



รายงานคู่มือรายละเอียดวิชา

Unmanned Aerial Vehicle Application and Image Processing

เสนอ

รศ.ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง

จัดทำโดย นาย ศุภธวัช คงภักทรนนท์ รหัสนิสิต๖๖๒๖๕๕๓๓

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา

Unmanned Aerial Vehicle Application and Image Processing

การประยุกต์ใช้และการประมวลผลภาพจากอากาศยานไร้คนขับ

ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๘ มหาวิทยาลัยนเรศวร

คำนำ

รายงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคู่มือการปฏิบัติงานภาคสนามในการใช้งานเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS Trimble R๘s และ อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญในกระบวนการสำรวจและทำแผนที่ในงานภูมิสารสนเทศสมัยใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นิสิตหรือผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าใจขั้นตอนการติดตั้ง การใช้งาน และการประมวลผลข้อมูลได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

เนื้อหาในรายงานครอบคลุมตั้งแต่การติดตั้งระบบฐาน (Base) และเครื่องรับสัญญาณเคลื่อนที่ (Rover) การวางแผนและบินโดรน การเก็บข้อมูลภาคสนาม การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายในโปรแกรม Agisoft Metashape การเชื่อมโยงค่าพิกัดกับระบบภูมิสารสนเทศ (QGIS) ตลอดจนการประเมินความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จาก UAV แต่ละระบบ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำแผนที่ภูมิประเทศ หรือ การศึกษาทางสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง อาจารย์ผู้สอนรายวิชา *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Application and Data Processing* ที่ได้ให้คำแนะนำและความรู้ตลอดการปฏิบัติงานภาคสนาม ตลอดจนเพื่อนนิสิตทุกคนที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในทุกขั้นตอน จนทำให้รายงานฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการศึกษาการใช้งานเครื่องมือ GNSS และ UAV รวมถึงเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งานด้านภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อมต่อไป

จัดทำโดย

นาย ศุภวัตร คงภักทรนนท์

สารบัญ

๑. คำนำ	
บทนำ	๑
วัตถุประสงค์	
๑. การทำรังวัดด้วยระบบ RTK โดยใช้ Trimble R๘s	๒
๑.๑ วัตถุประสงค์ของการรังวัด RTK	๒
๑.๒ ขั้นตอนการรังวัด RTK ด้วย Trimble R๘s	๒
๑.๓ ผลลัพธ์จากการรังวัด	๓
๒. คู่มือการใช้งานเครื่อง Trimble R๘s	๔
๒.๑ อุปกรณ์ในการทำงานสำรวจแบบ RTK	๔
๒.๒ การติดตั้งตัว Base	๕
๒.๓ การวัดความสูงของจานรับสัญญาณดาวเทียม	๖
๒.๔ ขั้นตอนการเชื่อมต่อ Bluetooth ตัว Base	๗
๒.๕ การติดตั้งและการทำงานของ Rover	๙
๒.๖ การปิดงานและเก็บอุปกรณ์	๑๔
๒.๗ ผลลัพธ์	๑๕
๓. การปฏิบัติงานด้วยโดรน DJI Phantom ๔ Pro V๒	๑๖
๓.๑ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้	๑๖
๓.๒ ขั้นตอนการประกอบโดรน	๑๗
๓.๓ การขออนุญาตขึ้นบิน (ตามกฎหมายไทย)	๑๙
๓.๔ ข้อห้ามสำคัญในการบินโดรน	๒๐

บทนำ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics) เป็นเครื่องมือสำคัญในการสำรวจและจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยเฉพาะ ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GNSS) ซึ่งสามารถให้ค่าพิกัดที่มีความแม่นยำสูง และเมื่อใช้งานร่วมกับเทคนิค Real Time Kinematic (RTK) จะช่วยลดความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งได้ในระดับเซนติเมตร

อุปกรณ์ Trimble R๘s เป็นเครื่องรับสัญญาณ GNSS ประสิทธิภาพสูงที่สามารถรับสัญญาณจากหลายระบบดาวเทียม เช่น GPS, GLONASS, Galileo และ BeiDou ทำให้สามารถให้ค่าพิกัดที่มีความเสถียรและแม่นยำ เหมาะสำหรับงานสำรวจภาคสนาม เช่น การกำหนดจุดควบคุม การสำรวจภูมิประเทศ และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่

