ่มขึ้นและมีโอกาสเกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนได้ในที่สุด (ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา และคณะ, 2566) นั่นหมายความว่าอิทธิพลของกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่เกิดขึ้นบนแผ่นดิน (Land-based) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ ในแหล่งน้ำชายฝั่ง โดยจะมีสารอาหารที่ถูกพาลงสู่ทะเลพร้อมกับน้ำท่า (โดยเฉพาะสารอินทรีย์ที่มีปริมาณไนโตรเจนสูง) ถ้ามีปริมาณมากก็อาจจะทำให้แพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อเพิ่มขึ้นของปริมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ เช่นกัน

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-3 ซึ่งเป็นดาวเทียมที่ใช้สำหรับการศึกษาในทะเลและมหาสมุทร (Ocean color) ซึ่งมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับชุดดาวเทียม Aqua/Terra -MODIS (รายละเอียด 1,000 เมตร) แต่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ดีกว่า (รายละเอียด 300 เมตร) อุปสรรคใหญ่ของการใช้ข้อมูลดาวเทียมระบบ passive สำหรับการศึกษาทางทะเลและชายฝั่งคือ ความยากของการได้มาซึ่งข้อมูลที่มีสภาพปลอดเมฆ ดังเช่นการศึกษาในครั้งนี้ ที่สามารถดาวน์โหลดข้อมูลได้เฉพาะในช่วงหน้าแล้ง (Dry season) เท่านั้น ส่วนหน้าฝน (Wet season) ไม่สามารถดาวน์โหลดข้อมูลที่ปลอดเมฆได้ ทำให้เป็นข้อจำกัดในการศึกษาข้อมูลทางทะเล จากผลของการวิเคราะห์ C2RCC ถูกนำมาใช้ในการปรับแก้ค่าการกระเจิงของพลังงานจากบรรยากาศ ซึ่งเหมาะสำหรับแหล่งน้ำที่มีความขุ่นสูงๆ ดังเช่น น้ำชายฝั่งหรือปากแม่น้ำ แต่การวิเคราะห์โดยใช้ ACOLITE จะให้ค่าความถูกต้องแม่นยำในการประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ และค่าความขุ่น (Turbidity) มากกว่าวิธี C2RCC ในกรณีการใช้ข้อมูล Sentinel-3 (Vanhellemont and Ruddick, 2021) สำหรับผลของการวิเคราะห์ค่าคลอโรฟิลด์-เอ โดยใช้ทั้ง 3 อัลกอริทึม โดย BUU algorithm ถูกพัฒนาขึ้นจากการศึกษาครั้งนี้ โดยใช้รูปแบบโครงสร้างอย่างง่าย และผลจากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมีค่าต่ำที่สุด (R^2 = 0.66) เมื่อเทียบกับ OC3M และ Chula algorithms ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.77 และ 0.71 ตามลำดับ

ผลของการนำอัลกอริทึม OC3M ไปประยุกต์ใช้ประมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ สามารถแสดงให้เห็นการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของปริมาณคลอโรฟิลด์-เอ ได้ ซึ่งพบว่าวันที่ 18 พฤศจิกายน 2563 มีค่าอยู่ในช่วง 0.36-19.85 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.55 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ วันที่ 14 มกราคม 2564 มีค่าอยู่ในช่วง 0.36-15.85 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.80 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทำให้พิจารณาได้ว่าในช่วงฤดูแล้งสภาวะของแหล่งน้ำในบริเวณชายฝั่งของจังหวัดตราดมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง ตามเกณฑ์การจำแนกสภาวะของสารอาหารในแหล่งน้ำทะเล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา และคณะ (2566) ที่รายงานว่า บริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ของอ่าวตราด มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับ Mesotrophic ที่พบปริมาณค่าคลอโรฟิลด์-เอ อยู่ในช่วง 1-3 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของ EU Copernicus Program ภายใต้องค์การอวกาศยุโรป (European Space Agency หรือ ESA) สำหรับการให้การสนับสนุนให้มีการนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไปใช้ประโยชน์ได้โดยไม่คิดมูลค่า ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Sentinel-3

เอกสารอ้างอิง

เบญจมาศ มีทรัพย์, อนุกูล บูรณประทีปรัตน์, ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา, สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ และ ศุภวัตร กาญจน์อติเรกลาภ. (2564). ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอยที่บริเวณปากแม่น้ำตราด จังหวัดตราด ปี พ.ศ. 2561. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 26*(1), 526–544.

ประสาร อินทเจริญ, อนุกูล บูรณประทีปรัตน์, อากิฮิโกะ โมริโมโตะ, เผชิญโชค จินตเศรณี และ วิโรจน์ ละอองมณี. (2561). อัลกอริทึมท้องถิ่นเพื่อการวิเคราะห์คลอโรฟิลล์–เอ ที่ผิวทะเลโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม MODIS บริเวณอ่าวไทยตอนบน. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 23*(2), 608–623.

ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา และ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2564). อิทธิพลของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะยูโทรฟิเคชั่นในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 26*(2),770–782.

ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา, อนุกูล บูรณประทีปรัตน์, วิชญา กันบัว, ประสาร อินทเจริญ, เบญจวรรณ คชเสนี และ มิถิลา ปรานศิลป์. (2566). องค์ประกอบทางชนิดของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดตราด. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 28*(2), 1363–1380.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2542). *แพลงก์ตอนพืช.* สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุจิตรา บุญจันทร์, มิถิลา ปรานศิลป์, อิสรา อาศิรนันต์ และ อนุกูล บูรณประทีปรัตน์. (2566). การศึกษากระแสน้ำไดเวอร์เจนซ์และคอนเวอร์เจนซ์บริเวณชายฝั่งจังหวัดตราด โดยใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 28*(1), 175–194.

สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ, ศุภชัย ยืนยง, กุหลาบทิพย์ โพธิ์ทอง, ปวีณา โชติช่วง, อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ ศุภวัตร กาญจน์อติเรกลาภ. (2560). ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและของแข็งแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำพังราด จังหวัดระยอง ในฤดูแล้งและฤดูน้ำมาก ในปี พ.ศ. 2558. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 22*(3), 500–509.

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ อัญญดา มีสุข. (2556). การเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาของปริมาณคลอโรฟิลล์–เอ บริเวณพื้นผิวทะเลอันดามันจากการประมวลผลภาพดาวเทียมอะควา โมดิส (Aqua MODIS). *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 18*(1), 194–201.

Leenawarat, D., Luang-on, J., Buranapratheprat, A. and Ishizaka, J. (2022). Influences of tropical monsoon and El Nino Southern Oscillations on surface chlorophyll-a variability in the Gulf of Thailand. *Frontiers in Climate, 4, 936011* doi: 10.3389/fclim.2022.936011

O'Reilly, J. E., Maritorena, S., Siegel, D. A., O'Brien, M. C., Toole, D., Mitchell, B. G., ... & Culver, M. (2000). *Ocean color chlorophyll-a algorithm for SeaWiFS, OC2, and OC4: Version 4.* SeaWiFS postlaunch calibration and validation analyses, Part, 3, 9–23.

Matsumura, S., Siripong, A., & Lirdwitayaprasit, T. (2006). Underwater optical environment in the Upper Gulf of Thailand. *Coastal Marine Science, 30*(1), 36–43.

EUMETSAT. (2021). *Sentinel-3 OLCI Marine User Handbook*. EUM/OPS-SEN3/MAN/17/907205, v2G e-signed.

Horning, N., Robinson, J. A., Sterling, E. J., Turner, W. & Spector, S. (2010). *Remote sensing for ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford University Press.

Strickland, J. D. H. & Parson, T. R. (1972). *A Practical Handbook of Seawater Analysis.* Fishery Research Board of Canada, Ottawa.

Vanhellemont, Q. & Ruddick, K. (2021). Atmospheric correction of Sentinel-3/OLCI data for mapping of suspended particulate matter and chlorophyll-a concentration in Belgian turbid coastal waters. *Remote sensing of environment*, *256*, 112284.

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการทำแผนที่และศึกษาความหนาแน่นช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมภายนอกเขตอนุรักษ์

ภัควีร์ วรรณกุล[1] และ วิภพ แพงวังทอง[2*]

Implementation of Geographic Information Technology for Mapping and Studying Elephant Encroachment Density on Agricultural Land Outside Protected Zone

Pakkawee Wannagoon[1] and Wipop Paengwangthong[2*]

[1] Doi Pha Muang Wildlife Sanctuary, Protected Areas Regional Office 13, Mueang Lampang District, Lampang, 52000

[2] School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[*] Corresponding author: wipop_p@hotmail.com

Received: January 20, 2024; Revised: March 14, 2024; Accepted: March 15, 2024

บทคัดย่อ

การทำความเข้าใจพฤติกรรมในอดีตของช้างที่บุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมภายนอกเขตอนุรักษ์สามารถสนับสนุนการวางแผนป้องกันปัญหาดังกล่าวในอนาคตได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้คือ 1) การสร้างแผนที่ความหนาแน่นของช้างที่ออกนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมืองโดยใช้การประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล และ 2) เพื่อวิเคราะห์ประเภทของเกษตรกรรมที่ดึงดูดช้างโดยใช้ข้อมูลตำแหน่งและวันเวลาที่พบช้างออกจากเขตอนุรักษ์ตั้งแต่ปี พ.ศ.2559-2565 จำนวน 125 ครั้งสร้างเป็นชั้นข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการซ้อนทับกับชั้นข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน การศึกษาพบว่าช่วงเวลาที่มีพื้นที่ที่มีช้างหนาแน่นมาก คือ ฤดูฝน รองลงมาคือ ฤดูร้อน และหนาว นอกจากนี้หากพิจารณาทิศทางการกระจายตัวของช้าง ช่วงฤดูฝน ช้างออกหากินกระจายเกือบทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา แต่ในทางกลับกัน ช่วงฤดูร้อนและหนาว การบุกรุกของช้างมีการกระจายอย่างมีทิศทางชัดเจนไปที่ผลผลิตทางการเกษตรที่ยังเหลืออยู่ โดยพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้รับผลกระทบจากช้างมากที่สุด คือ นาข้าว รองลงมาคือ ไม้ผล และพืชไร่ อย่างไรก็ตาม หากเป็นช่วงฤดูหนาว ไม้ผลถูกบุกรุกเป็นเนื้อที่มากที่สุด

คำสำคัญ: การประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล, ช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม

---

[1] เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 13 อำเภอเมืองลำปาง จังหวัดลำปาง 52000

[2] คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

Abstract

Understanding the historical behavioral patterns of elephants encroaching into agricultural areas outside protected zones can support future prevention efforts. Therefore, the objectives of this study are: 1) to create a density map of elephants outside the Doi Pha Mueang Wildlife Sanctuary using a Kernel Density Estimation (KDE) approach, and 2) to analyze which types of crops attract elephants. Positional data and timestamps of 125 elephant encounters outside the sanctuary from 2016 to 2022 were compiled into a Geographic Information System (GIS) layer and overlaid with land use data. The research revealed that the periods characterized by high elephant density were the rainy season, followed by the hot and cold seasons. Furthermore, considering the directional distribution of elephants, during the rainy season, elephants disperse widely across almost the entire study area. In contrast, during the hot and cold seasons, elephant encroachment showed an obvious trend, focusing on remaining agricultural produce. The most impacted agricultural areas were rice fields, followed by orchards and crop fields. Nevertheless, during the winter season, Orchards are the areas most heavily encroached by elephants.

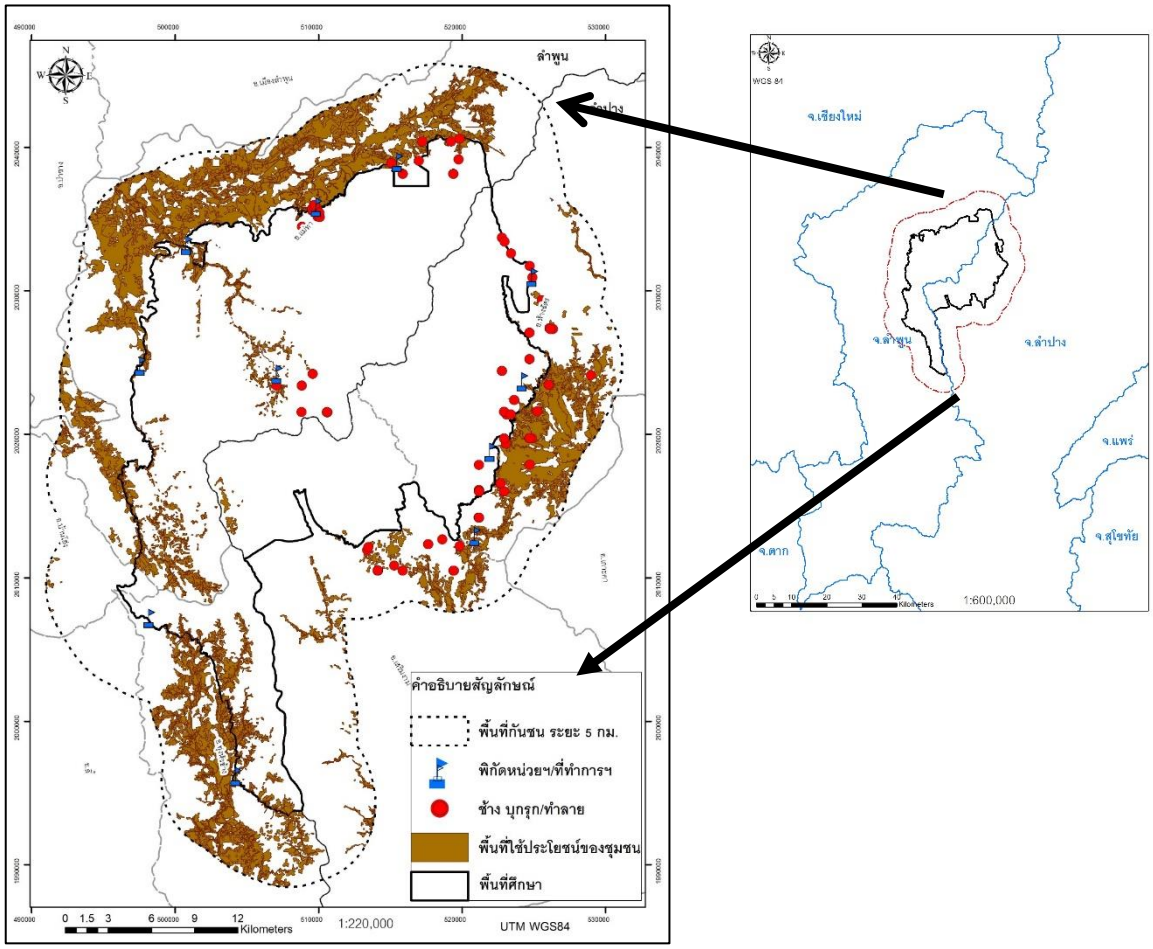
Keywords: Kernel Density Estimation, Elephant Incursion into Agricultural Areas

บทนำ

สถานภาพในปัจจุบันของช้างเอเชีย (Elephas maximus) ถูกระบุไว้ตามรายงานของ International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species (IUCN Red List) ว่าใกล้สูญพันธุ์ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2560) สำหรับสถานการณ์ในประเทศไทยพบว่ามีการกระจายของช้างประมาณ 3,000–3,500 ตัวในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 68 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 30 ของพื้นที่ป่าอนุรักษ์ทั้งหมด (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2557) ปัจจุบันช้างในหลายพื้นที่ประสบปัญหาแหล่งหากินลดลงและถูกตัดขาดออกจากกันกลายเป็นหย่อมป่า เกิดปัญหาอาหารในป่าไม่สามารถรองรับกับประชากรช้างได้อย่างเพียงพอ (สมหญิง ทัฬหิกรณ์ และสุธีร์ ลอยมา, 2552) จึงเกิดปัญหาช้างออกนอกเขตอนุรักษ์เพื่อไปหากินในพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ใกล้เคียง

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมืองมีปัญหาเรื่องช้างออกนอกพื้นที่เช่นกัน ถึงแม้ว่าพื้นที่แห่งนี้จะมีสภาพส่วนใหญ่เป็นแหล่งต้นน้ำของแม่น้ำปิงและวังที่มีความอุดมสมบูรณ์ และในอดีตปี พ.ศ. 2520 เคยเป็นที่หากินของช้างด้วย แต่ช้างได้สูญหายไป ต่อมาในปัจจุบันกลับมามีช้างจำนวน 40 เชือก เนื่องจากราชการมีแนวคิดจะฟื้นฟูประชากรช้างและทำเป็นโครงการนำร่อง จึงได้รับพระมหากรุณาธิคุณจากสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถในรัชกาลที่ 9 ทรงปล่อยช้างคืนสู่ธรรมชาติตาม “โครงการคืนช้างสู่ป่าเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา” (โครงการคืนช้างสู่ธรรมชาติ, 2545) อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีปัญหาช้างออกนอกพื้นที่เหมือนกับเขตอนุรักษ์อื่น ตามรายงานการบันทึกข้อมูลภาคสนามไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559–2565 ที่ช้างออกไปรบกวนพื้นที่เกษตรกรรมและที่อยู่อาศัยของราษฎรโดยรอบมากถึง 125 ครั้ง (รูปที่ 1) และมีค่าเสียหายทั้งหมดคิดเป็นมูลค่า 340,215 บาท (เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง, 2565)

การแก้ไขปัญหาหรือแม้แต่การป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต หลายกรณีจำเป็นอย่างยิ่งที่เราต้องเรียนรู้จากประวัติศาสตร์หรือเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในอดีต เพื่อการเรียนรู้ทำความเข้าใจโดยมีข้อมูลสนับสนุนอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ ปัญหาช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมถือเป็นอีกกรณีเช่นกันที่ควรมีการศึกษาในรูปแบบนี้ด้วย โดยปัจจุบันพบแค่เพียงการสรุปจำนวนครั้งหรือความถี่ที่มีการบุกรุกของช้างในพื้นที่ดังกล่าวเท่านั้น และข้อมูลประการอื่นยังไม่ถูกใช้วิเคราะห์ในเชิงลึกทั้งในการกระจายตัวเชิงตำแหน่งและเชิงเวลาอย่างเป็นระบบ ดังนั้นผู้ศึกษาจึงสนใจการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ประโยชน์ และคาดหวังความรู้ที่สามารถใช้สนับสนุนการวางแผนเพื่อลดปัญหาช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมภายนอกเขตอนุรักษ์ได้ เนื่องจากการศึกษาส่วนใหญ่ที่มีอยู่เดิมเป็นการศึกษาด้านนิเวศวิทยาของช้างที่เกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อที่อยู่อาศัยและการกระจายตัวของช้างเท่านั้น ตัวอย่างเช่นการศึกษาของยงยุทธ ไตรสุรัตน์ และคณะ (2559) ดังนั้นถ้าหากในพื้นที่ศึกษามีข้อมูลเชิงพื้นที่และเชิงเวลารายฤดูกาลในรูปแบบชั้นข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การทำงานในเรื่องดังกล่าวจะทำให้ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่สามารถระบุตำแหน่ง (Where) และเวลา (When) เกี่ยวกับพฤติกรรมของช้างซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการจัดทำแผนปฏิบัติการ (Action Plan) ของหน่วยงานที่ดูแลพื้นที่ อีกทั้งการแก้ไขปัญหามีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง จังหวัดลำพูนและลำปาง

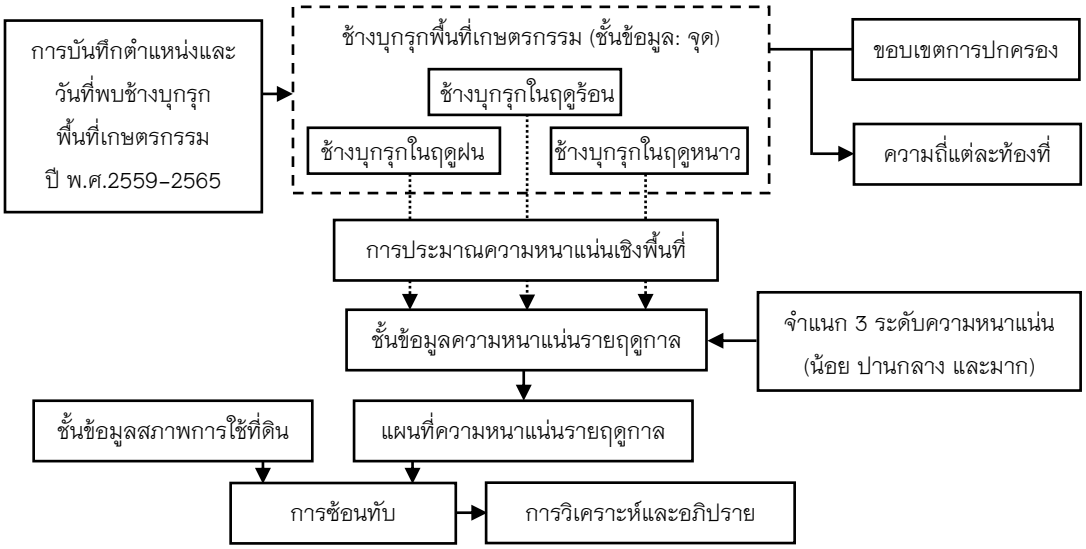
วัตถุประสงค์

1. การสร้างแผนที่ความหนาแน่นของช้างที่ออกนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมืองโดยใช้การประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล

2. เพื่อวิเคราะห์ประเภทของเกษตรกรรมที่ดึงดูดช้างโดยใช้ข้อมูลเชิงตำแหน่งและเวลารายฤดูกาล

