

## การจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่และแบบจำลองภูมิประเทศเสมือนจริงสามมิติด้วยอากาศยานไร้ นักบิน กรณีศึกษา บ้านกอกจุน ตำบลภูคา อำเภอปัว จังหวัดน่าน

### Spatial Data Management and 3D Visualization using Unmanned Aerial Vehicle: A Case Study in Kokjun village, Phuka subdistrict, Pua district, Nan province, Thailand

รัตติยากร นักเทศ<sup>1</sup> และ ไพศาล จีฟู<sup>1\*</sup>

Rattiyakorn Naktaed<sup>1</sup> and Phaisarn Jeefoo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาภูมิสารสนเทศศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา 56000

\*Corresponding author: p.jeefoo@gmail.com

Received: December 6, 2020

Revised: December 21, 2020

Accepted: December 29, 2020

#### บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อสำรวจและจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของพื้นที่บ้านกอกจุน ตำบลภูคา อำเภอปัว จังหวัดน่าน ซึ่งเป็นพื้นที่เคยประสบกับภัยพิบัติน้ำท่วม โดยใช้เทคโนโลยีอากาศยานไร้นักบิน บิน ที่ระดับความสูง 500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ได้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศสี รายละเอียดจุดภาพ 4 เซนติเมตร และ ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข และทำการประมวลผลเพื่อจัดทำแบบจำลองภูมิประเทศแบบ 3 มิติ ซึ่งผล การศึกษาได้แสดงลักษณะภูมิประเทศที่มีความละเอียดสูง และได้ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ จำนวน 9 ชั้นข้อมูล ได้แก่ ชั้น ข้อมูลสาธารณูปโภค ชั้นข้อมูลตำแหน่งสถานที่สำคัญ ชั้นข้อมูลตำแหน่งไม้ยืนต้นไม้พุ่ม ชั้นข้อมูลเส้นชั้นความสูง ชั้น ข้อมูลเส้นทางคมนาคม ชั้นข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน ชั้นข้อมูลไม้คลุมดิน ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และชั้นข้อมูลไม้ยืน ต้นไม้พุ่ม และได้ถ่ายทอดวิธีการจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ระดับชุมชนและฐานข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมให้หน่วยพัฒนา เคลื่อนที่ 31 (นพค.31) อ.ปัว จ.น่าน นำไปใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังภัยพิบัติต่อไป

**คำสำคัญ:** เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ / อากาศยานไร้นักบิน / แบบจำลองภูมิประเทศ 3 มิติ

#### Abstract

The main objective of this paper is to explore and create a spatial database. The study area was Ban Kok Jun, Pue district, Nan province, Thailand. Which is an area that has experienced a flood disaster by using unmanned aerial vehicle (UAV), eBee, for surveying with 500 meter high of mean sea level. The product is aerial photo images mapping with 4 centimeter resolution, digital surface model (DSM) data and using QGIS software for the processed 3D modelling respectively. The aerial mapping was investigation for extraction spatial database consist of 9 GIS layers; Facility, Landmark, TS\_PT, Contour, L\_Trans, Ground\_cover, Ground\_plant, Landuse, and TS\_Poly respectively. This research was transferred the method of creating a community-level spatial and environmental database and 3D mapping to offers.