ในขณะเดียวกัน เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ก็เป็นนวัตกรรมที่ช่วยให้การเก็บข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศทำได้อย่างรวดเร็ว ครอบคลุมพื้นที่กว้าง และให้ภาพที่มีความละเอียดสูง เมื่อนำข้อมูลจาก UAV มาประมวลผลร่วมกับข้อมูลพิกัดจาก GNSS ในโปรแกรม Agisoft Metashape และ QGIS จะสามารถสร้างแบบจำลองภูมิประเทศ (Digital Elevation Model: DEM) และแผนที่ภาพเชิงภูมิศาสตร์ (Orthomosaic Map) ที่มีความถูกต้องและละเอียดสูงได้

เทคโนโลยี GNSS และ UAV มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของหลายหน่วยงานในประเทศไทย เช่น

- กรมแผนที่ทหาร ใช้ในงานสำรวจและจัดทำแผนที่มาตราส่วนใหญ่
- กรมพัฒนาที่ดิน ใช้ในการจัดทำแผนที่การใช้ที่ดินและวิเคราะห์พื้นที่เกษตรกรรม
- กรมโยธาธิการและผังเมือง ใช้ในงานผังเมืองและติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุมชน
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระดับประเทศ

นอกจากนี้ สถาบันการศึกษาหลายแห่งยังนำเทคโนโลยีดังกล่าวไปใช้ในการเรียนการสอนและวิจัยด้านภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาทักษะและความเข้าใจของนิสิตนักศึกษาในการประยุกต์ใช้เครื่องมือภูมิสารสนเทศในภาคปฏิบัติ

รายงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษากระบวนการใช้งานเครื่อง Trimble R๘s GNSS Receiver และ UAV ในการสำรวจภาคสนาม ตั้งแต่การติดตั้งอุปกรณ์ การเก็บข้อมูล การประมวลผลภาพถ่าย ไปจนถึงการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสร้างแผนที่และวิเคราะห์พื้นที่อย่างถูกต้องแม่นยำ รายงานนี้จึงเป็นแนวทางสำคัญในการเรียนรู้และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในภาคปฏิบัติ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในงานด้านสิ่งแวดล้อม เกษตรกรรม และการวางแผนการใช้พื้นที่ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของรายงาน

รายงานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

๑. ศึกษาและทำความเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS Trimble R๘s และอากาศยานไร้คนขับ (UAV) เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ
๒. ฝึกปฏิบัติการรังวัดด้วยเทคนิค Real-Time Kinematic (RTK) ตั้งแต่ขั้นตอนการติดตั้งสถานีฐาน (Base Station) และเครื่องรับเคลื่อนที่ (Rover) จนถึงการเก็บและส่งออกข้อมูลพิกัด
๓. เรียนรู้กระบวนการเก็บข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศด้วย โดรน DJI Phantom ๔ Pro V๒ และการประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรม Agisoft Metashape เพื่อสร้างแผนที่ภาพถ่ายภูมิประเทศ (Orthomosaic Map) และแบบจำลองภูมิประเทศดิจิทัล (DEM)
๔. ฝึกการนำข้อมูลพิกัดและภาพถ่ายเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (QGIS) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่และประยุกต์ใช้ในงานภูมิสารสนเทศ
๕. ประเมินความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการรังวัดและการบินโดรน เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและความแม่นยำของผลลัพธ์
๖. จัดทำคู่มือประกอบการเรียนรู้สำหรับนิสิตหรือผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในงานสำรวจ สิ่งแวดล้อม และการวางแผนพัฒนาพื้นที่ในอนาคต

การทำรังวัดด้วยระบบ RTK โดยใช้ Trimble R๘s

การรังวัดแบบ RTK (Real-Time Kinematic) เป็นเทคนิคของระบบ GNSS ที่ช่วยให้สามารถหาค่าพิกัดตำแหน่งได้อย่างแม่นยำในระดับเซนติเมตรแบบเรียลไทม์ โดยอาศัยการสื่อสารระหว่างเครื่อง **Base Station** และ **Rover** ผ่านสัญญาณวิทยุหรืออินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ Trimble R๘s เป็นหนึ่งในเครื่องรับสัญญาณ GNSS ที่ได้รับความนิยมสูง เนื่องจากมีความแม่นยำสูง ใช้งานง่าย และสามารถเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ เช่น TSC๓ หรือ TSC๗ ได้อย่างสะดวก

วัตถุประสงค์ของการรังวัด RTK

๑. เพื่อกำหนดค่าพิกัดของจุดที่สนใจในระบบพิกัด **Geographic** หรือ **UTM** ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
๒. เพื่อนำค่าพิกัดที่ได้ไปใช้ในงานสำรวจพื้นที่ การจัดทำแผนที่ งานออกแบบก่อสร้าง หรือการตั้งจุดควบคุมภาคสนาม
๓. เพื่อให้สามารถบันทึกและส่งข้อมูลพิกัดแบบเรียลไทม์ พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ทันที

