ส่วนผลิตกล้าไม้
เลขที่รับ ๘๗๒๔
วันที่ ๒๗ ต.ค. ๒๕๖๙
เวลา.....

สำนักส่งเสริมการปลูกป่า
เลขรับ: 13722/2569
วันที่รับ: 21/10/2569
เวลารับ: 13:44

ด่วนที่สุด

บันทึกข้อความ

ฝ่ายบริหารทั่วไป
เลขที่รับ ๓๙๖๐
วันที่ ๒๘ ต.ค. ๒๕๖๙
เวลา.....

ส่วนราชการ กรมป่าไม้ สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ โทร. ๐ ๒๕๖๑ ๔๒๙๒-๓ ต่อ ๕๕๓๓
ที่ ทส ๑๖๐๓.๒/ ๑๗๔๖๐ **วันที่** ๒๐ ตุลาคม ๒๕๖๙
เรื่อง มาตรฐานด้านการรังวัดและทำแผนที่

เรียน รองอธิบดีกรมป่าไม้ทุกท่าน
ผู้ตรวจราชการกรมป่าไม้
ผู้อำนวยการสำนักทุกสำนัก
ผู้อำนวยการกองการอนุญาต
ผู้อำนวยการสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ ๑-๑๓
ผู้อำนวยการสำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้สาขาทุกสาขา
ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
ผู้อำนวยการกลุ่มนิติการ
ผู้อำนวยการกลุ่มพัฒนาระบบบริหาร
ผู้อำนวยการกลุ่มงานจริยธรรม

กรมป่าไม้ ขอส่งสำเนาหนังสือกรมที่ดิน ด่วนที่สุด ที่ มท ๐๕๒๕.๑/ว ๒๑๖๒๘ ลงวันที่ ๒๔ กันยายน ๒๕๖๙ เรื่อง มาตรฐานด้านรังวัดและทำแผนที่ มาเพื่อทราบและใช้เป็นมาตรฐานสำหรับอ้างอิงในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อทราบและพิจารณา

(นายอำนาจ สุสุทธิ)
ผู้ตรวจราชการกรม
รักษาราชการแทนรองอธิบดีกรมป่าไม้
ปฏิบัติราชการแทนอธิบดีกรมป่าไม้

เวียน

(นายสมเกียรติ ยอดมาลี)
ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมการปลูกป่า
๒๒ ต.ค. ๒๕๖๙

ฝ่ายบริหารทั่วไป

(นางสาวลลิสา สาตะรักษ์)
นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการ
รักษาการในตำแหน่งผู้อำนวยการส่วนผลิตกล้าไม้

ดูและลงนามเวียน

(นางวนิดา ทองนุช)
นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการ
หัวหน้าฝ่ายบริหารทั่วไป

(นายราวุฒิ ทานัน)
นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ
ทำหน้าที่ผู้อำนวยการส่วนอำนวยการ
๒๒ ต.ค. ๒๕๖๙

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้
เลขรับ ๗๖๔๑
รับที่ ๓๐ ก.ย. ๒๕๖๙
เวลา ๑๔:๒๓

กรมป่าไม้
รับที่ 35614
๒๕ ก.ย. ๒๕๖๙
เวลา 13.19น.

ด่วนที่สุด

ที่ มท ๐๕๒๕.๑/ว ๒๖๒๕

กรมที่ดิน
ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติ ๘๐ พรรษาฯ
อาคารรัฐประศาสนภักดี ถนนแจ้งวัฒนะ
แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ ๑๐๒๑๐

๒๔ กันยายน ๒๕๖๙

เรื่อง มาตรฐานด้านการรังวัดและทำแผนที่

เรียน กระทรวง กรม และหน่วยงานของรัฐ (ตามบัญชีแนบท้าย)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. มาตรฐาน กมร. ๒๐๒ – ๒๕๖๙ มาตรฐานการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม จำนวน ๑ ฉบับ
๒. มาตรฐาน กมร. ๒๐๔ – ๒๕๖๙ มาตรฐานการสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วยคณะกรรมการกำหนดมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ (กมร.) ซึ่งแต่งตั้งตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรี ว่าด้วยมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ พ.ศ. ๒๕๕๐ ได้มีมติตามผลการประชุม ครั้งที่ ๙_๑/๒๕๖๙ เมื่อวันอังคารที่ ๒๓ มิถุนายน ๒๕๖๙ เห็นชอบและมอบหมายให้อธิบดีกรมที่ดินในฐานะกรรมการ กมร. ดำเนินการในเรื่องการแจ้งเวียนมาตรฐานด้านการรังวัดและทำแผนที่ จำนวน ๒ ฉบับ ประกอบด้วย มาตรฐาน กมร. ๒๐๒ - ๒๕๖๙ การรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม และมาตรฐาน กมร. ๒๐๔ - ๒๕๖๙ การสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) เพื่อให้ส่วนราชการใช้อ้างอิงในการปฏิบัติงาน

กรมที่ดิน ในฐานะฝ่ายเลขานุการ กมร. จึงขอส่งมาตรฐานด้านการรังวัดและทำแผนที่ ตามมติที่ประชุมข้างต้น จำนวน ๒ ฉบับ มาเพื่อใช้เป็นมาตรฐานสำหรับอ้างอิงในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องต่อไป รายละเอียดสิ่งที่ส่งมาด้วย สามารถดาวน์โหลดได้ที่ QR Code ท้ายหนังสือฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

ส่ง ส่วนกำหนดเขตที่ดินป่าไม้

ส่ง ส่วนภูมิสารสนเทศ

(นายพรพจน์ เพ็ญพาส)
อธิบดีกรมที่ดิน

ส่ง สำนักจัดการที่ดินป่าไม้

(นายเผด็จ พวงจำปา)
ผู้อำนวยการสำนักบริหารกลาง
๒๙ ก.ย. ๒๕๖๙
ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน
โทร./โทรสาร ๐ ๒๕๐๓ ๓๓๖๕

(นายศักดา มณีวงศ์)
ผู้อำนวยการสำนักจัดการที่ดินป่าไม้

สิ่งที่ส่งมาด้วย

บัญชีรายชื่อกระทรวง กรม และหน่วยงานของรัฐ
เรื่อง แจ้งเวียนมาตรฐานระวางแผนที่และแผนที่รูปแปลงที่ดินในที่ดินของรัฐ

ลำดับ	ชื่อหน่วยงานของรัฐ
๑๐๘	บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด
๑๐๙	สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
๑๑๐	สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์
๑๑๑	สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล
๑๑๒	สำนักงานสถิติแห่งชาติ
๑๑๓	สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล
๑๑๔	สถาบันข้อมูลขนาดใหญ่ (องค์การมหาชน)
๑๑๕	สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
๑๑๖	กรมควบคุมมลพิษ
๑๑๗	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
๑๑๘	กรมทรัพยากรธรณี
๑๑๙	กรมทรัพยากรน้ำ
๑๒๐	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล
๑๒๑	กรมป่าไม้
๑๒๒	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม
๑๒๓	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
๑๒๔	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
๑๒๕	องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
๑๒๖	องค์การสวนสัตว์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
๑๒๗	องค์การสวนพฤกษศาสตร์
๑๒๘	สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน
๑๒๙	กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ
๑๓๐	กรมธุรกิจพลังงาน
๑๓๑	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
๑๓๒	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
๑๓๓	สำนักงานกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง
๑๓๔	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
๑๓๕	สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์
๑๓๖	กรมการค้าต่างประเทศ
๑๓๗	กรมการค้าภายใน
๑๓๘	กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ
๑๓๙	กรมทรัพย์สินทางปัญญา
๑๔๐	กรมพัฒนาธุรกิจการค้า
๑๔๑	กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ
๑๔๒	สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า
๑๔๓	องค์การคลังสินค้า