**Keywords;** Geoinformatics / Unmanned Aerial Vehicle / 3D visualization

## บทนำ

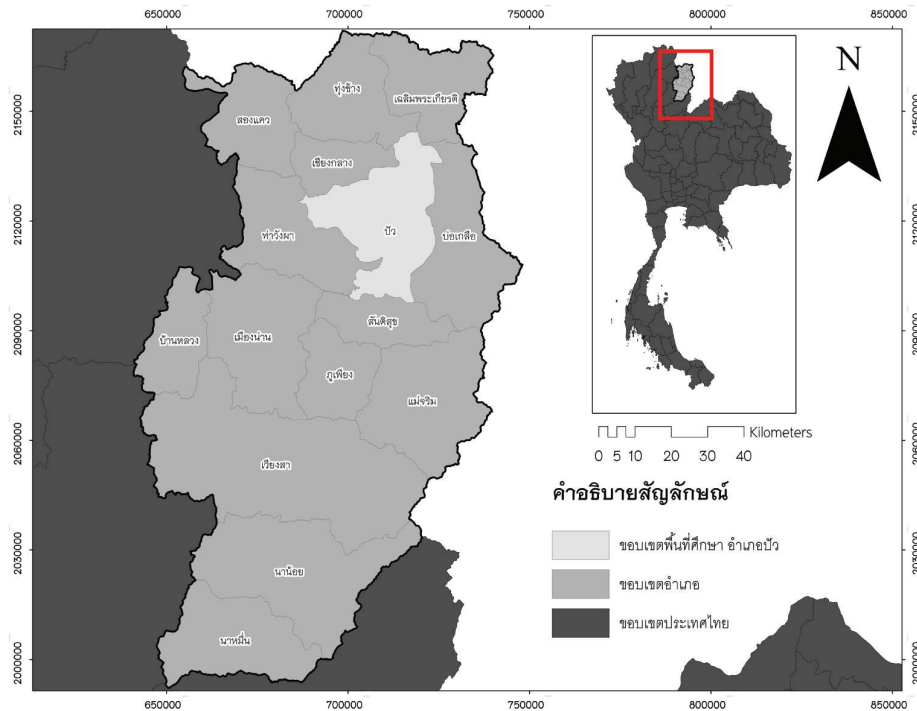
ภาพถ่ายทางอากาศ หมายถึง ภาพถ่ายของภูมิประเทศที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกที่ได้จากการถ่ายรูปทางอากาศด้วยวิธีนำกล้องถ่ายรูปทางอากาศติดไปกับอากาศยาน เช่น เครื่องบิน เครื่องบินที่ไม่มีคนขับ หรือบอลลูน เป็นต้น และควบคุมให้อากาศยานบินในระดับความสูงไม่ต่ำกว่า 5,000 ฟุต ในแนวดิ่ง โดยใช้ความสูงประมาณ 15,000 ฟุต และแนวเฉียงใช้ความสูงระหว่าง 5,000–8,000 ฟุต โดยบินไปเหนือภูมิประเทศที่จะทำการถ่ายภาพ และทำการถ่ายภาพตามตำแหน่ง ทิศทาง และความสูงของการบินตามที่ได้ออกแบบไว้ก่อนแล้ว เรียกภาพถ่ายที่ได้นี้ว่า ภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งภาพถ่ายทางอากาศจะได้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูง นำไปใช้แสดงข้อมูลที่มีมาตราส่วนใหญ่ได้ดี และสามารถแสดงข้อมูลลักษณะภูมิประเทศแบบ 3 มิติได้ โดยดูผ่านกล้องมองภาพสามมิติ (Stereoscope) [1]

อากาศยานไร้คนขับหรือยูเอวี (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) เป็นอากาศยานที่ไม่มีนักบินประจำการอยู่บนเครื่อง เป็นอากาศยานที่ไร้คนขับหรือนักบินแต่สามารถควบคุมได้ อากาศยานไร้คนขับมีรูปร่าง ขนาด รูปแบบ และเอกลักษณ์ที่แตกต่างกันออกไป ตามหลักแล้วอากาศยานไร้คนขับ ก็คือ โดรน (Drone) เป็นอากาศยานที่ควบคุมจากระยะไกล ใช้การควบคุมอัตโนมัติซึ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การควบคุมอัตโนมัติจากระยะไกล และการควบคุมแบบอัตโนมัติโดยใช้ระบบการบินด้วยตนเองซึ่งต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีระบบที่ซับซ้อนแล้วมีการติดตั้งไว้ในอากาศยาน ปัจจุบันได้มีการนำ UAV หรืออากาศยานไร้คนขับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เป็นจำนวนมาก ในต่างประเทศนั้นยุคแรกจะเป็นเครื่องบินแบบไร้คนขับบังคับโดยการควบคุมจากระยะไกล มีขนาดใหญ่ในกองทัพบก ที่เรียกว่าเครื่องบินสอดแนม แต่ปัจจุบันนี้มีทั้งขนาดใหญ่และแบบขนาดเล็กที่ออกแบบในลักษณะเครื่องบินวิทยุบังคับ ประโยชน์และรูปแบบการใช้งานของ UAV ประยุกต์ได้หลากหลาย เช่น ตรวจจับองค์ประกอบในอากาศ ใช้ในการขนส่ง ใช้ในการโจมตีทางอากาศ ใช้ในการถ่ายภาพมุมสูงเพื่อตรวจสอบสภาพจราจร การถ่ายภาพพื้นที่ประสบภัยพิบัติต่างๆ ซึ่งในต่างประเทศมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย [2]

