บันทึกข้อความ

สบอ 3782/18 พค 65
3306

ส่วนราชการ ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง จ.พิษณุโลก โทร. ๐ ๕๕๓๓ ๔๐๐๖

ที่ E สบอ.(ศอช.๒)/๑๒๐/๒๕๖๕ **วันที่** ๑๑ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอส่งรายงานสรุปโครงการ

ผท.1688/18 พค 65

เรียน ผส.บอ. ผ่าน ผอท.บอ.

ตามที่ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง ได้ดำเนินงานตามโครงการสำรวจและจัดทำแผนที่น้ำท่วมตำบลตาลเดี่ยว อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๔ นั้น

ในการนี้ ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง ขอส่งรายงานสรุปผลตามโครงการสำรวจและจัดทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและการจำลองพื้นที่น้ำท่วมสถานี S.๓ ลุ่มน้ำป่าสัก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ประจำปี พ.ศ. ๒๕๖๔ รายละเอียดตามรายงานที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน ๑ เล่ม

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(นายชัยวุฒิ วัฒนาการ)
ผอช.ภาคเหนือตอนล่าง

ผ่าน

(นายอดิศร จำปาทอง)
ผอท.บอ
18 พ.ค. 2565

ทราบ

(นายธเนศร์ สมบูรณ์)
ผส.บอ.

ที่ผ่าน ผอท.บอ.
เพื่อโปรดทราบ

(นางสาววีณา บรรยงนุชวานิช)
งบ.บอ. รักษาราชการแทน ผบท.บอ.
๑๙ พ.ค. ๒๕๖๕

เรียน ผอช. ภาค และ สพ.บอ.
เพื่อโปรดทราบและพิจารณาดำเนินการต่อไปด้วยจะเป็นพระคุณ

(นายอดิศร จำปาทอง)
ผอท.บอ.
19 พ.ค. 2565

แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและการจำลองพื้นที่น้ำท่วมสถานี S.3 ลุ่มน้ำป่าสัก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ.2564

โดย

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง

สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา
กรมชลประทาน

แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและการจำลองพื้นที่น้ำท่วมสถานี S.3 ลุ่มน้ำป่าสัก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ.2564

โดย

ศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง

สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา
กรมชลประทาน

แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศและการจำลองพื้นที่น้ำท่วมสถานี S.3 ลุ่มน้ำป่าสัก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ.2564

1. ระยะเวลาดำเนินการ

เมษายน - ตุลาคม 2564

2. ความรู้ทางวิชาการหรือแนวคิดที่ใช้ในการดำเนินการ

การวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมโดยการประยุกต์ใช้อากาศยานไร้คนขับ สถานี S.3 ลุ่มน้ำป่าสัก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ใช้ความรู้ทางวิชาการดังนี้

2.1 ความหมายองค์ประกอบของระบบภูมิสารสนเทศในการสร้างแบบจำลองสามมิติ ของภูมิประเทศ

ระบบภูมิสารสนเทศศาสตร์ (สุเพชร, 2551) เป็นศาสตร์และศิลป์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีตำแหน่งอ้างอิงบนผิวโลก (Geospatial Data) โดยใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องคือ การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) ระบบการกำหนดตำแหน่งบนผิวโลกด้วยดาวเทียมสำรวจ (Global Navigation Satellite System) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ในการบริหารจัดการข้อมูลอันประกอบไปด้วยการรวบรวมข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์สารสนเทศเชิงพื้นที่ (Geospatial Information) ที่นำไปใช้ประกอบการวางแผนและการตัดสินใจในการบริหารจัดการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยข้อมูลลักษณะต่างๆ ถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ (Computer Hardware), โปรแกรมประมวลผล (Software Application), ฐานข้อมูล (Database), หน่วยงานหรือองค์กร (Organizations), และผู้เชี่ยวชาญในระดับต่างๆ (Professionals) ทำงานร่วมกันในการประมวลผล วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ การใช้ระบบภูมิสารสนเทศสร้างแบบจำลองสามมิติของภูมิประเทศ เป็นการสร้างทรวดทรงจำลองลักษณะภูมิประเทศ โดยมีสัดส่วนทั้งในมิติทางราบและทางความสูงอย่างถูกต้อง เพื่อแสดงสภาพความสูงต่ำของภูมิประเทศ โดยใช้เทคโนโลยีของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.2 กระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นผิวสามมิติโดยระบบภูมิสารสนเทศ

มีองค์ประกอบ 5 ประการดังแสดงในภาพที่ 1 รายละเอียดดังนี้คือ

1. การสำรวจหรือสกัดข้อมูลความสูงของพื้นผิวจากภูมิประเทศจริง (Data capture) เป็นการรวบรวมตำแหน่งทั้งทางราบและความสูงของภูมิประเทศ สามารถทำได้หลายวิธี และมีหลายเทคโนโลยีที่

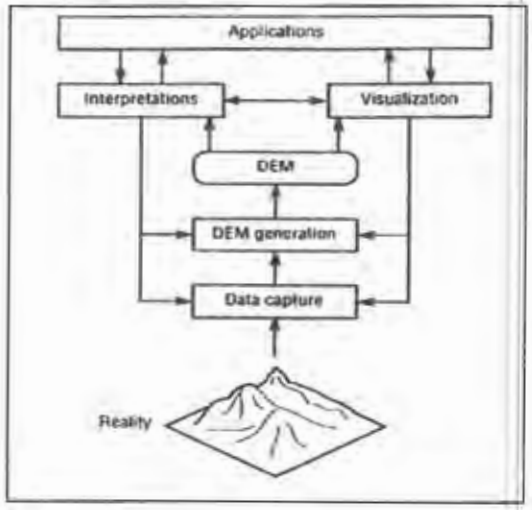
สามารถทำได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยในหลาย ๆ อย่าง เช่น ความละเอียดถูกต้อง ปริมาณที่ต้องการ ตลอดจนปัจจัยภายนอก เช่น งบประมาณด้วยเช่นกัน

2. การสร้างแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ (DEM generation) ในระบบภูมิสารสนเทศการแสดงพื้นผิวความสูงของภูมิประเทศสามารถทำได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับปัจจัย เช่น ปริมาณข้อมูล วิธีการที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ หรือวัตถุประสงค์ในการแสดงผล เป็นต้น

3. การแสดงผลในระบบ (Visualization) เป็นการนำข้อมูลเชิงตำแหน่งมาประมวลผลร่วมกับแบบจำลองความสูงของภูมิประเทศ และแสดงผลการแสดงผลในรูปแบบสองมิติ หรือสามมิติ ขึ้นกับการกำหนดวิธีการแสดงผลและความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองความสูงภูมิประเทศ

4. การวิเคราะห์ตีความแบบจำลอง (Interpretation) เป็นการนำข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล นำมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์ ตีความ โดยวิธีการหรือใช้แบบจำลองที่เหมาะสม ตามเงื่อนไขและข้อจำกัดที่กำหนด เช่น การวิเคราะห์เส้นทางน้ำ การวิเคราะห์ดินตัดดินถม การวิเคราะห์ภูมิประเทศ เป็นต้น

5. การนำไปประยุกต์ใช้งาน (Applications) เป็นการนำผลที่ได้จากส่วนต่างๆ ไปใช้ในการปฏิบัติงานวางแผนต่างๆหรือบริหารจัดการซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ผลสำเร็จของการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในบางครั้งผู้เชี่ยวชาญต้องอาศัยการทดลองใช้งาน เพื่อตรวจสอบให้แน่ใจว่าแบบจำลองให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดทำให้ในบางครั้งอาจจะต้องนำผลลัพธ์จากแบบจำลองมากกว่าหนึ่งแบบมาเปรียบเทียบผลจากการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง เพื่อให้ทราบว่าวิธีการใดมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุด



รูปที่ 1 แผนผังการสร้างแบบจำลองความสูงที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งาน

2.3 ข้อมูลเชิงตำแหน่งในระบบภูมิสารสนเทศ

1.ข้อมูลในระบบจะประกอบด้วยข้อมูลในสองรูปแบบหลักคือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data)

1.1.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) มีรูปลักษณ์ใน 3 ลักษณะ คือ จุด (Point), เส้น (Line) และพื้นที่รูปปิด (Polygon) เพื่อใช้แทนลักษณะของสิ่งต่างๆที่ปรากฏบนผิวโลกเช่น สถานที่แทนด้วยรูปแบบจุด เส้นถนน หรือทางน้ำ แทนด้วยรูปแบบเส้น พื้นที่ป่าไม้ ขอบเขตการปกครอง แทนด้วยรูปแบบของพื้นที่รูปปิด เป็นต้น ตัวอย่างประเภทข้อมูลเชิงพื้นที่ลักษณะต่างๆ แสดงในรูปที่ 2

รูปที่ 2 ประเภทข้อมูลเชิงพื้นที่ในลักษณะต่างๆ

1.1.2 ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ เป็นข้อมูลที่ใช้อธิบายประกอบข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น เช่นเป็นจำนวนตัวเลข คำอธิบาย ชื่อเรียก ตรรกศาสตร์ รหัส หรือแม้กระทั่งรูปภาพ ก็จัดได้ว่าเป็นข้อมูลเชิงคุณลักษณะประเภทหนึ่ง

2. การรังวัดข้อมูลความสูงของภูมิประเทศ เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสามมิติ (Height Data) ข้อมูลความสูงของภูมิประเทศ ได้มาจากการสำรวจรังวัด สามารถทำได้หลายวิธี โดยขึ้นอยู่กับความถูกต้อง ระยะเวลา ค่าใช้จ่าย และการครอบคลุมพื้นที่การสำรวจ หรือปัจจัยอื่นๆ ตามความต้องการ โดยสรุปแล้ววิธีที่เป็นที่นิยมสามารถรังวัดหาค่าระดับสูงได้ 3 วิธี คือ

2.1.1 การรังวัดภาคพื้นดิน (Terrestrial Survey) การสำรวจภาคพื้นดินเป็นการกำหนดตำแหน่งบนพื้นผิวโลกด้วยวิธีการถ่ายค่าระดับจากจุดที่ทราบค่าไปยังจุดที่ต้องการทราบค่าความสูง โดยการเทียบความสูงต่าง สามารถทำได้จากเทคนิคการรังวัดต่างๆ เช่น การรังวัดด้วยกล้องระดับ การรังวัดด้วยกล้องวัดมุม หรือการรังวัดด้วยเทคนิคการสำรวจรังวัดสัญญาณดาวเทียมสำรวจ ผลลัพธ์ที่ได้จากการรังวัดภาคพื้นดิน จะมีลักษณะเป็นจุดความสูง (Spot Height) กระจายครอบคลุมพื้นที่ มีความถูกต้องของความสูงในระดับ มิลลิเมตร ถึง เซนติเมตร

