

การประยุกต์ภาพจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อการประเมินพื้นที่สีเขียว และการปกคลุมของร่มไม้ภายในมหาวิทยาลัยพะเยา

วิภพ แพงวังทอง^{1*} และ ณัฐกมล ยางคำ¹

Application of Unmanned Aerial Vehicle Imageries for Evaluating Green Spaces and Tree Canopy Coverages within University of Phayao

Wipop Paengwangthong^{1*} and Natkamol Yangkham¹

¹ Department of Geographic Information Science, Research Unit of Spatial Innovation Development, School of Information and Communication Technology, University of Phayao, Phayao, 56000

*Corresponding author: wipop_p@hotmail.com

Received; December 16, 2022; Revised: January 19, 2023; Accepted: March 9, 2023

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียวและการปกคลุมของร่มไม้ด้วยข้อมูลภาพจากอากาศยานไร้คนขับบริเวณโดยรอบคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารภายในมหาวิทยาลัยพะเยา ภายหลังจากบินถ่ายภาพโดยใช้ดีเจไอรูนแพมทอมสี่โปรวีสองกับกล้องถ่ายภาพสี ภาพถ่ายหลายภาพถูกประมวลผลและต่อภาพเข้าด้วยกันด้วยโปรแกรมโดรนดีพอยท์ ชั้นข้อมูลแผนที่พื้นที่สีเขียวและร่มไม้ถูกสร้างขึ้นด้วยการแปลภาพด้วยสายตาและการดิจิทัล จากนั้นสัดส่วนระหว่างพื้นที่สีเขียวและประชากรถูกคำนวณขึ้นมาจากชั้นข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า มีพื้นที่สีเขียวร้อยละ 61.41 ของพื้นที่ทั้งหมด (หรือ 23.89 ตร.ม.ต่อคน) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นอีกว่าการประเมินการปกคลุมของร่มไม้เป็นไปได้และมีประโยชน์เป็นข้อมูลสนับสนุนการจัดการพื้นที่สีเขียวได้ด้วย

คำสำคัญ: การทำแผนที่พื้นที่สีเขียว, ภาพจากอากาศยานไร้คนขับ, การประเมินการปกคลุมของพื้นที่ร่มไม้

Abstract

The objective of this study was to evaluate green spaces and tree canopy coverages using unmanned aerial vehicle imagery around school of information and communication technology within University of Phayao. After taking photographs using DJI Phantom 4 Pro v2.0 with color RGB camera, multiple images were processed and mosaiced together by DroneDeploy. Map layers of green spaces and tree canopies were created using digitizing on-screen and visual interpretation. Later, ratio of green spaces per capita was calculated based on data from geographic information system. The result showed that there was 61.41% green space in the total study area (or 23.89 m² per capita). The result showed also that the tree canopy coverage evaluation was possible and utilized as support data for green spaces management.

Keywords: Green Space Mapping, Unmanned Aerial Vehicle Imagery, Tree Canopy Coverage Evaluation

¹ สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ และหน่วยวิจัยเพื่อการพัฒนาวัตกรรมการเชิงพื้นที่ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา 56000