กมร. 202-2569

มาตรฐานการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

1. ขอบข่าย

มาตรฐานฉบับนี้กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และข้อกำหนดด้านคุณภาพสำหรับการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS) เพื่อให้ผลการรังวัดจากงานสำรวจและทำแผนที่ของภาครัฐ และเอกชน มีความถูกต้องเที่ยงตรง ตรวจสอบย้อนกลับได้อย่างสอดคล้องกับแนวปฏิบัติระดับสากล โดยครอบคลุมในเรื่อง ดังนี้

1) การกำหนดเกณฑ์ความถูกต้อง
2) วิธีการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS)
3) คุณสมบัติเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS)
4) การรายงานผลการรังวัด

2. นิยามและคำย่อ

1) GNSS (Global Navigation Satellite System) หมายถึง ระบบดาวเทียมนำทางทุกชนิดที่ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุในรูปแบบคลื่นรหัส (Code Phase) หรือคลื่นพาห์ (Carrier Phase) เพื่อใช้ในการรังวัดระบุตำแหน่ง และเวลา ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก
2) CORS Network หรือ RTK GNSS Network หมายถึง โครงข่ายสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิงที่ติดตั้งถาวร ณ จุดที่ทราบค่าพิกัดแน่นอน และสามารถให้บริการผู้ใช้งานในรูปแบบ Network RTK โดยการประมวลผลผ่าน Control Center ของหน่วยงานที่ให้บริการสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง
3) Static หมายถึง การรังวัดแบบสถิต เป็นเทคนิคการรังวัดโดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมอย่างน้อย 2 เครื่อง ทำการรังวัดพร้อมกันเป็นระยะเวลานานกว่า 30 นาที เพื่อกำจัดค่าความคลาดเคลื่อนและให้ได้ตำแหน่งค่าพิกัดความละเอียดถูกต้องสูง
4) Fast Static หรือ Rapid Static หมายถึง การรังวัดแบบสถิตอย่างเร็ว โดยวางเครื่องรับสัญญาณไว้บนสถานีฐานหรือตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดแน่นอน เป็นระยะเวลาไม่เกิน 30 นาที เพื่อใช้ในการคำนวณและกำจัดค่าความคลาดเคลื่อน
5) RTK (Real-Time Kinematic) หมายถึง การรังวัดแบบจลน์ที่ได้ค่าพิกัดทันที ณ เวลาทำการรังวัด ซึ่งเป็นเทคนิคการใช้เฟสของคลื่นพาห์ (Carrier Phase) มาคำนวณร่วมกับค่าปรับแก้จากสถานีฐาน
6) Network RTK (NRTK) หมายถึง การรังวัดแบบจลน์ด้วยโครงข่าย ซึ่งเป็นเทคนิคการใช้ข้อมูลจากโครงข่ายสถานีรับสัญญาณดาวเทียมอ้างอิง (CORS Network) เพื่อใช้ในการคำนวณและกำจัดค่าความคลาดเคลื่อน
7) DGNSS (Differential GNSS) หมายถึง การรังวัดด้วยดาวเทียมแบบส่วนต่าง โดยใช้ค่าปรับแก้ความคลาดเคลื่อนจากสถานีฐาน เพื่อปรับแก้ค่าพิกัดจากคลื่นรหัส (Code Phase)
8) RMSE (Root Mean Square Error) หมายถึง ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองความคลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความแม่นยำทางสถิติที่ใช้ในมาตรฐานนี้
9) $RMSE_H$ (Horizontal RMSE) หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนแนวราบที่คำนวณจากพิกัด X และ Y หรือ N และ E
10) $RMSE_V$ (Vertical RMSE) หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนแนวดิ่งที่คำนวณจากค่าความสูง (Height)

/ 3. การกำหนด ...

3. การกำหนดเกณฑ์ความถูกต้อง

กำหนดผลการรังวัดให้มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ และรองรับการใช้งานที่หลากหลาย ตามชั้นความถูกต้อง (Accuracy Class) โดยอ้างอิงค่าความคลาดเคลื่อน RMSE ดังนี้

ตารางเกณฑ์ความถูกต้องเชิงตำแหน่งในการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS)

*ชั้นความถูกต้อง (Accuracy Class)	ความคลาดเคลื่อนแนวราบ ($RMSE_H$)	ความคลาดเคลื่อนแนวดิ่ง ($RMSE_V$)	ลักษณะงาน
Class 1	≤ 1 cm	≤ 2 cm	งานรังวัดควบคุมและตรวจติดตาม : เช่น หมุดควบคุมหลักของประเทศ งานตรวจวัดการเคลื่อนตัวของโครงสร้าง งานตรวจวัดการเคลื่อนที่ของเปลือกโลก
Class 2	≤ 5 cm	≤ 10 cm	งานรังวัดที่ดินและวิศวกรรมโยธา : เช่น หมุดควบคุม หมุดหลักฐานแผนที่ หลักเขตที่ดิน งานก่อสร้างอาคารและถนน งานทำแผนที่เส้นชั้นความสูง
Class 3	≤ 10 cm	≤ 20 cm	งานแผนที่ภูมิประเทศและงานเก็บข้อมูลรายละเอียดพื้นที่ : เช่น งานรังวัดทำแผนที่ภูมิประเทศ งานผังเมืองและสาธารณูปโภค งานแผนที่ภาษีและทรัพย์สิน
Class 4	≤ 50 cm	≤ 100 cm	งานสำรวจทรัพยากรและเก็บชั้นข้อมูลแผนที่ภูมิสารสนเทศ : เช่น งานจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน งานสำรวจพื้นที่ป่าไม้ งานบริหารจัดการภาคเกษตร งานสำรวจเบื้องต้น

หมายเหตุ: *อ้างอิงและปรับปรุงจาก ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data Edition 2

4. วิธีการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS)

การเลือกวิธีการรังวัดต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ระดับความถูกต้อง และข้อจำกัดของพื้นที่ โดยสามารถแบ่งวิธีการรังวัดหลักได้ดังต่อไปนี้

4.1 การรังวัดแบบสถิต (Static) เป็นวิธีที่ให้ความถูกต้องสูงที่สุด เหมาะสำหรับงานควบคุมและงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูงมาก ใช้สำหรับงาน Class 1 หรือสำหรับงาน Class 2 ที่ต้องการความถูกต้องสูง โดยมีแนวทางการรังวัดดังนี้

1) ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS) อย่างน้อย 2 เครื่อง ทำการรังวัดพร้อมกัน
2) ระยะเวลาการรังวัดขึ้นกับระยะเส้นฐาน (Baseline Length) โดยทั่วไปตั้งแต่ 30 นาที ถึงหลายชั่วโมง
3) กำหนดคาบการบันทึกสัญญาณดาวเทียม (Epoch Rate) ไม่เกิน 15 วินาที
4) ค่ามุมตัดสัญญาณดาวเทียม (Mask Angle) ไม่ต่ำกว่า 15 องศา
5) ผลการคำนวณเส้นฐาน (Baseline) ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้
    5.1) ต้องได้สถานะ Fixed Solution
    5.2) ค่า RMS แนวราบ ไม่เกิน 5 mm + 1 ppm ของระยะเส้นฐาน
    5.3) ต้องมีข้อมูลดาวเทียมที่ใช้ในการประมวลผลไม่น้อยกว่า 6 ดวง ตลอดเวลา

/ 6) เกณฑ์การ...