2.1.2 การรังวัดด้วยภาพ (Image Survey) เป็นการหาค่าความสูงด้วยการนำเทคโนโลยีเกี่ยวกับภาพถ่ายดิ่ง (Orthophoto) มารังวัดค่าความสูงของจุดต่าง ๆ ในพื้นที่ ซึ่งเทคนิคแบบนี้จะให้ค่าความสูงในระดับ เดซิเมตร ถึง เมตร

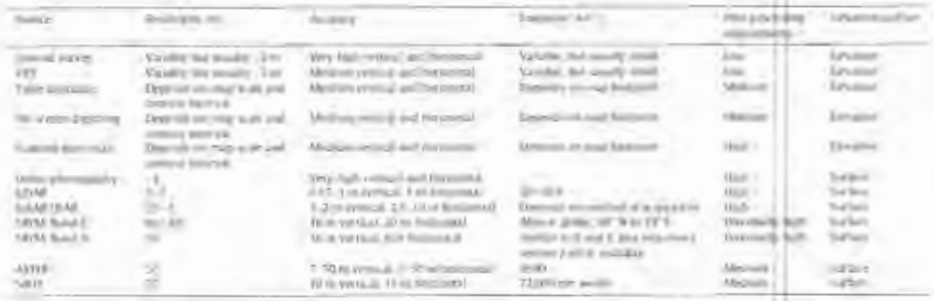
2.1.3 การรังวัดด้วยเรดาห์หรือเลเซอร์ (Radar or Laser Scanner) เป็นการสำรวจระยะไกลที่ใช้คลื่นเรดาห์ หรือเลเซอร์ในการส่งสัญญาณไปกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมายังเครื่องรับสัญญาณ

โดยไม่ต้องอาศัยพลังงานจากธรรมชาติหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อสร้างพื้นผิวภูมิประเทศ ในการถ่ายภาพด้วยระบบเลเซอร์ถ้าใช้บนเครื่องบินจะเรียกว่า เครื่องกวาดภาพระบบเลเซอร์ทางอากาศ (Airborne Laser Scanner, ALS) ส่วนบนดาวเทียมจะเรียกว่า ระบบนำแสงตรวจจับและจัดการ (Light Detecting and Ranging, LiDAR) ในปัจจุบันเมื่อนำมาใช้ร่วมกับเทคนิคการสำรวจรังวัดด้วยสัญญาณดาวเทียม GPS โดยที่ความถูกต้องของค่าระดับจะอยู่ในช่วง 10 – 20 เซนติเมตร ส่วนการสำรวจด้วยเรดาห์ความถูกต้องของค่าระดับจะอยู่ในช่วง 10 – 25 เมตร

2.1.4 รายละเอียดการเปรียบเทียบวิธีการรังวัดหาค่าความสูงทั้ง 3 วิธี ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความละเอียด และความถูกต้องของการรังวัดค่าระดับสูงจากหลายเทคนิค

(Nelson et al., 2009)

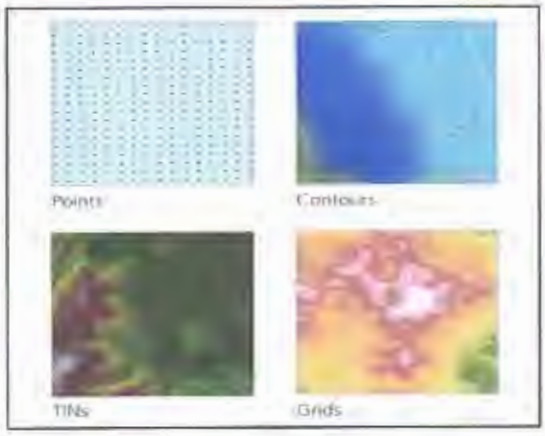


2.4 แบบจำลองความสูงสามมิติของภูมิประเทศ

โดยปกติแล้วแผนที่จะแสดงลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นผิวที่ต่อเนื่อง ซึ่งแตกต่างจากการใช้หน่วยพื้นที่ (Raster) แสดงการใช้ที่ดิน ซึ่งเป็นลักษณะของข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete data) พื้นผิวความสูงที่ต่อเนื่องสามารถแสดงด้วยเส้นชั้นความสูง (Contour line) ซึ่งเสมือนเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่ซ้อนกันอยู่เป็นชั้นๆ อย่างไรก็ตามเส้นชั้นความสูงไม่เหมาะที่จะใช้ในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numeric analysis) หรือการทำแบบจำลองมากนัก ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาวิธีการต่าง ๆ ที่จะสามารถแสดงการแปรเปลี่ยนทางความสูงต่ำของพื้นที่เชิงตัวเลขคือ แบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model หรือ DEM) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีแต่ข้อมูลระดับความสูงเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข (Digital Terrain Model หรือ DTM) ที่มิได้หมายถึงเฉพาะ ระดับความสูงเท่านั้น แต่ยังแสดงถึงข้อมูลลักษณะอื่น ๆ ของภูมิประเทศด้วย เช่น ความชัน (Slope) การหันรับแสง (Aspect) หรือความสูงต่ำเชิงเงา (Shaded relief) เป็นต้น แม้ว่า DEM ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองระดับความสูงของพื้นผิว แต่วิธีนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการจำลองความแปรเปลี่ยนอย่างต่อเนื่องของตัวแปรความสูงตัวอื่นๆ บนพื้นที่สองมิติได้อีกด้วย

1. การแสดงข้อมูลความสูงต่ำของพื้นผิวในระบบภูมิสารสนเทศ

1.1 การแสดงลักษณะพื้นผิวสามารถแสดงได้หลากหลายลักษณะ เช่น แสดงโดยใช้จุดความสูง (Spot Height) เส้นชั้นความสูง (Contour Line) โครงข่ายสามเหลี่ยมไม่สม่ำเสมอ (Triangulated Irregular Network) และตารางกริด (Grid) ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การแสดงความสูง - ต่ำของพื้นผิวหลายรูปแบบในระบบภูมิสารสนเทศ

1.2 Points เป็นแบบจำลองความสูงที่เก็บค่าระดับสูงและตำแหน่งพิกัด x และ y แบบจุดต่อจุด

1.3 Contours หรือ เส้นชั้นความสูง ประกอบไปด้วยสองส่วน คือ contour line หรือเส้นโค้งที่จุดทุกจุดบนเส้นจะมีค่าระดับสูงเท่ากัน และ contour interval เป็นช่วงต่างค่าระดับสูงในการแสดงเส้น contour line

1.4 TINs (Triangulated Irregular Network) คือ แบบจำลองความสูงที่เก็บข้อมูลในรูปแบบเชิงเส้น (vector) โดยจะเก็บตำแหน่งของจุดที่มีค่าระดับสูงที่แต่ละจุดจะมีเส้นเชื่อมกันเป็นรูปสามเหลี่ยมที่ไม่ซ้อนทับกัน

1.5 Grids คือ แบบจำลองที่ประกอบด้วยตารางกริดที่มีขนาดสม่ำเสมอ โดยที่ในแต่ละช่องจะเก็บค่าความสูงที่เป็นตัวแทนของกริดไว้

2.5 การประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบ

การกำหนดมาตรฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ใช้ในประเทศไทยอยู่ในขอบข่ายหน้าที่ของคณะกรรมการภูมิสารสนเทศแห่งประเทศไทย ที่ผ่านมาได้มีการศึกษารูปแบบของต่างประเทศเพื่อการปรับใช้มาตรฐานข้อมูลหลายเรื่องได้ถูกทยอยประกาศออกมาเป็นลำดับ ดังนั้นจำเป็นที่ผู้ที่เกี่ยวข้องควรต้องติดตามการประกาศใช้มาตรฐานต่างๆของคณะกรรมการชุดดังกล่าวเพื่อให้การดำเนินการผลิตหรือใช้ข้อมูลภูมิสารสนเทศอยู่ในเกณฑ์อันเป็นที่ยอมรับ สำหรับแนวทางการตรวจสอบประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบของข้อมูลภาพและแผนที่ที่ได้จากการสำรวจระยะไกลตลอดจนการเทียบมาตรฐานจัดเป็นเรื่องสำคัญอีกเรื่องหนึ่งแนวปฏิบัติอันเป็นที่ยอมรับใช้กันอย่างกว้างขวางในต่างประเทศสามารถประยุกต์ใช้เพื่อการเทียบเคียงหรือการอ้างอิงสำหรับประเทศไทยได้เช่นกัน โดยมีขั้นตอนและหลักการการประเมินดังนี้

1. กำหนดจุดตรวจสอบ

จุดตรวจสอบต้องกระจายทั่วพื้นที่ภาพหรือแผนที่โดยให้มีระยะห่างประมาณร้อยละ 20 ของความยาวเส้นทะแยงมุมที่ยาวที่สุดของพื้นที่ จำนวนจุดตรวจสอบที่ใช้ต้องอย่างน้อย 20 จุด (เพื่อให้สามารถใช้อธิบายข้อมูลในความหมายที่เข้าใจได้ง่าย เช่น หากต้องการประเมินที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ก็แสดงว่า ยอมให้ค่าพิกัดของจุดทดสอบที่วัดได้จากภาพที่ต้องการตรวจสอบมีความผิดพลาดได้ไม่เกิน 1 จุด จากการวัดทดสอบ 20 จุด)

2. การประเมินความถูกต้อง

ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของข้อมูลสำรวจระยะไกลสามารถอธิบายด้วยค่าที่คลาดเคลื่อนไปจากค่าที่แท้จริง การที่ลักษณะทางตำแหน่งของข้อมูลสำรวจระยะไกลคลาดเคลื่อนไปจากค่าจริงถือว่าเป็นความผิดพลาดทางเรขาคณิตของข้อมูล ซึ่งอาจมีผลมาจากการได้มาซึ่งข้อมูลทั้งจากระบบสำรวจและระบบการประมวลผลภาพ การประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งของข้อมูลเป็นการสร้างความเชื่อมั่นในการนำข้อมูลไปใช้ การชี้วัดความถูกต้องอธิบายด้วยค่าความคลาดเคลื่อนที่หาจากวิธีการทางสถิติ

ตัวชี้วัดความถูกต้องเชิงตำแหน่งของข้อมูลสำรวจระยะไกลได้แก่

- ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error; MSE)
- รากที่สองค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error; RMSE)
- ความคลาดเคลื่อนแนววงรอบ (Circular Error; CE)