วิธีการดำเนินการวิจัย

การทำแผนที่ความหนาแน่นเพื่อนำเสนอการกระจายตัวของช้างออกนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง จังหวัดลำพูนและลำปางเป็นการศึกษาที่อาศัยข้อมูลตั้งต้น คือ ตำแหน่งและวันที่พบช้างออกนอกเขตอนุรักษ์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559–2565 จำนวน 125 ครั้ง การศึกษาแยกพิจารณาเป็น 3 ช่วงเวลาตามฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน (กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม) ฤดูฝน (กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม) และฤดูหนาว (กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์) จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่ (Demers, 1997) แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation: KDE) และแบ่งเป็น 3 ระดับความหนาแน่น ได้แก่ หนาแน่นน้อย ปานกลาง และมาก สุดท้ายนำแผนที่แต่ละฤดูกาลมาซ้อนทับกับชั้นข้อมูลสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเกษตรกรรม ปี พ.ศ.2559 ของกรมพัฒนาที่ดิน เพื่อวิเคราะห์ความหนาแน่น เนื้อที่ และการกระจายตัวของช้างในแต่ละสภาพเกษตรกรรมรายฤดูกาล ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวจะเพิ่มและยืนยันความเข้าใจในสถานการณ์และพฤติกรรมของช้างที่เคยเกิดขึ้นซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับการจัดทำแผนปฏิบัติการของเจ้าหน้าที่และผู้บริหารจัดการในพื้นที่อนุรักษ์ ขั้นตอนการทำงาน (รูปที่ 2) และรายละเอียดการทำงานมีดังต่อไปนี้



รูปที่ 2 ขั้นตอนกระบวนศึกษา

การนำเข้าและสร้างชั้นข้อมูลตำแหน่งช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม

ชั้นข้อมูลช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมถูกสร้างขึ้นโดยใช้ข้อมูลจากการจดบันทึกในภาคสนามของเจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าที่ประสบเหตุและผลักดันช้างให้กลับเข้าเขตอนุรักษ์ การแจ้งข่าวจากผู้นำชุมชน ชาวบ้าน ที่ได้รับผลกระทบหรือพบเห็นช้าง ข้อมูลที่ถูกบันทึก ได้แก่ วันที่ พิกัดตำแหน่ง รายการความเสียหาย รายชื่อราษฎรที่ได้รับผลกระทบ ท้องที่หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ และจังหวัด พร้อมภาพถ่ายสถานที่จริง สำหรับกระบวนการนำเข้าข้อมูลอาศัยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS ในการแปลงข้อมูลค่าพิกัดและวันที่พบช้างที่อยู่ในรูปแบบข้อมูลตารางไมโครซอฟต์เอ็กเซลไปเป็นชั้นข้อมูลรูปแบบ Shapefile นอกจากนี้ ทำการสร้างชั้นข้อมูลแบ่งออกเป็นรายฤดูกาล ได้แก่ จุดที่ช้างบุกรุกในฤดูร้อน ฝน และหนาว นอกจากนี้ เป็นที่น่าสังเกตได้ว่า ข้อมูลภาคสนามที่มีการบันทึกเหล่านั้นในแต่ละตำแหน่งไม่มีการบันทึกจำนวนช้างที่พบไว้ด้วย ดังนั้นข้อมูลดังกล่าวสามารถสื่อได้เพียงจำนวนครั้งที่ช้างออกมาบุกรุกเท่านั้น ซึ่งเป็นข้อจำกัดหนึ่งของข้อมูลนำเข้าในการศึกษาครั้งนี้

การแจกแจงความถี่ที่พบช้างในแต่ละท้องที่การปกครอง

นำชั้นข้อมูลตำแหน่งช้างแต่ละฤดูกาลมาซ้อนทับกับชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง โดยใช้คำสั่ง Spatial join ที่อยู่ในชุดคำสั่ง Overlay ของโปรแกรม ArcGIS เพื่อทำการนับจำนวนจุด/ตำแหน่งที่พบช้างที่อยู่ในขอบเขตการปกครอง ซึ่งตารางผลลัพธ์ของการซ้อนทับดังกล่าวจะแสดงค่าจำนวนจุด(ความถี่)ในคอลัมภ์ที่ชื่อว่า Join count

การสร้างชั้นข้อมูลความหนาแน่นช้างรายฤดูกาล

การประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่ด้วย KDE เป็นวิธีการหนึ่งของการวัดการกระจายตัวของจุด (Point Pattern Analysis) ซึ่งการนำตำแหน่งช้างที่พบร่องรอยและพบตัวทั้งหมด 125 ครั้ง มาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โปรแกรม ArcGIS ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการนี้จะแสดงผลในลักษณะรูปแบบของชั้นข้อมูลตารางกริด (Raster format) ที่มีขนาดช่องกริด 40x40 เมตร หรือเทียบเท่าพื้นที่ขนาด 1 ไร่ สำหรับหลักการของ KDE นั้นสามารถใช้คำนวณค่าความหนาแน่นในแต่ละช่องกริดโดยอาศัยฟังก์ชันเคอร์เนลที่เป็นรูประฆังที่ใช้ในการวัดระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่พบช้างซึ่งในที่นี้อาศัยฟังก์ชันแบบปกติ (Gaussian kernel) สำหรับการคำนวณค่าความหนาแน่น (*Density*) ของช้างประจำแต่ละช่องกริดขนาด 40x40 เมตร สามารถคำนวณได้จากสูตร (ArcGIS, 2024) ต่อไปนี้

$$Density = \frac{1}{(radius)^2}\sum_{i=1}^{n}\left[\frac{3}{\pi}\cdot pop_i\left(1-\left(\frac{dist_i}{radius}\right)^2\right)^2\right] \qquad \textbf{(สมการที่ 1)}$$

โดยที่ $dist_i < radius$ และ i คือ ตำแหน่งที่พบช้างที่อยู่ภายในระยะรัศมี (*Radius*) ซึ่งมีช่องกริดที่ต้องการคำนวณค่าความหนาแน่น (*Density*) ของช้างเป็นจุดกึ่งกลาง ในขณะที่ pop_i คือ จำนวนช้างที่พบในแต่ละครั้ง(หรือตำแหน่ง) แต่สำหรับการศึกษาครั้งนี้จำนวนช้างที่พบในแต่ละครั้งไม่มีการบันทึกข้อมูลจากภาคสนาม นอกจากนี้ $dist_i$ คือ ระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่พบช้างและช่องกริดที่ต้องการคำนวณค่าความหนาแน่น

การวิเคราะห์ความหนาแน่นของช้างรายฤดูกาลกับสภาพการใช้ที่ดินเกษตรกรรม

นำชั้นข้อมูลความหนาแน่นของช้างในแต่ละฤดูกาลมาแบ่งระดับความหนาแน่นออกเป็น 3 ระดับ (น้อย ปานกลาง และมาก) โดยใช้คำสั่ง Reclassify และเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบทุกชั้นเท่ากัน (Equal Interval) เพื่อให้ได้ชั้นข้อมูล “แผนที่แสดงระดับความหนาแน่นของช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมรายฤดูกาล” ถัดมา นำชั้นข้อมูลแผนที่เหล่านั้นมาวิเคราะห์ซ้อนทับกับชั้นข้อมูลสภาพการใช้ที่ดินเกษตรกรรม ปี พ.ศ. 2559 ที่อยู่ในรัศมี 5 กิโลเมตรจากเขตอนุรักษ์โดยใช้คำสั่ง Intersect ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ชั้นข้อมูลที่มีพื้นที่รูปปิด (Polygon) ซึ่งถูกระบุแล้วว่ามีระดับความหนาแน่นในระดับใดและมีสภาพการใช้ที่ดินชนิดใด และยิ่งไปกว่านั้นยังสามารถคำนวณได้ว่าพื้นที่รูปปิดเหล่านั้นมีขนาดเนื้อที่เท่าใดอีกด้วย โดยใช้คำสั่งการคำนวณเนื้อที่ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลังจากนั้นแปลงข้อมูลที่อยู่ในตารางข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute table) ซึ่งประกอบไปด้วยคุณลักษณะดังที่กล่าวแล้วออกไปเป็นข้อมูลรูปแบบตารางไมโครซอฟต์เอ็กเซล และอาศัยเครื่องมือตารางสรุป (Pivot table) เพื่อสร้างตารางไขว้ระหว่างระดับความหนาแน่นและสภาพการใช้ที่ดินเกษตรกรรมแต่ละประเภทที่มีค่าผลรวมขนาดเนื้อที่ (หน่วย: ไร่) ออกมาด้วย

ผลการศึกษา

ผลการประมาณค่าความหนาแน่นและทำแผนที่ระดับความหนาแน่นของช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมภายนอกเขตอนุรักษ์ รวมถึงการคำนวณผลรวมขนาดเนื้อที่ในแต่ละระดับความหนาแน่นของช้างกับสภาพการใช้ที่ดินเกษตรกรรมเป็นรายฤดูกาล การดำเนินการแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ผลการนำเข้าและสร้างชั้นข้อมูลตำแหน่งช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม

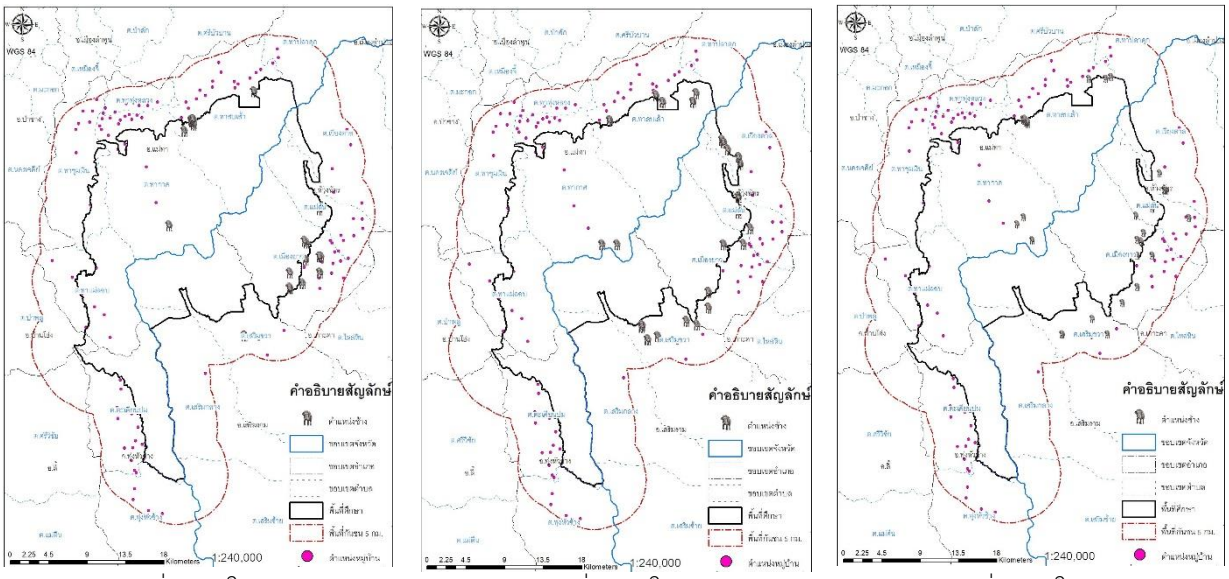
ผลการสร้างชั้นข้อมูลตำแหน่งที่พบช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมภายนอกเขตอนุรักษ์ การศึกษาพบว่าข้อมูลจากภาคสนามถูกจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบในรูปแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีการจัดเก็บข้อมูลดังตัวอย่างตารางคุณลักษณะในรูปที่ 3 และชั้นข้อมูลรูปแบบเวกเตอร์ 3 ชั้นเป็นรายฤดูกาล ดังรูปที่ 4

Table

ช้างออก_หนาว

รายชื่อผู้เสียหาย	ทรัพสินย์ที่เสียหาย	ลักษณะการทำลาย	จำนวนความเสียหาย	X	Y	ประมาณค่าความเสียหาย	date	Muban	Tumbon	Amphoe	Povince
นา ไม่สามารถเปิดเผยได้ เนื่องจากกฎหมาย PDPA	กล้วย	เหยียบย่ำ กิน		510067	2035138	1000	21/11/2560	แม่สะป้วด	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
นา	ลำไย	หัก โค่น		509642	2035704	1500	23/11/2560	แม่สะป้วด	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
นา	นาข้าว	เหยียบย่ำ กิน		509718	2035759	3500	23/11/2560	แม่สะป้วด	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
นา	ลำไย	หัก โค่น		509519	2035724	800	23/11/2560	แม่สะป้วด	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
นา	กล้วย	เหยียบย่ำ กิน		509901	2035585	1000	23/11/2560	แม่สะป้วด	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
นา	นาข้าว	เหยียบย่ำ กิน		509718	2035759	2000	23/11/2560	แม่สะป้วด	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
นา	กล้วย	เหยียบย่ำ กิน		509938	2035353	1000	23/11/2560	แม่สะป้วด	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
นา	กล้วย	เหยียบย่ำ กิน		510067	2035138	300	23/11/2560	แม่สะป้วด	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
นา	กล้วย	เหยียบย่ำ กิน		510047	2035438	500	23/11/2560	แม่สะป้วด	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
นา	กล้วยน้ำว้า	เหยียบย่ำ กิน	45 ต้น	521153	2014179	2000	22/11/2563	แม่ยามเหนื	เมืองยาว	ห้างฉัตร	ลำปาง
นา	กล้วยน้ำว้า มะละกอ	เหยียบย่ำ กิน	30 ต้น	522909	2021560	1500	08/12/2563	เวียงทอง	เมืองยาว	ห้างฉัตร	ลำปาง
นา	กล้วยน้ำว้า	เหยียบย่ำ กิน	55 ต้น	522919	2016018	2750	31/12/2563	แม่ยามเหนื	เมืองยาว	ห้างฉัตร	ลำปาง

รูปที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลตารางคุณลักษณะของชั้นข้อมูลตำแหน่งช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม



ตำแหน่งที่พบช้างในฤดูร้อน ตำแหน่งที่พบช้างในฤดูฝน ตำแหน่งที่พบช้างในฤดูหนาว

รูปที่ 4 ชั้นข้อมูลตำแหน่งที่พบช้างรายฤดูกาล

ผลการแจกแจงความถี่ที่พบช้างในแต่ละท้องที่การปกครอง

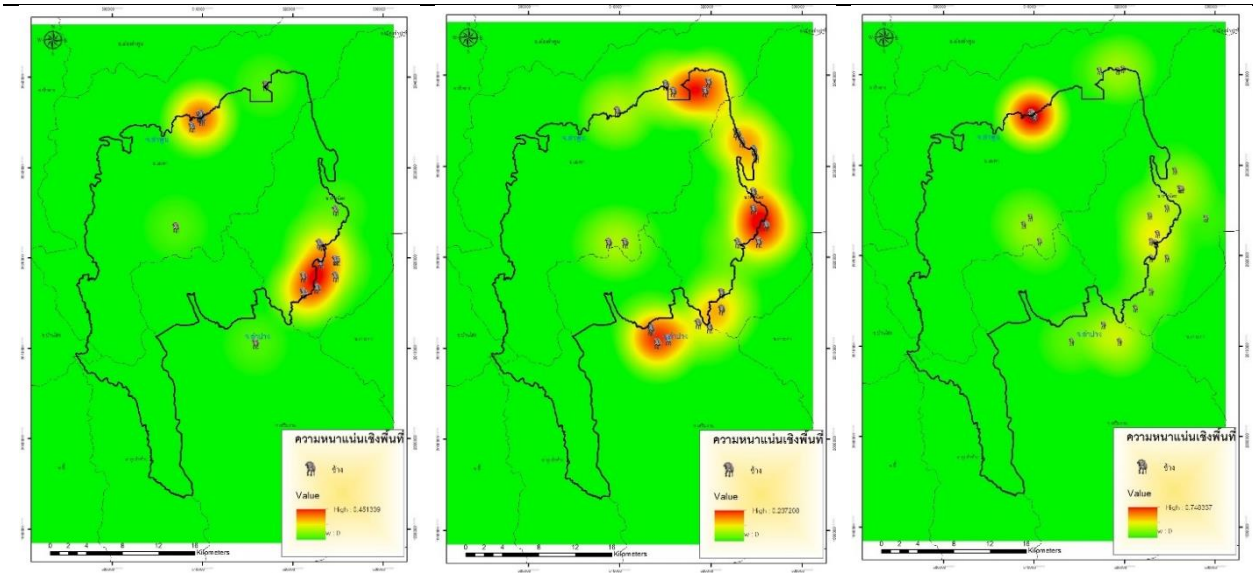
ผลการแจกแจงข้อมูลตำแหน่งช้างบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมของราษฎรที่มีจำนวนทั้งหมด 125 ครั้ง หากพิจารณาเป็นรายจังหวัด พบว่า จังหวัดที่มีช้างบุกรุกมากที่สุด คือ จังหวัดลำปาง รองลงมาคือ ลำพูน คิดเป็น 75 และ 50 ครั้ง ตามลำดับ หากพิจารณาเป็นรายอำเภอ พบว่า อำเภอที่มีช้างบุกรุกมากที่สุดคือ อำเภอห้างฉัตร รองลงมาคือ อำเภอแม่ทา และเสริมงาม คิดเป็นจำนวน 57 50 และ 18 ครั้ง ตามลำดับ นอกจากนี้หากพิจารณาเป็นตำบล พบว่า ตำบลที่มีช้างบุกรุกมากที่สุด คือ ตำบลทาสบเส้า รองลงมาคือ ตำบลเมืองยาว เสริมขวา แม่สัน และเวียงตาล คิดเป็นจำนวน 42 34 18 13 และ 10 ครั้ง ตามลำดับ ยิ่งไปกว่านั้น หากพิจารณาการบุกรุกของช้างเป็นรายฤดูกาล พบว่า ฤดูกาลที่มีความถี่ช้างบุกรุกมากที่สุด คือ ฤดูหนาว รองลงมาคือ ฤดูฝน และร้อน คิดเป็นจำนวน 57 37 และ 31 ครั้ง ตามลำดับ รายละเอียดเพิ่มเติมดังตารางที่ 1

ผลการสร้างชั้นข้อมูลความหนาแน่นช้างรายฤดูกาล

ผลการประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่ด้วย KDE โดยใช้ชั้นข้อมูลตำแหน่งช้างเป็นข้อมูลตั้งต้น วิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาจากรูปที่ 5 จะเห็นได้ชัดเจนว่า ฤดูกาลที่มีการกระจายตัวของช้างครอบคลุมพื้นที่มากสุด คือ ฤดูฝน รองลงมาคือ ฤดูร้อน และหนาว นอกจากนี้หากพิจารณาทิศทางการกระจายตัวพบว่า ฤดูฝน ช้างออกหากินกระจายเกือบทั่วทั้งพื้นที่ เนื่องจากแหล่งน้ำและพืชอาหารมีเพียงพอซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ รองลาภ สุขมาสรวง (2536) และสามัญสำนึกของคนทั่วไป ในทางกลับกัน สำหรับฤดูร้อน พบว่าการบุกรุกของช้างมีการกระจายตัวไปในทิศตะวันออก และรองลงมาคือ ทิศเหนือ สำหรับฤดูหนาว พบว่าการกระจายตัวส่วนใหญ่ไปทางทิศเหนือ ซึ่งสอดคล้องกับผลผลิตในพื้นที่บริเวณนั้นที่มีการเพาะปลูกไม้ผล

ตารางที่ 1 ความถี่ที่พบช้างบุกรุกในแต่ละท้องที่

ลำดับที่	จำนวนครั้ง			ท้องที่/ขอบเขตการปกครอง			
	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	หมู่บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
1	–	5	5	ทุ่งเกวียน	เวียงตาล	ห้างฉัตร	ลำปาง
2	–	–	1	นาเงิน	แม่สัน	ห้างฉัตร	ลำปาง
3	–	4	3	ลุ่มกลาง	แม่สัน	ห้างฉัตร	ลำปาง
4	1	3	1	หัวทุ่งพัฒนา	แม่สัน	ห้างฉัตร	ลำปาง
5	3	2	5	เวียงทอง	เมืองยาว	ห้างฉัตร	ลำปาง
6	1	–	–	ใหม่สันป่าตึง	เมืองยาว	ห้างฉัตร	ลำปาง
7	2	–	1	นาน้ำมัน	เมืองยาว	ห้างฉัตร	ลำปาง
8	4	–	3	ทุ่งหลวง	เมืองยาว	ห้างฉัตร	ลำปาง
9	8	3	2	แม่ยามเหนือ	เมืองยาว	ห้างฉัตร	ลำปาง
10	–	2	7	แม่ผึ้ง	เสริมขวา	เสริมงาม	ลำปาง
11	1	6	2	แม่เลียงพัฒนา	เสริมขวา	เสริมงาม	ลำปาง
12	–	5	4	ดอยแก้ว	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
13	–	3	–	ฝั่งแดง	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
14	1	–	1	หล่ายทา	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
15	9	2	17	แม่สะป้วด	ทาสบเส้า	แม่ทา	ลำพูน
16	–	1	5	แม่สะแง๊ะ	ทากาศ	แม่ทา	ลำพูน
17	1	1	–	ปงผาง	ทากาศ	แม่ทา	ลำพูน
รวม	**31**	**37**	**57**	**รวมทั้งสิ้น 125 ครั้ง**			