6) เกณฑ์การตรวจสอบซ้ำ (Redundancy & Repeatability) เพื่อยืนยันความถูกต้อง ต้องดำเนินการอย่างน้อยหนึ่งวิธีดังต่อไปนี้

6.1) รังวัดซ้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง ในคนละช่วงเวลา

6.2) ใช้เส้นฐานอิสระ (Independent Baseline)

6.3) เปรียบเทียบกับจุดควบคุมอ้างอิงที่ทราบพิกัด

4.2 การรังวัดแบบสถิตอย่างเร็ว (Fast Static หรือ Rapid Static) เป็นวิธีที่ลดระยะเวลาการรังวัดลงเมื่อเทียบกับการรังวัดแบบสถิต (Static) แต่ยังคงความถูกต้องในระดับสูง เหมาะสำหรับงาน Class 2 และงาน Class 3 โดยมีแนวทางการรังวัดดังนี้

1) ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS) อย่างน้อย 2 เครื่อง ทำการรังวัดพร้อมกัน

2) ระยะเวลาการรังวัดขึ้นกับระยะเส้นฐาน (Baseline Length) โดยทั่วไปตั้งแต่ 10 - 30 นาที

3) กำหนดคาบการบันทึกสัญญาณดาวเทียม (Epoch Rate) ไม่เกิน 15 วินาที

4) ค่ามุมตัดสัญญาณดาวเทียม (Mask Angle) ไม่ต่ำกว่า 15 องศา

5) ผลการคำนวณเส้นฐาน (Baseline) ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้

5.1) ต้องได้สถานะ Fixed Solution

5.2) ค่า RMS แนวราบ ไม่เกิน 10 mm + 1 ppm ของระยะเส้นฐาน

5.3) ต้องมีข้อมูลดาวเทียมที่ใช้ในการประมวลผลไม่น้อยกว่า 6 ดวง ตลอดเวลา

6) เกณฑ์การตรวจสอบซ้ำ (Redundancy & Repeatability) เพื่อยืนยันความถูกต้อง ต้องดำเนินการอย่างน้อยหนึ่งวิธีดังต่อไปนี้

6.1) รังวัดซ้ำอย่างน้อย 1 ครั้งในคนละช่วงเวลา

6.2) ใช้เส้นฐานอิสระ (Independent Baseline)

6.3) เปรียบเทียบกับจุดควบคุมอ้างอิงที่ทราบพิกัด

4.3 การรังวัดแบบจลน์ได้ค่าพิกัดทันที (RTK) หรือ การรังวัดแบบจลน์ด้วยโครงข่าย (Network RTK) เป็นการรังวัดที่ให้ผลลัพธ์ค่าพิกัดในทันที ณ ขณะเวลาที่ทำการรังวัด จึงเหมาะสำหรับงาน Class 2 - 4 ที่ต้องการความถูกต้องและรวดเร็ว สามารถตรวจสอบและทราบผลทันทีในภาคสนาม โดยมีแนวทางการรังวัดดังนี้

1) ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS) อย่างน้อย 2 เครื่อง ทำการรังวัดพร้อมกัน เพื่อทำหน้าที่เป็นสถานีฐาน (Base Station หรือ CORS Network) และสถานีจร (Rover)

2) ระยะเวลาการรังวัด แบ่งเป็น

- ไม่น้อยกว่า 60 วินาที สำหรับงาน Class 2 และ Class 3
- ไม่น้อยกว่า 30 วินาที สำหรับงาน Class 4

3) กำหนดคาบการรับสัญญาณดาวเทียม (Epoch Rate) ไม่เกิน 1 วินาที

4) ค่ามุมตัดสัญญาณดาวเทียม (Mask Angle) ไม่ต่ำกว่า 15 องศา

5) PDOP ไม่เกิน 5

6) จำนวนดาวเทียมไม่น้อยกว่า 5 ดวง

7) สถานะการรังวัด (Solution Status) แบ่งเป็น

- ผลการรังวัด Fixed Solution สำหรับงาน Class 2 และ Class 3
- ผลการรังวัด Fixed หรือ Float Solution สำหรับงาน Class 4

/ 8) ค่าความ...

8) ค่าความคลาดเคลื่อนที่แสดงบนหน้าจอเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (RMS/Precision : Estimated Errors) แบ่งเป็น
   - แนวราบ (Horizontal) ไม่เกิน 3 cm และ แนวดิ่ง (Vertical) ไม่เกิน 5 cm สำหรับงาน Class 2 และ Class 3
   - แนวราบ (Horizontal) ไม่เกิน 30 cm และ แนวดิ่ง (Vertical) ไม่เกิน 50 cm สำหรับงาน Class 4
9) เกณฑ์การตรวจสอบซ้ำ (Redundancy & Repeatability) เพื่อยืนยันความถูกต้อง โดยทำการรังวัดซ้ำ ซึ่งแต่ละครั้งต้องเริ่มรับสัญญาณดาวเทียมและเชื่อมต่อกับสถานีฐานหรือ CORS Network ใหม่ ผลต่างของค่าพิกัดต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดตามชั้นงาน แบ่งเป็น
   - รังวัดซ้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง สำหรับงาน Class 2 และ Class 3
   - รังวัดซ้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง สำหรับงาน Class 4

4.4 การรังวัดด้วยดาวเทียมแบบส่วนต่าง (DGNSS) เป็นการรังวัดที่ให้ผลลัพธ์ค่าพิกัดในทันที ณ ขณะเวลาที่ทำการรังวัดเช่นเดียวกับ RTK แต่ให้ความถูกต้องที่น้อยกว่า จึงเหมาะสำหรับงาน class 4 ที่เน้นความรวดเร็วและพื้นที่กว้างขวาง โดยมีแนวทางการรังวัดดังนี้

1) ใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS) อย่างน้อย 2 เครื่อง ทำการรังวัดพร้อมกัน เพื่อทำหน้าที่เป็นสถานีฐาน (Base Station หรือ CORS Network) และสถานีจร (Rover)
2) ระยะเวลาการรังวัด ไม่น้อยกว่า 30 วินาที
3) กำหนดคาบการรับสัญญาณดาวเทียม (Epoch Rate) ไม่เกิน 1 วินาที
4) ค่ามุมตัดสัญญาณดาวเทียม (Mask Angle) ไม่ต่ำกว่า 15 องศา
5) PDOP ไม่เกิน 5
6) จำนวนดาวเทียมไม่น้อยกว่า 5 ดวง
7) สถานะการรังวัด (Solution Status) เป็นแบบ DGNSS
8) ค่าความคลาดเคลื่อนที่แสดงบนหน้าจอเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (RMS/Precision : Estimated Errors) แบ่งเป็น
   - แนวราบ (Horizontal) ไม่เกิน 30 cm
   - แนวดิ่ง (Vertical) ไม่เกิน 50 cm
9) เกณฑ์การตรวจสอบซ้ำ (Redundancy & Repeatability) เพื่อยืนยันความถูกต้อง โดยทำการรังวัดซ้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง แต่ละครั้งต้องเริ่มรับสัญญาณดาวเทียมและเชื่อมต่อกับสถานีฐาน หรือ CORS Network ใหม่ ผลต่างของค่าพิกัดต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดตามชั้นงาน

5. คุณสมบัติเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS)

เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมต้องมีคุณสมบัติทางเทคนิคสอดคล้องกับชั้นความถูกต้องของงาน (Accuracy Class) เพื่อให้ผลการรังวัดเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยจำแนกคุณสมบัติขั้นต่ำไว้ดังนี้

5.1 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับงาน Class 1 (Geodetic Grade) เหมาะสำหรับงานหมุดควบคุมหลัก งานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และงานที่ต้องการความละเอียดสูงสุดถึงระดับมิลลิเมตร โดยเน้นการรังวัดแบบ Static หรือ PPP (Precise Point Positioning) ควรมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

/ 1) รองรับระบบ...

1) รองรับระบบดาวเทียมนำทาง (GNSS) ได้หลายระบบ (Multi - constellation) ได้แก่ GPS, GLONASS, Galileo และ BeiDou
2) รองรับสัญญาณแบบหลายความถี่ (Multi - Frequency) อย่างน้อย 3 ความถี่ (L1, L2, L5 หรือเทียบเท่า)
3) จำนวนช่องสัญญาณ (Channels) ไม่น้อยกว่า 200 ช่อง
4) รองรับอัตราการบันทึกข้อมูลอย่างน้อย 1 Hz
5) เสาอากาศแยกภายนอก (External Antenna) แบบ Geodetic Grade หรือ Choke Ring Antenna เพื่อลดสัญญาณสะท้อน (Multipath)
6) รองรับการบันทึกข้อมูลดิบ (Raw Data) ในรูปแบบสากล (RINEX)
7) ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง (Static Precision)
   - แนวราบ (Horizontal) ไม่เกิน 3 mm + 0.1 ppm
   - แนวดิ่ง (Vertical) ไม่เกิน 3.5 mm + 0.4 ppm

5.2 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับงาน Class 2 และ Class 3 (Survey Grade) เหมาะสำหรับงานหมุดควบคุมรอง งานรังวัดแปลงที่ดิน และงานวิศวกรรมก่อสร้าง เป็นต้น โดยเน้นการรังวัดแบบ Fast Static หรือ RTK หรือ Network RTK ควรมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

1) รองรับระบบดาวเทียมนำทาง (GNSS) ได้หลายระบบ (Multi - constellation) อย่างน้อย 2 ระบบ ได้แก่ GPS และ GLONASS
2) รองรับสัญญาณแบบหลายความถี่ (Multi-Frequency) อย่างน้อย 2 ความถี่ (L1, L2 หรือเทียบเท่า)
3) จำนวนช่องสัญญาณ (Channels) ไม่น้อยกว่า 120 ช่อง
4) รองรับอัตราการบันทึกข้อมูลอย่างน้อย 1 Hz
5) รองรับการทำงานแบบ RTK และ Network RTK
6) รองรับรูปแบบข้อมูลปรับแก้มาตรฐาน (RTCM 3.x)
7) รองรับการบันทึกข้อมูลดิบ (Raw Data)
8) ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง (RTK Precision)
   - แนวราบ (Horizontal) ไม่เกิน 10 mm + 1 ppm
   - แนวดิ่ง (Vertical) ไม่เกิน 20 mm + 1 ppm

5.3 เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสำหรับงาน Class 4 (Mapping/GIS Grade) เหมาะสำหรับงานแผนที่ภูมิประเทศ งานจัดเก็บข้อมูลทรัพย์สิน งานป่าไม้ งานแผนที่ภาพรวม และงานนำทาง เป็นต้น ควรมีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้

1) รองรับระบบดาวเทียมนำทาง (GNSS) ได้อย่างน้อย 1 ระบบ เช่น GPS
2) รองรับสัญญาณดาวเทียมความถี่ L1 ได้เป็นอย่างน้อย
3) จำนวนช่องสัญญาณ (Channels) ไม่น้อยกว่า 72 ช่อง
4) รองรับอัตราการบันทึกข้อมูลอย่างน้อย 1 Hz
5) รองรับการทำงานแบบ RTK หรือ Network RTK หรือ DGNSS
6) ความถูกต้องเชิงตำแหน่งในทางราบไม่เกิน 50 cm (RMS)

/ ตาราง ...

ตารางแสดงคุณสมบัติเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม (GNSS) จำแนกตามชั้นความถูกต้อง (Accuracy Class)

คุณสมบัติ	Class 1 (Geodetic Grade)	Class 2-3 (Survey Grade)	Class 4 (Mapping/GIS Grade)
ระบบดาวเทียมที่รองรับ	หลายระบบ (Multi-constellation) เช่น GPS, GLONASS, Galileo, BDS	อย่างน้อย 2 ระบบ เช่น GPS และ GLONASS	อย่างน้อย 1 ระบบ เช่น GPS
ความถี่สัญญาณ	อย่างน้อย 3 ความถี่ (L1, L2, L5 หรือเทียบเท่า)	อย่างน้อย 2 ความถี่ (L1, L2 หรือเทียบเท่า)	อย่างน้อย 1 ความถี่ (L1)
จำนวนช่องสัญญาณ	ไม่น้อยกว่า 200 ช่อง	ไม่น้อยกว่า 120 ช่อง	ไม่น้อยกว่า 72 ช่อง
ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง	แนวราบ: ≤ 3 mm + 0.1 ppm แนวดิ่ง: ≤ 3.5 mm + 0.4 ppm	แนวราบ: ≤ 10 mm + 1 ppm แนวดิ่ง: ≤ 20 mm + 1 ppm	แนวราบ: ≤ 50 cm
อัตราการบันทึกข้อมูล	อย่างน้อย 1 Hz	อย่างน้อย 1 Hz	อย่างน้อย 1 Hz
โหมดการทำงานหลัก	Static หรือ PPP	RTK / Network RTK / Fast Static	RTK / Network RTK / DGNSS
การบันทึกข้อมูลดิบ (Raw Data)	รองรับ (อย่างน้อย RINEX)	รองรับ	-
ลักษณะเสาอากาศ	เสาอากาศแยกภายนอก (Geodetic / Choke Ring)	-	-