3. การเทียบมาตรฐาน

ข้อมูลภาพหรือข้อมูลแผนที่ที่ได้จากการสำรวจระยะไกลเมื่อผ่านการปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตและกำหนดพิกัดทางแผนที่ให้กับภาพแล้วสามารถสร้างความมั่นใจให้กับผู้ที่จะนำไปใช้งานได้ด้วยการเทียบความถูกต้องกับมาตรฐาน NSSDA (National Standard for Spatial Data Accuracy) หรือมาตรฐานของ ASPRS (American Society of Photogrammetry and Remote Sensing Accuracy Standard) โดยมาตรฐาน NSSDA ไม่ขึ้นกับมาตราส่วนของข้อมูลแผนที่กำหนดโดย คณะกรรมการเฉพาะกิจที่แต่งตั้งโดย FGDC ของสหรัฐอเมริกาเพื่อใช้เป็นมาตราฐานในการรายงานความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปข้อมูลดิจิตอล ที่การได้มาซึ่งข้อมูลอาจมีความแตกต่างกันของเครื่องมือสำรวจและสามารถถูกแสดงผลที่ขนาดสเกลต่างกันออกไป ไม่ได้คงตัวเหมือนแผนที่พิมพ์ที่มีมาตรส่วนกำกับอยู่ มาตรฐานนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ตรวจสอบและรายงานค่าความถูกต้องข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ยอมรับได้ตามแต่การประยุกต์ใช้ของผู้ใช้กล่าวคือ ผู้ใช้สามารถเทียบเกณฑ์ความถูกต้องตามข้อกำหนดที่ภาคส่วนผู้ใช้ข้อมูลยอมรับ ค่ามาตรฐาน NSSDA มีการคำนวณที่อิงหลักการทางสถิติแสดงเป็นค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) ตามระดับความ เชื่อมั่นหนึ่ง ๆ มีหน่วยเป็นระยะภาคพื้นดิน มาตรฐาน ASPRS เป็นมาตรฐานที่กำหนดเพื่อใช้กับการประเมินแผนที่ รายงานความถูกต้อง ของข้อมูลเป็นค่าความถูกต้อง

ภาคพื้นดิน (Ground Scale Accuracy) โดยใช้ค่า RMSE เป็นค่าแสดง ขีดจำกัดสูงสุดที่ยอมให้เกิดได้เมื่อนำข้อมูลเชิงพื้นที่นั้นไปทำเป็นแผนที่ที่ขนาดมาตราส่วนหนึ่ง ๆ กล่าวคือ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบได้ว่าข้อมูลที่ประเมินนั้นสอดคล้องกับแผนที่ที่ระดับมาตราส่วนใดเป็นมาตรฐานที่พัฒนามาจากมาตรฐาน NMAS (The National Map Accuracy Standard) อันเป็นมาตรฐานที่ใช้กับแผนที่พิมพ์มาแต่เดิม เป็นประโยชน์ต่อการสร้างความมั่นใจในการนำข้อมูลเชิงพื้นที่ไปจัดทำเป็นแผนที่หรือนำเสนอเป็นภาพพิมพ์ที่ผู้ใช้สามารถประเมินความถูกต้องของค่าที่อ่านจากข้อมูลนี้ได้โดยไม่ต้องใช้การอ้างอิงกับตารางมาตรฐานใดสูตรที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความถูกต้องเชิง ตำแหน่งแนวราบตามหลักการต่าง ๆ ดังกล่าว มีดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

- ทางเหนือ (X) $MSE_x = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(\delta_{x,i})^2$
- ทางตะวันออก (Y) $MSE_y = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(\delta_{y,i})^2$

2. รากที่สองค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

- ทางเหนือ (X) $RMSE_x = (MSE_x)^{1/2}$
- ทางตะวันออก (Y) $RMSE_y = (MSE_y)^{1/2}$
- ความคลาดเคลื่อนโดยรวม $RMSE_{x,y} = (RMSE_x^2 + RMSE_y^2)^{1/2}$

เมื่อ $\delta_{x,i}$ คือค่าผลต่างพิกัดทางแกน x ของจุดที่ i

$\delta_{y,i}$ คือค่าผลต่างพิกัดทางแกน y ของจุดที่ i

n คือจำนวนจุดตรวจสอบ

3. ความคลาดเคลื่อนแนววงรอบตามมาตรฐาน NSSDA

กรณีที่ 1 ความคลาดเคลื่อนทาง X และ Y ใกล้เคียงกัน กระจายเป็นโค้งปกติ ($RMSE_{min}$ / $RMSE_{max}$ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0)

$CE_{95} = 1.7308(RMSE_{x,y})$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$CE_{90} = 1.5175(RMSE_{x,y})$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์

กรณีที่ 2 ความคลาดเคลื่อนทาง X และ Y ไม่ใกล้เคียงกัน คือเบ้ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ($RMSE_{min}$ / $RMSE_{max}$ มีค่าน้อยกว่า 0.6)

$CE_{90} = 1.0730(RMSE_x + RMSE_y)$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์

4. การเทียบมาตราส่วนเพื่ออิงมาตรฐาน ASPRA (เทียบเคียงกับข้อกำหนดมาตรฐานแผนที่ Class 1 USGS)

$S = ROUND\ (3937 \times RMSE_{x,y})$

เมื่อ S คือ Scale Denominator

$RMSE_{x,y}$ คือค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยโดยรวมของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ต้องการเทียบ (เมตร)

ROUND คือฟังก์ชั่นการปัดเศษตามจำนวนหลักที่ต้องการ (เช่น กำหนดให้ปัดเลขหลักหน่วยและหลักสิบออกเพื่อให้แสดงมาตราส่วนลงตัวที่หลักร้อยเป็นต้นไป)

ตัวอย่างเช่น ผลการตรวจสอบได้ค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวมเท่ากับ 22.89 เมตร โดยผิดพลาดทาง X และ Y เท่ากับ 21.08 และ 8.93 เมตร ตามลำดับ เมื่อหาอัตราส่วนความผิดพลาดทั้งสองทิศทาง โดยเอาค่าน้อยเป็นตัวตั้งได้เท่ากับ 0.42 ซึ่งน้อยกว่า 0.6 จึงถือว่าความผิดพลาดทั้งสองทิศทางไม่ใกล้เคียงกัน (ไม่เป็นโค้งปกติ) ดังนั้น ค่า CE (95%) จะหาจาก 1.22385 x (21.08+8.93) นั่นคือค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยตามมาตรฐาน NSSDA ของข้อมูลภาพนี้เท่ากับ 36.73 เมตร ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นอกจากนี้เมื่อเทียบมาตรฐานแผนที่ Class 1 USGS ตามสมการที่ 8 จะได้ว่าเทียบเท่าแผนที่มาตราส่วน 1:90,100 เป็นต้น

2.6 การประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางดิ่ง

ความถูกต้องในแนวดิ่งสำหรับข้อมูลที่ให้ค่าความสูงของพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญและเป็นเรื่องที่ต้องมีการประเมินเพื่อให้เกิดความมั่นใจในข้อมูลของผู้ใช้ งานที่ประยุกต์ข้อมูลลักษณะนี้ อาทิเช่น งานด้านสมุทรศาสตร์ การจัดการน้ำท่วมในพื้นที่ นิเวศวิทยาพื้นที่ชุ่มน้ำ งานก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐาน เป็นต้น ในสหรัฐอเมริกาข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ให้ค่าความสูงของพื้นที่จะต้องได้รับการตรวจสอบรับรองความถูกต้อง เพราะถือว่าเป็น ข้อมูลที่เมื่อถูกนำไปใช้สามารถส่งผลต่อชีวิตและทรัพย์สินของสาธารณชนได้ มาตรการหนึ่งที่ใช้ก็คือ การตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน โดยอิงมาตรฐาน National Map Accuracy Standards (NMAS) และ National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA) เกณฑ์เปรียบเทียมดังตารางที่ 1 มาตรฐาน NSSDA กำหนดให้ความถูกต้องทางดิ่งของข้อมูลอธิบายด้วยค่า RMSE ของข้อมูล ซึ่งไม่เหมือนกับมาตรฐาน NMAS ที่ใช้ค่าขีดจำกัดที่ขึ้นกับมาตราส่วนและเส้นชั้นความสูงในแผนที่ อย่างไรก็ตาม NSSDA และ NMAS มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$\text{NMAS CI} = 3.2898\ (RMSE_Z)$$

$$\text{NMAS CI} = Accuracy_{(Z)} / 0.5958$$

เมื่อ$Accuracy_{(Z)} = 1.9600\ (RMSE_Z)$ (การกระจายของค่าความคลาดเคลื่อนต้องเป็นโค้งปกติ)

ถ้าการกระจายตัวของค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นโค้งปกติ ASPRSแนะนำให้หา $Accuracy_{(Z)}$ ที่ เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ความเบ้ของโค้งชุดข้อมูลความคลาดเคลื่อนพิจารณาจากค่า skewness ต้องไม่เกิน ± 5

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐานความถูกต้องเชิงตำแหน่งแนวดิ่งของ NMAS และ NSSDA

NMAS Equivalent contour interval	NSSDA $RMSE_z$		NSSDA $Accuracy_{(z)}$		Required accuracy for reference data for "tested to meet"
	(ft.)	(cm.)	(ft.)	(cm.)	(ft.)
0.5	0.2	4.6	0.3	9.1	0.10
1.0	0.3	9.3	0.6	18.2	0.20
2.0	0.6	18.5	1.2	36.3	0.40
4.0	1.2	37.0	2.4	72.6	0.79
5.0	1.5	46.3	3.0	90.8	0.99
10.0	3.0	92.7	6.0	181.6	1.98

Source: *Martin Flood (2004). ASPRS Lidar Committee (PAD).*

3. สรุปสาระและขั้นตอนการดำเนินการ

หลักการและเหตุผล

น้ำท่วมที่เกิดจากน้ำหลากเป็นปัญหาใหญ่ที่มีมาช้านาน และเป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสียหายเป็นวงกว้าง ในอดีตการที่เราจะเตือนภัยน้ำท่วมเป็นเรื่องที่ทำไม่ค่อยจะทันต่อเหตุการณ์และเป็นการเตือนแบบพื้นที่ใหญ่ๆ ไม่แม่นยำ เนื่องจากยังขาดการบูรณาการจัดการข้อมูลน้ำท่วมยังไม่ครบกระบวนการที่ควรจะเป็น ทั้งการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียมมาประเมินพื้นที่น้ำท่วมที่เคยเกิดก็ยังไม่ครอบคลุมและยังไม่ละเอียดพอ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศได้พัฒนามาไกลและยังมีต้นทุนที่ถูกกว่ายุคก่อนอย่างมาก โดยเทคโนโลยีที่ว่านั้นก็คือการถ่ายภาพจากอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งเทคโนโลยีนี้ เราสามารถที่จะถ่ายภาพแนวดิ่งและนำภาพถ่ายที่ได้มาวิเคราะห์หาผลลัพธ์ ซึ่งจะอธิบายในโครงการเล่มนี้ ซึ่งเทคโนโลยีนี้มีข้อดีคือ เราสามารถระบุให้อากาศยานไร้คนขับบินในเพดานบินที่ไม่สูงมาก ซึ่งต่างจากการใช้เครื่องบินที่ต้องมีเพดานบินขั้นต่ำ แต่อากาศยานไร้คนขับเราสามารถกำหนดเพดานบินต่ำๆได้ ซึ่งผลที่ได้คือภาพถ่ายที่ได้จะมีความละเอียดสูงและมีความถูกต้องที่มากกว่าและเป็นปัจจุบันตามเหตุการณ์ที่เราต้องการ ซึ่งข้าพเจ้าเห็นว่าเราสามารถนำเทคโนโลยีนี้มาประยุกต์ใช้กับงานทางอุทกวิทยาและนำไปพัฒนาต่อยอดกับภารกิจต่างของกรมชลประทานได้ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์และประมวลผลพื้นที่น้ำท่วมโดยใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อวิเคราะห์ภาพถ่ายที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับ
2. เพื่อจัดทำแผนที่น้ำท่วมที่ประมวลผลจากภาพถ่ายที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
3. เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้มาประยุกต์ใช้งานทางอุทกวิทยา