อากาศยานไร้คนขับหรือโดรนอีบี หรือเรียกว่า eBee senseFly ซึ่งมีความแม่นยำในการคำนวณและสร้างแบบจำลองของสภาพภูมิประเทศเป็นอย่างมาก โดยหลังจากถ่ายภาพทางอากาศเสร็จ สามารถใช้โปรแกรมประมวลผลได้ภาพถ่ายทันที eBee senseFly สามารถเข้าถึงพื้นที่ต่างๆ ได้ง่ายและรวดเร็วกว่า ด้วยรายละเอียดคุณภาพ 4 เซนติเมตร สามารถนำไปแปลเป็นภาพเชิงซ้อน มองเห็นในระบบสามมิติเพื่อให้เห็นถึงสภาพพื้นที่จริงมีความคมชัดสูงจนผู้แปลภาพถ่ายทางอากาศสามารถระบุชนิดและอายุของไม้ยืนต้นที่ปลูกได้อย่างแม่นยำว่า สามารถบินสำรวจพื้นที่ที่ถูกบุกรุก เช่น การยึดครองพื้นที่ป่าที่ไม่มีไม้ยืนต้น แล้วนำมาอ้างการเข้าทำประโยชน์ปลูกขึ้นก่อนหรือหลังประกาศเป็นเขตป่า ยกตัวอย่างในคดีบุกรุกป่ากว่า 6,000 ไร่ จังหวัดเลย หากใช้วิธีเดินสำรวจเพื่อเก็บภาพถ่ายทางอากาศจากดาวเทียม เจ้าหน้าที่ป่าไม้จะต้องใช้เวลาเดินสำรวจ 30 วัน แต่ด้วยเทคโนโลยีโดรน eBee senseFly จะใช้เวลาเพียงแค่ 2 ชั่วโมง ก็สามารถจบปฏิบัติการสำรวจทางอากาศ ดังนั้น การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีเป้าหมายที่จะประยุกต์ใช้ UAV ยี่ห้อ eBee senseFly บินสำรวจพื้นที่ที่เคยประสบภัยน้ำท่วม [3–5] พื้นที่บ้านกอกจูน อำเภอบัว จังหวัดน่าน จัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่รายละเอียดสูง ด้วยมาตราส่วน 1:100 และสร้างแบบจำลองภูมิประเทศเสมือนจริง 3 มิติ โดยผลการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเจ้าหน้าที่ฝ่ายความมั่นคงที่จะวางแผนหรือมาตรการเฝ้าระวังภัยพิบัติน้ำท่วมในอนาคต อีกทั้งเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการช่วยชีวิตผู้ประสบภัยในพื้นที่ที่เข้าถึงยาก และนำมาจัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งบ้านผู้ประสบภัยโดยใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษาบ่านกอกจูน ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ตำบลภูคา อำเภอปัว จังหวัดน่าน อยู่ทางทิศตะวันออกสุดของภาคเหนือตอนบนติดกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว) ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 668 กิโลเมตร ชาวบ้านร้อยละ 90 ประกอบอาชีพทำไร่ เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