6. การรายงานผลการรังวัด

การจัดทำรายงานผลการรังวัดต้องกำหนดให้มีข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์เพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ ประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อยดังนี้

6.1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ชื่อโครงการ ชื่อผู้สำรวจ วันที่และเวลาที่รังวัด

6.2 รายละเอียดเครื่องมือ ได้แก่ ยี่ห้อ/รุ่น/หมายเลขเครื่อง (Serial Number) ของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม และข้อมูลอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญ เช่น วิธีวัดความสูงของจานรับสัญญาณดาวเทียม

6.3 ค่าพิกัดและค่าความคลาดเคลื่อน ได้แก่ รายงานค่าพิกัด (N, E, Z) พร้อมระบุค่าความคลาดเคลื่อน (RMSE) ที่ได้จากการรังวัดและประมวลผล

6.4 ระบบพิกัดอ้างอิง ได้แก่ พื้นหลักฐานแผนที่ (เช่น Datum WGS84 หรือ Indian 1975) กรอบอ้างอิงสากลและขณะเวลา (เช่น ITRF 2005 ขณะเวลา 2008.11 หรือ ITRF 2019 ขณะเวลา 2021.93) ระบบพิกัดฉาก (เช่น UTM Zone 47N/48N) และแบบจำลองจีออยด์ (เช่น Geoid Model TGM2017 หรือ EGM96)

6.5 Metadata ได้แก่ ข้อมูลสภาพแวดล้อมขณะรังวัด (เช่น ค่า PDOP, จำนวนดาวเทียมเฉลี่ย) และไฟล์ข้อมูลดิบ (Raw Data) (เช่น RINEX)

กมร. 204-2569

มาตรฐานการสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV)

1. ขอบข่าย

การกำหนดมาตรฐานการสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) เพื่อใช้ในการจัดทำข้อมูลแผนที่เกี่ยวกับการบริหารจัดการที่ดิน

2. นิยามและคำย่อ

1) "การสำรวจด้วยภาพถ่าย" (Photogrammetry) หมายถึง ศาสตร์และเทคโนโลยีหนึ่งสำหรับการสำรวจรังวัดเพื่อทำแผนที่และผลิตเป็นข้อมูลสารสนเทศ
2) "อากาศยานไร้คนขับ" (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) หมายถึง อากาศยานที่ไม่มีนักบินควบคุมบนเครื่อง
3) "การสำรวจด้วยภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ" (UAV Photogrammetry) หมายถึง การสำรวจด้วยภาพถ่ายที่ใช้ภาพถ่ายจากกล้องถ่ายภาพที่ติดตั้งบนอากาศยานไร้คนขับ
4) "จุดภาพ" (Pixel) หมายถึง หน่วยพื้นฐานของภาพที่แสดงผลรวมกันเป็นภาพ
5) "ระยะสุ่มบนพื้นดิน" (Ground Sample Distance, GSD) หมายถึง ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของจุดภาพ ที่อยู่ติดกันเมื่อวัดบนพื้นดิน
6) "ส่วนซ้อน" (Overlap) หมายถึง ส่วนทับซ้อนของภาพที่อยู่ประชิดกันในแต่ละแนวบิน ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่เดียวกันบางส่วนเพื่อใช้เป็นคู่ภาพสามมิติ
7) "ส่วนเกย" (Sidelap) หมายถึง ส่วนทับซ้อนของภาพที่เกิดจากการเหลื่อมกันของภาพจากแนวบินที่ประชิดกัน
8) "จุดควบคุมภาคพื้นดิน" (Ground Control Point, GCP) หมายถึง จุดบนภาพถ่ายที่ทราบค่าพิกัดในระบบพิกัดภูมิประเทศ เพื่อเป็นตัวกลางที่ทำให้สามารถจัดภาพให้สัมพันธ์กับพื้นดิน
9) "จุดตรวจสอบ" (Check Point, CP) หมายถึง จุดตรวจสอบคุณภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพถ่าย โดยจุดตรวจสอบจะเป็นจุดบนภาพถ่ายที่ทำการรังวัดค่าพิกัดตำแหน่งในระบบพิกัดภูมิประเทศจริง แต่มิได้ถูกใช้ในการประมวลผลของภาพถ่าย เพื่อที่จะตรวจสอบค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่งของผลลัพธ์ที่ได้ จากการประมวลผล
10) "ภาพออร์โธ" (Orthophoto) หมายถึง ภาพถ่ายที่ได้รับการขจัดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความต่างระดับและความเอียง ทำให้แสดงรายละเอียดในลักษณะที่มีตำแหน่งทางราบถูกต้อง
11) "ค่าความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย" (Root Mean Square Error, RMSE) หมายถึง ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าพิกัดจากการวัดบนภาพถ่ายที่ประมวลผลแล้วกับค่าพิกัดจาก การรังวัดภาคสนามที่จุดตรวจสอบ
12) "ข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ" (Aerial Triangulation, AT) หมายถึง กระบวนการทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศโดยใช้ทฤษฎีวิธีการปรับแก้บล็อกลำแสง (bundle block adjustment)

/ 13) การปรับแก้ ...

13) "การปรับแก้บล็อกลำแสง" (Bundle Block Adjustment) หมายถึง กระบวนการสร้างภาวะร่วมเส้นของจุดศูนย์ทิวทัศน์ (perspective center) จุดบนพื้นดิน และจุดภาพของวัตถุเดียวกัน เพื่อทำการหาค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า ได้แก่ พารามิเตอร์การจัดภาพภายนอกของภาพถ่าย และค่าพิกัดบนภูมิประเทศจริงของจุดยึดโยงยึด โดยการปรับแก้บล็อกลำแสงของภาพถ่ายจะทำการสร้างสมการภาวะร่วมเส้นขึ้นตามจำนวนของจุดควบคุมและจุดยึดโยงยึดในแต่ละภาพ ซึ่งหากสามารถสร้างจำนวนสมการได้มากกว่าจำนวนพารามิเตอร์ ที่ไม่ทราบค่า ก็จะสามารถหาค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าได้ทั้งหมด โดยการปรับแก้ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด (Least Squares Adjustment)

14) "แบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศเชิงเลข" (Digital Surface Model, DSM) หมายถึง แบบจำลองค่าระดับความสูงพื้นผิวของภูมิประเทศ ซึ่งจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบจุดพิกัด หรือข้อมูลราสเตอร์ โดยแบบจำลองจะแสดงค่าระดับความสูงของสิ่งปกคลุมพื้นผิวบนสุดทางกายภาพของโลก เช่น สิ่งปลูกสร้าง และเรือนยอดต้นไม้ เป็นต้น

15) "แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข" (Digital Elevation Model, DEM) หรือ "แบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข" (Digital Terrain Model, DTM) หมายถึง แบบจำลองข้อมูลค่าระดับพื้นผิวดินของภูมิประเทศ ซึ่งจัดเก็บอยู่ในรูปแบบข้อมูลราสเตอร์