เป้าหมาย

จัดทำแผนที่ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากบริเวณเทศบาลตำบลตาสเด็ดว อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ช่วงระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2564

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. วางแผนการกำหนดวางจุด GCP (Ground Control Point) หรือการสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน โดยปกตินิยมหาจากจุดที่ปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศ หรือการเก็บค่าพิกัดของจุดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) แต่ในที่นี้จะกำหนดจุด GCP โดยใช้กล้องสำรวจชนิด Total Station หรืออุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมชนิด RTK เป็นตัวกำหนดจุดพิกัด โดยตำแหน่งการกำหนดจุด GCP นั้นควรจะกำหนดในที่ๆ มองเห็นได้ชัดเจนจากบนอากาศ ไม่มีสิ่งกีดขวางมาบัง และไม่ควรกำหนดตำแหน่งใกล้กับอาคารสูง ควรวางใน

ตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัด อาทิเช่น สะพาน พื้นที่โล่งไม่มีต้นไม้ โดยควรวางให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีความสูง ต่ำต่างกันในแต่ละจุด เป็นต้น

2.จัดหาอุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างจุด GCP ดังนี้

2.1 สีแดง 1 กระป๋อง (ไม่จำเป็นต้องเป็นสีขาว-แดง เป็นสีอื่นก็ได้ที่สามารถมองเห็นได้จากโดรน

2.2 เป้าไวนิลขนาด โดยพิมเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 1 เมตร x 1 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 4

รูปที่ 4 เป้า GCP ขนาด 1 x 1 เมตร

3.ทำการกำหนดจุด GCP ในพื้นที่โครงการตามแผนที่วางไว้ในข้อ 1 โดยใช้กล้องสำรวจชนิด Total Station หรืออุปกรณ์รับสัญญาณดาวเทียมชนิด RTK เพื่อหาค่าพิกัดของจุด GCP โดยหมุด GCP ต้องเป็นหมุดที่มีลักษณะมั่นคงแข็งแรง อาจจะทำมาจาก น็อตสกรูพร้อมแผ่นแพลทสลักชื่อหมุด

4.ใช้เป้าไวนิลสีแดงขาว วางคลุมจุด GCP ที่จัดทำขึ้น

5.กำหนดพื้นที่การบินถ่ายภาพโดยใช้ Application PIX4D เพื่อกำหนดขอบเขตบริเวณที่จะถ่ายภาพ โดยกำหนดเพดานบินที่ความสูงจากพื้น 90 เมตร หรือตามความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ กล่าวคือถ้าบินที่เพดานบินสูงขึ้นจะถ่ายภาพได้ครอบคลุมพื้นที่ได้มากขึ้น แต่จะได้ความละเอียดของภาพลดลง

6.เริ่มบินถ่ายภาพโดยอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นการให้อากาศยานไร้คนขับบินแบบอัตโนมัติ โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องควบคุม ซึ่งอากาศยานไรคนขับจะทำงานตามโปรแกรมที่เราทำในขั้นตอนที่ 5 แบบอัตโนมัติ

7.นำภาพที่ถ่ายได้จากอากาศยานไร้คนขับมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Agisoft Metashape

8.วิเคราะห์ ตรวจสอบ และสรุปผล

4. ภาพถ่ายขั้นตอนการดำเนินงาน

1.สำรวจวางหมุด Ground Control Point (GCP)

รูปที่ 5 แสดงการทำหมุดควบคุมทางราบ

รูปที่ 6 แสดงการสำรวจตำแหน่งพิกัดจุดควบคุม โดยวงรอบด้วยกล้อง Total Station

รูปที่ 7 แสดงการสำรวจตำแหน่งพิกัดจุดควบคุม โดยวงรอบด้วยกล้อง Total Station

รูปที่ 8 แสดงการสำรวจตำแหน่งพิกัดจุดควบคุม โดยวงรอบด้วยกล้อง Total Station

2.ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศโดยโปรแกรม Agisoft Metashape Professional

2.1 เปิดโปรแกรม Agisoft Metashape Professional

2.2 ไปที่แถบเมนู เลือก Tools แล้วเลือก Preferences...

2.3 หน้า Preferences เลือก Tab GPU ให้เลือก GPU Devices เพื่อให้การ์ดจอช่วยในการประมวลผล จากนั้นกด OK

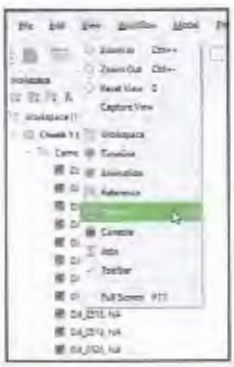
2.4 ไปที่แถบเมนู เลือกเมนู WorkFlow เลือก Add Photos (เลือกทีละภาพ) หรือ Add Folder (เลือกทั้งแฟ้ม) โดยไปที่ๆเก็บไฟล์ภาพที่ได้จากอากาศยานไร้คนขับ

ในที่นี้เลือก Add Folder โดย เพื่อเลือกภาพที่ถ่ายไว้ทั้งหมดใน Folder

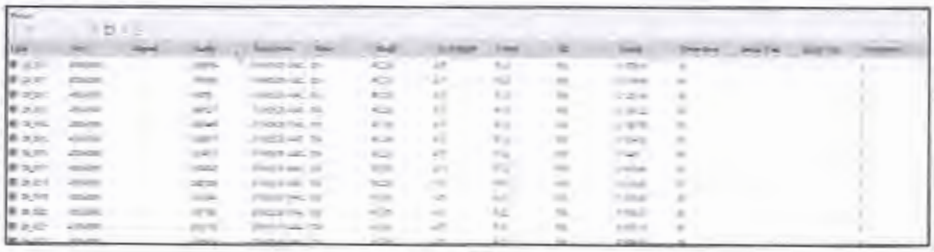
2.5 ในแถบพื้นที่ Work space ให้คลิ๊กเลือกภาพทั้งหมดที่เรา Add เข้ามา

จากนั้นคลิ๊กขวาแล้วเลือก Estimate Image Quality เลือก All camera แล้วกด OK ขั้นตอนนี้ทำเพื่อให้โปรแกรมคัดเลือกภาพที่มีคุณภาพดีลดความผิดพลาด(Error) ในการประมวลผล

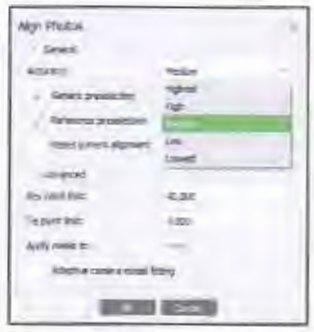
2.6 ไปที่แถบเมนู เลือก View แล้วเลือก Photos จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างแสดงภาพถ่ายขึ้นมาในตัวโปรแกรม



ที่หน้าต่าง Photos ที่ปรากฏขึ้นมาคลิ๊ก Icon แล้วเลือก Details แล้วให้ดูที่ช่อง Quality โดยเลื่อนหาภาพที่มีค่า Quality น้อยกว่า 0.500 และให้ลบภาพที่มีค่าน้อยกว่าออกไป



2.7 ไปที่แถบเมนูเลือก Workflow จากนั้นเลือกคำสั่ง Align Photos โดยขั้นตอนนี้จะเปนขั้นตอนการนำภาพมาจัดเรียงแลวเลือกเอาจุดของภาพที่เหมือนกันมาสรางเป็น Point Cloud



แถบ General

Accuracy ก็จะมีใหเลือก 5 แบบ แสดงถึงความถูกตองของงาน

- Highest จะมีความถูกตองของจุดขอมูลสูงสุด ทำใหใชเวลา Process นานมาก
- lowest จะมีความถูกตองต่ำสุด ใชเวลานอยที่สุด

ซึ่งถาเลือก Highest แลวไมสามารถ align photos ไดก็ตองเลือกความละเอียดใหต่ำกวาเดิม อาจเปน medium หรือ low

Generic Preselection จะคำนวณพื้นที่ทับซอนกันของภาพที่ความละเอียดต่ำที่สุดที่สามารถนำภาพมาคัดเลือกจุดไดโดยไมตองมีคาพิกัดของภาพ

Reference Preselection จะคำนวณแบบมีคาอางอิงสูงต่ำ โดยภาพนั้นตองมีคำ พิกัด x,y,z จะทำใหสามารถจัดเรียงภาพและคำนวณไดเร็วขึ้น โดยขั้นตอนนี้ให้เลือกทั้งคู่

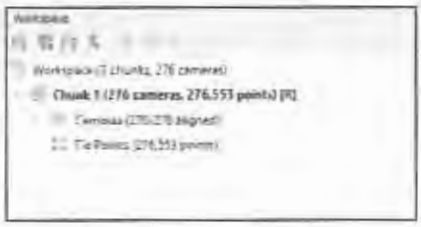
แถบ Advance

Key point limit ไม่มีการปรับแก้ คือใช้ค่าตั้งต้น มีไว้สำหรับเวลาจัดเรียงรูปภาพจะนำจุดที่เหมือนกันตามค่าที่เราใส่ ถ้าไม่สามารถเรียงภาพได้ ก็อาจจะมีการเพิ่มตัวเลขให้มากขึ้น แต่ก็จะใช้เวลาในการคำนวณมากขึ้นตามไปด้วย

Tie point limit ค่านี้แสดงถึงค่าที่บ่งชี้ว่าในภาพมีจุดที่เหมือนกัน แล้วเลือกจุดที่ซ้ำกันมาเรียบเรียงเป็นโมเดล

Adaptive camera model fitting เลือกคลิกถูกไว้เพื่อที่โปรแกรมสามารถปรับจำนวนมากน้อยของจุดตามความเหมาะสมได้ เมื่อเลือกได้แล้วก็กด OK ก็จะเริ่มคำนวณ