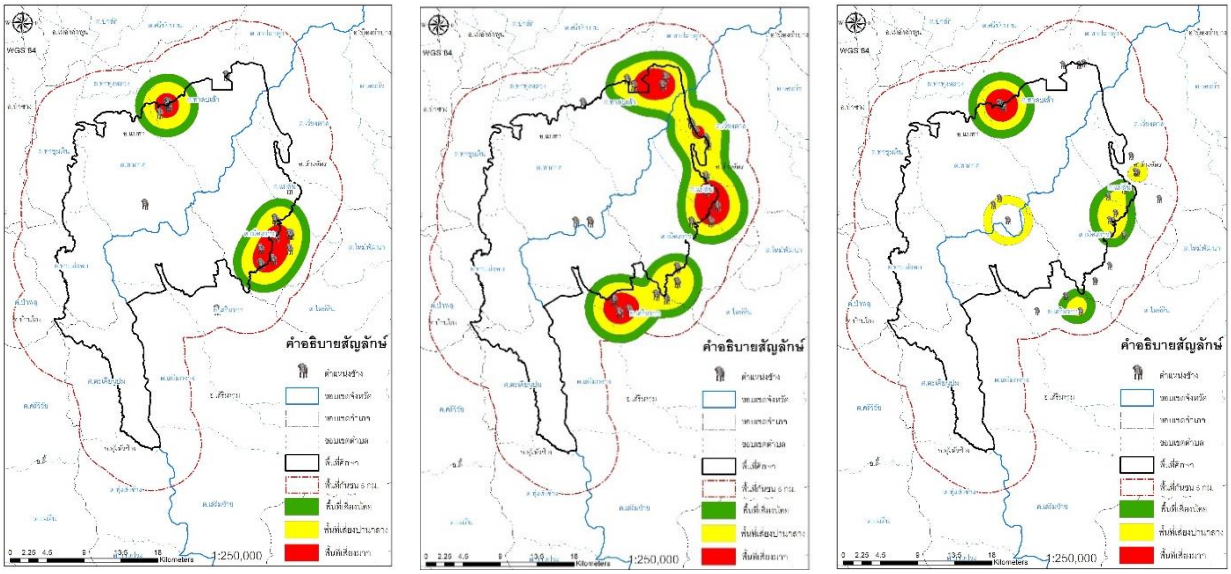


ความหนาแน่นของช้างฤดูร้อน ความหนาแน่นของช้างฤดูฝน ความหนาแน่นของช้างฤดูหนาว

รูปที่ 5 ความหนาแน่นของช้างรายฤดูกาล

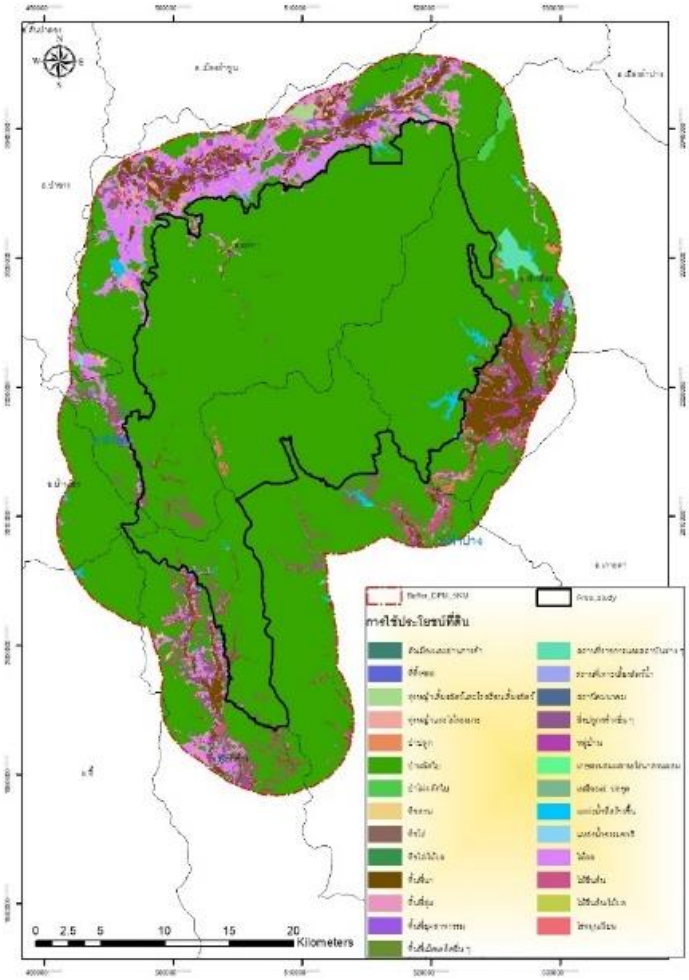
ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นของช้างรายฤดูกาลกับสภาพการใช้ที่ดินเกษตรกรรม

ภายหลังการจำแนกระดับความหนาแน่นของช้างออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ น้อย ปานกลาง และมาก (รูปที่ 6) แล้วนำมาซ้อนทับกับชั้นข้อมูลสภาพการใช้ที่ดินเกษตรกรรม (รูปที่ 7) ผลการศึกษาดังตารางที่ 2 หากพิจารณาเฉพาะพื้นที่ช้างบุกรุกที่มีความหนาแน่นมาก เห็นได้ชัดเจนว่า ช่วงฤดูร้อนมีพื้นที่ถูกบุกรุกเป็นเนื้อที่มากที่สุด คือ นาข้าว รองลงมาคือ ไม้ผล ไม้ยืนต้น และพืชไร่ คิดเป็นเนื้อที่เท่ากับ 3,750 1,245 426 และ 395 ไร่ ตามลำดับ สำหรับฤดูฝนมีพื้นที่ถูกบุกรุกเป็นเนื้อที่มากที่สุด คือ พืชไร่ รองลงมาคือ นาข้าว ไม้ยืนต้น และไม้ผล คิดเป็นเนื้อที่เท่ากับ 2,629 2,548 571 และ 445 ไร่ ตามลำดับ และสำหรับฤดูหนาวมีพื้นที่ถูกบุกรุกเป็นเนื้อที่มากที่สุด คือ ไม้ผล รองลงมาคือ นาข้าว โดยคิดเป็นเนื้อที่เท่ากับ 1,989 และ 284 ไร่ ตามลำดับ



ระดับความหนาแน่นของช้างฤดูร้อน ระดับความหนาแน่นของช้างฤดูฝน ระดับความหนาแน่นของช้างฤดูหนาว

รูปที่ 6 แผนที่ระดับความหนาแน่นช้างบุกรุกรายฤดูกาล



รูปที่ 7 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ.2559 บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง จังหวัดลำพูนและลำปาง

ตารางที่ 2 เนื้อที่แต่ละระดับความหนาแน่นช้างเป็นรายฤดูกาลกับสภาพการใช้ที่ดินเกษตรกรรม (หน่วย: ไร่)

ลำดับ	สภาพการใช้ที่ดิน	ความหนาแน่นช้างบุกรุก ฤดูร้อน			ความหนาแน่นช้างบุกรุก ฤดูฝน			ความหนาแน่นช้างบุกรุก ฤดูหนาว		
		น้อย	ปานกลาง	มาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	น้อย	ปานกลาง	มาก
1	นาข้าว	3,747	4,122	3,750	6,437	3,487	2,548	3,754	1,274	284
2	พืชไร่	508	718	395	3,487	2,855	2,629	1,412	616	–
3	ไม้ยืนต้น	955	879	426	2,548	2,061	571	1,544	444	–
4	ไม้ผล	2,522	2,498	1,245	1,397	3,193	445	2,595	1,927	1,989
5	พืชสวน	17	7	–	2,855	–	7	67	7	–
6	ไร่หมุนเวียน	365	162	219	2,629	1,129	16	80	125	–
7	ทุ่งหญ้า	54	35	46	1,541	85	11	21	9	–
	รวม	**8,169**	**8,421**	**6,081**	**20,894**	**12,810**	**6,228**	**9,474**	**4,403**	**2,273**

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้เพื่อประมาณค่าความหนาแน่นของช้างที่ออกนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมืองเพื่อหาอาหารบุกรุกพื้นที่เกษตรกรรม อีกทั้งเพื่อวิเคราะห์ผลรวมขนาดเนื้อที่ในแต่ละระดับความหนาแน่นช้างกับสภาพการใช้ที่ดินเกษตรกรรมเป็นรายฤดูกาล ประโยชน์ที่ได้รับคือการทำความเข้าใจในสภาพปัญหาที่เคยเกิดขึ้นในอดีต ช่วงปี พ.ศ.2559–2565 เพื่อเป็นพื้นฐานทำความเข้าใจรวมไปถึงการป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ข้อมูลนำเข้ามีทั้งหมด 2 แหล่ง ได้แก่ รายงานภาคสนามเกี่ยวกับการบุกรุกของช้างในพื้นที่เกษตรกรรม และชั้นข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน ผลการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ความถี่และความหนาแน่น ผลการศึกษาส่วนแรกที่พิจารณาเฉพาะความถี่เพียงอย่างเดียว พบว่าช่วงเวลาที่มีความถี่ช้างบุกรุกมากที่สุด คือ ฤดูหนาว รองลงมาคือ ฤดูฝน และร้อน คิดเป็นจำนวน 57 37 และ 31 ครั้ง ตามลำดับ ผลการศึกษาส่วนที่สองพิจารณาความหนาแน่นเชิงพื้นที่ โดยเลือกพิจารณาเฉพาะพื้นที่ที่มีช้างหนาแน่นมาก คือ ช่วงฤดูฝน รองลงมาคือ ฤดูร้อน และหนาว นอกจากนี้หากพิจารณาทิศทางการกระจายตัวพบว่า ฤดูฝน ช้างออกหากินได้เกือบทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา ในทางกลับกัน ฤดูร้อนและหนาว ช้างมีรูปแบบการกระจายตัวที่มีทิศทางการบุกรุกชัดเจนเพื่อหากินผลผลิตทางการเกษตรที่ยังคงเหลืออยู่ นอกจากนี้การศึกษาพบว่าหากพิจารณาเรื่องเวลาโดยรวมทั้งปี พบว่า พื้นที่เกษตรกรรมที่ดึงดูดช้างบุกรุกเป็นเนื้อที่มากที่สุด คือ นาข้าว รองลงมาคือ ไม้ผล และพืชไร่ อย่างไรก็ตาม หากเป็นช่วงฤดูหนาว ไม้ผลจะถูกบุกรุกเป็นเนื้อที่มากที่สุด เนื่องจากเป็นช่วงฤดูที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าวและพืชไร่ด้วย

การประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่ด้วย KDE เป็นที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่และเชิงเวลาหลากหลายด้าน ดังจะเห็นได้จากการศึกษาความหนาแน่นของการเกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนของ ทับทิม วิเศษสุมน (2556) และ พิชเญศ ทรัพย์ประเสริฐ และคณะ (2566) หรือการศึกษาความหนาแน่นการเกิดอาชญากรรมของ มณฑล เยี่ยมไพศาล และมานัส ศรีวณิช (2553) และพงศกร ศรีณรงค์ และคณะ (2565) รวมไปถึงการศึกษาความหนาแน่นของประชากรมนุษย์ในเขตเมืองของ Maurizio et al. (2007) หรือแม้กระทั่งประชากรสัตว์ป่าของ Lees et al. (2016) ที่ทำการระบุแหล่งที่อยู่อาศัยของนกทะเลในสก็อตแลนด์

การศึกษาครั้งนี้มีข้อสังเกต คือ ยังมีพารามิเตอร์อื่นอีกของ KDE ที่ยังไม่ได้ใช้งาน นั่นคือ pop_i หรือจำนวนช้างที่พบในแต่ละครั้งมาใช้ในการประมาณค่าความหนาแน่น ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีการบันทึกรายละเอียดส่วนนี้เอาไว้ เพราะฉะนั้นในอนาคตสำหรับการศึกษาครั้งถัดไปควรมีการบันทึกจำนวนช้างที่พบในแต่ละครั้งด้วย เพื่อประโยชน์ต่อการประมาณความหนาแน่นที่สมจริงมากขึ้น ดังเช่น การศึกษาของมยุรี อำพลจันทร์ และคณะ (2550) ที่มีการใช้จำนวนของชะนีมือขาวเพื่อทำการกำหนดขนาดพื้นที่อยู่อาศัยและความหนาแน่นของสัตว์ป่าดังกล่าวในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งถัดไป คือ การกำหนดขนาดของเคอร์เนล (Kernal size) หรือ *Radius* ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการใช้เครื่องมือ KDE เพราะมันจะมีผลต่อผลลัพธ์ นั่นคือ ค่าความหนาแน่นหรือการกระจายตัว อย่างไรก็ดีสำหรับการศึกษาครั้งนี้กำหนดใช้ค่าเริ่มต้น (Default) ของโปรแกรม ArcGIS เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับช้างมีจำกัด แต่สำหรับการศึกษาครั้งถัดไปควรมีการศึกษาเพิ่มเติมหรืออาจทดลองใช้ขนาดของเคอร์เนลที่แตกต่างกันเพื่อค้นหาขนาดเคอร์เนลที่เหมาะสมและมี *Radius* ที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมของช้างหรือข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ที่ประสบเหตุการณ์ภาคสนาม นอกจากนี้ขนาดช่องกริดนั้นย่อมมีผลต่อการประมาณและการแสดงผลค่าความหนาแน่นในรูปแบบแผนที่ด้วยเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบคุณรายงานภาคสนามของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมืองซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิของวารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงการเผยแพร่ผลงานนี้ให้เป็นประโยชน์ในวงวิชาการและการพัฒนาเชิงพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. (2557). *คู่มือความรู้เรื่องช้างและข้อควรปฏิบัติตนเมื่อพบช้างป่า.* กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. จาก https://www.dnp.go.th/Wildlife/technique_document/elephant%20manual/elephant_manual.pdf.

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง. (2565). *แผนการอนุรักษ์และคุ้มครองพื้นที่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง พ.ศ. 2566-2575.* ลำปาง: เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยผาเมือง.

โครงการคืนช้างสู่ธรรมชาติ. (2545). *โครงการคืนช้างสู่ธรรมชาติในพระราชดำริของสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ.* จาก https://books.google.co.th/books?id=NRXbAAAAMAAJ.

ทับทิม วิเศษสุมน. (2556). *การวิเคราะห์รูปแบบด้านเวลาและสถานที่ของอุบัติเหตุทางถนนในพื้นที่สถานีตำรวจนครบาลประชาชื่น.* สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศกร ศรีณรงค์, Hong SHU, ภัทราพร สร้อยทอง และกฤษนัยน์ เจริญจิตร. (2565). การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพื้นที่ของอาชญากรรมในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้ของประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 28*(2), 929-948.

พิชเญศ ทรัพย์ประเสริฐ, วิไลพรรณ คงสวัสดิ์, และธงชัย สุธีรศักดิ์. (2566). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงอุบัติเหตุบนถนน กรณีศึกษาอำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 33*(1), 280-291.

มณฑล เยี่ยมไพศาล และมานัส ศรีวณิช. (2553). ความหนาแนนเชิงพื้นที่อาชญากรรม กรณีเขตพระนครกรุงเทพมหานคร ศึกษาตามแบบเคอร์เนล. *วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง, 7*(1), 87-102.

มยุรี อำพลจันทร์, นริศ ภูมิภาคพันธุ์ และ Andreas Peter Paul Koeniq. (2550). ขนาดพื้นที่อยู่อาศัยและความหนาแน่นของชะนีมือขาวบริเวณห้วยไม้ซอดใหญ่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย, 14*(1), 41-53.

ยงยุทธ ไตรสุรัตน์, รองลาภ สุขมาสรวง และนริศ ภูมิภาคพันธ์. (2559). *การศึกษานิเวศวิทยาเพื่อแก้ไขความขัดแย้งระหว่างคนกับช้างป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน จังหวัดฉะเชิงเทรา.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รองลาภ สุขมาสรวง. (2536). *นิเวศวิทยาของช้างป่า (Elephas maximus Linnaeus, 1758) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี และตาก.* จาก https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/BKN/search_detail/result/212709.

สมหญิง ทัฬหิกรณ์ และสุธีร์ ลอยมา. (2552). การใช้ประโยชน์พื้นที่อาศัยของช้าง (Elephas maximus Linnaeus, 1758) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย.*Wildlife Yearbook 10*, 125–153. จาก https://www.dnp.go.th/wildlife/wildlifeyearbook/abstract/2551%20full/ 1.9%20ช้างป่า%20(สมหญิง)% 20P125–153.pdf.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2560). *สรุปชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามของประเทศไทย: สัตว์มีกระดูกสันหลัง*. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 112. จาก https://www.onep.go.th/ebook/bio/th–red–data–vertebrates.pdf.

ArcGIS. (2024). How Kernel Density works. from https://pro.arcgis.com/en/pro–app/latest/tool–reference/spatial–analyst/how–kernel–density–works.htm.

Demers, M. N. (1997). *Fundamentals of Geographic Information System*. John Wiley & Sons, Inc.

Lees, K. J., Guerin, A. J., and Masden, E. A. (2016). Using kernel density estimation to explore habitat use by seabirds at a marine renewable wave energy test facility. *Marine Policy*, *63*, 35–44.

Maurizio, G., Paul, L. and Phil, A.. (2007). Kernel density estimation and percent volume contours in general practice catchment area analysis in urban areas. GIS RUK 2007. *Proceedings of the Geographical Information Science Research UK 15th Annual Conference*.

การบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้งเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ญาณวุฒิ อุทรักษ์[1], ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ[1*], สาธิต แสงประดิษฐ์[1], เชษฐพงษ์ บุตรเทพ[1],
สมิทร เหลี่ยมมณี[2], โสภณ อินทรา[2] และ พัชรพล ขุนทอง[2]

Climate Change Mitigation using Alternate Wetting and Drying Methods to Reduce Greenhouse Gas Emissions

Yannawut Uttaruk[1], Teerawong Laosuwan[1*], Satith Sangpradid[1], Chetphong Butthep[1],
Smith Leammanee[2], Sophon Indra[2] and Patcharapol Khunthong[2]

[1] Greenhouse Gas Research and Operations Center, Faculty of Science, Mahasarakham University, Maha Sarakham, 44150

[2] Wave BCG Co., Ltd., 2445/19 Tararom Business Tower 14th Floor, New Petchaburi Rd, Bang Kapi, Huai Khwang, Bangkok, 10310

[*] Corresponding author: teerawong@msu.ac.th

Received: March 15, 2024; Revised: March 29, 2024; Accepted: March 30, 2024

บทคัดย่อ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือที่รู้จักกันดีคือปัญหาโลกร้อนกำลังเป็นปัญหาสำคัญของโลก การดำเนินกิจกรรมโครงการการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงขึ้นทุกปี วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือ 1) การเตรียมแปลงนาและจัดทำระบบชลประทานในนาข้าวให้เป็นแบบเปียกสลับแห้ง 2) เปรียบเทียบต้นทุนก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 3) เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 4) เปรียบเทียบปริมาณการใช้ปุ๋ยก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 5)เปรียบเทียบผลผลิตข้าวก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง และ 6) วิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้งภายใต้โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T–VER) โดยใช้มาตรฐานขั้นสูง (Premium T–VER) วิธีการดำเนินการในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการดำเนินการไปตามวัตถุประสงค์ทั้ง 6 ข้อดังที่กล่าวมา ผลการศึกษาการทำนาแบบเปียกสลับแห้งในพื้นที่ศึกษา 20 ไร่ ตั้งอยู่ที่ ถนนชาวเหนือ 5 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี พบว่า ต้นทุนการผลิตลดลงร้อยละ 19.39 ปริมาณการใช้น้ำลดลงร้อยละ 90 ปริมาณการใช้ปุ๋ยลดลงร้อยละ 10 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 44.5 การศึกษาครั้งนี้ สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากการดำเนินกิจกรรมโครงการ (15 ปี) ได้ 100 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) เฉลี่ยปีละ 6.7 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) เมื่อนำมาคำนวณเป็นปริมาณคาร์บอนเครดิตจากพื้นที่ดำเนินการที่ไม่รวมการใช้ปุ๋ย ก็พบว่ามีปริมาณคาร์บอนเครดิตทั้งหมด 100 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) ตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการ 15 ปี

คำสำคัญ: การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง, ก๊าซมีเทน, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, คาร์บอนเครดิต, เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

---

[1] ศูนย์วิจัยและปฏิบัติการก๊าซเรือนกระจก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150

[2] บริษัท เวฟ บีซีจี จำกัด เลขที่ 2445/19 อาคาร ธารารมณ์ บิสซิเนส ทาวเวอร์ ชั้น 14 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

Abstract

The problem of climate change, or better known as global warming, is becoming a major problem in the world. Carrying out project activities to reduce greenhouse gas emissions from the agricultural sector is one way to help alleviate climate change that is getting more severe every year. The objective of this research is 1) Preparing the rice fields and creating an irrigation system in the rice fields to be Alternate Wetting and Drying, 2) Compare costs before and after Alternate Wetting and Drying, 3) Compare the amount of water used before and after Alternate Wetting and Drying, 4) Compare the amount of fertilizer used before and after Alternate Wetting and Drying, 5) Compare rice production before and after Alternate Wetting and Drying and 6) Analyze the amount of greenhouse gases that can be reduced from Alternate Wetting and Drying farming under the Thailand Voluntary Emission Reduction Program (T-VER) using advanced standards (Premium T-VER). The procedures of this study were carried out according to the 6 objectives mentioned above. Results of the study of Alternate Wetting and Drying in the study area of 20 rai, located at Chao Nuea Road 5, Chiang Rak Yai Subdistrict, Sam Khok District, Pathum Thani Province. It was found that production costs decreased by 19.39 percent, water use decreased by 90 percent, fertilizer use decreased by 10 percent, production increased by 44.5 percent. This study was able to reduce greenhouse gas emissions from project activities (15 years) by 100 tons of carbon dioxide equivalent (tCO_2e), an average of 6.7 tons of carbon dioxide equivalent (tCO_2e) per year. When calculated as the amount of carbon credits from the operation area that excludes fertilizer use, it was found that there was a total of 100 tons of carbon dioxide equivalent (tCO_2e) for 15 years.