16) "พอยท์คลาวด์" (Point Cloud) หมายถึง กลุ่มของจุดพิกัดที่สามารถมีได้มากกว่าสองมิติ โดยทั่วไปมิติที่สามมักจะเป็นค่าระดับความสูง และอาจจะประกอบข้อมูลในอีกหลายมิติได้ เช่น ค่าสีของแต่ละจุด (RGB) เป็นต้น ซึ่งในมาตรฐานฉบับนี้ จะหมายถึงกลุ่มของจุดพิกัดสามมิติ

3. ข้อกำหนด

3.1 กำหนดชั้นความถูกต้อง (Accuracy Class) ของภาพออร์โธสำหรับสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) รายละเอียดดังนี้

3.1.1 ชั้นความถูกต้องทางราบ (Horizontal Accuracy Class) กำหนดให้ความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยทางราบ (RMSEH) ของจุดตรวจสอบ (CP) มีค่าไม่เกิน 1 เท่าของชั้นความถูกต้อง และความไม่สนิทของรอยต่อบนภาพออร์โธ มีค่าไม่เกิน 2 เท่าของชั้นความถูกต้อง ดังนี้

ชั้นความถูกต้องทางราบ (Horizontal Accuracy Class)	ความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยทางราบ ($RMSE_H$) (cm)	ความไม่สนิทของรอยต่อบนภาพออร์โธ (cm)
5 cm	≤ 5	≤ 10
10 cm	≤ 10	≤ 20
15 cm	≤ 15	≤ 30
20 cm	≤ 20	≤ 40
25 cm	≤ 25	≤ 50
30 cm	≤ 30	≤ 60
X cm	≤ X	≤ 2X

/ การคำนวณ ...

การคำนวณความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยทางราบ ($RMSE_H$) ให้คำนวณดังนี้

$$RMSE_H = \sqrt{RMSE_{H1}^2 + RMSE_{H2}^2}$$

เมื่อ $RMSE_{H1}$ คือ องค์ประกอบความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยทางราบที่ 1 โดยเป็นความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าพิกัดของจุดตรวจสอบ (CP) ในสนามกับค่าพิกัดที่วัดบนภาพถ่ายที่ประมวลผลแล้ว ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ ประกอบด้วย ความคลาดเคลื่อนในแนวแกน X และแกน Y ดังนี้

$$RMSE_{H1} = \sqrt{RMSE_X^2 + RMSE_Y^2}$$

โดย $RMSE_X$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยในแนวแกน X

$RMSE_Y$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยในแนวแกน Y

$RMSE_{H2}$ คือ องค์ประกอบความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยทางราบที่ 2 โดยเป็นความคลาดเคลื่อนของจุดตรวจสอบ (CP) ที่ได้จากการรังวัดในสนาม อันเนื่องมาจากวิธีการรังวัดตามมาตรฐาน กมร. กำหนด หรือมาตรฐานสากล

3.1.2 ชั้นความถูกต้องทางดิ่ง (Vertical Accuracy Class) กรณีไม่มีต้นไม้ปกคลุม กำหนดให้ความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยทางดิ่ง ($RMSE_V$) ของจุดตรวจสอบ (CP) มีค่าไม่เกิน 1 เท่าของชั้นความถูกต้อง ดังนี้

ชั้นความถูกต้องทางดิ่ง (Vertical Accuracy Class)	**ความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยทางดิ่ง ($RMSE_V$) (cm)**	
	ไม่มีต้นไม้ปกคลุม	**มีต้นไม้ปกคลุม**
10 cm	≤ 10	ตามที่พบ
20 cm	≤ 20	
30 cm	≤ 30	
40 cm	≤ 40	
50 cm	≤ 50	
60 cm	≤ 60	
X cm	≤ X	

การคำนวณความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยทางดิ่ง ($RMSE_V$) ให้คำนวณดังนี้

$$RMSE_V = \sqrt{RMSE_{V1}^2 + RMSE_{V2}^2}$$

เมื่อ $RMSE_{V1}$ คือ องค์ประกอบความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยทางดิ่งที่ 1 โดยเป็นความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าระดับของจุดตรวจสอบ (CP) ที่วัดในสนามกับค่าระดับที่วัดบนภาพถ่ายที่ประมวลผลแล้ว ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ

/ $RMSE_{V2}$ ...

$RMSE_{V2}$ คือ องค์ประกอบความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยทางดิ่งที่ 2 โดยเป็นความคลาดเคลื่อนของจุดตรวจสอบ (CP) ที่ได้จากการรังวัดในสนาม อันเนื่องมาจากวิธีการรังวัดตามมาตรฐาน กมร. กำหนด หรือมาตรฐานสากล

3.1.3 พื้นที่โครงการที่มีขนาดไม่เกิน 1,000 ตารางกิโลเมตร ให้สร้างจุดตรวจสอบ (CP) สำหรับใช้คำนวณความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยตามข้อกำหนดชั้นความถูกต้อง (Accuracy Class) จำนวนอย่างน้อย 30 จุด ในกรณีขนาดพื้นที่โครงการไม่เป็นไปตามที่กำหนด ให้ดำเนินการตามข้อแนะนำในเอกสารภาคผนวกแนบท้ายนี้

3.2 มาตรฐานการสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) รายละเอียดดังนี้

การประมวลผลภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับเพื่อให้ได้ภาพออร์โธ ให้จัดสร้างตามหลักวิชาการว่าด้วยการสำรวจด้วยภาพถ่าย (Photogrammetry) โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) เป็นไปตามข้อกำหนดชั้นความถูกต้อง (Accuracy Class) และมีค่าความถูกต้องของข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ (Aerial Triangulation, AT) ซึ่งได้จากการคำนวณความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ระหว่างค่าพิกัด/ค่าระดับของจุดตรวจสอบ (CP) ที่วัดในสนามกับค่าพิกัด/ค่าระดับที่วัดบนภาพถ่ายที่ประมวลผลแล้ว หรือจากผลลัพธ์ในการทำข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ รายละเอียดดังนี้

ชั้นความถูกต้อง (Accuracy Class)	ความถูกต้องของข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ (Aerial Triangulation, AT) จากจุดตรวจสอบ (CP)		ความถูกต้องของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP)	
	ทางราบ ($RMSE_H$) (cm)	ทางดิ่ง ($RMSE_V$) (cm)	ทางราบ ($RMSE_H$) (cm)	ทางดิ่ง ($RMSE_V$) (cm)
5 cm	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5
10 cm	≤ 5.0	≤ 5.0	≤ 5.0	≤ 5.0
15 cm	≤ 7.5	≤ 7.5	≤ 7.5	≤ 7.5
20 cm	≤ 10.0	≤ 10.0	≤ 10.0	≤ 10.0
25 cm	≤ 12.5	≤ 12.5	≤ 12.5	≤ 12.5
30 cm	≤ 15.0	≤ 15.0	≤ 15.0	≤ 15.0
X cm	≤ 0.5X	≤ 0.5X	≤ 0.5X	≤ 0.5X

ทั้งนี้ ข้อแนะนำในการสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) รายละเอียดตามเอกสารภาคผนวกแนบท้ายนี้