หลังจากที่ Align Photo เสร็จแล้ว ก็ต้องมาเช็ควาภาพที่เรา align นั้นจัดเรียงภาพได้ครบทุกภาพไหม โดยดูที่ Work space กดเครื่องหมาย ⊞ ที่ chunk จากตัวอย่างเราจะเห็นได้ว่าภาพจัดเรียงและสามารถคำนวณครบทุกภาพ (276/276 aligned)



ในกรณีที่ไม่ครบ แก้ไขโดยเข้าไปดูว่าภาพไหนที่มีตัวอักษร NA แสดงว่าภาพนั้นไม่สามารถสามารถคำนวณได้เราต้องกดเลือกภาพนั้นแล้วคลิกขวา เลือก align selected cameras ทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนกว่าจะหายครบทุกภาพ แต่ถ้าทำแล้วไม่หายแสดงว่าภาพนั้นไม่สามารถคำนวณได้

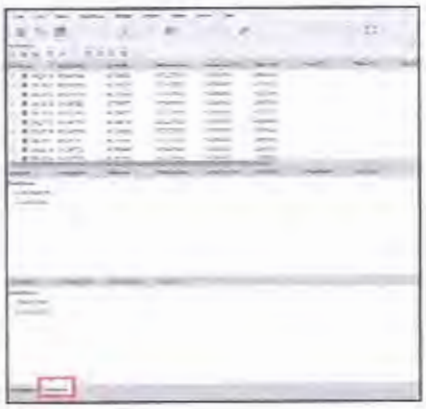
ภาพที่ได้หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอน Align Photos จะได้ดังรูปที่ 8 ด้านล่างนี้ ภาพที่ได้คือจุด Tie Points ที่ได้จากการคำนวณ จากนั้นให้บันทึกไฟล์ โดยไปที่แถบเมนูแล้วเลือก File เลือก Save As

รูปที่ 9 จุด Cloud Point ที่ได้หลังจากขั้นตอน Align Photos

2.8 การแปลงพิกัด

เลือกแถบ Reference ที่มุมล่างซ้าย จากนั้นให้คลิ๊กเลือกที่คำสั่ง Convert เพื่อเปลี่ยนระบบพิกัดจาก WGS84 เป็น UTM

2.9 ขั้นตอนการใส่จุด Ground Control Points : GCP โดยเป็นขั้นตอนเพิ่มความถูกต้องเชิงตำแหน่งของโมเดล โดยไปที่แถบเมนูด้านมุมล่างซ้าย เลือก Reference



ไปที่แถบเมนูเลือก Import แล้วเลือกไฟล์ข้อมูลพิกัดหมุด GCP ที่เตรียมไว้ กด Open

หน้าต่าง Import CSV

- Coordinate System ให้เลือกพิกัดให้ตรงกับ GCP ที่เราทำจากการสำรวจ
- Delimiter ให้เลือก Comma หรือตามการตั้งค่าไฟล์ CSV ของเรา

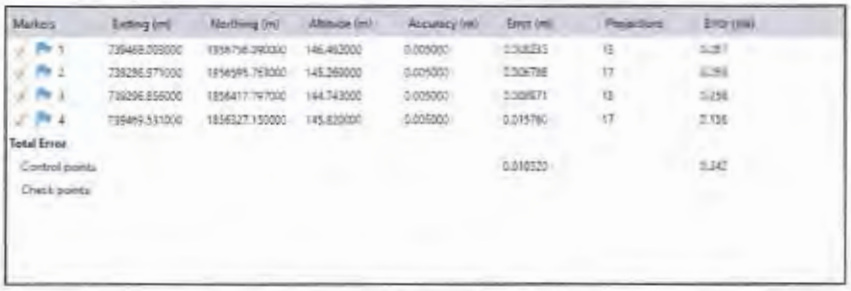
- Columns ตรงช่อง Easting กับ Northing ให้ตั้งค่าให้เรียงตรงกันกับพิกัดของภาพถ่าย ดังตัวอย่างภาพทางซ้าย Easting กับ Northing จะสลับกัน เพราะฉะนั้นให้ตั้งค่าตามตัวอย่างได้เลย จากนั้นกด OK และเลือก Yes To All

จะปรากฏรูปธงขึ้นมาที่หน้า Workspace และหน้า Model จากนั้นให้คลิ๊กขวาที่รูปธงหมายเลข 1 เลือกคำสั่ง Filter Photos by Markers จะปรากฏรูปธงขึ้นที่ภาพถ่ายดังแสดงในรูป

ให้ Double Click ที่รูปที่มีธงขึ้นอยู่ จะเป็นการเปิดภาพถ่ายที่มีจุด GCP อยู่ในภาพขึ้นมา จากนั้นให้ทำการย้ายธงหมายเลข 1 โดยการ Click ซ้ายที่ธงค้างไว้แล้วลากไปหาจุด GCP (สามารถขยายภาพได้เพื่อให้ตรงกับจุด GCP มากที่สุด) เมื่อเราเลื่อนธงเข้าไปหาจุด GCP แล้ว ธงจะเปลี่ยนจากสีเทาเป็นสีเขียว ดังแสดงในภาพตัวอย่าง

โดยทำซ้ำจนครบทุกภาพที่มีธงอยู่ และทุก Marker ให้ครบ เมื่อทำจนครบทุก Marker แล้ว ให้ดูที่ Reference – Error(m) ดังรูปตัวอย่าง

จะเห็นว่าค่า Error(m) ของแต่ละ Marker มีค่า Error มาก แต่เราได้ทำการปรับแก้ไปแล้วในขั้นตอนที่ผ่านมา แต่ยังไม่ได้สั่งให้ตัวโปรแกรมแก้ไข Error ซึ่งสามารถทำได้โดยการ Click ที่ Icon Optimize Camera เมื่อเสร็จกระบวนการ ค่า Error(m) จะลดลงจาก 79.48 เมตร เหลือแค่ 0.0105 เมตร หรือประมาณ 1 ซม. เท่านั้น ดังแสดงในภาพ



Markers	Easting (m)	Northing (m)	Altitude (m)	Accuracy (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
1	739468.009000	1856756.990000	146.463000	0.005000	0.008235	13	0.287
2	739286.577000	1856595.793000	145.269000	0.005000	0.006788	17	0.256
3	739296.856000	1856417.797000	144.743000	0.005000	0.008671	13	0.258
4	739469.531000	1856527.150000	145.820000	0.005000	0.015790	17	0.336
Total Error							
Control points					0.010320		0.342
Check points							

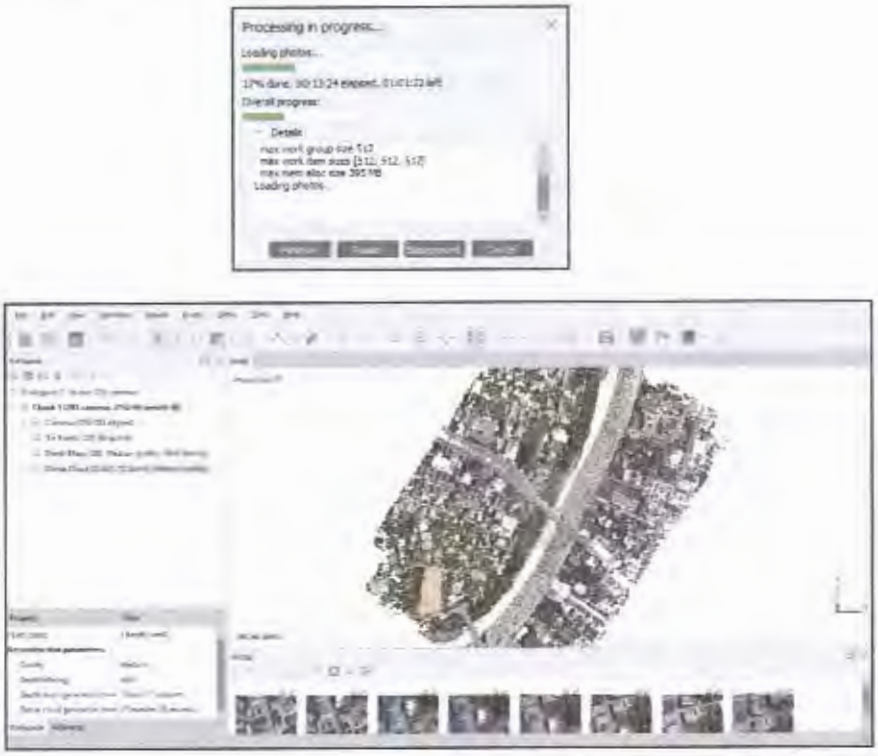
2.10 Build Dense Cloud โดยขั้นตอนนี้เป็นการเพิ่มจำนวนจุดของ tile point ให้มากขึ้นกอนที่จะไปสรางพื้นผิวในขั้นตอน Mesh ขั้นตอน Dense Clound เป็นการเพิ่มจำนวนจุดของ tile point ให้มากขึ้นกอนที่จะไป สรางพื้นผิวในขั้นตอน Mesh โดยไปเลือกแถบ WorkFlow แล้วเลือก Build Dense Cloud

แถบ Quality จะมีให้เลือก 5 แบบ แสดงถึงความละเอียดของจุดที่ต้องการเพิ่มขึ้นมา

- Ultra high จะมีความละเอียดของจุดข้อมูลสูงสุด ทำให้ใช้เวลานานมาก
- lowest จะมีความละเอียดต่ำสุด ใช้เวลาน้อยที่สุด

แถบ Depth fitering มีให้เลือกอยู่ 4 แบบซึ่งแต่ละแบบก็จะมีความต่างกัน

- Disabled แบบทั่วไปไม่เจาะจง มีการเพิ่มจำนวนจุดขึ้นมา
- Mild เป็นการเพิ่มรายละเอียดไม่มากจนเกินไปเนนให้ผิวเรียบสมูท
- Moderate เป็นการเพิ่มจำนวนจุดให้พอดีสม่ำเสมอทำให้ข้อมูลไม่ขรุขระ จนเกินไป
- Aggressive เป็นการลงรายละเอียดเพิ่มจุดให้เยอะๆ มีความละเอียดสูงแต่ถ้าข้อมูลไม่เพียงพออาจทำ ให้ผิดเพี้ยนได จากนั้นก็กด OK



รูปที่ 10 เสร็จสิ้นกระบวนการ Dense Cloud

2.11 Mesh

ไปที่แถบ WorkFlow แล้วเลือก Build Mesh

Suface type จะมีให้เลือก 2 แบบ คือ

- Height field จะคำนวณภาพพื้นผิวแบบระนาบตั้งฉากภูมิประเทศ มองจาก top view เหมาะสำหรับทำ แผนที่ ภูมิประเทศ เพราะใช RAM นอย คำนวณเสร็จไวกวาแบบ Arbitrary
- Arbitrary จะใชการคำนวณพื้นผิวในทุกทิศทุกทางเพื่อใหโมเดลมีความราบเรียบ เหมาะสำหรับทำโมเดล วัตถุ หรือโมเดลปด เปนรูปราง แตใช RAM มาก ใชเวลานานในการคำนวณ