Keywords: Alternate wetting and drying, Methane, Carbon dioxide, Carbon credit, Sustainable Development Goals (SDGs)

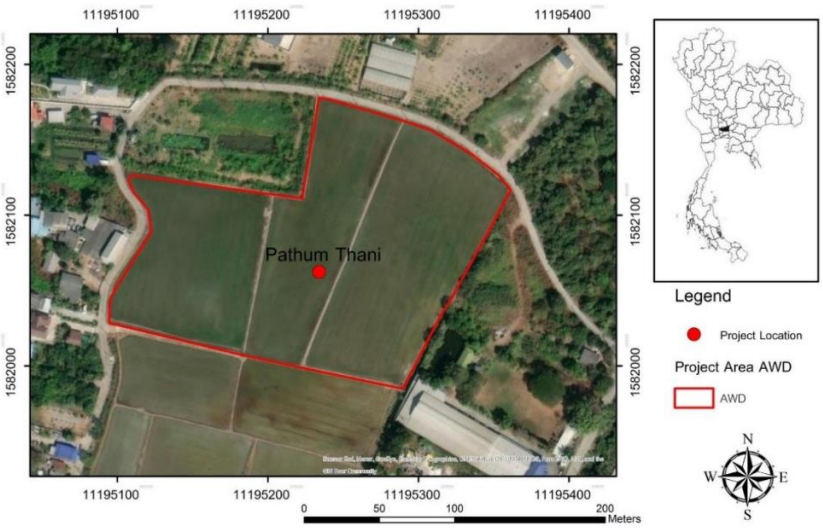
บทนำ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) หรือที่รู้จักกันดีคือปัญหาโลกร้อน (global warming) กำลังเป็นปัญหาสำคัญของโลกเพราะส่งผลกระทบโดยรวมต่อระบบนิเวศของโลกและที่อยู่อาศัยของมนุษย์ เนื่องจากการละลายของน้ำแข็งในขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล (Teerawong & Yannawut, 2016; Yannawut & Teerawong, 2019; Uttaruk & Laosuwan, 2020) ซึ่งนำไปสู่การสูญเสียที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ รวมถึงการเกิดโรคอุบัติใหม่ที่เป็นสาเหตุทำให้มนุษย์เสียชีวิตจำนวนมาก (Samek et al., 2011; Manabe, 2019; Tian et al., 2019; Sugsaisakon & Kittipongvises, 2021) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกมาจากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases: GHGs) (Brick et al., 2021; Bruine de Bruin et al., 2021; Brulle etal., 2021) ข้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก ประชากรกว่าครึ่งโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก เนื่องจากเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ นอกจากนี้ความต้องการบริโภคข้าวมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากประชากรโลกมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สำหรับวิธีการเพาะปลูกข้าวในอดีตจนถึงปัจจุบัน เกษตรกรใช้น้ำปลูกข้าวในปริมาณที่ค่อนข้างสูง เพราะเชื่อว่าสามารถให้ผลผลิตสูงและข้าวเจริญเติบโตช้าถ้าไม่มีน้ำท่วมขังในนา ทั้งนี้ จากงานวิจัยเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำในการเพาะปลูก พบว่าการสูญเสียน้ำตลอดระยะเวลาในการเพาะปลูกข้าวประมาณ 50 – 80% ของปริมาณน้ำที่ใช้ นอกจากนี้ การที่มีน้ำท่วมขังในนาข้าวยังก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกแพร่ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ถึง 28 เท่า (องค์การบริหารจัดการ

ก๊าซเรือนกระจก, 2564) ทั้งนี้ ก๊าซมีเทนในนาข้าวนั้น เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินของพื้นที่นา ดังนั้น การทำนาข้าวจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ (นวลละออง อรรถรังสรรค์, 2558; จิตติวรรณ บำรุงบุตร และคณะ, 2563)

ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงหาวิธีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและการบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying : AWD) ซึ่งเป็นการจัดการน้ำที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบันและถูกนำมาใช้ในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรทั้งในและต่างประเทศ (International Rice Research Institute, 2021) วิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ (Maneepitak et al., 2019; Sahu et al., 2023) เป็นการจัดการน้ำแบบไม่ต้องให้น้ำแช่ขังตลอดแต่ปล่อยให้มีการแห้งช่วงระยะหนึ่งสำหรับระยะการเจริญเติบโตของข้าว (Dahlgreen & Parr, 2024) ซึ่งวิธีการนี้สามารถประหยัดน้ำได้ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิต อีกทั้งยังช่วยลดก๊าซเรือนกระจกแพร่ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศจากนาข้าว (Vries et al., 2010; Yang et al., 2012; Ye et al., 2013) เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบขังน้ำตลอดอายุปลูก ซึ่งวิธีการให้น้ำดังกล่าวข้างต้นสามารถทำได้ทั้งข้าวอยู่ในระยะแตกกอและระยะสร้างรวงอ่อน (Dong et al., 2012; Carrijo et al., 2017) หรือตลอดอายุปลูก ยกเว้นเฉพาะช่วงออกดอกเท่านั้น (Yao et al., 2012’ Wu et al., 2022) สำหรับประเทศไทย การทำนาแบบเปียกสลับแห้งโดยทั่วไปจะขังน้ำในแปลงนาที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตร ในช่วงหลังปักดำ จนกระทั่งข้าวอยู่ในช่วงตั้งท้องออกดอกจึงจะเพิ่มระดับน้ำในแปลงอยู่ที่ 7–10 เซนติเมตร ช่วงที่ปล่อยให้ข้าวขาดน้ำมี 2 ช่วงคือ ครั้งที่ 1 ในช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (อายุข้าว 35–45 วัน) เป็นเวลา 14 วัน หรือจนกว่าระดับน้ำในแปลงนาจะต่ำกว่าผิวแปลง 10–15 เซนติเมตร หรือดินในแปลงนาแตกระแหง แล้วจึงปล่อยน้ำเข้านา ครั้งที่ 2 ในช่วงข้าวแตกกอสูงสุด (อายุข้าว 60–65 วัน) เป็นเวลาอีก 14 วัน เช่นเดียวกัน หรือ จนกว่าระดับน้ำในแปลงนาจะลดลงต่ำกว่าผิวแปลง 10–15 เซนติเมตร หรือดินในแปลงนาแตกระแหงแล้วจึงปล่อยน้ำเข้านา (กรมการข้าว,ม.ป.ป.; กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558; สุภชัย ปิติวุฒิ, ม.ป.ป.; ทีดีอาร์ไอ, 2566)

อนึ่ง โครงการ T-VER คือ กลไกลดก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศที่ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. พัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 มีชื่อเต็มว่า โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program) เรียกย่อว่า T-VER ซึ่งเป็นกลไกที่มีเป้าหมายในการส่งเสริมให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2559) สำหรับ T-VER มาตรฐานขั้นสูง หรือที่เรียกว่า Premium T-VER ได้ถูกพัฒนาต่อยอดมาจาก T-VER ในปี พ.ศ. 2565 โดยที่ Premium T-VER ต้องเป็นกิจกรรมที่ตั้งอยู่ในประเทศไทย ที่สามารถตรวจวัดการลดก๊าซเรือนกระจกได้จริง (real) และถาวร (permanent) มีการดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (additional) ไม่มีการนับซ้ำ (double counting) สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน และมีการป้องกันผลกระทบด้านลบ (safeguards) ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบ (do-no-net harm) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563) วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อ 1) การเตรียมแปลงนาและจัดทำระบบชลประทานในนาข้าวให้เป็นแบบเปียกสลับแห้ง 2) เปรียบเทียบต้นทุนก่อน-หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 3) เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อน-หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 4) เปรียบเทียบปริมาณการใช้ปุ๋ยก่อน-หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 5) เปรียบเทียบผลผลิตข้าวก่อน-หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง และ 6) วิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้งภายใต้โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทยโดยใช้มาตรฐานขั้นสูง (Premium T-VER) โดยได้ทำการเลือกพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง 20 ไร่ (รูปที่ 1) ตั้งอยู่ที่ ถนนชาวเหนือ 5 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี



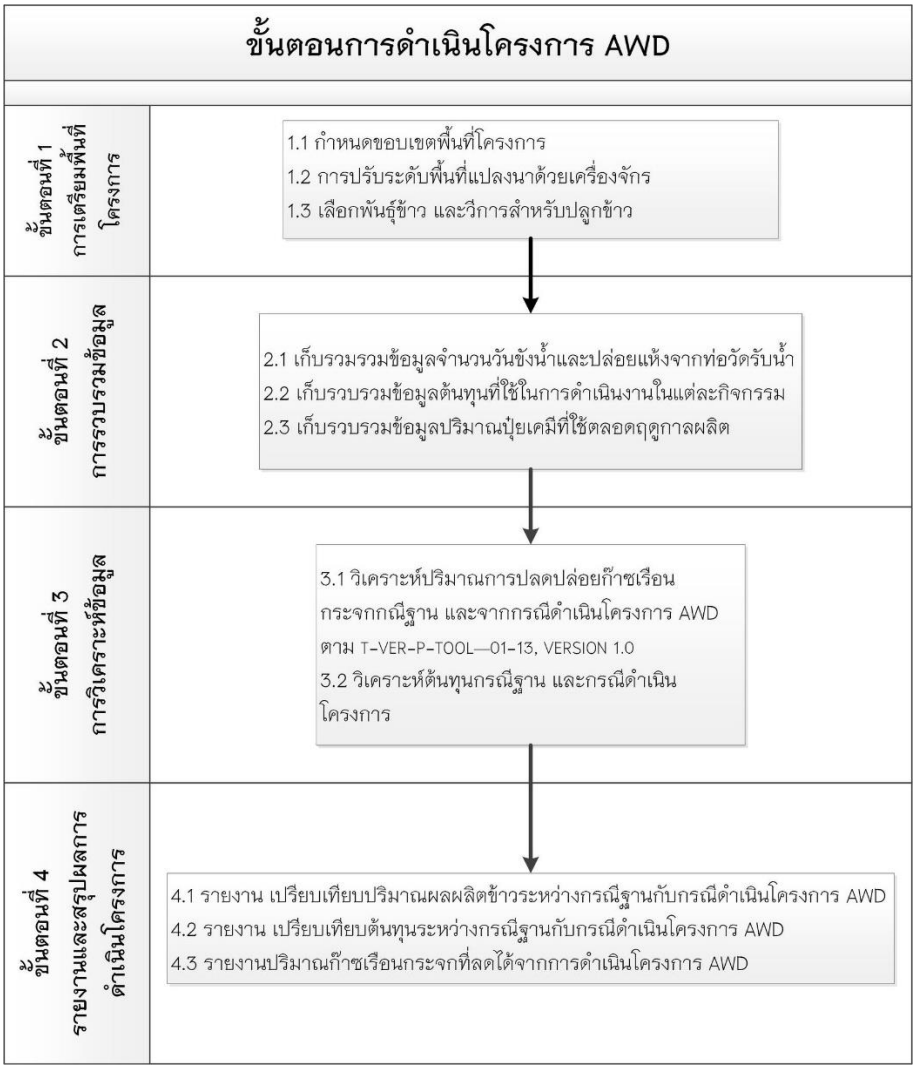
รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาตัวอย่าง 20 ไร่ ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการปรับเปลี่ยนวิธีการทำนาแบบดังเดิมที่มีการขังน้ำในนาข้าวตลอดระยะเวลาปลูกข้าวเป็นการทำนาแบบเปียกสลับแห้งบนพื้นที่นาของเกษตรกร ในการทดลองพื้นที่ 20 ไร่ ในเขตตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี ดังรูปที่ 1 โดยปลูกข้าวพันธุ์ จัสมิน 20 (*Oryza sativa* L.:Jusmin20) แบบนาหว่าน ระยะเวลาในการดำเนินการ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2566 โดยมีรายละเอียดการดำเนินดังรูปที่ 2 และสามารถอธิบายการดำเนินการพอสังเขป ดังนี้

1. ใช้เครื่องจักรกลปรับระดับดินนาด้วยแสงเลเซอร์ (Laser land leveling) เป็นการจัดการผิวหน้าดินนาในกระทงนาเดียวกันที่ยังมีความต่างระดับกันอยู่บ้าง ให้มีความราบเรียบและมีระดับที่สม่ำเสมอกันมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเพาะปลูกดีขึ้น ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตที่สม่ำเสมอกันทั้งแปลงนา ส่งผลให้ได้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงขึ้นและมีคุณภาพของผลผลิตที่ดีสม่ำเสมอกันอีกด้วย การดำเนินครั้งนี้ได้ดำเนินการในพื้นที่ศึกษาดังรูปที่ 3

2. การเตรียมแปลงนาและจัดทำระบบชลประทานในนาข้าวให้เป็นแบบเปียกสลับแห้ง (ทำได้ทั้งนาดำและนาหว่าน) การศึกษาครั้งนี้ได้เตรียมท่อพีวีซีขนาด 4 นิ้ว ยาว 25 เซนติเมตร วัดจากขอบท่อมา 5 เซนติเมตร เจาะรูทั้งหมด 4 จุด ทำทุก ๆ 5 เซนติเมตร นำไปฝังไว้ในแปลงนาลึก 20 เซนติเมตร ให้ปากท่อพ้นดิน 5 เซนติเมตร ในอัตรา 1 ท่อ ต่อพื้นที่ 1 ไร่ (รวมทั้งสิ้น 20 ท่อ) จากนั้นขุดดินในท่อออกเพื่อใช้สังเกตระดับน้ำใต้ดิน (รูปที่ 4) ทำการปลูกข้าวจัสมิน 20 (Jasmine 20) และใช้ปุ๋ยเดิมของเกษตรกร (เคมีเป็นหลัก) โดยหลังข้าวอายุได้ 20 วันขึ้นไป นับจากวันที่ดำนาหรือหว่านข้าวให้สูบน้ำข้าวนาระดับน้ำให้สูง 5–10 เซนติเมตร จากผิวดิน แล้วปล่อยให้แห้ง รอเวลาให้ข้าวแตกรากแตกกอ เป็นเวลา 15–20 วัน หรือจนกระทั่งระดับน้ำใต้ดินในท่อที่ฝังไว้ต่ำกว่า 15 เซนติเมตร จากผิวดิน ให้สูบน้ำเข้าอีกครั้ง กระบวนการนี้สามารถทำได้ 1–2 ครั้ง ก่อนข้าวเริ่มตั้งท้อง หรืออายุข้าวได้ 60 วัน



รูปที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปที่ 3 การใช้เครื่องจักรกลปรับระดับดินนาด้วยแสงเลเซอร์

รูปที่ 4 การเตรียมแปลงนาและจัดทำระบบชลประทานในนาข้าว

3. ประเมินต้นทุนและผลผลิตข้าว ก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง สำหรับการประเมินต้นทุนและผลผลิตข้าวก่อน–หลังทำนาแบบเปียกสลับแห้งประเมินจาก ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณการใช้ปุ๋ย และเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตข้าวก่อน–หลัง จากการปรับเปลี่ยนวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง

4. วิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนจกที่ลดได้ จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง ภายใต้ โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program) เรียกย่อว่า T–VER และได้ใช้มาตรฐานขั้นสูง (Premium T–VER) ตามเครื่องมือการคำนวณปริมาณการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว (Calculation for methane emission reduction by adjusted water management practice in rice cultivation :T–VER–P–TOOL—01–13, VERSION 1.0) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563) ระยะเวลา 15 ปี โดยเลือกทางเลือกที่ 2 จากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวเป็นค่าแนะนำ กรณีไม่ใส่วัตถุอินทรีย์ในดิน ดังสมการที่ 1 – 4

$$CH_4soil_{ER,t} = EF_{ER}\ x\ A_t\ x\ L_t\ x\ 10^{-3}\ x\ GWP_{CH4} \quad (1)$$

$$EF_{ER} = EF_{BSL} - EF_{PROJ}$$

กรณีใส่วัสดุอินทรีย์

$$EF_{BSL} = EF_{BSL,c}\ x\ SF_{BSL,w} x\ SF_{BSL,p}\ x\ SF_{BSL,o} \quad (2)$$

$$EF_{PROJ} = EF_{BSL,c}\ x\ SF_{PROJ,w} x\ SF_{PROJ,p}\ x\ SF_{PROJ,o}$$

กรณีไม่ใส่วัสดุอินทรีย์

$$EF_{BSL} = EF_{BSL,c}\ x\ SF_{BSL,w} x\ SF_{BSL,p} \quad (3)$$

$$EF_{PROJ} = EF_{BSL,c}\ x\ SF_{PROJ,w} x\ SF_{PROJ,p}$$

โดยที่:

$CH_4soil_{ER,t}$ ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซมีเทนของโครงการในปีที่ t (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

EF_{ER} ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวที่ลดลงจากการดำเนินโครงการ (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

EF_{BSL} ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐาน (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

EF_{PROJ} ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีดำเนินโครงการ (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

$EF_{BSL,c}$ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวแบบขังน้ำตลอดฤดูปลูกและไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ในกรณีฐาน (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)โดยใช้ เป็นค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC

$SF_{BSL,w}$ หรือ $SF_{PROJ,w}$ ตัวปรับค่าตามรูปแบบการจัดการน้ำช่วงฤดูปลูกในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ

$SF_{BSL,p}$ หรือ $SF_{PROJ,p}$ ตัวปรับค่าตามรูปแบบการขังน้ำก่อนฤดูในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ

$SF_{BSL,o}$ หรือ $SF_{PROJ,o}$ ตัวปรับค่าตามการใส่วัสดุอินทรีย์ในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ โดยคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$SF_o = (1 + \sum_i ROA_i \; x \; CFOA_i)^{0.59} \quad (4)$$

โดยที่

ROA_i ปริมาณวัสดุอินทรีย์ชนิด i ที่ใส่ (ตันต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้งสำหรับฟาง และโดยน้ำหนักสดสำหรับวัสดุชนิดอื่น)

$CFOA_i$ ตัวแปลงค่าสำหรับวัสดุอินทรีย์ชนิด i ที่ใส่ (เทียบกับการใส่ฟางเป็นเวลาสั้นๆ อนปลูก)

A_t พื้นที่ปลูกข้าวของโครงการในปีที่ t (ไร่)

L_t ระยะเวลาปลูกข้าวของโครงการในปีที่ t (วัน) (ใช้เฉพาะค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนที่เป็นหน่วยวัน)

GWP_{CH4} ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน

ผลการศึกษา

จากการศึกษาการบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้งเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก สามารถแสดงผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง พบว่า ต้นทุนก่อนทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 5,700 บาท ต้นทุนหลังทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 4,595 บาท และพบว่า ต้นทุนการผลิตลดลงร้อยละ 19.39

2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำก่อน–หลัง จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง พบว่า ปริมาณการใช้น้ำก่อนทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 64,000 ลบ.ม (ปริมาณน้ำที่พื้นที่กักเก็บได้ 1,600 ลบ.ม และ นำน้ำเข้านาทุก ๆ 3 วัน ครั้งละ 500 ลบ.ม) สำหรับปริมาณการใช้น้ำหลังทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 4,800 ลบ.ม (ปริมาณน้ำที่พื้นที่กักเก็บได้ 1,600 ลบ.ม และปล่อยให้นาแห้งและนำน้ำเข้านาทั้งหมด 2 ครั้ง ครั้งละ 1,600 ลบ.ม) และพบว่าปริมาณการใช้น้ำลดลงร้อยละ 92.50

3. วิเคราะห์ปริมาณการใช้ปุ๋ยก่อน-หลัง จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง พบว่า ปริมาณการใช้ปุ๋ยก่อนทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 2 ตัน ต่อ 20 ไร่ ปริมาณการใช้ปุ๋ยหลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 1.8 ตัน ต่อ 20 ไร่ และพบว่า ปริมาณการใช้ปุ๋ยลดลงร้อยละ 10.00

4. ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลผลิตข้าวก่อน-หลัง แสดงได้ดังตารางที่ 1 โดยจากการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง พบว่า น้ำหนักข้าวก่อนทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 600 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักข้าวหลังทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 867 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 44.50

ตารางที่ 1 สรุปผลการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนและผลผลิตก่อนและหลังปรับเปลี่ยนวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง

กิจกรรม	ก่อน	หลัง	การเปลี่ยนแปลง
งบประมาณในการในการ (บาทต่อไร่)	5,700	4,595	ลดลง ร้อยละ 19.39
ปริมาณการใช้น้ำตลอดระยะเวลาดำเนินการ (ลบ.ม.)	64,000	4,800	ลดลงร้อยละ 92.50
ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี (ตันต่อไร่)	0.10	0.09	ลดลงร้อยละ 10.00
ผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)	600	867	เพิ่มขึ้นร้อยละ 44.50

5. ผลการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนจกที่ลดได้จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง ภายใต้ โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program) เรียกย่อว่า T-VER และได้ใช้มาตรฐานขั้นสูง (Premium T-VER) ตามเครื่องมือการคำนวณปริมาณการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว (Calculation for methane emission reduction by adjusted water management practice in rice cultivation :T-VER-P-TOOL—01-13, VERSION 1.0 โดยโครงการลด ดูดซับ และการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเกษตรมีอายุ 15 ปี และสามารถต่ออายุได้ 2 ครั้ง (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563) สำหรับผลการวิเคราะห์พบว่า สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากการดำเนินกิจกรรมโครงการ (15 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2567 – 2581) พบปริมาณ 100 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) เฉลี่ยปีละ 6.7 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนจกที่ลดได้ (tCO_2e)

ปี	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ	ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก
2567	13.12	6.42	0	6.70
2568	13.12	6.42	0	6.70
2569	13.12	6.42	0	6.70
2570	13.12	6.42	0	6.70
2571	13.12	6.42	0	6.70
2572	13.12	6.42	0	6.70
2573	13.12	6.42	0	6.70

ปี	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ	ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก
2574	13.12	6.42	0	6.70
2575	13.12	6.42	0	6.70
2576	13.12	6.42	0	6.70
2577	13.12	6.42	0	6.70
2578	13.12	6.42	0	6.70
2579	13.12	6.42	0	6.70
2580	13.12	6.42	0	6.70
2581	13.12	6.42	0	6.70
รวม (tCO_2e)	**196.8**	**96.3**	**0**	**100.5**
จำนวนปี	**15**	**15**	**15**	**15**
เฉลี่ยปีละ (tCO_2e/y)	**13.12**	**6.42**	**0**	**6.70**

สรุปและอภิปรายผล

การขังน้ำในแปลงนาตลอดการเพาะปลูกข้าวนอกจากจะมีการสูญเสียน้ำแล้ว ยังก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศ โดยก๊าซมีเทนในนาข้าวเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินนา ทั้งนี้ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างและปล่อยมีเทนจากนาข้าวที่สำคัญ ได้แก่ พันธุ์ข้าว ชนิดดิน วิธีการปลูก วิธีการจัดการน้ำ ชนิดกับอัตราการใช้ปุ๋ย และปริมาณสารอินทรีย์ในนาข้าว โดยวิธีการบรรเทาการปล่อยมีเทนจากการทำนาปลูกข้าวที่สำคัญ คือ การจัดการน้ำ การใส่ปุ๋ย และการไถพรวน จากการทำวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ช่วงเวลาที่มีการปล่อยก๊าซมากที่สุดคือเวลาที่ข้าว เริ่มออกดอกและโผล่รวงหรือประมาณ 6 – 8 สัปดาห์ หลังจากปักดำ ในสภาพที่แปลงนามีน้ำท่วมขังทำให้เกิดสภาพไร้อากาศ (anaerobic condition) ซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินกิจกรรมของ แบคทีเรียกลุ่ม Methanogen ให้สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินได้สูงสุด ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นส่วนมากจะถูกปล่อยสู่บรรยากาศโดยผ่านโพรงอากาศในลำต้นของข้าว (aerenchyma) จากการทดลองปลูกข้าวเปียกสลับแห้งในพื้นที่ 20ไร่ ในตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี ผลการดำเนินงานพบว่าการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งเปรียบเทียบกับการทำนาแบบดั้งเดิม สามารถลดต้นทุนการทำนาโดยการลดลงเท่ากับ 1,105 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.39 ปริมาณน้ำที่ใช้ลดลงคิดเป็นร้อยละ 92.50 การใช้ปุ๋ยลดลง 200 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 10 ผลผลิตเพิ่มขึ้น 261 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 44.50 ของการเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากการดำเนินกิจกรรมโครงการได้ 225 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) เฉลี่ยปีละ 15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) ต่อการปลูก 1 รอบ ต่อพื้นที่ศึกษา 20 ไร่ นอกจากนี้เมื่อนำมาคำนวณเป็นคาร์บอนเครดิตจากการคำนวณด้วยการทำเปียกสลับแห้งอย่างเดียวก็พบว่ามีปริมาณคาร์บอนเครดิต 100 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) จากระยะเวลา

ในการดำเนินโครงการ 15 ปี หากรวมการใช้ปุ๋ยด้วยก็พบว่ามีปริมาณคาร์บอนเครดิตทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นหากมีการดำเนินการปรับเปลี่ยนวิธีการใช้ปุ๋ย อนึ่ง แนวทางในการได้มาซึ่งคาร์บอนเครดิตนั้นจะต้องมีการปรับระดับดินนาด้วยแสงเลเซอร์ (Laser land leveling) มีการจัดการผันน้ำออกจากพื้นที่ มีการเฝ้าสังเกตท่อเพื่อดูระดับน้ำ และการบันทึกการปลูกและการใช้ปุ๋ย การศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งสามารถลดต้นทุนได้จริง ลดปริมาณน้ำได้จริง ลดการใช้ปุ๋ยได้จริง ผลผลิตเพิ่มขึ้นจริง นอกจากนี้ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้สามารถนำไปขายเป็นคาร์บอนเครดิตเพื่อเป็นรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรและมุ่งสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท เวฟ บีซีจี จำกัด สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. (ม.ป.ป.). *การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง.* จาก https://webold.ricethailand.go.th/web/index.php/mactivities/6292-2019-07-08-14-27-58.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2558). *คู่มือการทำนาแบบเปียกสลับแห้งแกล้งข้าว ภายใต้โครงการจัดทำแปลงสาธิตการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง.* จาก https://water.rid.go.th/waterm/template/manager/FProjectMAC/portfolio/58.pdf.