ขั้นตอนการรังวัด RTK ด้วย Trimble R๘s

๑. เตรียมอุปกรณ์

- ตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง Trimble R๘s ทั้งส่วนของ Base และ Rover
- ตรวจสอบระดับพลังงานของแบตเตอรี่ ความมั่นคงของขาตั้ง และการเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ TSC๓

๒. การติดตั้ง Base Station

- วางเครื่อง **Base Station** บนจุดที่ทราบค่าพิกัดล่วงหน้า
- เปิดเครื่องและตั้งค่าโหมดการทำงานเป็น **Base** พร้อมกำหนดค่าพิกัดอ้างอิง (Reference Point)
- เปิดการส่งสัญญาณ Correction เพื่อให้ Rover สามารถรับข้อมูลแก้ไขพิกัดแบบเรียลไทม์

๓. การตั้งค่า Rover

- เปิดเครื่อง **Rover** และเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์
- ตั้งค่าโหมดการทำงานเป็น **Rover Mode** และเชื่อมต่อกับ Base Station เพื่อรับสัญญาณ Correction แบบเรียลไทม์

๔. การรังวัดจุดภาคสนาม

- เคลื่อนย้าย Rover ไปยังตำแหน่งที่ต้องการรังวัด
- รอให้สัญญาณมีความนิ่งและเสถียร (Fixed Solution)
- บันทึกค่าพิกัดและรายละเอียดของจุดรังวัด เช่น หมายเลขจุด หรือคำอธิบายตำแหน่ง

๕. การตรวจสอบและบันทึกข้อมูล

- ตรวจสอบค่าความแม่นยำ เช่น HDOP (Horizontal Dilution of Precision) และ VDOP (Vertical Dilution of Precision)
- ส่งออกไฟล์ข้อมูลพิกัด เช่น .csv หรือ .job เพื่อใช้ในการประมวลผลและวิเคราะห์ต่อไปในโปรแกรม Trimble Business Center (TBC)

ผลลัพธ์จากการรังวัด

การรังวัดด้วยระบบ RTK โดยใช้อุปกรณ์ Trimble R๘s สามารถให้ค่าพิกัดของ Ground Control Points (GCPs) และ Check Points ในระบบพิกัด UTM Zone ๔๗N (WGS๘๔) ได้อย่างแม่นยำในระดับเซนติเมตร ข้อมูลที่ได้จากการรังวัดสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้

คู่มือการใช้งานเครื่อง Trimble R๘s

อุปกรณ์ในการทำงานสำรวจแบบ rtk



ได้เลยครับ นี่คือรายการซื้ออุปกรณ์อย่างเดียว (จัดเรียงเรียบร้อยแล้ว):

๑. TSC๓ Controller with Trimble Access Field Software
๒. Trimble R๘s (๒ ชุด: Base, Rover)
๓. เสาวิทย Internal Radio สำหรับงานสำรวจ RTK
๔. เสาวขนาด ๒๐ cm
๕. แบตเตอรี่สำหรับเครื่อง Trimble R๘s
๖. Tribach และ Adapter
๗. Aluminum Tripod
๘. GNSS Pole (Survey Pole)
๙. Bipod Pole
๑๐. อุปกรณ์วัดความสูง / ตลับเมตร
๑๑. Transportation Case
๑๒. แฟลชไดร์ฟสำหรับคัดลอกข้อมูลจาก Controller
๑๓. Internal Battery Charger and Adapter

การติดตั้งตัว Base

เริ่มจากการนำขาตั้งกล้องอะลูมิเนียม (Aluminum Tripod) ไปติดตั้ง ณ จุดควบคุมที่ทราบค่าพิกัด ซึ่งจะ ใช้เป็นตำแหน่งฐาน (Base Station) สำหรับการรังวัด โดยให้ยึดขาข้างหนึ่งของขาตั้งกล้องเป็นขาหลัก จากนั้นปรับตำแหน่งของขาอีกสองขาให้ฐานสำหรับวาง Tribrach อยู่ในแนวระนาบ และให้จุดกึ่งกลางของฐานอยู่ตรงกับ หมุดควบคุมที่กำหนด