Source data คือแหลงที่มาของขอมูลเลือกเอาวาจะเอาจุดจากขั้นตอนไหนมาสรางพื้นผิว โดยมีให้เลือกจาก 3 แหล่งที่มา

- Sparse Cloud จะนำขอมูลมาจาก tile point จากขั้นตอน align photo
- Dense Cloud จะนำขอมูลจากขั้นตอนกอนหนามาคำนวณ
- Depth Maps เป็นข้อมูลที่สร้างพร้อมกันตอนสร้าง Dense Cloud (คล้าย Dense Cloud)

Face count ก็ใหเลือกความละเอียดของพื้นผิวโดยจะบอกจำนวนโดยประมาณของ หนา โครงขายที่เชื่อมกัน ระหวางจุดแตละจุด

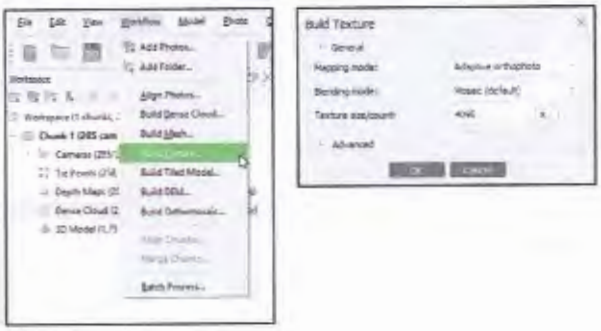
Interpolation เปนการปรับแกพื้นผิวขอมูลโดยการประมาณคา

- Disabled เปนการเพิ่มจุดเพื่อใหพื้นผิวสอดคลองกับความเปนจริง
- Enabled (default) เปนการปรับใหเหมาะสม ถาพื้นที่ตรงไหนมีจุดเพียงพอก็จะไม สรางเพิ่ม
- Extrapolated เปนการขยายขนาดรัศมีของจุดแตละจุดใหครอบคลุมพื้นที่เพิ่ม

รูปที่ 11 เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการสร้าง Mesh

2.12 Texture

Build texture เปนการนำพื้นสีของภาพมาใสในโมเดล ทำใหโมเดลมีสีสันสวยงามมีความละเอียดของเม็ดสีเพิ่มขึ้น ไปที่แถบ WorkFlow แล้วเลือก Build Texture



Mapping mode จะมีให้เลือกตามความเหมาะสม

- Generic ทำให้ภาพมีสีทั่วไป
- Orthophoto จะเน้นทางภาพ top view อย่างเดียว
- Adaptive Orthophoto จะเน้นทางภาพให้ตั้งฉาก top view และดานขางเล็กนอยปรับให้พอดี
- Spherical จะเน้นทำให้ภาพเป็นทรงกลม
- Single Camera จะเป็นการนำสีของภาพๆเดียวมาใส่ในโมเดลสวนของภาพนั้นๆ

Blending mode การปรับสี

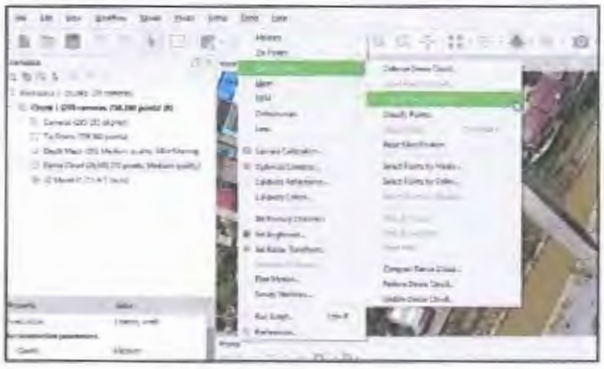
- Mosaic (default) ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้น
- Average จะใช้ค่าเฉลี่ยของพิกเซลของภาพ
- Max intensity จะเลือกภาพที่มีความเข้มสูงสุดของพิกเซล
- Min intensity เลือกภาพที่มีความเข้มต่ำสุดของพิกเซล
- Disabled ทั่วๆไป

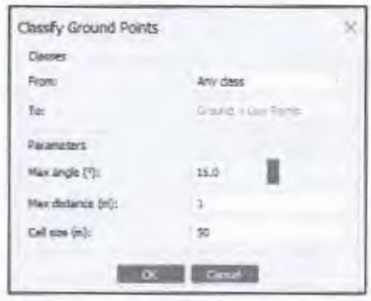
Texture size/count ค่าพิกเซลของของโมเดล ยิ่งมากยิ่งละเอียด แต่ปกติใช้ค่าเริ่มต้น 4096

รูปที่ 12 เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการสร้าง Texture

2.13 Classify Ground Points

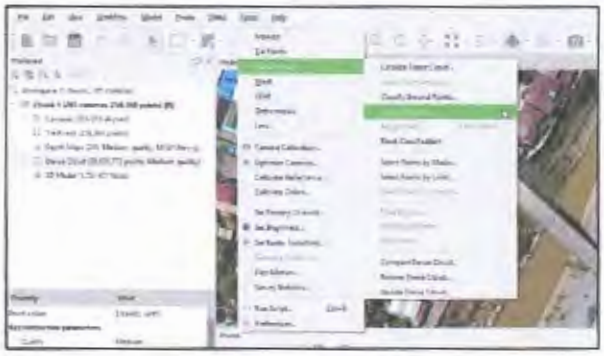
ไปที่แถบเมนู Tools เลือก Dense Cloud เลือก Classify Ground Point เพื่อจำแนกข้อมูลของ Point





2.14 Classify Points

ไปที่แถบเมนู Tools เลือก Dense Cloud เลือก Classify Point เพื่อแยกประเภทของ Point เช่น พื้นดิน ต้นไม้ หรือสิ่งปลูกสร้างเช่นถนน เสาไฟฟ้า สายไฟฟ้า เป็นต้น แบบอัตโนมัติ



2.15 DEM

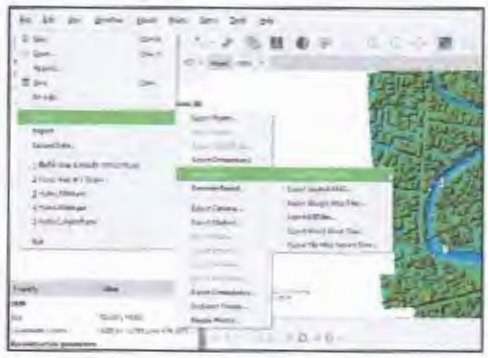
ไปที่แถบเมนู WorkFlow เลือก Build DEM จากนั้นให้ตรวจดูพิกัดว่าตรงตามที่ระบบที่เราใช้หรือไม่ ตรง Parameters > Point Classes > ให้เลือก Select... ให้ทำเครื่องหมายถูก เฉพาะ Ground , Road Surface และ Man Made Object หรือจะเลือก All Classify ก็ได้แล้วแต่จุดประสงค์ในการนำไปใช้งาน จากนั้นกด OK

รูปที่ 13 เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการสร้าง DEM

2.16 Export DEM

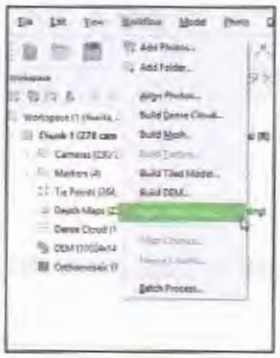
เป็นขั้นตอนการนำ output ไปใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์อื่นต่อไป

ไปที่แถบเมนู เลือก File > Export > Export DEM แล้วเลือกชนิดไฟล์ที่ต้องการจะนำไปใช้ ในที่นี้เลือกเป็นไฟล์ *.Tiff/BIL/XYZ (หรือคลิ๊กขวาที่ icon DEM ที่พื้นที่ Workspaceก็ได้)



2.17 Build Orthomosaic

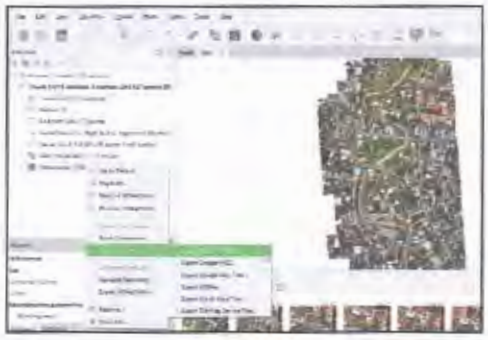
เป็นขั้นตอนการสร้างภาพออร์โธ โดยไปที่แถบเมนู WorkFlow > Build Orthomosaic หลังจากนั้นตั้งค่าการ Build ตามรูป แล้วกด OK

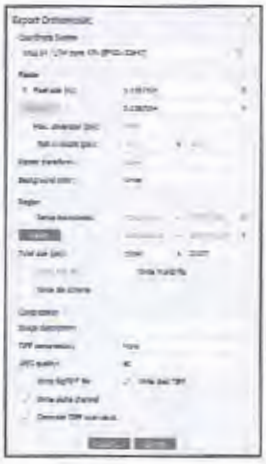


รูปที่ 14 เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ Orthomosaic

2.18 Export Orthomosaic

ไปที่แถบเมนู เลือก File > Export > Export Orthomosaic แล้วเลือกชนิดไฟล์ที่ต้องการจะนำไปใช้ ในที่นี้เลือกเป็นไฟล์ *.JPG/TIFF/PNG (หรือคลิ๊กขวาที่ icon Orthomosaic ที่พื้นที่ Workspace ก็ได้)





จบขั้นตอนการประมวลผลด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape

3. การประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบ

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error; MSE)

- MSEx = 0.00076 เมตร
- MSEy = 0.00097 เมตร

รากที่สองค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error; RMSE)

- RMSEx = 0.02748 เมตร
- RMSEy = 0.03115 เมตร

ความคลาดเคลื่อนโดยรวม

- RMSExy = 0.04154 เมตร

ความคลาดเคลื่อนแนววงรอบตามมาตรฐาน NSSDA

- RMSEน้อย/RMSEมาก = 0.02748/0.03115

= 0.8822

ซึ่งอยู่ในกรณีที่ 1 ความคลาดเคลื่อนทาง X และ Y ใกล้เคียงกัน กระจายเป็นโค้งปกติ ($RMSE_{min}$ / $RMSE_{max}$ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 – 1.0)