จิตติวรรณ บำรุงบุตร พงษ์เทพ หาญพัฒนากิจ อำนาจ ชิดไธสง สุขุมาภรณ์ แสงงาม และศุภิกา วานิชชัง. (2563). ประสิทธิภาพการจัดการน้ำด้วยวิธีแบบเปียกสลับแห้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 12*, 10-22.

นวลละออง อรรถรังสรรค์. (2558). กระบวนการสร้างเสริมการบริหารจัดการธนาคารข้าว และการลดต้นทุนในการผลิตข้าว กรณีศึกษา: บ้านหินปูน ตำบลเขวาใหญ่ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 7*, 16-33.

ทีดีอาร์ไอ .(2566). *ทำไมต้องทำนาแบบเปียกสลับแห้ง.* จาก https://tdri.or.th/2023/08/alternative-wetting-and-drying-rice/.

สุภชัย ปิติวุฒิ .(ม.ป.ป.). *ระบบผลิตเปียกสลับแห้งแกล้งข้าว.* จาก https://www.nstda.or.th/nac/2013/download/presentation/NAC2013_Set1/CC-305-02-PM/Supachai_Document.pdf.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2559). *T-VER คืออะไร.* จาก https://ghgreduction.tgo.or.th/th/ about-tver/t-ver.html.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2563). *โครงการ T-VER มาตรฐานขั้นสูง (Premium T-VER).* จาก https://ghgreduction.tgo.or.th/th/about-premium-t-ver/about-premium-t-ver-project. html.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2564). *ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) สำหรับโครงการ T-VER.* จาก https://ghgreduction.tgo.or.th/th/download-tver/120-tver-gwp-emission-factor/2692-global-warming-potential-gwp-t-ver.html.

อารยา จันทร์สกุล. (2561*). Overtourism ผลกระทบและแนวทางการจัดการเพื่อความยั่งยืน.* จาก https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Southern/ReasearchPaper/Overtourism.pdf.

Brick, C., Bosshard, A., & Whitmarsh, L. (2021). Motivation and climate change: A review. *Current Opinion in Psychology, 42*, 82–88.

Bruine de Bruin, W., Rabinovich, L., Weber, K., Babboni, M., Dean, M., & Ignon, L. (2021). Public understanding of climate change terminology. *Climatic Change, 167*(3), 37.

Brulle, R. J. (2021). Networks of opposition: A structural analysis of U.S. climate change countermovement coalitions 1989– 2015. *Sociological Inquiry, 91*(3), 603–624.

Carrijo, D. R., Lundy, M. E., and Linquist, B. A. (2017). Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation: A meta–analysis, Field Crop. *Res., 203*, 173–180.

Dahlgreen, J., & Parr, A. (2024). Exploring the Impact of Alternate Wetting and Drying and the System of Rice Intensification on Greenhouse Gas Emissions: A Review of Rice Cultivation Practices. *Agronomy, 14*, 378.

Dong, N.M., K.K. Brandt, J.Sørensen, N.N.Hung, C.V.Hach,, P.S.Tan & T.Dalsgaard. (2012). Effects of alternateing wetting and drying versus continuous flooding on fertilizer nitrogen fate in rice fields in the Mekong Delta, Vietnam. *Soil Biology & Biochemistry, 47*, 166–174.

International Rice Research Institute. (2021). *Rice straw. Rice knowledge bank*. Laguna, the Philippines. knowledgebank. Form http://www.knowledgebank.irri.org/step–by–step–production/ postharvest/rice–by–products/rice–straw.

Manabe, S. (2019). Role of greenhouse gas in climate change. Tellus A Dyn. Meteorol. *Oceanogr, 71*, 1–13.

Maneepitak, S., Ullah, H., Paothong, K., Kachenchart, B., Datta, A., Shrestha, R.P. (2019). Effect of water and rice straw management practices on yield and water productivity of irrigated lowland rice in the Central Plain of Thailand. Agric. *Water Manag, 211*, 89–97.

Sahu, R., Chaurasiya, A., Kumar, R., & Sohane, R. K. (2023). Alternate wetting and drying technology for rice production. *Indian Farming, 73*(3), 11–13.

Samek, J.H., Skole, D.L., Butthep, C., Navanugraha, C., Uttaruk, P., Laosuwan, T. (2011*). Inpang carbon bank in northeast Thailand: A Community Effort in Carbon Trading from Agroforestry Projects*. In Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 263–280.

Sugsaisakon, S., Kittipongvises, S. (2021). *Citywide Energy–Related CO_2 Emissions and Sustainability Assessment of the Development of Low–Carbon Policy in Chiang Mai, Thailand*. Sustainability, 13, 6789.

Teerawong Laosuwan & Yannawut Uttaruk. (2016). Estimating Above Ground Carbon Capture Using Remote Sensing Technology in Small Scale Agro Forestry Areas. *Agriculture & Forestry, 62*(2), 253–262.

Tian, J., Shan, Y., Zheng, H., Lin, X., Liang, X., & Guan, D. (2019). Structural patterns of city–level CO_2 emissions in Northwest China. *J. Clean. Prod, 223*, 553–593.

Uttaruk, Y., & Laosuwan, T. (2020). Methods of Estimation for Above Ground Carbon Stock in Nongbua–nonmee Community Forest, Maha Sarakham Province, Thailand. *Poljoprivreda i Sumarstvo, 66*(3), 183–195.

Vries, M.E., Rodenburg, J., Bado, B.V., Sow, A., Leffelaar, P.A. and Giller, K.E. (2010). Rice production with less irrigation water is possible in a Sahelian environment. *Field Crops Research, 116*, 154–164.

Wu, K., Li, W., Wei, Z., Dong, Z., Meng, Y., Lv, N., and Zhang, L. (2022). Effects of mild alternate wetting and drying irrigation and rice straw application on N_2O emissions in rice cultivation. *SOIL, 8*, 645–654.

Yang, J.C., Zhang, H., & Zhang, J.H. (2012). Root morphology and physiology in relation to the yield formation of rice. *Journal of Integrative Agriculture, 11*(6), 920–926.

Yannawut Uttaruk & Teerawong Laosuwan. (2019). Development of Prototype Project for Carbon Storage and Greenhouse Gas Emission Reduction from Thailand's Agricultural Sector. *Sains Malaysiana, 48*(10), 2083–2092.

Yao, F., Huang, J., Cui, K., Nie, L., Xiang, J., Liu, X. (2012). Agronomic performance of highyielding rice variety grown under alternate wetting and drying irrigation. *Field Crops Research, 126*, 16–22.

Ye, Y., Liang, X., Chen, Y., Liu, J., Gu, J., & Guo, R. (2013). Alternate wetting and drying irrigation and controlled–release nitrogen fertilizer in late–season rice. Effects on dry matter accumulation, yield, water and nitrogen use. *Field Crops Research, 144*, 212–224.

พื้นที่เสี่ยงการเกิดอาชญากรรมเกี่ยวกับทรัพย์ ในเทศบาลเมืองน่าน จังหวัดน่าน

ศุภโชติ รอดรุ่งเรือง[1*], บุญศิริ สุขพร้อมสรรพ์[1] และ อาทิตย์ ลิมปิยากร[2]

Risk Areas for Property-related Crimes in Nan Municipality, Nan Province

Supachot Rodruangrung[1*], Boonsiri Sukpromsun[1] and Arthit Limpiyakorn[2]

[1] Department of Geographic Information Science, School of Information Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

[2] Department of Landscape Architecture, Faculty of Architecture, Kasetsart University, Bangkok,10900

[*] Corresponding author: kopfamily26795@gmail.com

Received: February 2, 2024; Revised: March 28, 2024; Accepted: April 4, 2024

บทคัดย่อ

อาชญากรรมเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในประเทศไทยก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน โดยคดีอาชญากรรมที่ปรากฏมากที่สุดในเทศบาลเมืองน่าน จังหวัดน่าน คือ คดีลักทรัพย์ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษารูปแบบการกระจายตัวของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ 2) เพื่อวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ต่อการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ และ 3) ศึกษาแนวโน้มทิศทางการกระจายตัวของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ โดยทำการศึกษาการเกิดเหตุลักทรัพย์ในช่วงปี พ.ศ. 2561 – 2565 ด้วยวิธี Kernel Density เพื่อแสดงระดับความเสี่ยงของการเกิดเหตุลักทรัพย์ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงร่วมกับปัจจัยกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นประชากร การใช้ประโยชน์ที่ดิน ถนน และป้อมตำรวจ ด้วยวิธี Getis-Ord Gi* รวมทั้งศึกษาแนวโน้มและทิศทางการกระจายตัวของการเกิดเหตุด้วยวิธี Standard Deviational Ellipse (SDE)

ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการเกิดเหตุลักทรัพย์เป็นแบบกระจายตัวและมีระดับความเสี่ยงที่แตกต่างกัน โดยสามารถวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ออกเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงมาก ปานกลาง น้อย และ พื้นที่ไม่มีความเสี่ยง ซึ่งสามารถแสดงด้วยสีในแผนที่ออกเป็นสีแดง ส้ม เหลือง และเขียว ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Getis-Ord Gi* พบว่า บริเวณที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง ได้แก่ พื้นที่เมือง และบริเวณถนนสายรองมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ ผลจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการวางแผน การเฝ้าระวังเหตุลักทรัพย์ของเจ้าหน้าที่ตำรวจหรือหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

คำสำคัญ: พื้นที่เสี่ยงอาชญากรรม, การลักทรัพย์, ทิศทางกระจายตัว

---

[1] สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

[2] ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ 10900

Abstract

Crime is a significant problem in Thailand, leading to damages to both life and property. The highest incidence of criminal cases occurs in the Nan municipality, Nan Province, particularly in cases of theft. The objectives of this research are as follows: 1) to study the spatial distribution patterns of areas at risk for property-related crimes, 2) to analyze the patterns of relationships contributing to property-related crimes and 3) to examine the directional trends in the spatial distribution of property-related crimes. The study aimed to examine property crime incidents from the year 2018 to 2022 using Kernel Density estimation to illustrate the risk levels of property crime occurrences. Additionally, it aimed to analyze the relationship between high-risk areas and physical factors such as population density, land use, road networks, and police stations using the Getis-Ord Gi* method. Furthermore, the study investigated the trends and directions of crime distribution using the Standard Deviational Ellipse (SDE) method.

The study found that property crime incidents exhibited a dispersed pattern with varying risk levels. Areas at risk of property crimes are divided into areas with high, medium, low risk and no risk areas. which can be displayed in the colors on the map as red, orange, yellow and green, respectively. Green areas indicated low or no risk, where property crime incidents were absent. Analysis using the Getis-Ord Gi* method revealed that areas with high population density, urban areas, and secondary road networks posed higher risks for incidents. The findings of this study can be utilized to inform planning and surveillance efforts by law enforcement agencies or relevant organizations in preventing property crime occurrences.

Keywords: Risk area of crime, Property theft, Spatial distribution

บทนำ

อาชญากรรมถือเป็นปัญหาที่ได้รับความสนใจจากสังคมเป็นอย่างมากเพราะเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน และมีแนวโน้มที่จะรุนแรงมากขึ้น อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อความสงบสุข สภาพทางเศรษฐกิจ และสภาพทางสังคม ซึ่งอาชญากรรมจะมีความรุนแรงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม หรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยปัจจุบันการลักษณะทางสังคมมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว เป็นเหตุให้เกิดทั้งผลดีและผลเสีย ซึ่งผลเสียสามารถสร้างความเดือดร้อนให้กับผระชาชนในพื้นที่ เช่น เกิดปัญหาความขัดแย้งในด้านผลประโยชน์ การทำร้ายร่างกาย หรือการลักทรัพย์ โดยที่อาชญากรรม หมายถึง การกระทำความผิดของบุคคลใดบุคคลหนึ่งซึ่งขัดต่อกฎหมายที่บัญญัติไว้เป็นข้อห้ามอาชญากรรม ในปัจจุบันมีแนวโน้มของความรุนแรงที่มากขึ้นเพราะอาจเกิดเนื่องจากการที่สังคมมีขนาดใหญ่มากเกินไป ทำให้การปกครองหรือการใช้กฎหมายไม่ทั่วถึง หรืออาจเกิดจากการพัฒนาทางเทคโนโลยีในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้ปัญหาอาชญากรรมเริ่มปรากฏมากในสังคมเมืองมากกว่าชนบท เพราะจากปัจจัยต่าง ๆ อาทิเช่น ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม (สิทธิณัฐ มนเทียรอาสน์ และพลภัทร เหมวรรณ, 2563)

ปัจจุบันจังหวัดน่าน ได้กำหนดมาตรการป้องกันและปราบปรามอาชญากรรม มาตรการรักษาความสงบเรียบร้อยในพื้นที่ และมาตรการอำนวยความสะดวกด้านการจราจรแก่ประชาชนและนักท่องเที่ยว จึงได้กำหนดให้มีการระดมสรรพกำลังภาคีเครือข่าย จัดพิธีปล่อยแถวระดมกวาดล้างอาชญากรรมและอำนวยความสะดวก

ด้านการจราจรในระหว่างช่วงเทศกาลปีใหม่ขึ้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันปราบปรามอาชญากรรม รักษาความสงบเรียบร้อย และดูแลอำนวยความสะดวกด้านการจราจร ป้องกันและลดอุบัติเหตุทางถนน แก้ไขปัญหาการจราจร ยาเสพติด ผู้มีอิทธิพล และผู้กระทำความผิดเกี่ยวกับการปล่อยเงินกู้นอกระบบ รวมทั้งการติดตามการทวงหนี้โดยการข่มขู่ หรือทำร้ายร่างกาย และติดตามพฤติการณ์ บุคคลพ้นโทษ หรือปล่อยตัวชั่วคราวในคดีเกี่ยวกับทรัพย์ เพศ และยาเสพติด ป้องกันและปราบปรามการแข่งรถในทาง ป้องกันและแก้ไขปัญหาเหตุทะเลาะวิวาท และกวดขันจับกุมผู้เล่นดอกไม้เพลิง พลุ ประทัด และปล่อยโคมลอย ในลักษณะที่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ หรือในลักษณะที่น่าจะเป็นอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนหรือรบกวนการจราจรทางอากาศ และห้ามยิงปืนเพื่อเฉลิมฉลองปีใหม่ (สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดน่าน, 2566)

ดังนั้น สังคมที่เน้นการพัฒนาสู่ความเจริญเติบโตและความก้าวหน้าเช่นในปัจจุบันจะสะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมการกระทำความผิดมากมายที่เกิดขึ้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน รวมถึงแนวโน้มที่จะเกิดเพิ่มขึ้นในอนาคตที่มีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามรูปแบบการกระทำผิดและระดับความรุนแรง โดยสามารถพิจารณาได้จากแนวโน้มและความรุนแรงที่เพิ่มสูงขึ้นของอาชญากรรมในสังคมไทยดังปรากฏในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ระบุว่าความก้าวหน้าของสังคมและเศรษฐกิจ ทำให้สังคมไทยปรับตัวเข้าสู่ยุคของการเปลี่ยนแปลงจากชนบทสู่เมืองอย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันต้องเผชิญความเสี่ยงจากปัญหาคดีอาชญากรรม ปัญหาอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ พฤติกรรมการกระทำผิดเกี่ยวกับทรัพย์ซึ่งเป็นปัญหาที่พบมากในปัจจุบัน (พรชัย ขันตี, 2553) ดังนั้น จึงเล็งเห็นปัญหาของสังคมในสมัยนี้ว่าประชาชนทุกคนควรเป็นหูเป็นตาให้กับสังคมบ้าง ช่วยกันเฝ้าระวังพฤติกรรมของบุคคลที่อาจก่อเหตุอาชญากรรม หรือบุคคลที่มีความเสี่ยงในการก่อเหตุขึ้น และปัญหาอาชญากรรมประเภทลักทรัพย์ก็เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นบนสังคมแทบทุกวัน ซึ่งพื้นที่ที่เกิดเหตุอาชญากรรมนั้น อาจเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงหรือเป็นพื้นที่ที่ อาจจะเอื้อต่อการก่อเหตุอาชญากรรมได้ (ปิยะชัย ถิ่นไทยงาม, 2560) โดยนำวิธีการทางสถิติเชิงพื้นที่มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ Kernel Density เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอาชญากรรมด้วยระดับของสี และเพื่อศึกษารูปแบบการกระจายตัวของการเกิดเหตุลักทรัพย์การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงการเกิดเหตุลักทรัพย์ และด้วยเทคนิค Getis-Ord Gi* เพื่อระบุพื้นที่ที่มีค่าการเกิดเหตุลักทรัพย์สูง โดยนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงมาหาความสัมพันธ์ร่วมกับกับปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นประชากร และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ถนนและป้อมตำรวจ จากนั้นวิเคราะห์ทิศทางการกระจายตัวของเกิดเหตุลักทรัพย์ ด้วยเทคนิค Directional Distribution เพื่อคาดการณ์แนวโน้มการเกิดเหตุในอนาคต แล้วนำเสนอออกมาในรูปแบบแผนที่ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปแบบการกระจายตัวของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์
2. เพื่อวิเคราะห์รูปแบบความสัมพันธ์ต่อการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์
3. ศึกษาแนวโน้มทิศทางการกระจายตัวของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ในการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงการเกิดอาชาญกรรมเชิงพื้นที่ของคดีลักทรัพย์ในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองน่าน จังหวัดน่าน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นกรอบความคิดในการวิจัยและแนวทางในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ความหมายของทรัพย์

ทรัพย์มีความหมายตามประมวลกฎหมายลักษณะอาญา ร.ศ.127 มาตรา 6 (10) ว่าหมายถึง บรรดาสิ่งของอันบุคคลสามารถมีกรรมสิทธิ์หรือถืออำนาจเป็นเจ้าของได้ เป็นต้นว่า เงินตรา และบรรดาสิ่งของอันพึงเคลื่อนจากที่ได้ก็ดี และเคลื่อนที่ไม่ได้ก็ดี ส่วนในประมวลกฎหมายอาญาปัจจุบันไม่ได้บัญญัตินิยามความหมายไว้ ดังนั้น การจะทราบความหมายของคำว่า "ทรัพย์" ต้องพิจารณาความหมายตามประมวลกฎหมายแพ่ง และพาณิชย์ตามหลักที่ว่ากฎหมายย่อมเกี่ยวข้องซึ่งกันและกันอยู่ เว้นแต่ตามบทบัญญัตินั้นๆ จะแสดงว่าไม่ประสงค์จะให้มีความหมายดังปรากฏตามกฎหมายอื่น ดังนั้น ตามประมวลกฎหมายแพ่ง และพาณิชย์มาตรา 137 และมาตรา 138 ได้บัญญัติไว้ว่า มาตรา 137 ทรัพย์ หมายความว่า วัตถุมีรูปร่าง มาตรา 138 ทรัพย์สิน หมายความรวมทั้งทรัพย์และวัตถุไม่มีรูปร่าง ซึ่งอาจมีราคาและ อาจถือเอาได้ (ทวีเกียรติ มีนะกนิษฐ, 2554)

ความผิดเกี่ยวกับทรัพย์

ความผิดเกี่ยวกับทรัพย์ หมายถึง ความผิดตามประมวลกฎหมายอาญา ลักษณะ 12 แบ่งเป็น 8 หมวด ประกอบด้วย ความผิดฐานลักทรัพย์และวิ่งราวทรัพย์ ตามมาตรา 334–336 ความผิดฐานกรรโชกทรัพย์ รีดเอาทรัพย์ ชิงทรัพย์ และปล้นทรัพย์ ตามมาตรา 339–340 ความผิดฐานฉ้อโกง ตามมาตรา 341–348 ความผิดฐานโกงเจ้าหนี้ ตามมาตรา 349–351 ความผิดฐานยักยอก ตามมาตรา 352–356 ความผิดฐานรับของโจร ตามมาตรา 357 ความผิดฐานทำให้เสียทรัพย์ ตามมาตรา 358–361 และความผิดฐานบุกรุก ตามมาตรา 362–366 (สุวัฒน์ ศรีพงษ์สุวรรณ, 2549)