เมื่อตั้งขาตั้งกล้องได้ในตำแหน่งที่เหมาะสมแล้ว ให้วาง Tribrach ลงบนฐานขาตั้งกล้อง โดยให้จุดกึ่งกลางของ Tribrach ตรงกับศูนย์กลาง ของหมุดควบคุม จากนั้นขันเกลียวยึดให้แน่นเพื่อป้องกันการขยับหรือคลาดเคลื่อน

ต่อมาให้ทำการปรับระดับฟองกลม (Circular Bubble) ที่อยู่บน Tribrach ให้อยู่ในตำแหน่งตรงกลาง โดยหมุนสกรูปรับระดับ (Foot Screws) ทั้งสามจุดอย่างระมัดระวังจนฟองอากาศอยู่ในตำแหน่งสมดุล ตรวจสอบซ้ำอีกครั้งให้แน่ใจว่า Tribrach อยู่ในแนวกึ่งกลางและระดับพอดีกับหมุดควบคุม เพื่อความถูกต้องของการ

รังวัดใน ขั้นตอนถัดไป

เมื่อติดตั้งฐานขาตั้งกล้องและปรับระดับเรียบร้อยแล้วให้นำเครื่องรับสัญญาณ Trimble R๘s ที่ได้ต่อเข้ากับเสาอากาศ RTK มาประกอบเข้ากับ Tribrach บนขาตั้งกล้องที่เตรียมไว้ จากนั้นวัดความสูงของเครื่องจากจุดกึ่งกลางของเส้นสีเหลืองบนตัวเครื่องลงมาถึงพื้นดิน และจดบันทึกค่าความสูงดังกล่าวไว้ เพื่อใช้ในการคำนวณค่า พิกัดในภายหลัง



การวัดความสูงของจานรับสัญญาณ ดาวเทียมของ Trimble โดยใช้ตลับเมตรสำหรับ การวัดความสูงในแนวตั้ง มี ๒ แบบ

๑.การวัดของตัว Base วัดจาก center of bumper ถึงพื้นดิน

๒.การวัดของตัว Rover วัดจาก bottom of antenna mount ถึงพื้นดิน



เมื่อประกอบเครื่องเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบความมั่นคงของฐานโดยตรวจสอบว่าขาตั้งกล้องและ Tribrach ถูกขันแน่น ไม่โยกคลอน และพองลมอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางพอดี สถานที่ติดตั้งควรเป็นพื้นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีดขวาง สัญญาณดาวเทียม เช่น อาคารหรือแนวต้นไม้ เพื่อให้การรับสัญญาณ GNSS มีความเสถียรและแม่นยำสูงสุด

จากนั้นเปิดเครื่อง Trimble R๘s (Base) โดยกดปุ่ม Power และรอจนไฟแสดงสถานะ (LED Indicators) ปรากฏขึ้น แสดงว่าเครื่องพร้อมใช้งาน แล้วเชื่อมต่อเครื่อง Base เข้ากับ Controller เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการตั้งค่า RTK Base สำหรับเริ่มต้นการรังวัด