$CE_{95} = 1.7308(RMSE_{x,y})$

$= 1.7308 \times 0.04154$

$= 0.0719$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

$CE_{90} = 1.5175(RMSE_{x,y})$

$= 1.5175 \times 0.04154$

$= 0.0630$ ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์

4.การประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางดิ่ง

มาตราฐาน National Standard for Spatial Data Accuracy (NSSDA)

$$Accuracy(Z) = 1.9600(RMSE_Z)$$

$$= 1.96 \times 0.01972$$

$$= 0.039 \text{ เมตร}$$

5.การเทียบมาตราส่วนเพื่ออิงมาตรฐาน ASPRA (เทียบเคียงกับข้อกำหนดมาตรฐาน แผนที่ Class 1 USGS)

$$S = 3937 \times RMSEx,y$$

$$= 3937 \times 0.04154$$

$$= 164$$

หรือมาตราส่วนที่สามารถทำแผนที่ได้คือ 1 : 164 Class 1

ตารางที่ 3 แสดงการคำนวณการประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่ง

	จุดสำรวจภาคสนาม			จุดอ้างอิงภาพ Orthomosaic			Diff					
GCP	E	N	Z	E	N	Z	dx	$(dx)^2$	dy	$(dy)^2$	dz	$(dz)^2$
No.	(X or East : m)	(Y or North : m)	Z/Altitude : m.MSL	(X or East : m)	(Y or North : m)	Z/Altitude : m.MSL						
1	739468.003	1856756.090	146.492	739468.019	1856756.083	146.523	-0.016	0.000256	0.007	0.000049	-0.031	0.000961
2	739286.971	1856595.763	145.269	739287.016	1856595.741	145.285	-0.045	0.002025	0.022	0.000484	-0.016	0.000256
3	739296.856	1856417.797	144.743	739296.872	1856417.852	144.760	-0.016	0.000256	-0.055	0.003025	-0.017	0.000289
4	739469.531	1856327.150	145.820	739469.509	1856327.168	145.827	0.022	0.000484	-0.018	0.000324	-0.007	0.000049
							$Sum(dx)^2$	0.003021	$Sum(dy)^2$	0.003882	$Sum(dz)^2$	0.001555

MSE $sum(dx)^2$	=	0.00076	เมตร
MSE $sum(dy)^2$	=	0.00097	เมตร
$RMSE_x = (MSE_x)^{1/2}$	=	0.02748	เมตร
$RMSE_y = (MSE_y)^{1/2}$	=	0.03115	เมตร
$RMSE_{xy} = (RMSE_x^2 + RMSE_y^2)^{1/2}$	=	0.04154	เมตร
CE95	=	0.0719	เมตร
CE90	=	0.0630	เมตร
MSE $sum(dz)^2$	=	0.0004	เมตร
$RMSE_z = (MSE_z)^{1/2}$	=	0.01972	เมตร

5.สรุป

ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Square Error; MSE) MSEx เท่ากับ 0.00076 เมตร, MSEy เท่ากับ 0.00097 เมตร ค่ารากที่สองค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง RMSEx เท่ากับ 0.02748 เมตร, RMSEy เท่ากับ 0.03115 เมตร ค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวม RMSExy เท่ากับ 0.04154 เมตร ค่าความคลาดเคลื่อนแนววงรอบตามมาตรฐาน NSSDA เท่ากับ 0.8822 ค่ามาตราฐาน NSSDA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 0.0719 เมตร ค่ามาตราฐาน NSSDA ที่ระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 0.0630 เมตร ค่าการประเมินความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางดิ่งตามมาตราฐาน National Standard for Spatial Data Accuracy มีค่า Accuracy(Z) เท่ากับ 0.039 เมตร การเทียบมาตราส่วนเพื่ออิงมาตรฐาน ASPRA (เทียบเคียงกับข้อกำหนดมาตรฐาน แผนที่ Class 1 USGS) โดยมาตราส่วนที่สามารถทำแผนที่ได้คือ 1 : 164 Class 1

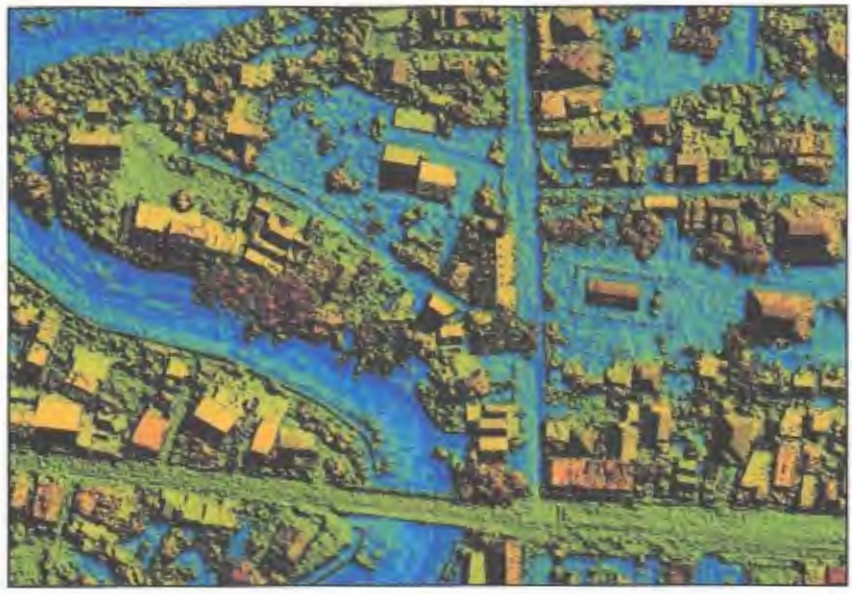
1.เปรียบเทียบพื้นที่ก่อน – หลังน้ำท่วม บริเวณสถานี S.3 อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์

รูปที่ 15 ภาพถ่ายพื้นที่บริเวณสถานี S.3 อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ก่อนน้ำท่วม

รูปที่ 16 ภาพถ่ายพื้นที่บริเวณสถานี S.3 อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ช่วงน้ำท่วม

2.เปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วมจริงกับภาพที่ได้จากแบบจำลองบริเวณสถานี S.3 อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์

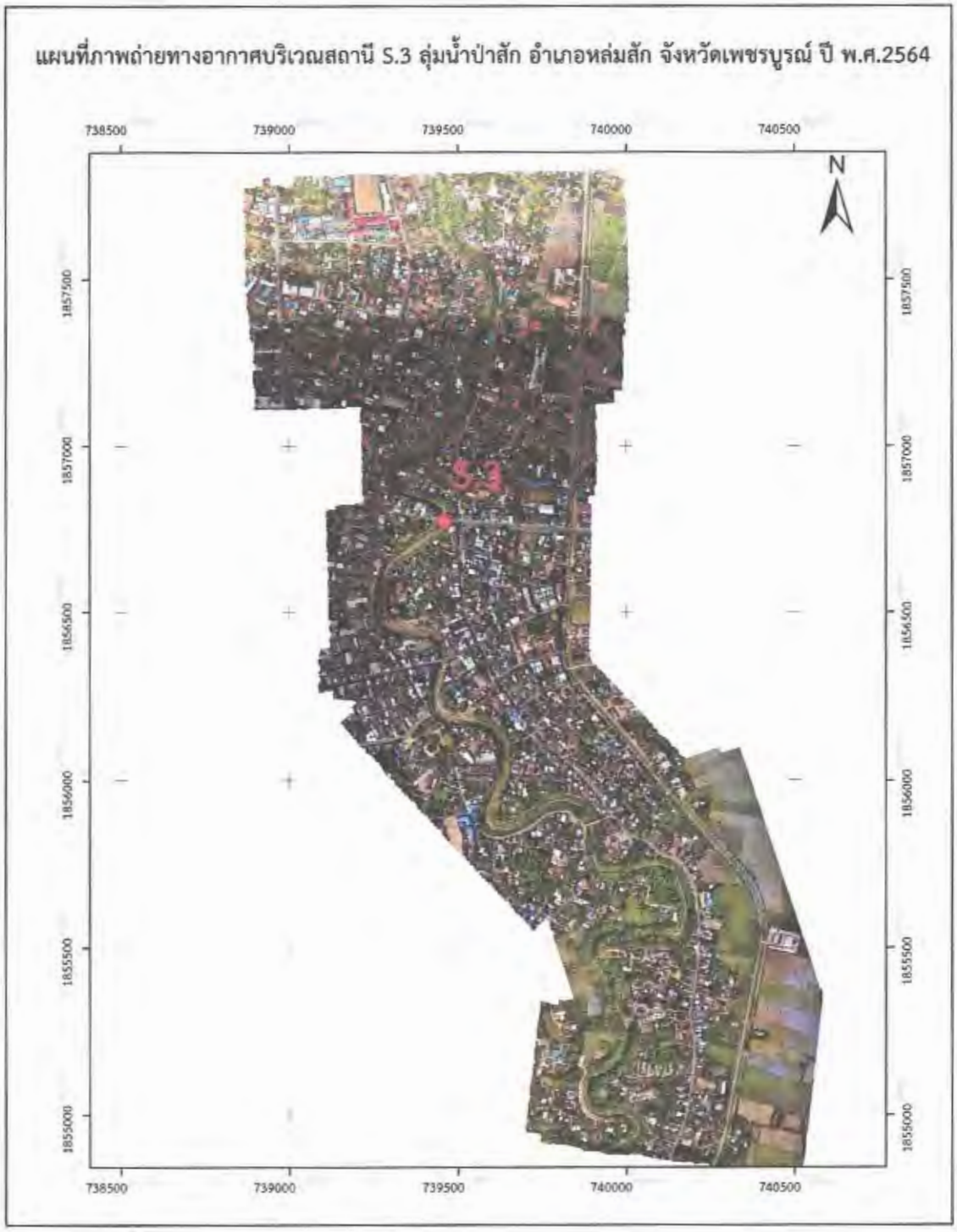
รูปที่ 17 ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วมบริเวณสถานี S.3 อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ที่ระดับ 145.30 ม.รทก.