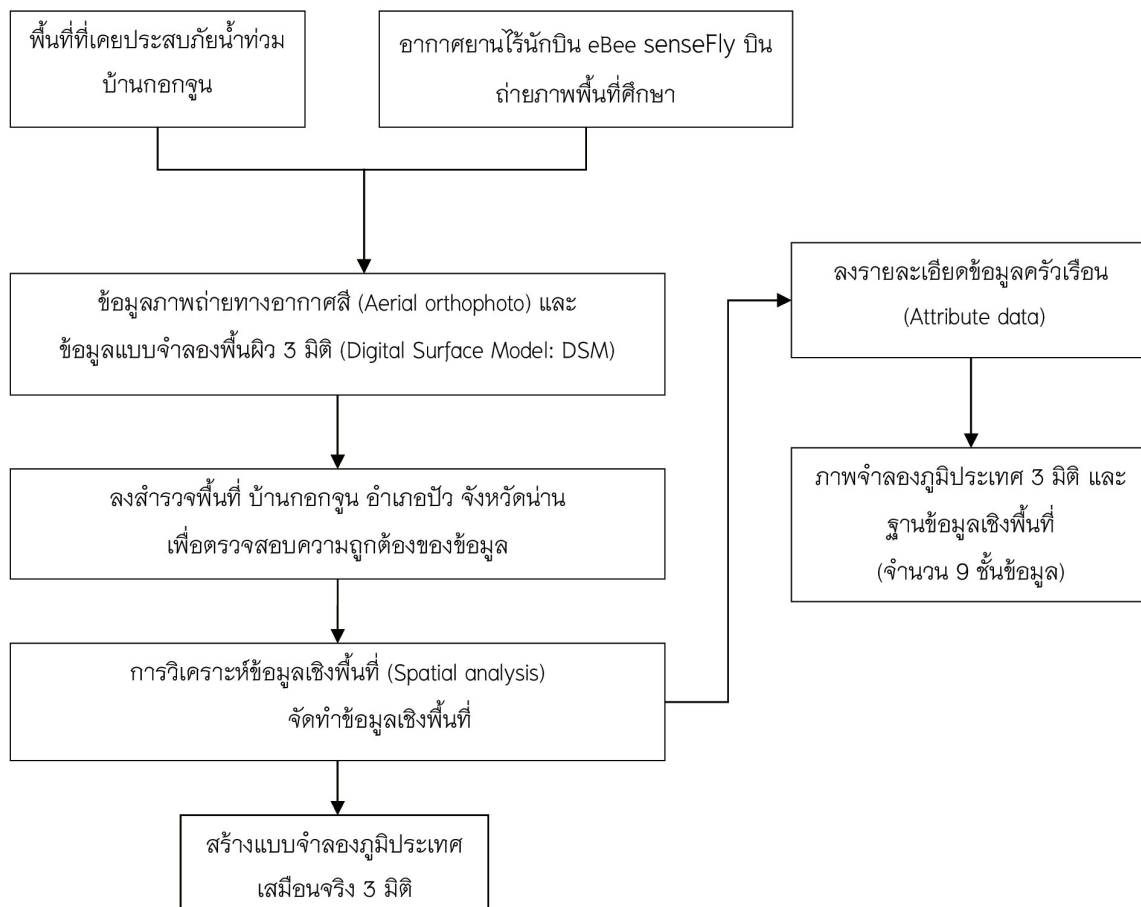


รูปที่ 1 แสดงพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษามีเขตระหว่างเส้นรุ้งที่ 18 องศา 46 ลิปดา 30 พิลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 102 องศา 46 ลิปดา 44 พิลิปดาตะวันออก ระดับความสูงของพื้นที่อยู่สูง 2,112 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีพื้นที่ประมาณ 11,472 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,170,045 ไร่ สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนชันเกิน 30 องศา ประมาณร้อยละ 85 ของพื้นที่จังหวัด ส่วนลูกคลื่นลอนลาด ตามลุ่มน้ำ จะเป็นที่ราบแคบๆ ระหว่างหุบเขาตามแนวยาวของลุ่มน้ำน่าน สา วัว ปัว และกอน (ภาพ 1)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ผลการศึกษา

ประกอบด้วย 1) โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คิวจีไอเอส (QGIS) 2) โปรแกรมจัดการเอกสาร ได้แก่ Microsoft Excel และ Microsoft Word 3) เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Laptop) เพื่อใช้ในการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูล และชุดโปรแกรมประมวลผลภาพ Pix4Dmapper และโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการลงพื้นที่บริเวณบ้านกอกจูน ร่วมกับเจ้าหน้าที่จากสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (สทป.) โดยได้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดจุดภาพ 4 เซนติเมตร บริเวณพื้นที่ศึกษาจำนวน 2 ภาพ โดยมีระบบพิกัดภูมิศาสตร์แบบ UTM zone 47 North หมุดหลักฐาน (Datum) WGS1984

อากาศยานไร้คนบิน ยี่ห้อ eBee รุ่น senseFly แบบ Fixed-wing drone มีขนาดความยาว/กว้าง 116 เซนติเมตร มีน้ำหนักรวมกล่องมีขนาด 1.6 กิโลกรัม ใช้ระบบดาวเทียมกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกแบบ GNSS (Global Navigation Satellite System) โดยใช้กล้อง S.O.D.A. สำรวจบันทึกภาพมุมสูง โดยใช้จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point: GCP)

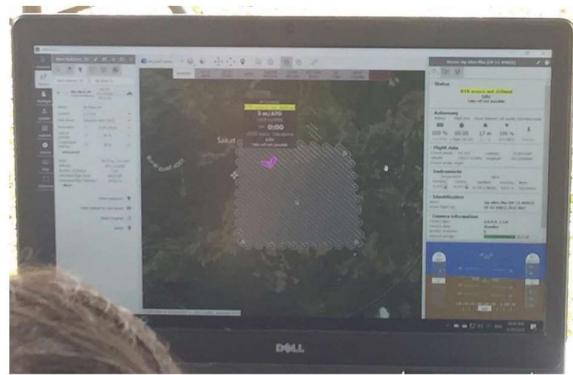




รูปที่ 3 อากาศยานไร้คนบิน รุ่น eBee SenseFly



รูปที่ 4 GNSS RTK GPS ยี่ห้อ TOPCON



รูปที่ 5 ส่วนควบคุม UAV แสดงแนวกบิน (Flight plan)

#### ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

นำเข้าข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS ทำการวาดขอบเขต (Digitize) ข้อมูลเชิงพื้นที่จำนวน 9 ชั้นข้อมูล ได้แก่ ชั้นข้อมูลสาธารณูปโภค ชั้นข้อมูลตำแหน่งสถานที่สำคัญ ชั้นข้อมูลตำแหน่งไม้ยืนต้นไม้พุ่ม ชั้นข้อมูลเส้นชั้นความสูง ชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม ชั้นข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน ชั้นข้อมูลไม้คลุมดิน ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และชั้นข้อมูลไม้ยืนต้นไม้พุ่ม

#### ขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ทำการลงพื้นที่ศึกษา เพื่อตรวจสอบการจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยการซ้อนทับกับข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศสีรายละเอียด 4 เซนติเมตร และใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) สุ่มตรวจสอบพิกัดของตำแหน่งสิ่งปลูกสร้าง เช่น ทางแยกของถนน ตำแหน่งเสาไฟฟ้า เป็นต้น จำนวน 15 จุด โดยพบความคลาดเคลื่อนพิกัดเชิงตำแหน่งเมื่อเทียบแล้วมีความถูกต้อง 89% โดยมีผู้ใหญ่บ้านกอกจูน และตัวแทนนายทหารจากหน่วยพัฒนาการเคลื่อนที่ 31 (นพค.31) อำเภอปัว จังหวัดน่าน เข้าร่วมตรวจสอบชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่

#### ขั้นตอนการนำไปใช้ประโยชน์

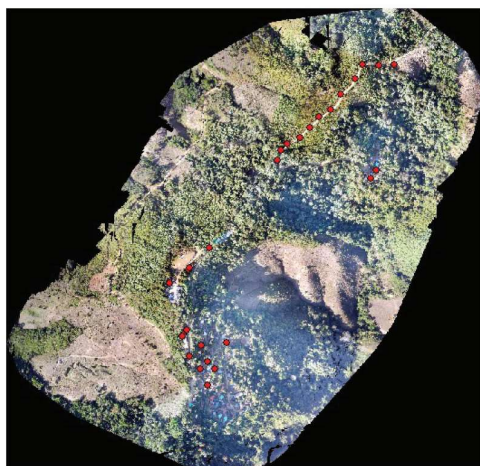
นพค. 31 นำข้อมูลที่ได้ไปวางแผนป้องกันบรรเทาสาธารณภัยด้านดินโคลนถล่ม และน้ำป่าไหลหลาก

### ผลการศึกษา

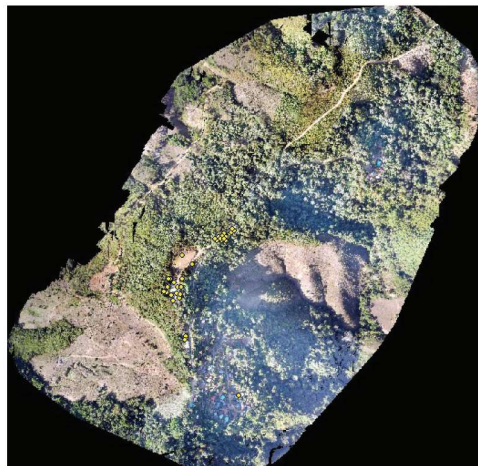
การจัดทำฐานข้อมูลในครั้งนี้ได้กำหนดระบบพิกัดภูมิศาสตร์ ได้แก่ WGS1984 โซน 47 North หมดหลักฐาน UTM โดยได้ชั้นข้อมูลทั้งสิ้นจำนวน 9 ชั้นข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

#### การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis)

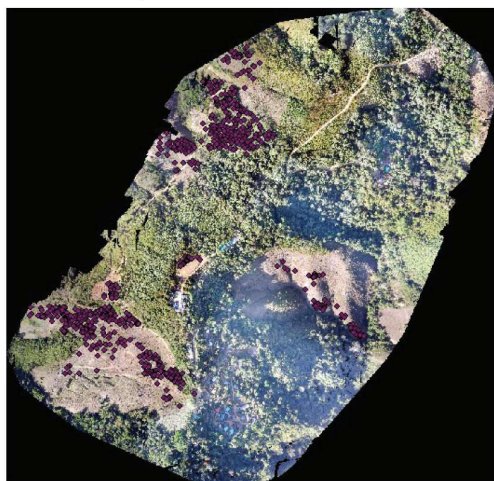
เมื่อได้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศและข้อมูลแบบจำลองพื้นผิว (DSM) แล้ว การจัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่ที่จึงถือได้ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งข้อมูลชุดนี้ได้ถูกสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS ซึ่งสามารถทำการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้อง (รูปที่ 6 a)–i))