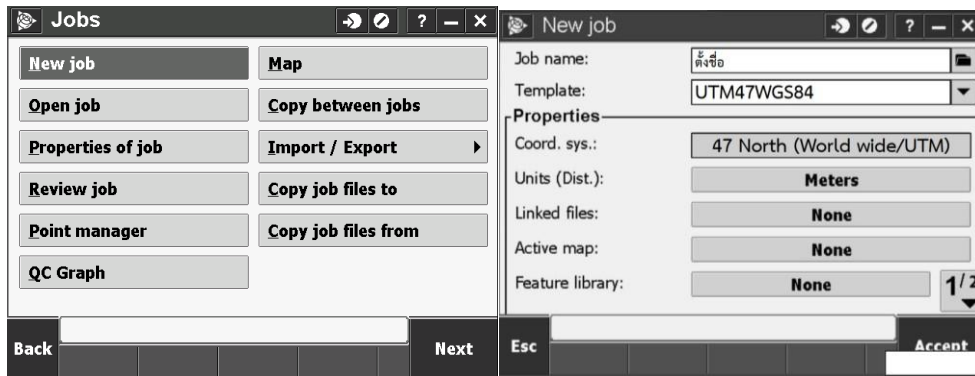


ขั้นตอนการเชื่อมต่อ Bluetooth ตัว Base

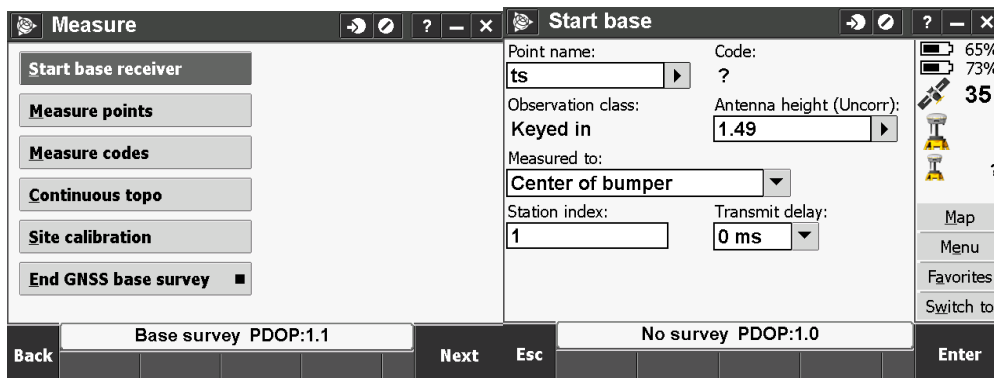
เริ่มที่การตั้งเครื่อง Base และ Rover ให้ตรงกับรหัสของเครื่องหากตั้งสลับกันจะไม่สามารถทำงานได้ ขั้นตอนจะเริ่มจากการเปิดเครื่อง คลิก Setting > Connects > Bluetooth เมื่อเลือก Base และ Rover ได้ ถูกต้อง






จากนั้นให้ทำการสร้าง Project ใหม่โดยให้คลิกที่ General Survey > Jobs > New job จากนั้นตั้งชื่อ ตามที่ต้องการ แนะนำให้ตั้งชื่อตามวันแล้วต่อด้วยชื่องานที่ทำเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา และจดจำ เมื่อเราสร้าง งานใหม่แล้วทุกอย่างที่ทำต่อจากนั้นจะถูกเก็บไว้ใน Job ที่สร้างโดยอัตโนมัติ



ขั้นตอนต่อมาคือการกรอกข้อมูล Base โดยคลิกที่ General Survey > Measure > RTK > Start base receiver > ตั้งชื่อตัว Base ใส่ค่าพิกัด x,y,z โดยทุกค่านั้นมีหน่วยเป็นเมตร ข้อควรระวังคือการใส่ค่า z จะต้องเป็นค่าที่วัดจาก center of bumper ถึงพื้นดิน เท่านั้น จากนั้นให้รอตัวเครื่องปรับสัญญาณจากดาวเทียมปรับทำ การปรับแก้ค่าให้เสถียรที่สุดควรรอประมาณ ๓๐ นาทีเป็นขั้นต่ำ เมื่อเชื่อมต่อสำเร็จจะมีไฟขึ้น ๓ ดวงดังรูป

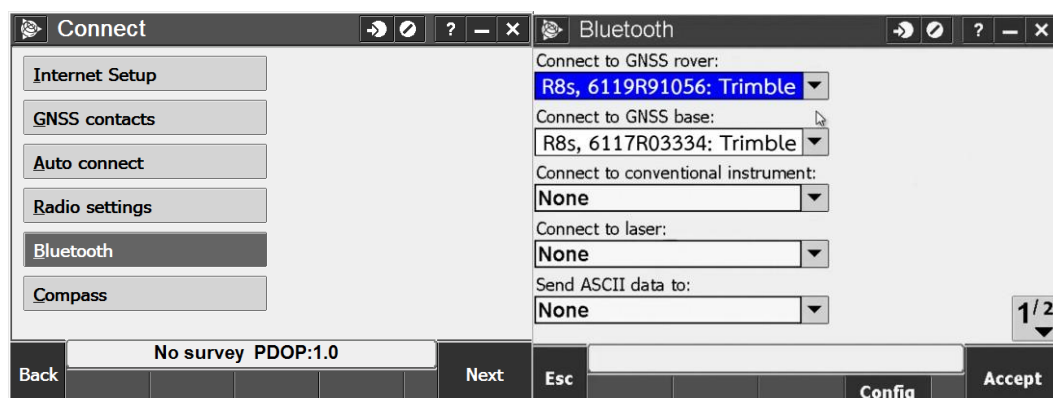


สถานะ			
OFF	ดับ	ดับ	ดับ
ON	-	-	สว่างนิ่ง
ระดับพลังงานต่ำ	-	-	กะพริบถี่
จำนวน ดาวเทียม<๔ดวง	กะพริบถี่	-	-
จำนวน ดาวเทียม>๔ดวง	กะพริบช้า	-	-
บันทึกข้อมูล	-	-	กะพริบทุกๆ ๓วินาที
รับสัญญาณจาก Base	-	กะพริบเมื่อได้รับสัญญาณ	-