บทนำ

พื้นที่สีเขียว หมายถึง พื้นที่ธรรมชาติ หรือพื้นที่ที่มนุษย์สร้างขึ้นหรือกำหนดขึ้นในเมืองหรือชุมชนปกคลุมด้วยพืชพรรณเป็นองค์ประกอบหลัก มีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศการดำรงชีวิต และคุณภาพชีวิตของประชาชน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, พื้นที่สีเขียว) และพื้นที่สีเขียวเป็นหนึ่งในดัชนีชี้วัดความอยู่ดีมีสุขและคุณภาพสิ่งแวดล้อม เมืองที่ดีควรมีพื้นที่สีเขียวที่มีคุณภาพในปริมาณที่เหมาะสม และสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก ยิ่งเมืองหนาแน่นเท่าใดพื้นที่สีเขียวในเมืองยิ่งมีค่ามากขึ้นต่อสุขภาพของในเมือง คุณค่าในที่นี้หมายรวมถึงคุณค่าที่มีต่อร่างกายและจิตใจผู้ที่สัมผัสได้โดยตรง และคุณค่าที่มีต่อสิ่งแวดล้อมเมืองที่ให้โอกาสสิ่งแวดล้อม (ลินินาถ ศุภรัตน์เมธี, 2562; สำนักข่าวอิศรา, 2565) ตามที่กองสิ่งแวดล้อมชุมชนและพื้นที่เฉพาะของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, พื้นที่สีเขียว; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, การจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน) ได้กล่าวถึงการจัดการพื้นที่สีเขียวในแผนปฏิบัติการเชิงนโยบายที่มีวัตถุประสงค์ และเป้าหมายส่วนหนึ่ง คือ การกำหนดให้สถานศึกษาทั่วไปมีพื้นที่สีเขียวและพื้นที่ร่มเงาอย่างน้อยร้อยละ 30 ของแปลงที่ดิน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, การจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน) และเป็นพื้นที่สีเขียวอย่างยั่งยืนและตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) และสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่กำหนดว่าเมืองที่มีสิ่งแวดล้อมที่ดีควรมีพื้นที่สีเขียวไม่ต่ำกว่า 9 ตารางเมตรต่อคน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, การจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน; Russo A, et al., 2018; ศุภกิจ พิทักษ์บ้านใจดี, 2565; ไทยพีบีเอส, 2565) พื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยพะเยานับเป็นบริเวณหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากมีนิสิตนักศึกษาเข้ามาเรียนอยู่มากเช่นกัน

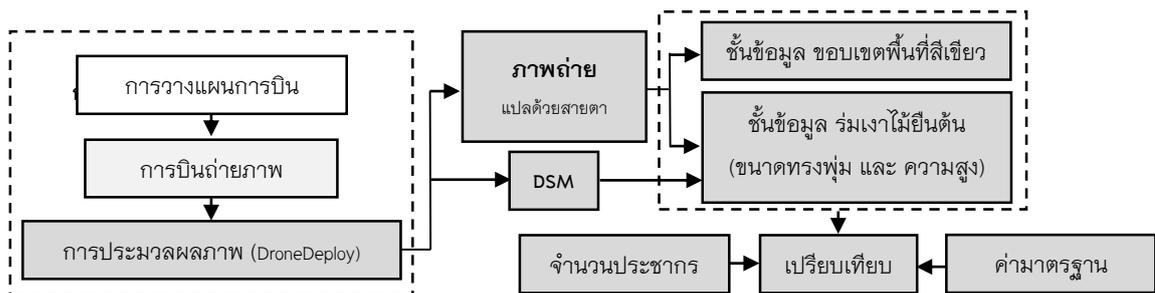
อากาศยานไร้คนขับถูกพัฒนาและประยุกต์ใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น ด้านการเกษตร กีฬา สันทนาการ การพาณิชย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้ในการถ่ายภาพทางอากาศ (Aerial Photogrammetry) (พรพจน์ เพ็ญพาส, 2565) การประเมินขนาดของพื้นที่สีเขียวนับเป็นงานหนึ่งที่สำคัญ เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณนั้น (วราลักษณ์ คงอ้วน และคณะ, 2554; ปุณณนุช รุธิโก, 2557) การทบทวนวรรณกรรมพบว่าปัจจุบันการทำแผนที่พื้นที่สีเขียวดังกล่าวมีการประยุกต์ใช้น้อย สำหรับการนำข้อมูลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ หรือ Unmanned Aerial Vehicle (UAV) ที่รู้จักกันในชื่อโดรน (drone) ซึ่งเป็นยานพาหนะทางอากาศขนาดเล็กมีการควบคุมและสั่งการบินมีข้อได้เปรียบคือ สามารถบินถ่ายและได้ข้อมูลภาพที่มีความเป็นปัจจุบันมากกว่าภาพถ่ายทางอากาศหรือดาวเทียม ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการทำแผนที่พื้นที่สีเขียวและประเมินพื้นที่ร่มเงาของต้นไม้ แต่ด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณ บุคลากร และเวลา การศึกษานี้จึงเลือกพื้นที่รอบอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยาเป็นพื้นที่ศึกษา และผลการศึกษาที่ได้ใช้เป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนงานด้านสิ่งแวดล้อมและงานอาคารสถานที่ของมหาวิทยาลัยด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อจัดทำแผนที่พื้นที่สีเขียวจากอากาศยานไร้คนขับและประเมินพื้นที่ร่มเงาของต้นไม้ รอบอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

วิธีการดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดของการศึกษานี้มุ่งเน้นการใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อประเมินพื้นที่สีเขียว โดยรอบอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา การศึกษานี้ใช้ข้อมูลนำเข้าจาก 3 แหล่ง ได้แก่ ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Surface Model: DSM) และข้อมูลประชากร หลังจากการบินถ่ายภาพ การแปลงภาพด้วยสายตาจะถูกนำมาใช้เพื่อสร้างชั้นข้อมูลพื้นที่สีเขียว และคิดสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวต่อประชากร กรอบแนวคิดและขั้นตอนหลักมีรายละเอียดดังรูปที่ 1 และขั้นตอนวิธีการศึกษามีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดและขั้นตอนหลักในการศึกษา

1. การบินถ่ายภาพโดยอากาศยานไร้คนขับ

1.1 การสำรวจพื้นที่ศึกษา และการวางแผนการบินเพื่อกำหนดเขตที่จะให้อากาศยานไร้คนขับได้ทำการบินถ่ายภาพ โดยใช้โปรแกรม Pix4D-Capture ปรับแก้ (Calibrate) เชื่อมทิศด้วยโปรแกรม DJI GO 4 แล้วจึงทำการบินถ่ายภาพในพื้นที่ศึกษาจนเสร็จสิ้นภารกิจ ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้มาจากอากาศยานไร้คนขับจะมีลักษณะเป็นไฟล์รูปภาพหลายชิ้น (Scenes) หรือหลายรูปต่อกัน

1.2 การประมวลผลภาพ เมื่อทำการบินถ่ายภาพแล้ว จากนั้นทำการประมวลผลภาพผ่านซอฟต์แวร์ Drone Deploy และนำออก (Export) ภาพที่ประมวลผล จากนั้นจะได้ภาพถ่ายทางอากาศที่ได้ทำการหลอมรวมภาพ (Mosaic) และแบบจำลองความสูงเชิงเลข

2. การแปลงภาพด้วยสายตาและดิจิทัล

2.1 ทำการดิจิทัลเพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่สีเขียวผ่านหน้าจอกอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยอาศัยภาพถ่ายทางอากาศจากอากาศยานไร้คนขับ หลังจากนั้นทำการสร้างคอลัมน์เพื่อจัดเก็บขนาดเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียวลงในตารางคุณลักษณะ (Attribute table) พร้อมทั้งใช้คำสั่ง Calculate Geometry เพื่อบำรุงขนาดเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียวในหน่วยของตารางเมตร (ตร.ม.)

FID	Shape *	Class	Shape_Leng	Shape_Area
0	Polygon	Green Space	767.413213	6772.138807
1	Polygon	Green Space	205.777021	1825.98414
2	Polygon	Green Space	398.088042	6183.084301
3	Polygon	Green Space	352.457815	5497.248114
4	Polygon	Green Space	293.379276	798.436912
5	Polygon	Green Space	1360.687371	19248.751774
6	Polygon	Green Space	429.426044	2713.577821
7	Polygon	Green Space	105.74776	340.376188

รูปที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลคุณลักษณะของชั้นข้อมูลพื้นที่สีเขียวในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.2 ทำการดัดแปลงเพื่อกำหนดตำแหน่งและขนาดทรงพุ่มของต้นไม้ผ่านหน้าจอกอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลังจากนั้นทำการระบุความสูงของต้นไม้โดยอาศัยข้อมูลความสูงจาก DSM และกรอกค่าความสูงประจำต้นไม้แต่ละต้นลงในตารางคุณลักษณะ

3. การประเมินขนาดเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียวเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

3.1 สืบหาข้อมูลจำนวนนิสิต อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจากเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยพะเยา (ระบบบริการการศึกษา, 2565; กองการเจ้าหน้าที่, 2565) จากนั้นคำนวณผลรวมของขนาดเนื้อที่พื้นที่สีเขียวที่ได้จากการดัดแปลง ภายในพื้นที่ศึกษา

3.2 ทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลกและสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่กำหนดไว้อย่างสอดคล้องกัน คือ พื้นที่สีเขียว 9 ตารางเมตรต่อประชากร 1 คน และพื้นที่สีเขียวและพื้นที่ร่มเงาควรมีอย่างน้อยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ศึกษา