a) ชั้นข้อมูลสาธารณูปโภค (Facility) จำนวน 29 จุด ประกอบด้วย ตำแหน่งเสาไฟฟ้า



b) ชั้นข้อมูลตำแหน่งสถานที่สำคัญ (LANDMARK) จำนวน 29 จุด

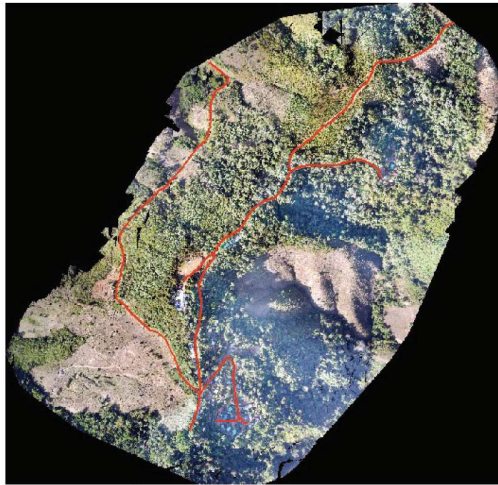


c) ชั้นข้อมูลตำแหน่งไม้ยืนต้นไม้พุ่ม (TS\_PT) จำนวน 752 จุด

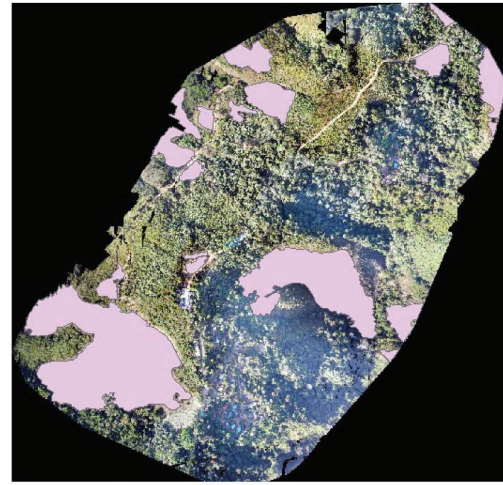


d) ชั้นข้อมูลเส้นชั้นความสูง (CONTOUR)

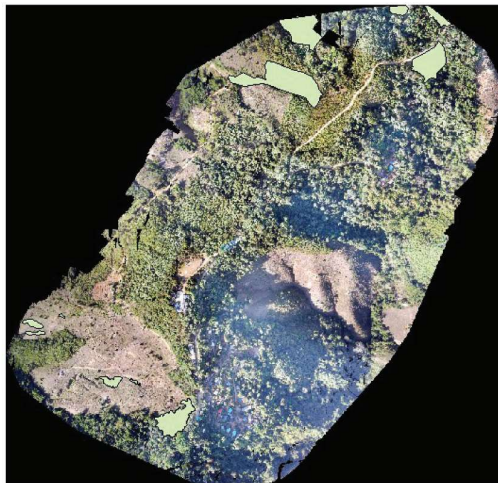




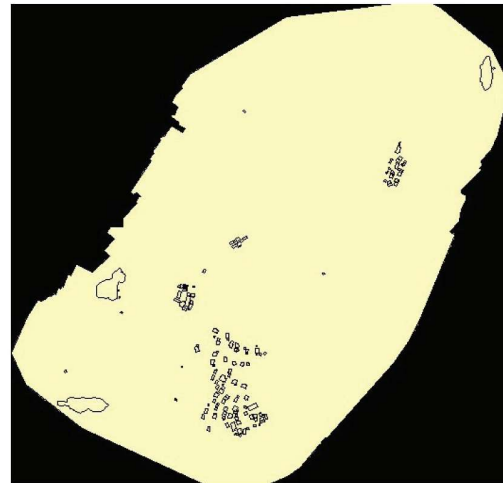
e) ชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม (L\_TRANS)