การติดตั้งและการทำงานของ Rover

ประกอบเครื่อง Trimble R๘s อีกเครื่องเพื่อเก็บตัวรับสัญญาณที่จะใช้ในการเก็บพิกัด แล้วให้นำไปติดตั้ง กับ ขาตั้ง Bipod-Pole หมุนให้แน่นแล้วนำไปติดกับขาตั้ง Bipod-Pole ๒ ขา เพื่อให้การปรับพองน้ำระดับของตัว Rover ไม่ขยับไปมา หากไม่ใช่ Bipod-Pole ๒ แล้วใช้วิธีการอื่นถือให้หนึ่งเกิดการผิดพลาดของข้อมูลได้

เมื่อเตรียม Rover เสร็จแล้วให้เริ่มทำการเปิดเครื่องที่ปุ่ม Power จากนั้นเชื่อมต่อ Bluetooth กับตัวรับสัญญาณ Rover กับตัวเครื่อง Controller โดยให้คลิกที่ Setting > Connects > Bluetooth ในช่องของ Rover ให้ตรงกับ serial number เลือก Accept และ ESC เพื่อออกจากหน้านี้



เริ่มทำการเก็บพิกัดโดยให้นำตัว Rover ไปวางที่จุดตัดต่งที่ต้องการเก็บพิกัด ในทุกครั้งที่มีการย้ายจุดต้อง ตรวจสอบพองน้ำระดับให้อยู่ตรงกลางทุกครั้งเพื่อความแม่นยำในการเก็บข้อมูล

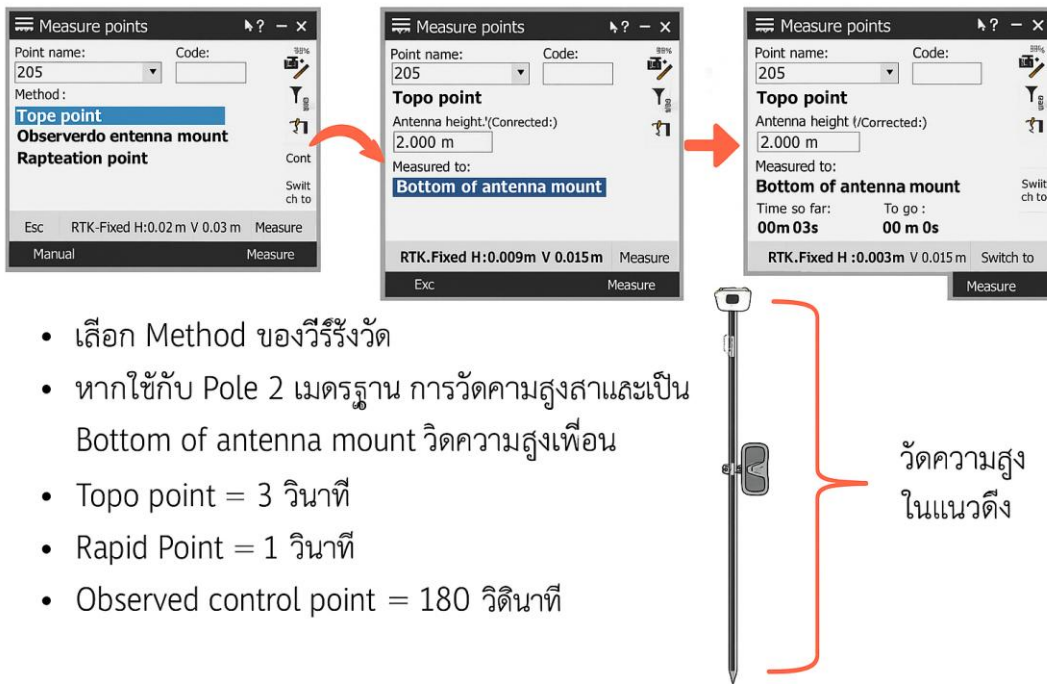


การใช้ Controller เพื่อเก็บข้อมูลนั้น ให้เข้าไปที่หน้า Jobs ที่เราสร้างเอาไว้แล้วคลิกที่ Measure > RTK

> Measure point กด next ตรวจสอบให้แน่ใจว่าต้องมีดาวเทียมอย่างน้อย ๕ ดวง PDOP น้อยกว่า ๒ เพื่อความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูล แล้วกด ACCEPT

Measure points		65%	73%
Point name:	Code:		
p008	?		
Method:		20	
Topo point			
Antenna height (Uncorr):			
1.8			
Measured to:			
Bottom of antenna mount			
RTK:Fixed H:0.011m V:0.019m RMS:020			
Esc	Options	Enter	