ทฤษฎีโครงสร้างทางสังคมกับการเกิดอาชญากรรม (The theory of social structure with a crime)

สุดสงวน สุธีสร (2547) ได้กล่าวถึงทฤษฎีโครงสร้างทางสังคมว่า สถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นสาเหตุหลักของปัญหาอาชญากรรม และได้จัดกลุ่มคนในสังคมออกเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มคนชั้นสูง (กลุ่มคนที่มีหลักทรัพย์และรายได้สูง) กลุ่มคนชั้นกลาง (กลุ่มคนที่มีหลักทรัพย์และรายได้ปานกลาง) และกลุ่มคนชั้นต่ำ (กลุ่มคนที่มีหลักทรัพย์และรายได้ต่ำ) โดยกลุ่มคนชั้นต่ำจะเป็นกลุ่มคนที่มีโอกาสประกอบอาชญากรรมสูงกว่ากลุ่มคนชั้นกลางและกลุ่มคนชั้นสูง โดยทฤษฎีโครงสร้างทางสังคม แบ่งออกเป็น 2 ทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีความกดดันทั่วไป (General strain theory)

ทฤษฎีนี้อธิบายพฤติกรรมของคนที่กระทำผิดไว้ว่า (1) ถูกกดดันจากความล้มเหลว เด็กหรือเยาวชนมีความต้องการร่ำรวย มีชื่อเสียงแต่ขาดการสนับสนุนทางด้านศึกษาและด้านการเงิน จึงไม่สามารถทำความต้องการให้เป็นจริงได้ (2) ถูกกดดันจากความคาดหวังและความไม่สำเร็จ เช่น การเปรียบเทียบตัวเองกับเพื่อนที่มีฐานะและการศึกษาที่ดีกว่า ทำให้รู้สึกกดดันว่าตัวเองด้อยต่ำกว่าเพื่อน (3) ความกดดันจากการขาดแรงกระตุ้นทางบวก เช่น การสูญเสียคนรัก การย้ายโรงเรียน จะทำ ให้คนกลุ่มนี้พยายามหาสิ่งทดแทนมาชดเชยให้แก่ตนเอง หรือหาทางแก้แค้นกับบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสูญเสียที่ตนได้รับ (4) ความกดดันที่ทำให้เกิดแรงกระตุ้นทางลบ เช่น เด็กที่ถูกทำร้าย เด็กที่ถูกพ่อแม่ทุบตีทำร้ายร่างกายจะเกิดความโกรธ ความโมโห และความกดดัน มักจะไประบายความโกรธกับเด็กที่เล็กกว่า หรือเข้าไปอยู่ในกลุ่มของเด็กเกเรที่ชอบใช้ความรุนแรง ผลในทางลบของความกดดันที่เกิดขึ้นทำให้เกิดความโกรธ หมดกำลังใจ สิ้นหวัง ผิดหวัง และความกลัว ในที่สุดจะกลายเป็นคนที่มีพฤติกรรมต่อต้านสังคม อาจหาทางออกโดยการติดยาเสพติด ติดสุรา มีพฤติกรรมเบี่ยงเบน ชอบใช้ความรุนแรง เป็นต้น

2. ทฤษฎีวัฒนธรรมของผู้มีพฤติกรรมเบี่ยงเบน (Cultural deviance theory)

กลุ่มทฤษฎีนี้มองว่าในแต่ชนชั้นนั้นจะมีวัฒนธรรมเป็นของตนเอง และมีเอกลักษณ์ที่แตกต่างจากคนชนชั้นโดยทั้งสามชนชั้นนั้นต่างมีวิธีอบรมและขัดเกลาลูกหลานตามวัฒนธรรมของตนเอง เช่น ชนชั้นต่ำจะสั่งสอนให้ทำ

ตัวตามสบาย ไม่มีการวางแผน ขาดระเบียบวินัย ไม่ตรงต่อเวลา ส่วนชนชั้นกลางจะสั่งสอนให้มีการควบคุมตัวเอง มีการวางแผนอนาคต เป็นระเบียบเรียบร้อย ตรงต่อ เวลา มีความรับผิดชอบ และทะเยอทะยาน เป็นต้น

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมายใช้งานได้ง่าย

สถิติเชิงพื้นที่ (Geo-spatial statistics)

การวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่ เช่น การวิเคราะห์อัตสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ การวิเคราะห์การเกาะกลุ่ม และการวิเคราะห์เชิงเวลา จะใช้เพื่อทดสอบลักษณะรูปแบบของการเกิดอาชญากรรมในพื้นที่ศึกษา (Jeefoo, 2014) ซึ่งการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับครอบคลุม (Global) เป็นการวิเคราะห์ในบริเวณกว้างไม่จำกัดขอบเขตการศึกษา เช่น Moran's I และ Geary's C เป็นต้น และระดับเฉพาะที่ (Local) เป็นการวิเคราะห์ในบริเวณเฉพาะเจาะจง เช่น Anselin Local Moran's I (LISA) และGetis-Ord Gi* เป็นต้น (จิรัติวัล เครือศิลป์, 2549) ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้การวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่ระดับครอบคลุม วิธี Moran's I เนื่องจากสามารถทดสอบการเกาะกลุ่มของการเกิดอาชญากรรมได้บริเวณกว้าง หรือครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษา ส่วน Geary's C นั้นเป็นการอธิบายความแตกต่างของพื้นที่บริเวณรอบข้างที่มีขนาดเล็กเท่านั้น (Getis, 2007) เช่น พื้นที่ศึกษาเพียงหนึ่งถึงสองตำบล เป็นต้น และการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่ระดับเฉพาะที่วิธี Getis-Ord Gi* เพื่อใช้ในการระบุพื้นที่ที่มีการเกิดอาชญากรรมสูงและพื้นที่ที่มีการเกิดอาชญากรรมต่ำ โดยแสดงรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงด้วยเทคนิค Kernel Density เป็นอีกหนึ่งวิธีการวัดการกระจายตัวของจุด (Point Pattern Analysis) ซึ่งเป็นเทคนิคในการการประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบ Kernel หาพื้นที่เสี่ยงในการเกิดการอาชญากรรมหรือมีโอกาสเกิดการอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ขึ้นอีกในอนาคต โดยผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะแสดงออกมาในรูปแบบของ Raster ซึ่งจะทำการคำนวณหาความหนาแน่นและการกระจายของข้อมูล ถ้าหากบริเวณใดมีการเกาะกลุ่มของข้อมูลมากจะเป็นพื้นที่เสี่ยงที่จะมีโอกาสการเกิดอาชญากรรมขึ้นได้อีก

การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงด้วยเทคนิค Getis-Ord Gi* (Hot Spot Analysis based GetisOrd Gi*) เนื่องจากสถิติเชิงพื้นที่ระดับครอบคลุมเป็นการศึกษารูปแบบการเกาะกลุ่มของข้อมูล ในแบบภาพรวมทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาเท่านั้น แต่ไม่สามารถระบุว่ากลุ่มของข้อมูลบริเวณใดมีค่าการเกิดอาชญากรรมสูงและต่ำ ดังนั้นจึงนำสถิติเชิงพื้นที่ระดับเฉพาะมาใช้ในการระบุกลุ่มของข้อมูลที่มีค่าการเกิดอาชญากรรมสูงและค่าต่ำ (Peeters et al., 2014)

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} wijxj - \bar{x}\sum_{j=1}^{n} wij}{\frac{s\sqrt{n\sum_{j=1}^{n} w_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^{n} w_{ij})^2}}{\overline{n-1}}} \qquad \textbf{(สมการที่ 1)}$$

โดยที่ $Gi*$ = ค่าคะแนนมาตรฐานความสัมพันธ์ของ Getis–ord ที่ตำแหน่งใดๆ

xj = ค่าจุดเกิดเหตุการณ์ที่ตำแหน่ง j

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของการเกิดเหตุการณ์

wij = ค่าถ่วงน้ำหนักของตำแหน่ง I และ j

n = จำนวนเกิดเหตุการณ์ทั้งหมด

s = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การวิเคราะห์ทิศทางการกระจายตัว (Directional Distribution)

การวิเคราะห์ทิศทางการกระจายตัวเป็นการวัดแนวโน้มของจุดข้อมูลโดยการคำนวณระยะทางแยกกันในทิศทางตามแนวแกน x และแกน y ซึ่งทั้งสองแกนนี้จะเป็นตัวกำหนดขนาดของวงรี หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานวงรี (Standard deviational ellipse ; SDE) ค่าที่ได้จากการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจุดพิกัด x และจุดพิกัด y จากค่าเฉลี่ยศูนย์กลางจะเป็นตัวกำหนดขนาดแกนของวงรี และทำให้เห็นการกระจายตัวของการเกิดเหตุจากรูปทรงของส่วนเบี่ยงเบน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปิยะชัย ถิ่นไทยงาม (2560) ได้ศึกษาการประเมินพื้นที่เสี่ยงการเกิดอาชญากรรมด้วยการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่วิธี Kernel Density ซึ่งเป็นเทคนิคในการประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบ Kernel หาพื้นที่เสี่ยงในการเกิดการอาชญากรรม หรือมีโอกาสเกิดการอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ขึ้นอีกในอนาคต โดยผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะแสดงออกมาในรูปแบบของ Raster ซึ่งจะทำการคำนวณหาความหนาแน่นและการกระจายของข้อมูล ถ้าหากบริเวณใดมีการเกาะกลุ่มของข้อมูลมากจะเป็นพื้นที่เสี่ยงที่จะมีโอกาสการเกิดอาชญากรรมขึ้นได้อีก

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาการประเมินความเสี่ยงเชิงพื้นที่ของการเกิดอาชญากรรมคดีประทุษร้ายต่อทรัพย์ประเภทลักทรัพย์ ในเขตเทศบาลเมืองน่าน จังหวัดน่าน โดยแบ่งขอบเขตพื้นที่ศึกษาออกเป็น 31 ชุมชน ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 7.6 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,750 ไร่ ประกอบด้วย 2 ตำบล คือ ตำบลในเวียงทั้งหมด และบางส่วนของตำบลผาสิงห์ ทั้งนี้ การศึกษาหาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการการเกิดอาชญากรรมประเภทลักทรัพย์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การจัดเตรียมข้อมูล และ วิเคราะห์ข้อมูล โดยมีวิธีการศึกษาดังรูปที่ 1

การจัดเตรียมข้อมูล

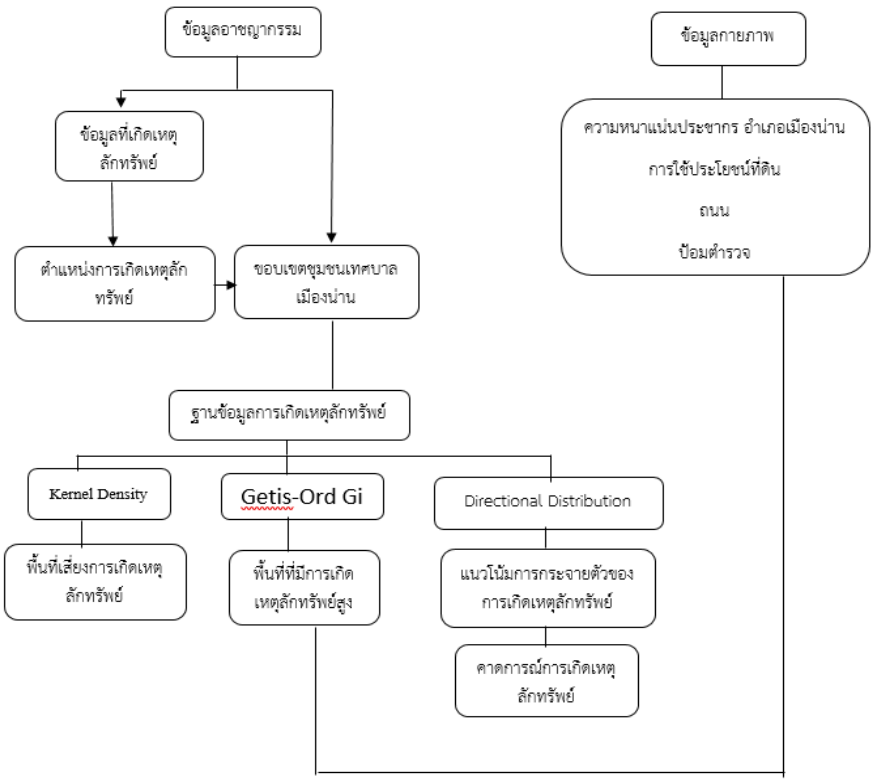
การศึกษาครั้งนี้ได้จัดเตรียมข้อมูลอาชญากรรม ประกอบไปด้วย ข้อมูลการเกิดเหตุลักทรัพย์ฐานข้อมูลในรูปแบบ Word โดยแปลงให้อยู่ในรูปแบบของพิกัดหรือตำแหน่ง และตารางข้อมูล จากสถานีตำรวจภูธรน่าน ข้อมูลขอบเขตการปกครอง ข้อมูลความหนาแน่นประชากร ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตำแหน่งของป้อมตำรวจ และเส้นทางถนน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูล	รายละเอียดข้อมูล	แหล่งข้อมูล / ปี
ข้อมูลการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์	ตำแหน่งการเกิดอาชญากรรม ประเภทลักทรัพย์ อำเภอเมือง จังหวัดน่าน (107 แห่ง)	สถานีตำรวจภูธรน่าน / ปี พ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2565
ขอบเขตการปกครอง	เส้นแบ่งขอบเขตเทศบาลเมืองน่าน	กรมพัฒนาที่ดิน / ปี พ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2565
ความหนาแน่นประชากร	จำนวนประชากรรายตำบล ใน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน	ที่ว่าการอำเภอเมือง จังหวัดน่าน ปีพ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2565
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	การใช้ประโยชน์ที่ดิน อำเภอเมืองจังหวัดน่าน	กรมพัฒนาที่ดิน / ปี พ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2565
ป้อมตำรวจ	ค่าพิกัดที่มีป้อม	ลงพื้นที่สำรวจหาค่าพิกัด
ถนน	ถนนสายหลัก ถนนสายรอง ซอย	กรมทางหลวง/ปี พ.ศ. 2561 ถึง พ.ศ. 2565

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ ได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบเชิงพื้นที่ของการเกิดเหตุลักทรัพย์ (แบบการวัดการกระจายตัวของจุด) โดยใช้ Kernel Density วิเคราะห์พื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงด้วยวิธี Getis-Ord Gi* แล้วนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Getis-Ord Gi* มาหาความสัมพันธ์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นประชากร การใช้ประโยชน์ที่ดิน และถนนกับป้อมตำรวจ หลังจากนั้นนำตำแหน่งการเกิดเหตุลักทรัพย์มาวิเคราะห์ด้วยวิธี Directional Distribution เพื่อศึกษาการกระจายตัวและใช้คาดการณ์การการเกิดเหตุ และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงออกมาในรูปแผนที่อาชญากรรม เพื่อใช้เป็นแนวทางการป้องกันหรือรับมือกับการเกิดเหตุลักทรัพย์ในอนาคต และใช้ประกอบแผนการทำงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ผลการศึกษา

การประเมินความเสี่ยงการเกิดอาชาญกรรมเชิงพื้นที่ของคดีลักทรัพย์เทศบาลเมืองน่านระหว่างปี พ.ศ. 2561– 2565 ด้วยเครื่องมือทางสถิติเชิงภูมิศาสตร์ (Geostatistics) วิธี Kernel Density วิธี Getis–Ord Gi* และวิธี Directional Distribution สามารถแสดงผลการศึกษาดังนี้

รูปแบบการกระจายตัวของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ตามช่วงเวลา

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงหรือจุด Hotspot ของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ที่เกิดขึ้นในระยะเวลา 5 ปี นั้น จากผลการวิเคราะห์ได้ทำการแสดงผลออกมาในรูปแบบของแผนที่ซึ่งได้แสดงระดับความเสี่ยงด้วยระดับของสี โดยพื้นที่ที่มีความเสี่ยงมากจะเป็นสีแดงเข้ม และส่วนพื้นที่ที่มีความเสี่ยงปานกลางถึงเสี่ยงน้อย จะมีสีส้มและเหลืองรองลงมาตามลำดับ จนกระทั่งถึงสีเขียว คือ พื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงหรือไม่มีเหตุการณ์ โดยช่วงเวลาการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ ได้แก่ ช่วงเวลาเช้า (06.01 น. ถึง 12.00 น.) ช่วงเวลากลางวัน (12.01 น. ถึง 16.00 น.) ช่วงเวลาเย็น (16.01 น. ถึง 19.00 น.) ช่วงเวลากลางคืน (19.01 น. ถึง 06.00 น.) ดังรูปที่ 2–5

รูปที่ 2 แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุลักทรัพย์ช่วงเช้าระหว่างปี พ.ศ 2561–2565

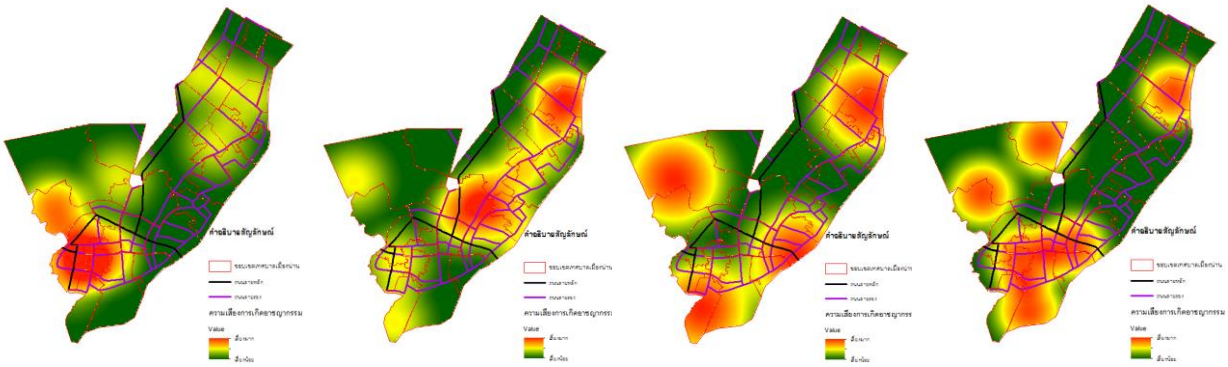
รูปที่ 3 แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุลักทรัพย์ช่วงกลางวันระหว่างปี พ.ศ 2561–2565

รูปที่ 4 แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุลักทรัพย์ช่วงเย็นระหว่างปี พ.ศ 2561–2565

รูปที่ 5 แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุลักทรัพย์ช่วงกลางคืนระหว่างปี พ.ศ 2561–2565

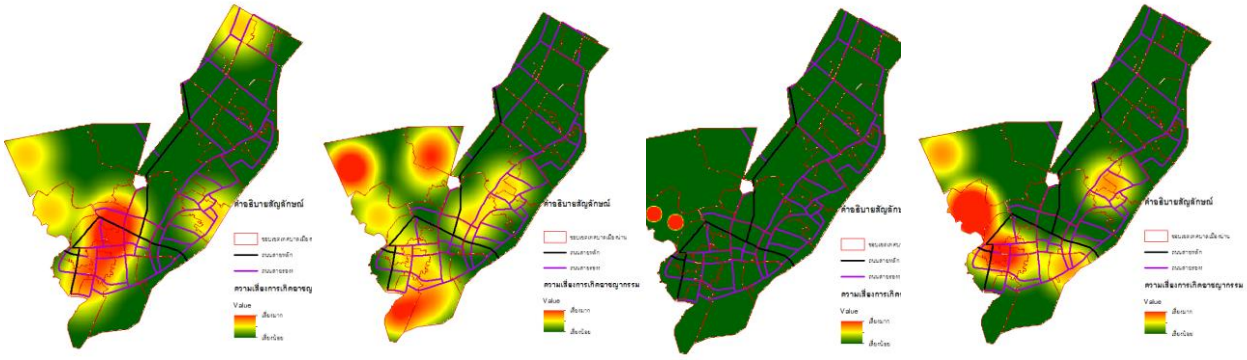
รูปแบบการกระจายตัวของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ตามฤดูกาล

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงหรือจุด Hotspot ของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ที่เกิดขึ้นในการแบ่งตามฤดูกาล จากผลการวิเคราะห์ได้ทำการแสดงผลออกมาในรูปแบบของแผนที่ตามรูปที่ 6–8 ซึ่งได้แสดงระดับความเสี่ยงด้วยระดับของสี โดยพื้นที่ที่มีความเสี่ยงมากจะเป็นสีแดงเข้ม และส่วนพื้นที่ที่มีความเสี่ยงปานกลางถึงเสี่ยงน้อย จะมีสีส้มและเหลืองรองลงมาตามลำดับ จนกระทั่งถึงสีเขียว คือพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงหรือไม่มีเหตุการณ์การเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์เกิดขึ้น



รูปที่ 6 แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุลักทรัพย์ฤดูร้อน ระหว่างปี พ.ศ 2561–2565