3.3 ทำแบบจำลองสามมิติโดยการนำชั้นข้อมูลร่มเงาไม้ยืนต้นเข้าในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อนำค่าความสูงของทรงพุ่มมาสร้างเป็นรูปแบบสามมิติของต้นไม้

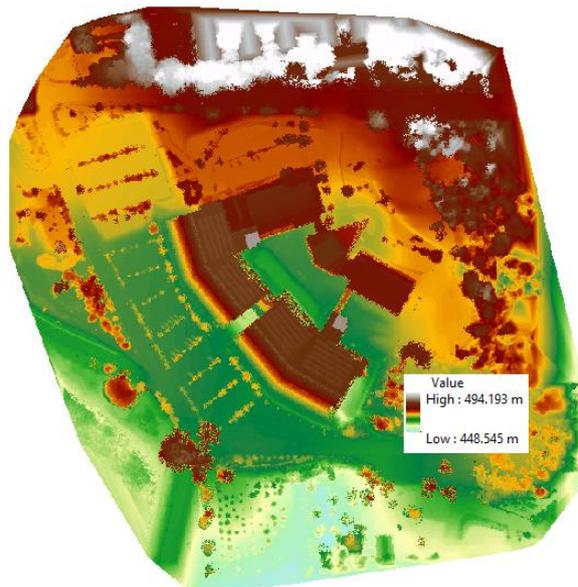
ผลการศึกษา

1. ผลการบินถ่ายภาพโดยอากาศยานไร้คนขับ

ภายหลังจากการสำรวจพื้นที่ศึกษา และวางแผนการบินโดยใช้โปรแกรม Pix4D-Capture ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้มาจากอากาศยานไร้คนขับซึ่งมีลักษณะเป็นรูปภาพหลายชิ้น จะถูกนำมาต่อผลกันผ่านซอฟต์แวร์ DroneDeploy เมื่อประมวลผลเสร็จแล้ว ทำการนำออกภาพถ่ายทางอากาศที่ประมวลผลกับความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial resolution) 2 เซนติเมตร พร้อมทั้งแบบจำลองความสูงเชิงเลขด้วย ดังรูปที่ 3



ภาพถ่ายทางอากาศ



แบบจำลองความสูงเชิงเลข

รูปที่ 3 ข้อมูลที่ได้รับจากการบินถ่ายด้วยอากาศยานไร้คนขับและการประมวลผลภาพ

2. ผลการแปลภาพด้วยสายตาและดิจิทัล

ภายหลังการดิจิทัลและแปลตีความด้วยสายตาขอบเขตพื้นที่สีเขียวผ่านหน้าจอบคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยอาศัยภาพถ่ายทางอากาศดังรูปที่ 3 และทำการสร้างคอลลัมภ์เพื่อจัดเก็บขนาดเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียวลงในตารางคุณลักษณะ พร้อมทั้งใช้คำสั่ง Calculate Geometry เพื่อดำเนินการขนาดเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียว พบว่าภายในพื้นที่ศึกษาที่มีขนาดเนื้อที่ทั้งหมด เท่ากับ 80,894.03 ตารางเมตร มีพื้นที่สีเขียว เท่ากับ 49,679.23 ตารางเมตร หรือคิดเป็นสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวเท่ากับร้อยละ 61.41 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ดังรูปที่ 4

นอกจากนี้ ภายหลังการดิจิทัลเพื่อกำหนดตำแหน่งและขนาดทรงพุ่มของต้นไม้ผ่านหน้าจอบคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พร้อมทั้งทำการระบุความสูงของต้นไม้โดยอาศัยข้อมูลความสูงจาก DSM และกรอกค่าความสูงประจำต้นไม้แต่ละต้นลงในตารางคุณลักษณะ ผลการดำเนินการพบว่า มีจำนวนต้นไม้ทั้งหมด 440 ต้น และการปกคลุมของร่มไม้มีเนื้อที่เท่ากับ 15,079.02 ตารางเมตร หรือคิดเป็นสัดส่วนของการปกคลุมของร่มไม้เท่ากับร้อยละ 18.64 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ดังรูปที่ 4