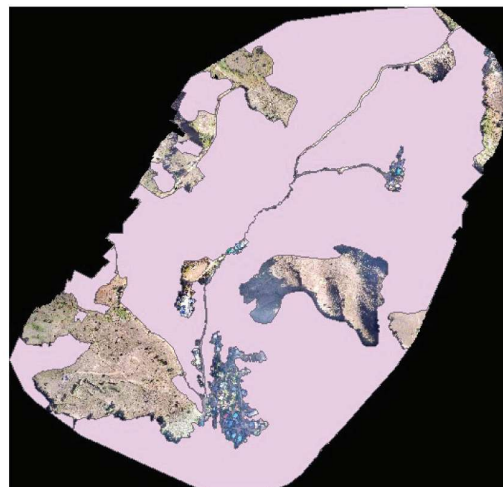
f) ชั้นข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน (GROUND\_COVER)



g) ชั้นข้อมูลไม้คลุมดิน (GROUND\_PLANT)



h) ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (LANDUSE)



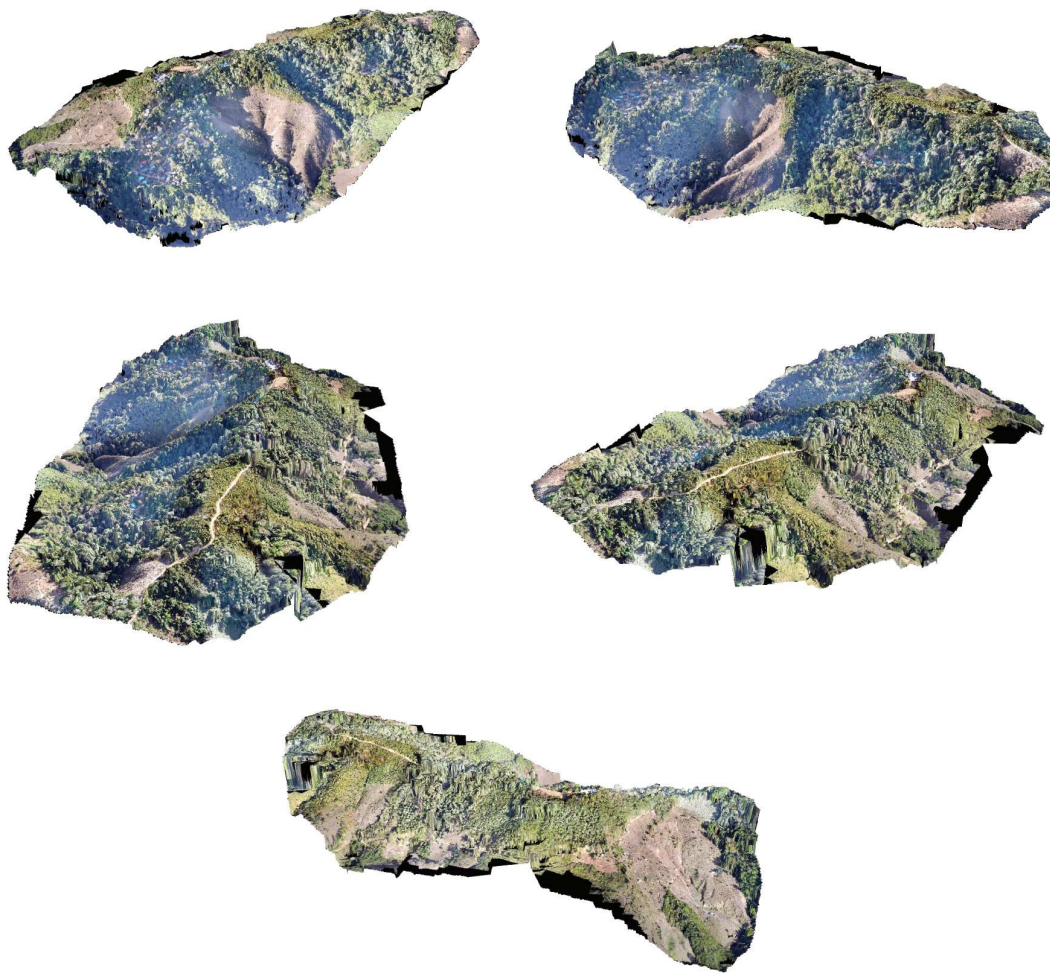
i) ชั้นข้อมูลไม้ยืนต้นไม้พุ่ม (TS\_POLY)

รูปที่ 6 แสดงผลชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ จำนวน 9 ชั้นข้อมูล

### แบบจำลองภูมิประเทศเสมือนจริง 3 มิติ

คณะผู้วิจัยได้ทำการประมวลผลเพื่อวิเคราะห์สภาพพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม น้ำป่าไหลหลาก หรือที่รู้จักกันในชื่อน้ำท่วมฉับพลันด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS เพื่อจำลองสภาพพื้นผิวบริเวณพื้นที่ศึกษา และเพื่อให้เข้าใจบริบทการตั้งบ้านเรือนบนพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดดินโคลนถล่ม