เริ่มการเก็บจุดที่ ๑ ใส่ชื่อจุดที่ต้องการเก็บ จากนั้นให้เลือก topo point แล้วให้ใส่ความสูงของตัว Rover มั่นใจว่าเป็น bottom of antenna mount ให้ดูความสูงจากเสาที่ให้ติดตั้งตัว Rover เพื่อความถูกต้องของข้อมูล ไม่ควรปรับความสูงของ Rover บ่อยๆ หรือหากมีการปรับแก้ค่าความสูงต้องแก้ที่ตัว Controller ด้วย เมื่อตั้งค่า แล้วให้กด Measure จากนั้นรอ ๓ วินาที หรือให้รอตามตัวเลขที่เลือกเอาไว้ตั้งมีทั้ง ๓ วินาทีหรือ ๓ นาที



- เลือก Method ของวิธีรังวัด
- หากใช้กับ Pole 2 เมตรฐาน การวัดความสูงเสาและเป็น Bottom of antenna mount วัดความสูงเพื่อน
- Topo point = 3 วินาที
- Rapid Point = 1 วินาที
- Observed control point = 180 วินาที

Time so far: จำนวนเวลาที่เครื่องเก็บ ข้อมูลได้ (นับเดินหน้า)

Epochs remaining: จำนวนเวลาที่ เหลืออยู่จากค่าที่กำหนด โดยเวลาจะนับถอยหลัง

* สามารถตั้ง Rover เกินเวลาที่กำหนดได้ Time so far จะนับไปจนกว่าจะกด Store (มุมล่างขวา)

ในระหว่างการรอห้ามมีการขยับตัว Rover เด็ดขาดเพราะจุดนั้นจะ Error เมื่อครบ ๓ วินาที แล้วให้คลิก Store จากนั้นจึงจะสามารถขยับตัว Rover เพื่อไปยังจุดถัดไปได้ เมื่อครบทุกจุดกด End Survey และ Shutdown ทั้งตัว Base และ Rover ได้เลย

ข้อควรระวัง :

หากมีความจำเป็นต้องปรับความสูงของเสา Rover จะต้องปรับค่าความสูงในช่อง Antenna Height ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงของเสา เพื่อให้ค่าพิกัดที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ

Measure points

Point name: Code:

Method: **Topo point**

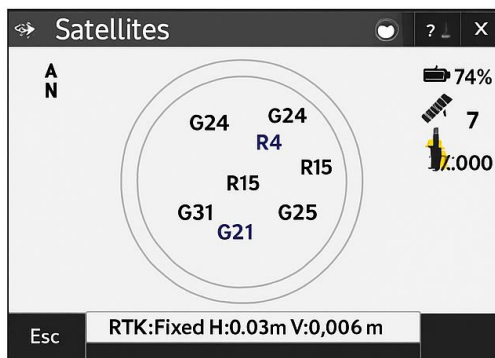
Antenna height (Uncorr):

Measured to: **Bottom of antenna mount**

Time so far: **0m6s** Time to go: **0m0s**

RTK: Fixed H:0.009m V:0.014m

Esc Options Store



Receiver status

Power (Battery): 74% Memory free: 54011kb

GPS time: 44737s GPS week: 1834

RTK: Fixed H:0.00m V:0.006m

GNSS functions

Baver Rover Mode Bluetooth Data link

Start survey End survey Receiver Satellites

Position Navigate to point Import Files Receiver status

RTK: Fixed H:0.06m V:0.012m

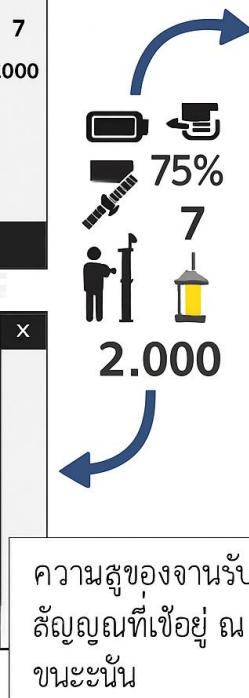
Rover data link

Type: Radio Radio: Receiver Internal

Station index: 17 Reliability: 100%

Base data age: 0,6 s

RTK: Fixed H:0.03m V:0.006m



สัญลักษณ์ในภาพมีความหมายดังนี้ หน้าต่าง Satellites

- วงกลม → แสดงตำแหน่งดาวเทียมที่เครื่องรับกำลังใช้งานในขณะนั้น
- G = ดาวเทียมระบบ GPS (สหรัฐฯ)
- R = ดาวเทียมระบบ GLONASS (รัสเซีย)
- B = ดาวเทียมระบบ BeiDou (จีน)