ภาคผนวกแนบท้าย กมร. 204-2569

ข้อแนะนำในการสร้างแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV)

1. การบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) รายละเอียดดังนี้

1.1 ใช้อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

(1) ขนาดเซนเซอร์ของกล้องถ่ายภาพมีขนาดตั้งแต่ 1 นิ้วขึ้นไป

(2) จำนวนจุดภาพมีจำนวนตั้งแต่ 16 เมกะพิกเซล (MP)

(3) ประเภทชัตเตอร์เป็นแบบแมคคานิคชัตเตอร์ หรืออิเล็กทริคอลชัตเตอร์

(4) ประเภทของเลนส์เป็นแบบเลนส์ไพร์ม (Prime Lens)

(5) การรังวัดพิกัดตำแหน่งถ่ายภาพเป็นแบบจุดเดี่ยว (Single Point Positioning, SPP) หรือแบบจลน์ (Real Time Kinematic, RTK หรือ Post Processed Kinematic, PPK)

1.2 ส่วนซ้อน (Overlap) มีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

1.3 ส่วนเกย (Sidelap) มีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

1.4 รูปแบบการบิน ให้บินถ่ายภาพเป็นบล็อกสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1.5 ขนาดจุดภาพของภาพต้นฉบับจากการบินถ่ายภาพ ให้มีค่าประมาณ 0.5 - 1 เท่าของชั้นความถูกต้องทางราบ (Horizontal Accuracy Class) ดังนี้

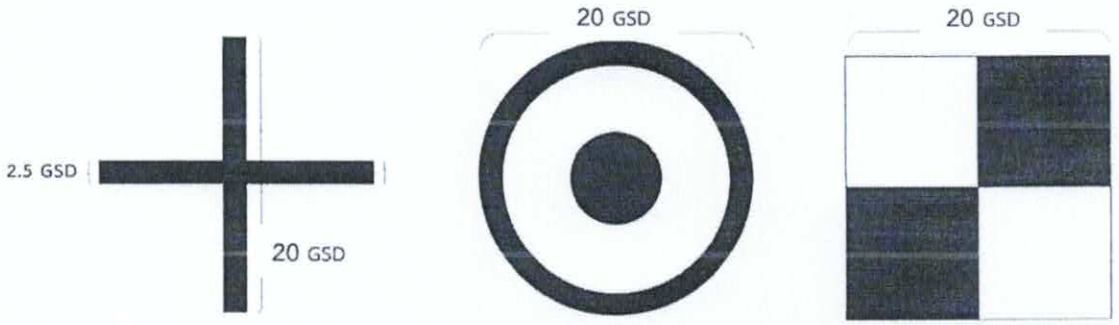
ชั้นความถูกต้องทางราบ (Horizontal Accuracy Class)	ขนาดจุดภาพของภาพต้นฉบับ (cm)
5 cm	2.5 - 5.0
10 cm	5.0 - 10.0
15 cm	7.5 - 15.0
20 cm	10.0 - 20.0
25 cm	12.5 - 25.0
30 cm	15.0 - 30.0
X cm	0.5X - X

2. การสร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) หรือจุดตรวจสอบ (CP) รายละเอียดดังนี้

2.1 จุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) หรือจุดตรวจสอบ (CP) ต้องมองเห็นและสามารถรังวัดได้บนภาพถ่าย และสามารถหมายตำแหน่งจุดกึ่งกลางของจุดได้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดไม่ใช้เป้าซึ่งเป็นการใช้ลวดลายหรือจุดที่ปรากฏเด่นชัดบนภาพ และชนิดที่ใช้เป้าซึ่งเป็นจุดที่สร้างขึ้นเอง โดยใช้เป้าไปวางในตำแหน่งที่เหมาะสมก่อนทำการบินถ่ายภาพ

2.2 จุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) หรือจุดตรวจสอบ (CP) ชนิดที่ใช้เป้าให้มีขนาดไม่น้อยกว่า 20 เท่าของระยะสุ่มบนพื้นดิน (GSD) รายละเอียดตัวอย่างรูปร่างและขนาดของเป้า ดังนี้

/ แบบที่ 1 ...



แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3

2.3 สร้างจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) จำนวนอย่างน้อย 5 จุดต่อการบินถ่ายภาพ 1 บล็อกการบิน โดยมี 4 จุด กระจายตามมุมขอบบล็อก และ 1 จุดอยู่บริเวณกึ่งกลางบล็อก และมีระยะห่างระหว่างจุดไม่เกิน 2 กิโลเมตร สำหรับพื้นที่ราบ

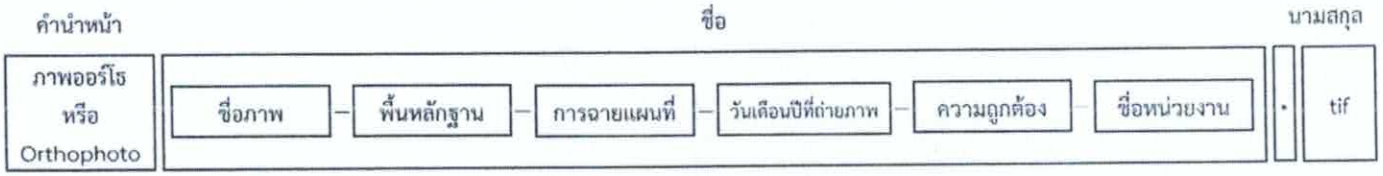
2.4 ในกรณีพื้นที่โครงการมีขนาดน้อยกว่า 35 ตารางกิโลเมตร อนุโลมให้ใช้จุดตรวจสอบ (CP) จำนวนอย่างน้อย 4 จุด ต่อการประมวลผลภาพถ่าย 1 บล็อกการบิน โดยมีตำแหน่งของจุดอยู่กึ่งกลางระหว่างจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) โดยประมาณ และมีระยะห่างระหว่างจุดกระจายอย่างสม่ำเสมอ

2.5 รังวัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) หรือจุดตรวจสอบ (CP) ด้วยวิธีการรังวัดตามมาตรฐาน กมร. กำหนด หรือมาตรฐานสากล ให้เป็นไปตามเกณฑ์ความถูกต้องของวิธีการรังวัด

3. การจัดเก็บข้อมูลดิจิทัล ให้จัดเก็บในรูปแบบโฟลเดอร์โดยตั้งชื่อจังหวัดตามด้วยชื่อพื้นที่โครงการที่ทำการบิน (เช่น BuengKan_PhuThok) และสร้างโฟลเดอร์ย่อยสำหรับแยกการจัดเก็บข้อมูลดิจิทัล ดังนี้

3.1 ภาพออร์โธ นามสกุล .tif

รายละเอียดการตั้งชื่อ ดังนี้



ตัวอย่าง : Orthophoto_BuengKan_PhuThok_WGS84_UTM48N_9Dec2025_ Hor-Accuracy 20 cm_DOL.tif

คำอธิบาย

ส่วนที่ 1 : ระบุคำนำหน้าประเภทข้อมูล “ภาพออร์โธ หรือ Orthophoto”

ส่วนที่ 2 : รายละเอียดชื่อภาพ ประกอบด้วย

(1) ชื่อจังหวัดตามด้วยชื่อพื้นที่โครงการที่ทำการบิน (อังกฤษ) (เช่น BuengKan_PhuThok)

(2) พื้นหลักฐานแผนที่ (เชน Datum WGS84 หรือ Indian1975)

(3) การฉายแผนที่หรือระบบพิกัดฉาก (เชน UTM Zone 47N/48N)

(4) วันเดือนปี (ค.ศ.) ที่บินถ่ายภาพ

(5) ชั้นความถูกต้องทางราบของข้อมูล ให้ระบุ “Hor-Accuracy” ตามด้วยตัวเลขข้อมูลหน่วยเซนติเมตร

(6) ชื่อหน่วยงานที่จัดทำข้อมูล โดยให้ระบุเป็นตัวอักษรย่อ (อังกฤษ) รายละเอียดดังนี้

/ ลำดับ ...