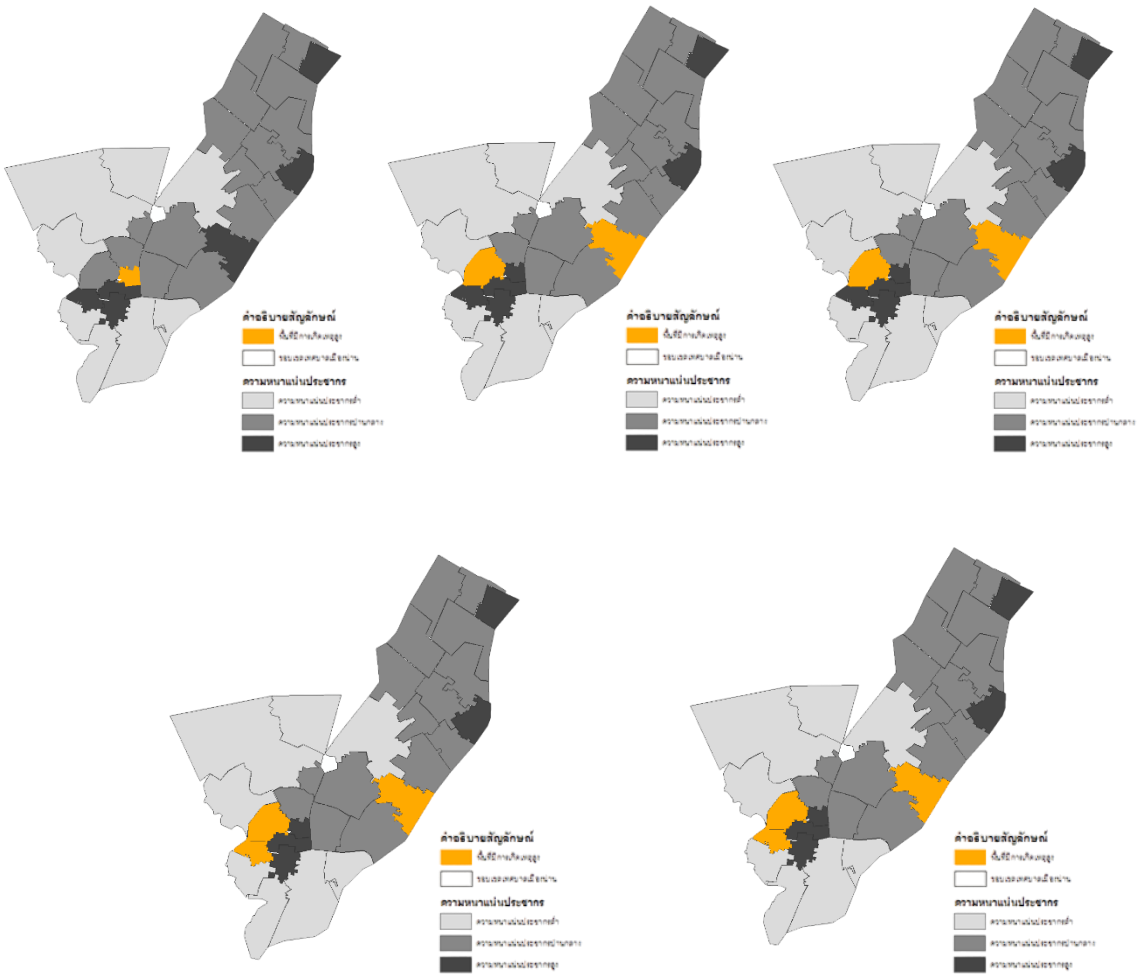
รูปที่ 7 แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุลักทรัพย์ฤดูฝน ระหว่างปี พ.ศ 2561–2565



รูปที่ 8 แผนที่ความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุลักทรัพย์ฤดูหนาว ระหว่างปี พ.ศ 2561–2565

รูปแบบความสัมพันธ์ของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์และความหนาแน่นประชากร

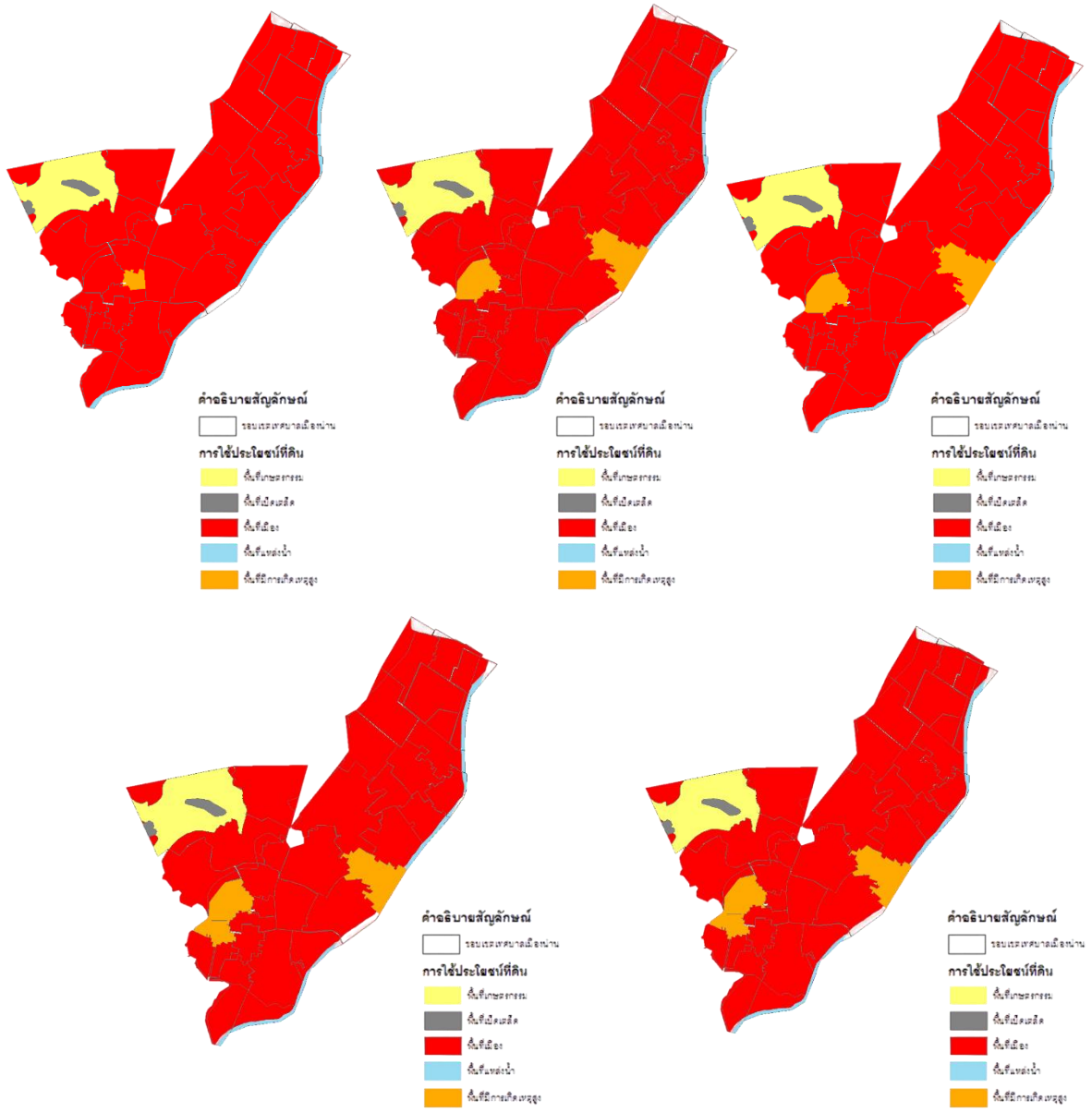
การศึกษาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างพื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงและความหนาแน่นประชากร ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งความหนาแน่นประชากรออกเป็นสามระดับจากจำนวนประชากรทั้งหมด ได้แก่ ความหนาแน่นประชากรต่ำ (353–2,122 คน) ความหนาแน่นประชากร ปานกลาง (2,123–3,833 คน) และความหนาแน่นประชากรสูง (3,834–5,671 คน) โดยในปี พ.ศ 2561 พบว่า พื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงนั้น เกิดขึ้นในบริเวณที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง ส่วนปี พ.ศ. 2562 พบว่า พื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงปรากฏในบริเวณที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง และปานกลาง ในปี พ.ศ. 2563 พบว่า พื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์มักจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง และปานกลาง เช่นกัน ในปี พ.ศ. 2564 พบว่า พื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงและ ปานกลาง ในปี พ.ศ. 2565 พบว่าพื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงเกิดขึ้นในบริเวณที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง และปานกลาง กล่าวได้ว่าการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงนั้นจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีประชากรอาศัยอยู่ความหนาแน่นปานกลางจนถึงความหนาแน่นสูง ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์และความหนาแน่นประชากร ระหว่างปี พ.ศ 2561–2565

รูปแบบความสัมพันธ์ของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

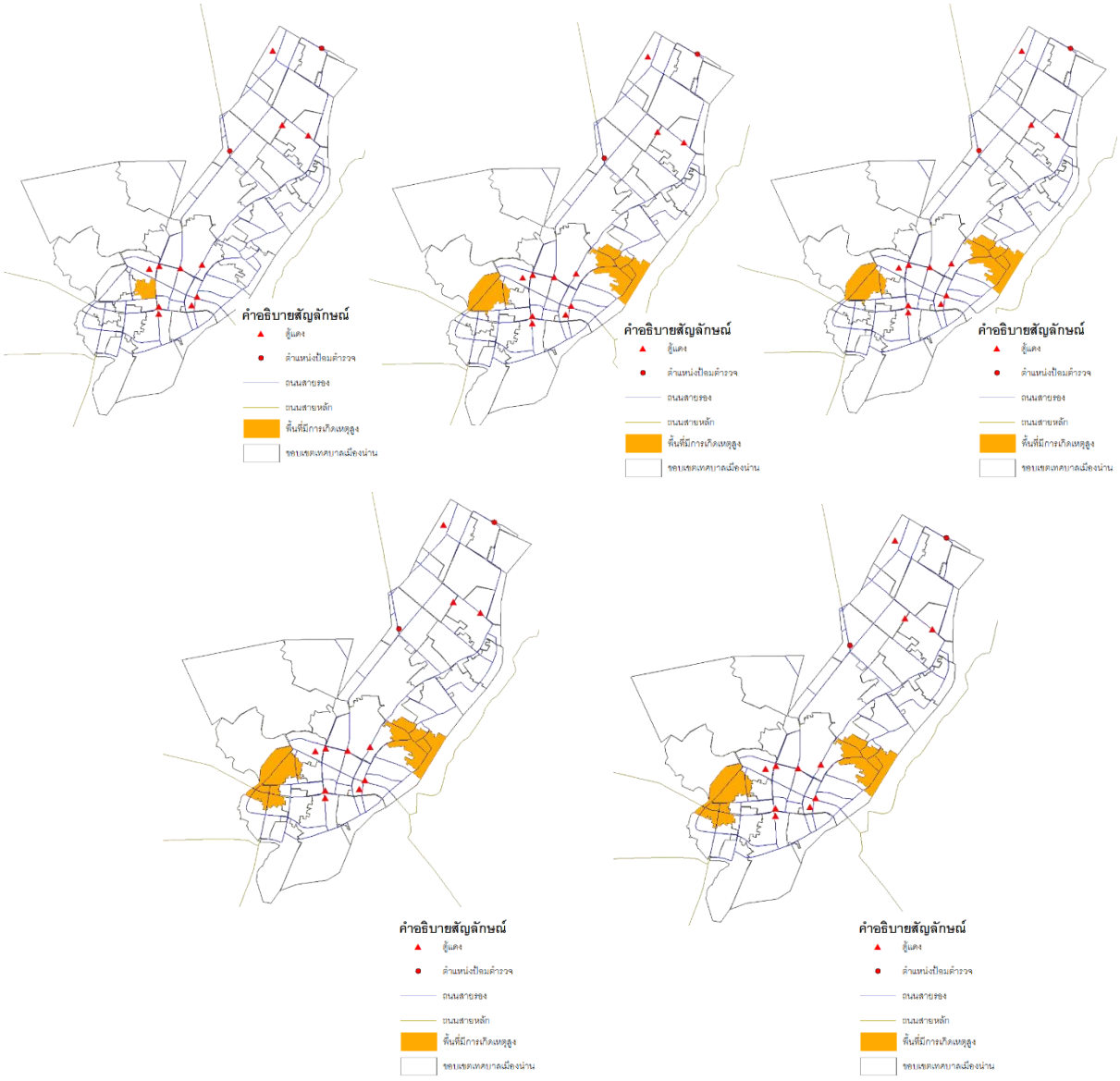
การศึกษาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างพื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2561 – 2565 พบว่า พื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงจำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินมักปรากฏในพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งเป็นพื้นที่ใจกลางเมืองที่เกิดคดีลักทรัพย์บ่อยครั้ง เนื่องจากเป็นศูนย์รวมของกิจกรรมและการเดินทาง มีคนคนพลุกพล่านมากอาจจะมีคนร้ายแฝงตัวอยู่ อีกทั้งยังเป็นพื้นที่ที่มีผู้คนอาศัยอยู่หนาแน่น ทำให้มีความหลาหลายทางสังคม ซึ่งเป็นต้นเหตุของการเกิดอาชญากรรม อีกทั้งเมื่อมีประชากรมากจะทำให้ผู้ก่อเหตุสามารถเลือกเหยื่อ หรือเป้าหมายได้อย่างอิสระ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ 2561–2565

รูปแบบความสัมพันธ์ของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์และป้อมตำรวจกับถนน

การศึกษาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างพื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงกับถนนและป้อมตำรวจ ในปี พ.ศ. 2561 – 2565 พบว่า พื้นที่ที่มีการเกิดเหตุลักทรัพย์สูงเมื่อพิจารณาตามเส้นทางถนน และตำแหน่งป้อมตำรวจ มักจะเป็นบริเวณที่ติดถนนสามารถหลบหนีได้ง่าย อยู่ห่างไกลจากป้อมตำรวจอย่างมาก และมักจะเป็นบริเวณที่ทั้งมืดทั้งเปลี่ยวจุดไฟส่องสว่างน้อย มีพื้นที่รกร้าง คนร้ายจึงมักก่อเหตุขึ้นบ่อยครั้ง ดังรูปที่ 11

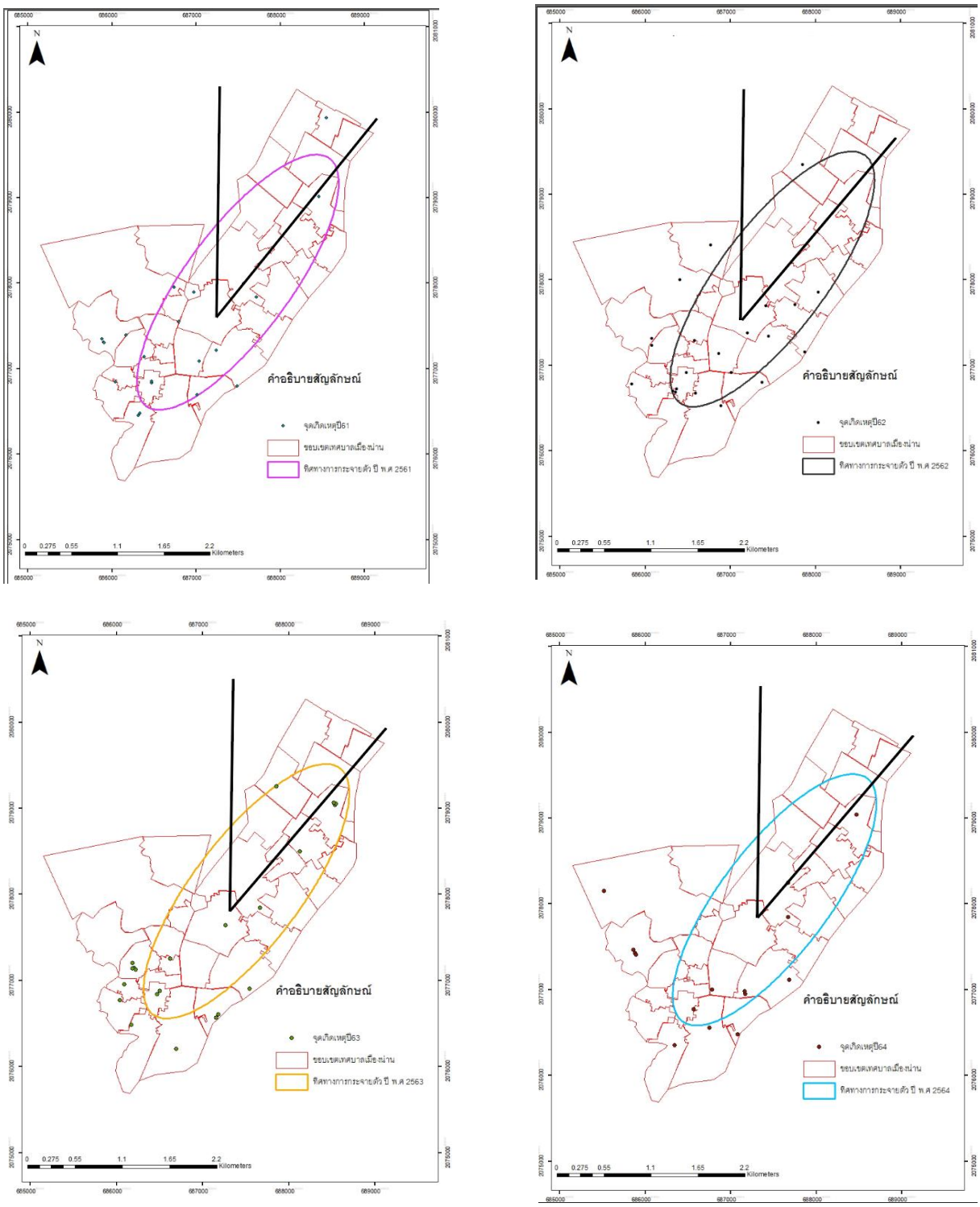


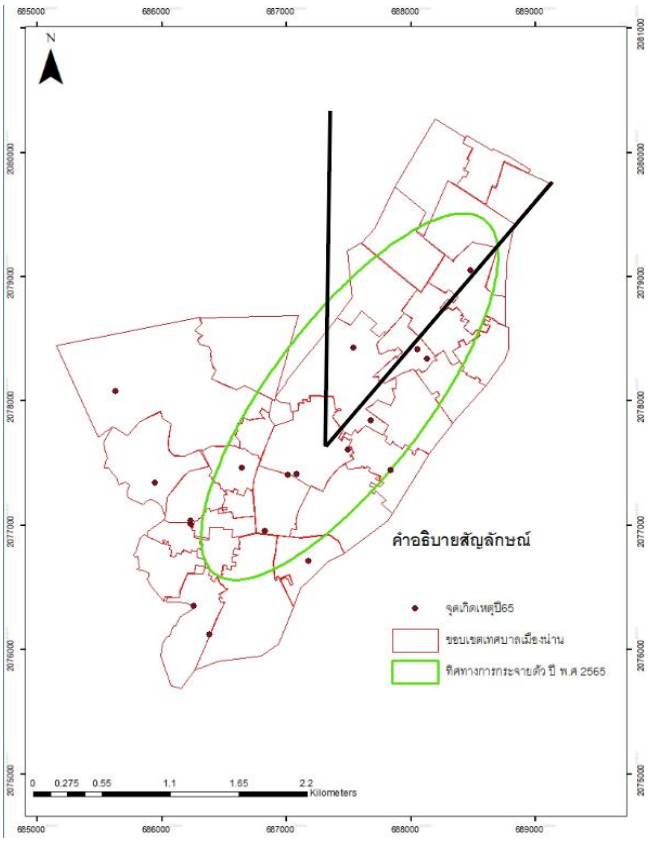
รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์และป้อมตำรวจกับถนน ระหว่างปี พ.ศ 2561–2565

แนวโน้มทิศทางการกระจายตัวของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์

การวิเคราะห์แนวโน้มทิศทางการกระจายตัวของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ ด้วยวิธี Directional Distribution เป็นการศึกษาทิศทางการกระจายตัวของการเกิดเหตุลักทรัพย์ เพื่อนำไปใช้ในคาดการณ์การเกิดเหตุในอนาคต โดยจากการศึกษาพบว่าการเกิดเหตุลักทรัพย์ในปี พ.ศ. 2561 มีค่า Rotation = 37.09 กล่าวคือ ทิศทางการกระจายตัวของการเกิดเหตุลักทรัพย์ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทหลัก ๆ คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และมีความหนาแน่นของประชากรปานกลางถึงสูง ส่วนปี พ.ศ. 2562 พบว่า มีค่า Rotation = 37.05 กล่าวคื อทิศทางการกระจายตัวของการเกิดเหตุลักทรัพย์ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทหลัก ๆ คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และมีความหนาแน่นของประชากรปานกลางถึงสูง ในปี พ.ศ. 2563 มีค่า Rotation = 37.23 กล่าวคือ ทิศทางการกระจายตัวของการเกิดเหตุลักทรัพย์ไปทาง

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทหลัก ๆ คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และมีความหนาแน่นของประชากรปานกลางถึงสูง ในปี พ.ศ. 2564 มีค่า Rotation = 37.36 กล่าวคือ ทิศทางการกระจายตัวของการเกิดเหตุลักทรัพย์ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทหลัก ๆ คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และมีความหนาแน่นของประชากรปานกลางถึงสูง และในปี พ.ศ. 2565 มีค่า Rotation = 37.26 กล่าวคือ ทิศทางการกระจายตัวของการเกิดเหตุลักทรัพย์ผ่านทางชุมชนสำคัญ ได้แก่ ชุมชนบ้านมงคล, ชุมชนบ้านพยาภุ, ชุมชนบ้านหัวข่วง, ชุมชนบ้านสวนหอม, ชุมชนบ้านหัวเวียงใต้, ชุมชนบ้านจรัญญาวาส, ชุมชนบ้านช้างเผือก, ชุมชนบ้านพระเกิด,ชุมชนบ้านประตูปล่อง, ชุมชนบ้านดอนแก้ว, ชุมชนบ้านสวนตาลจนถึงชุมชนบ้านพระเนตร ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทหลัก ๆ คือ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และมีความหนาแน่นของประชากรปานกลางถึงสูง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ของทั้งห้าปีสามารถแสดงได้ดังตาราง ดังรูปที่ 12 และตารางที่ 2





รูปที่ 12 แนวโน้มทิศทางการกระจายตัวของการเกิดอาชญากรรม ระหว่างปี พ.ศ 2561–2565

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์วิธี Directional Distribution

ปี	Center X	Center Y	X StdDist	Y StdDis	Rotation
2561	687495.11	2078012.77	620.063	1809.85	37.099
2562	687492.93	2078010.26	622.33	1809.00	37.059
2563	687507.29	2078036.91	623.14	1792.30	37.23
2564	687512.51	2078048.49	629.10	1778.17	37.36
2565	687506.36	2078037.19	626.74	1787.52	37.26