พื้นที่สีเขียว



การปกคลุมของร่มไม้

รูปที่ 4 ข้อมูลที่ได้จากการดิจิทัลไอซ์และแปลภาพด้วยสายตา

3. ผลประเมินขนาดเนื้อที่ของพื้นที่สีเขียวเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ภายหลังการสำรวจข้อมูลจำนวนนิสิต อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จากเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยพะเยา พบว่า มีจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 2,079 คน ประกอบด้วย นิสิตของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จำนวน 1,479 คน อาจารย์จำนวน 80 คน และบุคลากร 20 คน นอกจากนี้ยังมีส่วนอื่น ๆ อีกประมาณ 500 คน ซึ่งเป็นนิสิตที่เข้ามาเรียนที่อาคารคณะดังกล่าว หากคำนวณหาสัดส่วนเนื้อที่ระหว่างพื้นที่สีเขียว และจำนวนประชากร พบว่ามีสัดส่วนระหว่างพื้นที่สีเขียวต่อประชากรเท่ากับ 23.89 ตารางเมตรต่อคน ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลกและสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ เพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจและพิจารณาสภาพพื้นที่ศึกษาได้ดียิ่งขึ้น จึงสร้างแบบจำลองสามมิติโดยการนำชั้นข้อมูลร่มเงาไม้ยืนต้นเข้าไปในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และใช้ค่าความสูงของทรงพุ่มสร้างเป็นแบบจำลองสามมิติความสูงของต้นไม้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แบบจำลองสามมิติความสูงของต้นไม้

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ภาพจากอากาศยานไร้คนขับที่บันทึกข้อมูลพื้นที่บริเวณโดยรอบอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งมีพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเท่ากับ 80,894.03 ตารางเมตร เมื่อทำการบินถ่ายภาพและประมวลผลภาพแล้ว นำภาพถ่ายทางอากาศที่ได้ไปใช้ในการจำแนกพื้นที่สีเขียวด้วยการแปลงภาพด้วยสายตาและดิจิทัล ผลการศึกษาประการแรก พบว่า มีพื้นที่สีเขียวเท่ากับ 49,679.23 ตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 61.41 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ซึ่งเห็นได้ว่ามีร้อยละมากกว่าค่ามาตรฐานที่อ้างอิงตามแผนปฏิบัติการเชิงนโยบายด้านการจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, แผนปฏิบัติการเชิงนโยบายด้านการจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565, การจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน) นอกจากนี้พบอีกว่ามีจำนวนไม้ยืนต้น เท่ากับ 440 ต้น และมีรั่มไม้ครอบคลุมพื้นที่ เท่ากับ 15,079.02 ตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 18.64 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

นอกจากนี้ ภายหลังจากสำรวจจำนวนประชากรในพื้นที่ศึกษาดังกล่าว พบว่ามีจำนวนประชากรทั้งหมด 2,079 คน ซึ่งประกอบไปด้วย นิสิตของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จำนวน 1,479 คน อาจารย์จำนวน 80 คน บุคลากร 20 คน และนิสิตที่เข้ามาเรียนที่อาคารคณะดังกล่าวอีกประมาณ 500 คน ดังนั้นหากพิจารณาสัดส่วนระหว่างพื้นที่สีเขียวและจำนวนประชากร พบว่ามีค่าเท่ากับ 23.89 ตารางเมตรต่อคน ซึ่งมากกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้โดยองค์การอนามัยโลก (Russo A, et al., 2018)