ลำดับ	ชื่อหน่วยงาน	ตัวอักษรย่อ (อังกฤษ)
1	กรมที่ดิน Department of Lands	DOL
2	กรมพัฒนาที่ดิน Land Development Department	LDD
3	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง Department of Marine and Coastal Resources	DMCR
4	กรมป่าไม้ Royal Forest Department	RFD
5	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation	DNP
6	กรมส่งเสริมสหกรณ์ Cooperative Promotion Department	CPD
7	สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม Agricultural Land Reform Office	ALRO
8	กรมธนารักษ์ The Treasury Department	TTD
9	กรมแผนที่ทหาร Royal Thai Survey Department	RTSD
10	กรมพัฒนาสังคมและสวัสดิการ Department of Social Development and Welfare	DSDW
11	กรมโยธาธิการและผังเมือง Department of Public Works and Town & Country Planning	DPT
12	หน่วยงานอื่น	ให้ใช้ตัวอักษรย่อของหน่วยงานนั้น ๆ

ส่วนที่ 3 : นามสกุลของข้อมูล

/ 3.2 แบบจำลอง...

3.2 แบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศเชิงเลข นามสกุล .tif

รายละเอียดการตั้งชื่อกำหนดให้ใช้ตามข้อ 3.1 โดยระบุคำนำหน้าประเภทข้อมูล “แบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศเชิงเลข หรือ DSM/DTM/DEM” ตามประเภทของแบบจำลอง ดังนี้

คำนำหน้า	ชื่อ							นามสกุล	
แบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศเชิงเลข หรือ DSM/DTM/DEM	ชื่อแบบจำลอง	พื้นหลักฐาน	การฉายแผนที่	วันเดือนปีที่ถ่ายภาพ	ความถูกต้อง	ชื่อหน่วยงาน	.	tif	

ตัวอย่าง : DEM_ BuengKan_PhuThok_WGS84_UTM48N_9Dec2025_ Ver-Accuracy 20 cm_DOL.tif

3.3 ข้อมูลพอยท์คลาวด์ นามสกุล .las

3.4 รายงานการประมวลผลภาพถ่ายจากซอฟต์แวร์ประมวลผล นามสกุล .pdf

ประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อย ดังนี้

(1) ข้อมูลทั่วไปของโครงการ ได้แก่ ชื่อหรือตำแหน่งพื้นที่โครงการ, ขนาดพื้นที่โครงการ และระยะสุ่มบนพื้นดิน (GSD) ของภาพออร์โธหรือแบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศเชิงเลขที่ได้หลังจากการประมวลผล

(2) ข้อมูลแสดงพารามิเตอร์การจัดภาพภายนอก (Exterior Orientation, EO) (เช่น POS Analysis Report) ที่แสดงถึงตำแหน่งและการวางตัวของกล้องขณะทำ การถ่ายภาพ ประกอบด้วย 6 พารามิเตอร์ คือ ตำแหน่งพิกัดสามมิติ X, Y, Z และค่าการจัดเชิงมุม (Angular orientation) 3 มุม ได้แก่ ω (โอเมกา) - ϕ (ฟี) - K (แคปปา)

(3) ค่าพิกัดและค่าระดับ พร้อมค่าความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) และจุดตรวจสอบ (CP) ที่ได้จากการประมวลผล

(4) ระบบพิกัดอางอิง ไดแก พื้นหลักฐานแผนที่ (เชน Datum WGS84 หรือ Indian1975) ระบบพิกัดฉาก (เชน UTM Zone 47N/48N) และแบบจำลองจีออยด (เชน Geoid Model TGM2017 หรือ EGM96)

3.5 คำอธิบายข้อมูล (Metadata) ในรูปแบบสกุลไฟล์ .xlsx ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

ลำดับ	ชื่อคำอธิบายข้อมูล (Metadata)	ตัวอย่างการระบุ
1	ประเภทชุดข้อมูล	ภาพออร์โธ (Orthophoto)
2	ที่มาของข้อมูล	อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ประเภท VTOL
3	ชื่อชุดข้อมูล	ภูทอก จ.บึงกาฬ
4	ชื่อหน่วยงานที่จัดทำข้อมูล	ศูนย์ข้อมูลแผนที่รูปแปลงที่ดิน กรมที่ดิน (DOL)
5	วัตถุประสงค์	พัฒนาแหล่งท่องเที่ยว
6	วันที่บินบันทึกข้อมูล (พ.ศ.)	09/12/2568
7	ค่าพิกัด (UTM) จุดมุม (m)	จุดที่ 1 : 380587.10 m.E , 2006206.50 m.N จุดที่ 2 : 382398.40 m.E , 2006255.30 m.N จุดที่ 3 : 382312.70 m.E , 2004384.20 m.N จุดที่ 4 : 380804.10 m.E , 2004383.50 m.N
8	ครอบคลุมขนาดพื้นที่ (km^2)	4.30

/ ลำดับ ...

ลำดับ	ชื่อคำอธิบายข้อมูล (Metadata)	ตัวอย่างการระบุ
9	ค่า GSD (cm)	2.5
10	RMSE ทางราบ (cm)	5.0
11	RMSE ทางดิ่ง (cm)	10.0
12	พื้นหลักฐานแผนที่	WGS84
13	ระบบพิกัดฉาก	UTM Zone 48N
14	แบบจำลองจีออยด์	TGM2017
15	ชื่อภาพออร์โธ	Orthophoto_BuengKan_PhuThok_WGS84_UTM48N_9Dec2025_Hor-Accuracy 20 cm_DOL.tif
16	ชื่อแบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศเชิงเลข (แบบ DSM/DTM/DEM)	DEM_BuengKan_PhuThok_WGS84_UTM48N_9Dec2025_Ver-Accuracy 20 cm_DOL.tif
17	ชื่อข้อมูลพอยท์คลาวด์	BuengKan_PhuThok_9Dec2025.las
18	ชื่อรายงานการประมวลผลภาพถ่าย	BuengKan_PhuThok_9Dec2025_Report.pdf
19	ข้อมูลเพิ่มเติม (ถ้ามี)	ระบุข้อมูลอื่นๆ ที่ต้องการแสดงรายละเอียดเพิ่มเติม