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำผลการศึกษาทิศทางการกระจายตัวในปี พ.ศ. 2561 – 2565 มาใช้คาดการณ์การเกิดเหตุในปี พ.ศ. 2566 พบว่า ทิศทางการกระจายตัวการเกิดเหตุลักทรัพย์มีแนวโน้มทิศทางการเกิดเหตุในทางทิศตะวันออกทำมุม 37.19 (เฉลี่ยจากค่า Rotation ทั้งห้าปี) ของพื้นที่ศึกษาซึ่งมุ่งหน้าเข้าสู่จังหวัด เนื่องจากมีถนนสายหลักเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างขอบเขตพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และมีความหนาแน่นของประชากรปานกลางถึงสูง

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษารูปแบบการกระจายตัวของการเกิดเหตุลักทรัพย์ด้วยวิธี Kernel Density พบว่า การเกิดเหตุลักทรัพย์มีลักษณะการเกิดเป็นแบบกระจายตัวในพื้นที่เทศบาลเมืองน่าน จังหวัดน่าน ในช่วงระยะเวลา 5 ปี มีกระจายตัวครอบคลุมทั่วทั้งเทศบาลเมืองน่าน โดยปี พ.ศ. 2561 มีพื้นที่เสี่ยงการเกิดเหตุลักทรัพย์อยู่ 1 แห่ง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกับปี พ.ศ. 2562 2563 2564 2565 พบว่า มีจำนวนเพิ่มขึ้นปีละ 1 แห่ง ตามลำดับ นอกจากนี้ พื้นที่เสี่ยงการเกิดเหตุลักทรัพย์ในช่วงเวลาดังกล่าว มักปรากฏในพื้นที่ใจกลางเมือง เนื่องจากเป็นศูนย์กลางกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งการค้า การเดินทาง ซึ่งเป็นชุมชนที่มีความเจริญทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมเป็นอย่างมาก จึงทำให้มีประชากรย้ายถิ่นฐานเข้ามาอาศัย เป็นเป็นพื้นที่มีคนพลุกพล่านเป็นจำนวนมาก (ธีรไนย ศรีธรรมรงค์, 2559) ประกอบกับการย้ายถิ่นเข้ามาของประชากรจากต่างถิ่น หรือเดินทางเข้ามาทำงานในพื้นที่ ส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางวัฒนธรรมและสังคมที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (พัทธนันท์ รัตนวรเศวต, 2562) นอกจากนี้ระหว่างปี พ.ศ. 2563–2565 เป็นช่วงการระบาดของ Covid–19 ภาครัฐได้มีมาตรการให้ประชาชนอยู่ภายในบ้าน จำกัดการเดินทาง การเว้นระยะทางสังคม ซึ่งส่งผลต่อความชุกชมของจำนวนคดีอาชญากรรมเกี่ยวกับทรัพย์ ตลอดจนในช่วงเวลาดังกล่าวมีประชาชนส่วนหนึ่งต้องตกงานหรือไม่มีงานทำ รวมทั้งการโยกย้ายภูมิลำเนากลับจากกรุงเทพฯ หรือต่างจังหวัด ส่งผลให้มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอาชญากรรมประเภทต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของมณฑล เยี่ยมไพศาล และมานัส ศรีวณิช (2553) พบว่า ปัจจัยกายภาพด้านจำนวนประชากร โดยพื้นที่ที่มาการเกิดเหตุสูงจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีความหนาแน่นประชากรปานกลางถึงสูง และเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรม สิ่งปลูกสร้างและชุมชน สำหรับแนวโน้ม และทิศทางการกระจายตัวของการเกิดอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ในช่วงปี พ.ศ. 2561–2565 มีทิศทางการกระจายตัวของการเกิดเหตุลักทรัพย์ผ่านทางชุมชน ได้แก่ ชุมชนบ้านมงคล, ชุมชนบ้านพยาภุ, ชุมชนบ้านหัวข่วง, ชุมชนบ้านสวนหอม, ชุมชนบ้านหัวเวียงใต้, ชุมชนบ้านจรัญญาวาส, ชุมชนบ้านช้างเผือก, ชุมชนบ้านพระเกิด, ชุมชนบ้านประตูปล่อง, ชุมชนบ้านดอนแก้ว, ชุมชนบ้านสวนตาลจนถึงชุมชนบ้านพระเนตร ทำให้คาดการณ์ได้ว่าการเกิดเหตุในอนาคตมีแนวโน้มไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาเข้าสู่ชุมชนบ้านน้ำล้อม ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ร่วมกับหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง เช่น เจ้าหน้าที่ตำรวจ ในแง่ของการวางแผนงาน การเฝ้าระวัง และการตั้งจุดตรวจหรือจุดสกัดในพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดเหตุสูง อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งต่อไป ควรเพิ่มเติมข้อมูลทางกายภาพอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อการเกิดคดีอาชญากรรมประเภททรัพย์ ได้แก่ ตำแหน่งร้านสะดวกซื้อ, พื้นที่รกร้าง, สถานที่ราชการประเภทที่มีการรักษาความปลอดภัย เช่น สำนักงานเทศบาลฯ, ที่ว่าการอำเภอ, สถานีดับเพลิง, จุดตรวจ อปพร., ที่ทำการผู้ใหญ่บ้านหรือประธานชุมชน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

จิรัติวัล เครือศิลป์. (2549). *ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกในจังหวัดนครราชสีมา.* กรุงเทพฯ: สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทวีเกียรติ มีนะกนิษฐ. (2544). *คำอธิบายกฎหมายอาญาภาคความผิดและลหุโทษ.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิญญูชน จำกัด.

ธีรไนย ศรีธรรมรงค์. (2559). *การประเมินพื้นที่เสี่ยงการเกิดอาชญากรรมด้วยการวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่.* กรุงเทพฯ: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปิยะชัย ถิ่นไทยงาม. (2560). *พื้นที่เสี่ยงของอาชญากรรมที่เกี่ยวกับทรัพย์ในอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกในอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก.* พิษณุโลก: สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พัทธนันท์ รัตนวรเศวต. (2562). *วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.* กรุงเทพฯ: คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

พรชัย ขันตี. (2553). *ทฤษฎีอาชญาวิทยา: หลักการ งานวิจัย และนโยบายประยุกต์.* กรุงเทพฯ: สุเนตร์ฟิล์ม.

มณฑล เยี่ยมไพศาล และมานัส ศรีวณิช. (2553). *ความหนาแน่นเชิงพื้นที่อาชญากรรม กรณีศึกษาเขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ศึกษาตามแบบเคอร์เนล.* กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สิทธิณัฐ มนเทียรอาสน์ และ พลภัทร เหมวรรณ. (2563). *แบบจำลองเชิงคาดการณ์อาชญากรรมในเขตพื้นที่รับผิดชอบสถานีตำรวจภูธรช้างเผือก จังหวัดเชียงใหญ่.* เชียงใหม่: คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุดสงวน สุธีสร. (2547). *อาชญาวิทยา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สุวัฒน์ ศรีพงษ์สุวรรณ. (2549). *คำอธิบายประมวลกฎหมายอาญา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์นิติบรรณการ.

สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดน่าน (2566). จังหวัดน่าน จัดพิธีปล่อยแถวระดมกวาดล้างอาชญากรรมและอำนวยความสะดวกด้านการจราจร. จาก https://radionan.prd.go.th/th/content/category/detail/id/6/iid/245337.

Getis, A. 2007. Reflections on spatial autocorrelation. *Regional Science and Urban Economics, 37*(2), 491–496.

Jeefoo, P. (2014). Analysis of Spatial Pattern of Diarrhea Incidence Based on Spatial Autocorrelation Statistics in Phayao Province, Thailand. *KKU Sci. J., 42*(2), 449–462.

Peeters, A., M. Zude, J. Kathner, M. Unlu, R. Kanber, A. Hetzroni, R. Gebbers andA.Ben-Gal. (2014). Getis–Ord's hot- and cold-spot statistics as a basis formultivariate spatial clustering of orchard tree data. *Computers and Electronics in Agriculture, 111*, 140–150.

คำแนะนำสำหรับผู้นิพนธ์

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ เป็นวารสารวิชาการจัดพิมพ์ โดยมหาวิทยาลัยพะเยา กำหนดพิมพ์ปีละ 3 ฉบับ ผู้นิพนธ์สามารถส่งเรื่องมาลงพิมพ์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นสมาชิกหรือสังกัดมหาวิทยาลัยพะเยา ผลงานที่ได้รับการพิจารณาลงพิมพ์ในวารสารจะต้องมีสาระน่าสนใจ เป็นงานที่ทบทวนความรู้เดิม หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย รวมทั้งข้อคิดเห็นทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน

นอกจากนี้สำหรับการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ เจ้าของบทความต้องสามารถแสดงให้เห็นว่า ผู้เข้าร่วมในการวิจัยได้รับทราบข้อมูลและตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัยโดยความสมัครใจ และจะต้องเป็นงานที่ไม่เคยถูกนำไปพิมพ์เผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อน และไม่อยู่ระหว่างการพิจารณาลงพิมพ์ในวารสารใด ๆ บทความอาจถูกดัดแปลง แก้ไขเนื้อหา รูปแบบ และสำนวนตามที่กองบรรณาธิการเห็นสมควร ทั้งนี้เพื่อให้วารสารมีคุณภาพในระดับมาตรฐานสากล และนำไปอ้างอิงได้ หากผู้นิพนธ์มีข้อสงสัยในการจัดเตรียมต้นฉบับสามารถตรวจสอบระเบียบการตีพิมพ์ล่าสุดของวารสาร **ได้จาก E-mail: rusid@up.ac.th**

<u>การเตรียมต้นฉบับ</u>

1. ต้นฉบับพิมพ์เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้: แต่ละเรื่องจะต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การใช้ภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์ และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ตามหลักของราชบัณฑิตยสถานให้หลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษปนภาษาไทยในข้อความ ยกเว้นกรณีจำเป็น เช่น ศัพท์ทางวิชาการที่ไม่มีคำแปล หรือคำที่ใช้แล้ว ทำให้เข้าใจง่ายขึ้นคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เขียนปนภาษาไทยให้ใช้ตัวเล็กทั้งหมด ยกเว้นชื่อเฉพาะสำหรับต้นฉบับภาษาอังกฤษควรได้รับการตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้ภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษก่อน

2. ขนาดของต้นฉบับ: ใช้กระดาษขนาด A4 (8.5x11 นิ้ว) และพิมพ์โดยเว้นระยะห่างจากขอบกระดาษด้านละ 1 นิ้ว จัดหน้าพิมพ์เป็นสองคอลัมน์ ในส่วนตารางและรูปภาพ ถ้ามีขนาดใหญ่สามารถใช้เป็น 1 คอลัมน์ได้

3. ชนิดและขนาดตัวอักษร ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวอักษร **Browallia New**

- ชื่อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 18 pt. ตัวหนา
- ชื่อผู้นิพนธ์ใช้ตัวอักษรขนาด 16 pt. ตัวปกติ
- หัวข้อหลักใช้ตัวอักษรขนาด 16 pt. ตัวหนา
- หัวข้อรองใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ตัวหนา
- บทคัดย่อและเนื้อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 14 pt. ตัวปกติ
- เชิงอรรถ (อยู่ท้ายบทความหน้าแรก) ซึ่งจะมี ที่อยู่/สังกัดของผู้นิพนธ์ ทั้งภาไทยและภาษาอังกฤษ และ E-mail ของผู้นิพนธ์ ใช้อักษรขนาด 12 pt. ตัวปกติ

4. การส่งต้นฉบับ ผู้เสนอผลงานจะต้องส่งต้นฉบับแบบพิมพ์ ในรูปแบบของอิเล็กทรอนิคส์ไฟล์แบบ ".doc" (MS Word) มาที่ระบบ Thaijo

5. จำนวนหน้า ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า และไม่ควรสั้นเกินไป โดยรวมทั้งตาราง รูปภาพ

6. รูปแบบการเขียนต้นฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ประเภทบทความรายงานผลงานวิจัย (Research article)
2. บทความวิชาการทันสมัยที่จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยใหม่ ๆ ที่ผู้อื่นได้ทำไว้มาก่อน (Review article)

7. ใส่เลขหน้ากำกับทุกหน้า ตรงกลางด้านบนของกระดาษ A4

<u>การเรียงลำดับหัวข้อในบทความผลงานวิจัย</u>

1. ชื่อเรื่อง (Title) ควรสั้น กะทัดรัด และสื่อเป้าหมายหลักของงานวิจัย ไม่ใช้คำย่อ ความยาวไม่ควรเกิน 100 ตัวอักษร (ประมาณ 2 บรรทัด) ชื่อเรื่องให้มีทั้ง**ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ** ต้นฉบับภาษาไทยให้พิมพ์ชื่อเรื่องภาษาไทยก่อน แล้วตามด้วยภาษาอังกฤษ

2. ชื่อผู้นิพนธ์ [Author(s)] และที่อยู่ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และระบุหน่วยงานหรือสถาบันที่สังกัดและ E-mail address ของผู้นิพนธ์ เพื่อกองบรรณาธิการและผู้ที่สนใจบทนิพนธ์สามารถติดต่อได้

3. บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการย่อเนื้อความงานวิจัยทั้งเรื่องให้สั้น และมีเนื้อหาครบถ้วนตามเรื่องเต็มความยาวไม่เกิน **250 คำ** ไม่ควรมีคำย่อ

4. คำสำคัญ (Keywords) ให้ระบุไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษา **ไม่ควรเกิน 5 คำ**

5. บทนำ (Introduction) เป็นส่วนเริ่มต้นของเนื้อหาที่บอกความเป็นมา เหตุผล และวัตถุประสงค์ที่นำไปสู่การวิจัยนี้ ควรให้ข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องจากการตรวจเอกสารประกอบ

6. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา (Materials and Methods) ให้ระบุรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ สิ่งที่นำมาศึกษา จำนวน ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา อธิบายวิธีการศึกษา แผนการทดลองทางสถิติ วิธีการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ และการแปรผล

7. ผลการศึกษา (Results) รายงานผลที่ค้นพบ ตามลำดับขั้นตอนของการวิจัย อย่างชัดเจนได้ใจความถ้าผลไม่ซับซ้อน และมีตัวเลขไม่มาก ควรใช้คำบรรยาย แต่ถ้ามีตัวเลขหรือตัวแปรมาก ควรใช้ตารางหรือแผนภูมิแทน ไม่ควรมีเกิน 5 ตารางหรือแผนภูมิ

8. วิจารณ์และสรุปผล (Discussion and Conclusion) แสดงให้เห็นว่าผลการศึกษาตรงกับวัตถุประสงค์และเปรียบเทียบกับสมมติฐานของงานวิจัยที่ตั้งไว้หรือแตกต่างไปจากผลงานที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่ อย่างไร เหตุผลใดจึงเป็นเช่นนั้น และมีพื้นฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ และให้จบด้วยข้อเสนอแนะที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือทิ้งประเด็นคำถามการวิจัย ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

9. ตาราง รูป ภาพ แผนภูมิ (Tables, Figures, and Diagrams) ควรคัดเลือกเฉพาะที่จำเป็นแทรกไว้ในเนื้อเรื่อง โดยเรียงลำดับให้สอดคล้องกับคำอธิบายในเนื้อเรื่อง และต้องมีคำอธิบายสั้นๆ ที่สื่อความหมายได้สาระครบถ้วน

*****กรณีที่เป็น*ตาราง*คำอธิบายอยู่ด้านบน ถ้าเป็น*รูปภาพ แผนภูมิ* คำอธิบายอยู่ด้านล่าง (สำหรับรูปภาพจะต้องส่งในรูปแบบของอิเล็คทรอนิกส์ไฟล์ jpg.)*****

10. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) ระบุสั้น ๆ ว่างานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนและความช่วยเหลือจากองค์กรใด หรือผู้ใดบ้าง

11. เอกสารอ้างอิง (References) ระบุรายการเอกสารที่นำมาใช้อ้างอิงให้ครบถ้วน โดยใช้อ้างอิงแบบ APA (American Psychological Association) คือ ให้เรียงเอกสารที่ใช้อ้างอิงทั้งหมดตามลำดับตัวอักษรตัวแรกของรายการทีอ้างอิง โดยยึดวิธีการเรียงลำดับตามแบบพจนานุกรม โดยมีเอกสารอ้างอิงภาษาไทยก่อนภาษาต่างประเทศ

1. รูปแบบและตัวอย่างการอ้างอิงหนังสือ

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).*ชื่อบทความ* (ครั้งที่พิมพ์).\สถานที่เมืองพิมพ์: สำนักพิมพ์หรือโรงพิมพ์.

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).ชื่อบทความ.\ ใน ชื่อบรรณาธิการ (บรรณาธิการ).*ชื่อหนังสือ* (ครั้งที่พิมพ์,\ หน้า\ เลขหน้าที่อ้าง)สถานที่เมืองพิมพ์:\ สำนักพิมพ์.

ดังตัวอย่าง:

พิมพ์ระวี โรจน์รุ่งสัตย์. (2553). *การท่องเที่ยวชุมชน* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

2. รูปแบบและตัวอย่างการอ้างอิงในวิทยานิพนธ์

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).*ชื่อบทความ*.\ (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตหรือวิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต),\ ชื่อจังหวัดมหาวิทยาลัย,\ ชื่อมหาวิทยาลัย.

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).*ชื่อบทความ*.\ วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตหรือวิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต),\ ชื่อจังหวัดมหาวิทยาลัย,\ ชื่อมหาวิทยาลัย. สืบค้นวันที่ เดือน ปี,\ จาก (ระบุ URL)

ดังตัวอย่าง:

ชุติพงศ์ ร่มสนธิ์. (2551). *การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้แบบจำลอง CA-MARKOV บริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่*. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

3. การอ้างอิงในวารสาร

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).ชื่อบทความ.*ชื่อวารสาร,\ ปีที่*(ฉบับที่), เลขหน้าที่, เลขหน้า.

ดังตัวอย่าง:

วีระภาส คุณรัตนสิริ. (2563). การศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลอง CA-Markov และแบบจำลอง CLUE-S เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ จังหวัดน่าน. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์, 19*(2), 78-100.

4. รายงานจากการประชุมทางวิชาการ

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).\ชื่อบทความ.\ใน\, ชื่อหนังสือ (เลขหน้า).\ สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ดังตัวอย่าง:

จันจิรา แก้วอ่อน. (2565). การสำรวจและทำแผนที่การท่องเที่ยวบ้านนาคูหา จังหวัดแพร่. *การประชุมวิชาการ (Proceedings) ทรัพยากรธรรมชาติ สารสนเทศภูมิศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 6 (NatGen 6th)*, วันที่ 24 – 25 กุมภาพันธ์ 2565 (น. 279 – 291). กรุงเทพฯ: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

5. การอ้างจากข่าว

ชื่อผู้แต่ง.\(ปีพิมพ์,วัน เดือน).\ชื่อหัวข้อข่าว.*ชื่อหนังสือพิมพ์*,\เลขหน้า. สืบค้นจาก...

ดังตัวอย่าง:

มิ่งสรรพ์ ขาวสอาด. (2560, 24 พฤศจิกายน). ท่องเที่ยวไทย อานิสงส์ถ้วนหน้า. มติชนออนไลน์. สืบค้นจาก https://www.matichon.co.th /columnists/news_740965.

6. การอ้างจากบทความจากเว็ปไซต์

ผู้แต่ง.\(ปีที่พิมพ์).*ชื่อเรื่อง*.\ สืบค้นจาก ....

ดังตัวอย่าง:

อารยา จันทร์สกุล. (2561). *Overtourism ผลกระทบและแนวทางการจัดการเพื่อความยั่งยืน.* สืบค้นจาก https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Southern/ReasearchPaper/Overtourism.pdf.

ข้อมูลในการติดต่อ:

หน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (**RUSID**)
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา
19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000
โทร. 0 54-466666 ต่อ 2314
E-mail: rusid@up.ac.th

วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่ (JSID)

ประจำปีที่ 5 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2567 (Vol.5, No.2, May-August, 2024)

The Quality of Service that Affects the Satisfaction of the Service Recipients of the Administrative Unit, School of Information and Communication Technology, University of Phayao

เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการขับเคลื่อนมรดกทางวัฒนธรรม บริเวณพื้นที่ชุมชนย่านเมืองเก่าสงขลา สู่การเรียนรู้อย่างยั่งยืนกรณีศึกษาศูนย์เยาวชนเทศบาลนครนครปฐม จังหวัดนครปฐม
Digital Technology for Driving Sustainable Learning in the Old City of Songkhla's Cultural Heritage

การประเมินประสิทธิภาพของอากาศยานไร้คนขับต้นทุนต่ำสำหรับการสำรวจและทำแผนที่อาคารสิ่งปลูกสร้าง เพื่อการประยุกต์ใช้งานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรณีศึกษาเทศบาลตำบลแม่กา
Performance Evaluation of Low-Cost Unmanned Aerial Vehicles for Surveying and Mapping of Buildings in Local Government Organization Application: A Case Study of Mae Ka Subdistrict Municipality

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพัฒนา การประเมินราคาที่ดิน กรณีศึกษา อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
Application of the Geographic Information System to devolop land valuation models,case study: Muang Chiangmai District, Chiangmai Province

การศึกษาวิธีการตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่พื้นผิวน้ำทะเลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียมเซนติเนล-3 บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตราด
Study on the Method of Sea Surface Chlorophyll-a Measurements Base-on Sentinel-3 Satellite Imagery in Coastal Areas of Trat Province

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการทำแผนที่และศึกษาความหนาแน่นช้าง บุกรุกพื้นที่เกษตรกรรมภายนอกเขตอนุรักษ์
Implementation of Geographic Information Technology for Mapping and Studying Elephant Encroachment Density on Agricultural Land Outside Protected Zone

การบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้งเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก
Climate Change Mitigation using Alternate Wetting and Drying Methods to Reduce Greenhouse Gas Emissions

พื้นที่เสี่ยงการเกิดอาชญากรรมเกี่ยวกับทรัพย์ ในเทศบาลเมืองน่าน จังหวัดน่าน
Risk Areas for Property-related Crimes in Nan Municipality, Nan Province

The Journal of Spatial Innovation Development

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา
19 หมู่ 2 ตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000
โทรศัพท์ : 054-466666 ต่อ 2314 Email: rusid@up.ac.th