ถึงแม้ว่า กรอบหรือข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษาถูกกำหนดไว้แล้วอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามเพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจของผู้อ่าน รายละเอียดของข้อจำกัดของการศึกษาค้างนี้ มีดังต่อไปนี้ (1) พื้นที่ศึกษาเป็นเพียงพื้นที่โดยรอบอาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยาเท่านั้น อย่างไรก็ตาม หากมีการประเมินพื้นที่สีเขียวทั่วทั้งบริเวณมหาวิทยาลัยนั้นสามารถทำได้แต่จำเป็นต้องใช้เวลามากขึ้นในการบินถ่ายภาพ (2) การศึกษาค้างนี้เป็นการคำนวณ “สัดส่วนระหว่างพื้นที่สีเขียวต่อจำนวนประชากร” ที่อาศัยการแปลงภาพด้วยสายตาจากภาพที่บันทึกในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น (3) การแปลตีความภาพด้วยสายตาใช้ภูมิหลังของผู้แปลที่คุ้นชินกับพื้นที่ศึกษาทำให้มีความแม่นยำสูงในการจำแนก นอกจากนี้ สำหรับการศึกษาค้างนี้ หากไม่มีข้อจำกัดในเรื่องเวลางบประมาณ และบุคลากร สามารถขยายพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยพะเยาได้เช่นกัน หรืออาจดำเนินการในเขตเทศบาลหรือองค์การบริหารส่วนตำบลที่ต้องการข้อมูลสนับสนุนการจัดการพื้นที่สีเขียวได้ในอนาคต ยิ่งไปกว่านั้นสามารถใช้ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูงร่วมกับการวิเคราะห์พื้นที่สีเขียวในภาพรวมด้วยได้ หากมีพื้นที่ศึกษาขนาดใหญ่และมีการบันทึกภาพในเวลาใกล้เคียงกัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ศึกษาขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล จีฟู อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ และอาจารย์ผู้สอนรายวิชาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้านสาธารณสุขที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สอนการบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับสำหรับใช้ในการศึกษาค้างนี้ นอกจากนี้ผู้ศึกษาขอขอบคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิของวารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงการเผยแพร่ผลงานนี้ให้เป็นประโยชน์ในวงวิชาการและการพัฒนาเชิงพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

- กองการเจ้าหน้าที่. (2565). *สรุปอัตรากำลัง บุคลากร ของมหาวิทยาลัยพะเยา ปี 2563*. มหาวิทยาลัยพะเยา. สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2565. สืบค้นจาก: <http://www.personnel.up.ac.th/ContentRead.aspx?c=อัตรากำลัง>
- ไทยพีบีเอส. (2565). *คนกรุงเทพฯ มีพื้นที่สีเขียวไม่เพียงพอจริงหรือ?*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: <https://thevisual.thaipbs.or.th/bangkok-green-space/main/>
- บุญยงษ์ รุธิโรโก. (2557). *การประเมินคุณภาพและแนวทางการจัดการพื้นที่สีเขียวนันทนาการในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ และเทศบาลเมืองคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา*. ปรากฏาณัฐบัณฑิต. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พรพจน์ เพ็ญพาส. (2565). *การสำรวจและจัดทำแผนที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับ*. กรมโยธาธิการและผังเมือง. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: http://oldoffice.dpt.go.th/km/images/pdf/paper_km_6_63.pdf
- ระบบบริการการศึกษา. (2565). *จำนวนนิสิตในปัจจุบัน*. มหาวิทยาลัยพะเยา. สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2565. สืบค้นจาก: <https://reg.up.ac.th/content/all/information>
- วรลักษณ์ คงอ้วน และ พุฒพรณีย์ ศีตะจิตต์. (2554). *การจัดการพื้นที่สีเขียวในสถาบันศึกษา: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต*. *วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล*, 13(2), 74–87.
- ศุภกิจ พิทักษ์บ้านโจด. (2565, 3 มกราคม). *พื้นที่สีเขียวในเมืองใหญ่. becommon*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: <https://becommon.co/culture/green-bangkok/>
- สำนักข่าวอิสรา. (2565, 19 มีนาคม). *‘พื้นที่สีเขียว’ ดัชนีวัดความสุขคนกรุง ส่วน กทม.ยังห่างไกลจากคำว่า ‘เมืองสิ่งแวดล้อม’*. *สำนักข่าวอิสรา*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: <https://www.isranews.org/article/isranews-scoop/107414-isranews-246.html>
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). *การจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: <http://www.onep.go.th/ebook/urban/urban-publication-07.pdf>
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). *แผนปฏิบัติการเชิงนโยบายด้านการจัดการพื้นที่สีเขียวชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: <http://www.onep.go.th/ebook/urban/urban-publication-06.pdf>
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). *พื้นที่สีเขียว*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: <https://www.onep.go.th/พื้นที่สีเขียว/>
- ลินีนาถ ศุภรัตน์เมธี. (2562, 19 กรกฎาคม). *พื้นที่สีเขียวในเมือง ต้องมีการวางแผนเชิงรุก 2022*. *มติชนออนไลน์*. สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2565. สืบค้นจาก: https://www.matichon.co.th/article/news_1585145
- Russo A, and Cirella G. T. (2018). *Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need?*, *Int J Environ Res Public Health*, 15(10), 1–15.