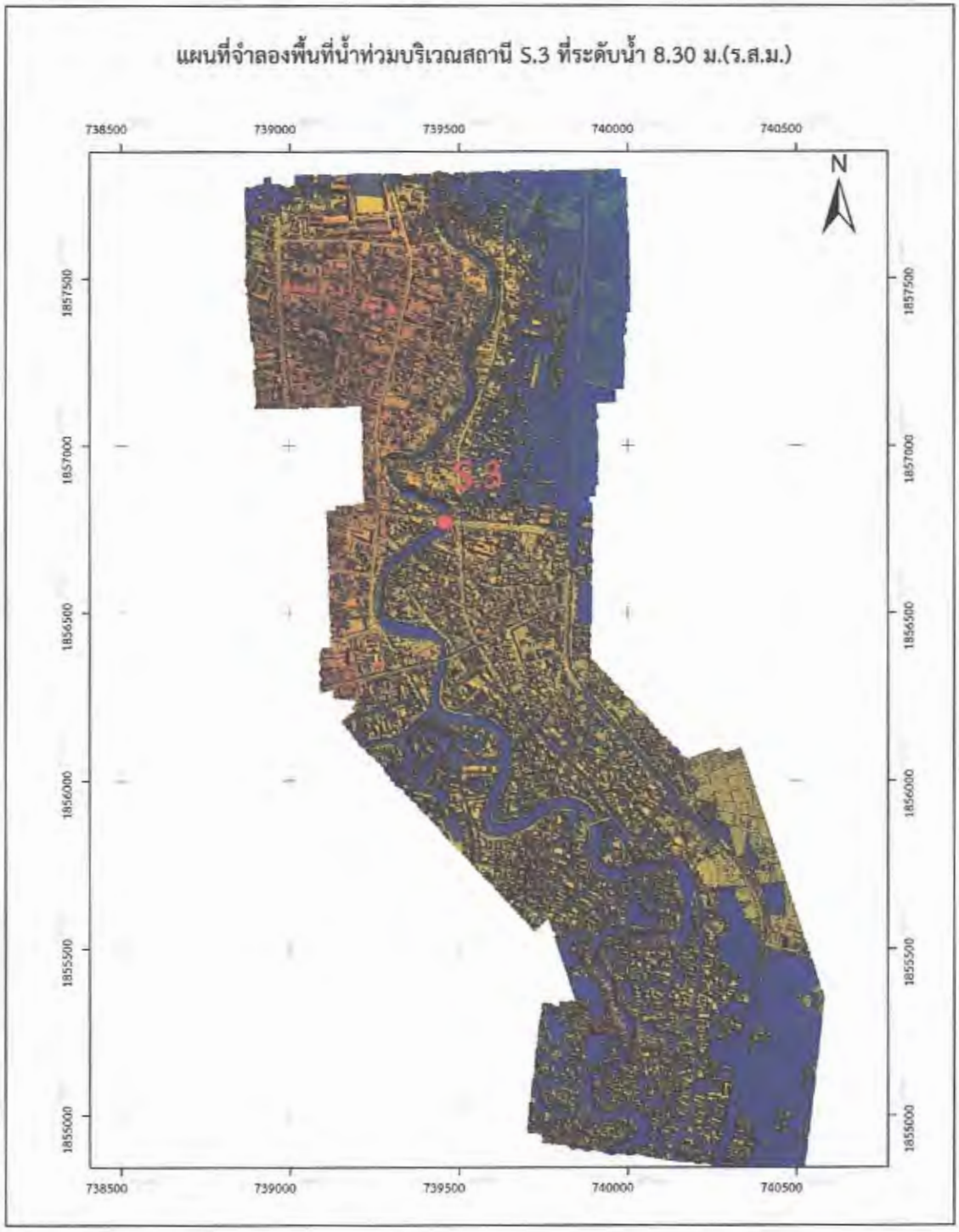
รูปที่ 18 แบบจำลองพื้นที่น้ำท่วมบริเวณสถานี S.3 อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ที่ระดับ 145.30 ม.รทก.

6.แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ

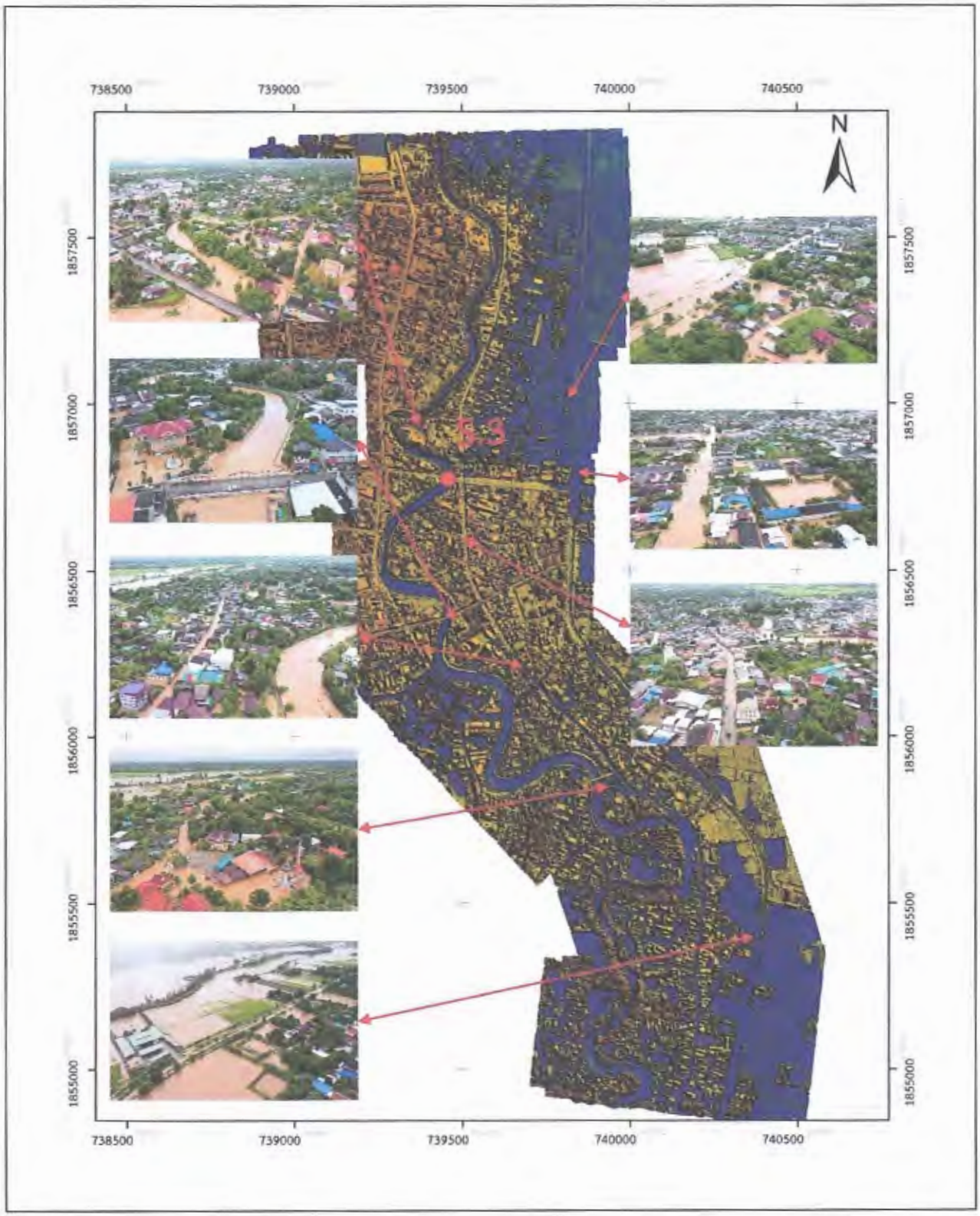
6.1 แผ่นที่ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณสถานี S.3 บ้านตาลเดี่ยว อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์



6.2 แผนที่จำลองพื้นที่น้ำท่วมบริเวณสถานี S.3 บ้านตาลเดี่ยว อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ที่ระดับน้ำ 145.30 ม.(ร.ท.ก.)



6.3 ภาพถ่ายเหตุการณ์น้ำท่วมเปรียบเทียบกับแบบจำลองพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณสถานี S.3 บ้านตาลเดี่ยว อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์



7.ความยุ่งยากในการดำเนินการ/ปัญหา/อุปสรรค

1. อากาศยานไร้คนขับที่ใช้ในปัจจุบันเป็นรุ่นที่มีขนาดเล็ก ไม่เหมาะสมกับงานที่ต้องการถ่ายภาพในพื้นที่ขนาดใหญ่ได้ในเวลาที่รวดเร็วและเหมาะสม

2. กล้องสำรวจที่ใช้ในการสร้างหมุดอ้างอิงต่างๆ เหมาะสำหรับใช้งานในพื้นที่ที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก ไม่เหมาะสำหรับใช้ในพื้นที่ชุมชน เนื่องจากมีสิ่งกีดขวางแนวสำรวจมากทำให้ใช้เวลาในการทำหมุดอ้างอิงมากเกินไปและอาจมีความผิดพลาดในการสำรวจได้มากขึ้น

3. อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์และประมวลที่มีอยู่ มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอหากต้องประมวลผลพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น

4.การจำลองพื้นที่น้ำท่วม มีบางพื้นที่ที่แบบจำลองสร้างยังไม่ถูกต้อง

10.ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้อากาศยานไร้คนขับที่ออกแบบมาเพื่องานสำรวจโดยเฉพาะ เพื่อที่จะได้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่มากขึ้นและใช้เวลาในการถ่ายภาพที่น้อยลง

2. ควรใช้อุปกรณ์สำรวจรังวัดด้วยดาวเทียมชนิด RTK เพื่อความสะดวกรวดเร็ว และเหมาะสมกับพื้นที่ชุมชน หรือพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางแนวสำรวจมาก

3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผล ควรเป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง อาทิเช่น การใช้คอมพิวเตอร์แม่ข่ายระดับสูงในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

4.ควรทำจุดควบคุม GCP ให้มากขึ้นและให้ครอบคลุมพื้นที่ที่จะสร้างแบบจำลองพื้นที่น้ำท่วม ทั้งนี้เพื่อให้แบบจำลองพื้นที่น้ำท่วมมีความถูกต้องมากขึ้น

11.เอกสารอ้างอิง

กรมแผนที่ทหาร. (2561). การใช้โปรแกรมภูมิสารสนเทศในการสร้างแบบจำลองความสูงสามมิติของภูมิประเทศ, สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2561. จาก https://www.rtsd.mi.th/main/2015/04/25/การใช้โปรแกรมภูมิสารสน

กาญจน์เขจร ชุชีพ. (2561). การประเมินความถูกต้องในการสำรวจระยะไกล. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มนทิรา ชนินทร์โชดีก, วิษุวัฒก์ แต้สมบัติ. (2562). การศึกษาเปรียบเทียบการทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศโดยอากาศยานไร้คนขับบนระดับความสูงการบินที่แตกต่างกัน. ชลบุรี:เอกสารการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 20.

เนติ ศรีหานู, ศิวา แก้วปลั่ง. (2560). การประเมินความถูกต้องของการรังวัดด้วยภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้นักบิน ต้นทุนต่ำ. มหาสารคาม:เอกสารการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 13.

สำนักสำรวจวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน. (2559). การพัฒนานวัตกรรมการสำรวจทำแผนที่ภูมิประเทศ ด้วยอากาศยานไร้คนขับแบบปีกหมุน. กรุงเทพมหานครฯ:แบบสรุปองค์ความรู้ สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน องค์ความรู้ที่ 2 การสำรวจแผนที่ภูมิประเทศ