จากรูปที่ 7 สามารถแสดงผลบริเวณที่เคยเกิดดินโคลนถล่มได้อย่างชัดเจน มีขนาดพื้นที่ 756 ไร่ หรือ 1.2 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีความลาดชันสูงกว่า 80 องศา อีกทั้งบริเวณดังกล่าวได้ถูกแผ้วถางเป็นภูเขาหัวโล้น ชาวบ้านทำการปลูกพืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และไผ่ยาสูบ สร้างความเสียหายต่อระบบนิเวศเป็นอย่างยิ่ง



รูปที่ 7 แสดงแบบจำลองภูมิประเทศเสมือนจริง 3 มิติ

### วิจารณ์และสรุปผล

การสำรวจและจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยอากาศยานไร้คนบิน พื้นที่บ้านกอกจูน อำเภอปัว จังหวัดน่าน พบว่า การสำรวจด้วยเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนบิน ยี่ห้อ eBee senseFly สามารถเข้าถึงพื้นที่ต่างๆ ได้ง่ายและ



รวดเร็วกว่า ด้วยรายละเอียดจุดภาพ 4 เซนติเมตร ระยะบิน 5 กิโลเมตร จากจุดปล่อย ทำให้ได้ภาพที่มีความชัดอย่างมาก สามารถจำลองและวิเคราะห์พื้นที่เสมือนจริง 3 มิติ ทำให้ได้ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั้งสิ้นจำนวน 9 ชั้นข้อมูล ประกอบด้วย ชั้นข้อมูลสาธารณูปโภค ชั้นข้อมูลตำแหน่งสถานที่สำคัญ ชั้นข้อมูลตำแหน่งไม้ยืนต้นไม้พุ่ม ชั้นข้อมูลเส้นชั้นความสูง ชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม ชั้นข้อมูลสิ่งปกคลุมดิน ชั้นข้อมูลไม้คลุมดิน ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และชั้นข้อมูลตำแหน่งไม้ยืนต้นไม้พุ่ม ตามลำดับ

นอกจากนี้การวิเคราะห์สภาพพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS เพื่อจำลองสภาพพื้นที่บริเวณพื้นที่ศึกษาแบบ 3 มิติ สามารถช่วยให้เข้าใจพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดดินโคลนถล่ม สามารถแสดงผลบริเวณที่เคยเกิดดินโคลนถล่มได้อย่างชัดเจน ซึ่งจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่าพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มมีขนาดพื้นที่ 756 ไร่ หรือ 1.2 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีความลาดชันสูงกว่า 80 องศา อีกทั้งบริเวณดังกล่าวได้ถูกพัวขวาง เป็นภูเขาหัวโล้น ชาวบ้านทำการปลูกพืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และไผ่ตงสุบ สร้างความเสียหายต่อระบบนิเวศเป็นอย่างยิ่ง

บทความวิจัยฉบับนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับภัยพิบัติและจัดเรียงลำดับตามความจำเป็นของพื้นที่ที่ต้องการความช่วยเหลือ ให้เจ้าหน้าที่นายทหารหน่วยพัฒนา (นทพ.) หน่วยพัฒนาการเคลื่อนที่ 31 (นพค.31) ได้ข้อมูลเชิงพื้นที่ระดับชุมชนไปใช้ประโยชน์ต่อไปในการบริหารจัดการด้านอุทกภัยในอนาคต

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่นายทหารพัฒนา หน่วยพัฒนาการเคลื่อนที่ 31 ที่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ทางภูมิศาสตร์บริเวณบ้านกอกจูน อำเภอปัว จังหวัดน่าน นอกจากนี้ขอขอบคุณคณะที่วิจัยและพัฒนาจากสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (สทป.) เป็นอย่างสูงที่ได้สนับสนุนระบบอากาศยานไร้คนขับ ยี่ห้อ eBee senseFly ในการบินสำรวจพื้นที่ในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] วรุตม์ นาทิ (2557). การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อการเตรียมความพร้อมอุทกภัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- [2] พรชัย เอกศิริพงษ์ และคณะ (2557). การประยุกต์ระบบสารสนเทศศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 3. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- [3] สมคิด ภูมิโคกรักษ์ (2559). การประยุกต์ระบบสารสนเทศศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยในจังหวัดนครปฐม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [4] พชรินทร์ เสริมการดี และคณะ (2557). การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- [5] Kabir Uddin et al., (2013). Application of Remote Sensing and GIS for Flood Hazard Management. Kathmandu: Nepal.