- E = ดาวเทียมระบบ Galileo (ยุโรป)
- สีของตัวเลข

สีน้ำเงิน = ดาวเทียมที่เครื่องรับกำลังใช้งานในการคำนวณพิกัด สีเทา = ดาวเทียมที่ตรวจจับได้แต่ยังไม่ถูกใช้

หน้าต่าง GNSS Functions ใช้เลือกโหมดการทำงาน เช่น

- Base Mode → ตั้งเครื่องเป็นฐาน (Base Station)
- Rover Mode → ตั้งเครื่องเป็นโรเวอร์ (Rover) สำหรับเก็บพิกัด
- Bluetooth / Data Link → ตั้งค่าการเชื่อมต่อสัญญาณ
- Receiver Status / Satellites → ดูสถานะสัญญาณและดาวเทียมที่ได้รับได้

หน้าต่าง Receiver Status

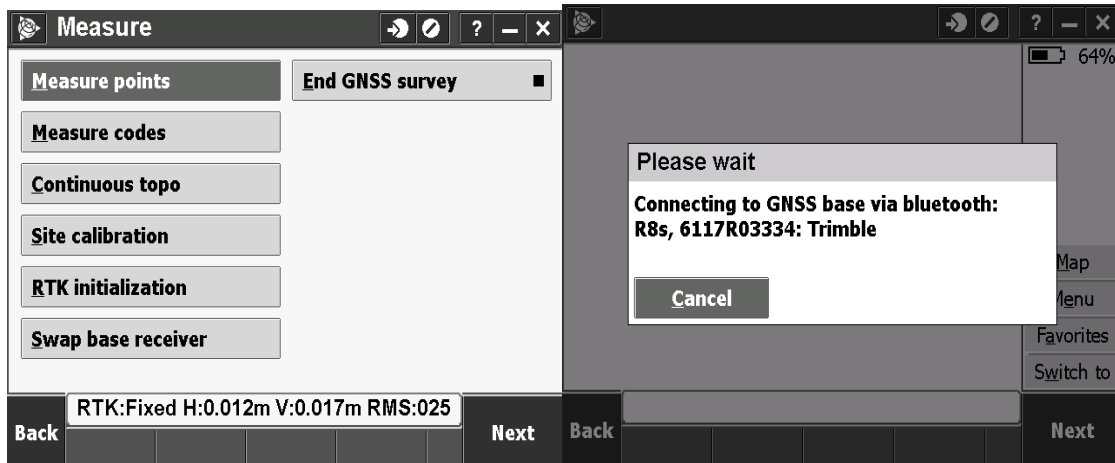
- Battery ๑ (๗๔%) → ระดับพลังงานของแบตเตอรี่เครื่องรับ
- GPS Time / GPS Week → เวลามาตรฐานของระบบดาวเทียม
- Antenna Height = ๒.๐๐๐ m → ความสูงของเสาอากาศ GNSS ที่ต้องใส่ให้ถูกต้องทุกครั้งที่เปลี่ยนความสูงเสา

หน้าต่าง Rover Data Link

- Type: Radio → การรับส่งสัญญาณระหว่าง Base กับ Rover ผ่านคลื่นวิทยุ
 - Receiver Internal → ใช้โมดูลวิทยุภายในเครื่อง
 - Station Index: ๑๗ → หมายเลขสถานีฐานที่เชื่อมต่ออยู่
 - Reliability: ๑๐๐% → ความเชื่อมั่นของการรับข้อมูล
 - Base Data Age: ๐.๖ s → อายุข้อมูลจากสถานีฐาน (ควรต่ำกว่า ๑ วินาที เพื่อความเสถียร)
- สัญลักษณ์ตรงกลางภาพ
- เสาอากาศ GNSS บนขาตั้ง → แทน Base Station
 - เครื่อง Rover → ใช้รับสัญญาณจาก Base และดาวเทียม
 - ลูกศรเส้นประสีแดง → แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลและสถานะการส่งสัญญาณระหว่างส่วนต่าง ๆ
 - ตัวเลข ๗ → จำนวนดาวเทียมที่ Rover ใช้งานขณะนั้น
 - เปอร์เซ็นต์ ๗๕% → สถานะแบตเตอรี่ของเครื่อง
 - ๒.๐๐๐ m → ความสูงเสาอากาศ (ต้องตรวจสอบทุกครั้งก่อนเริ่มงาน)

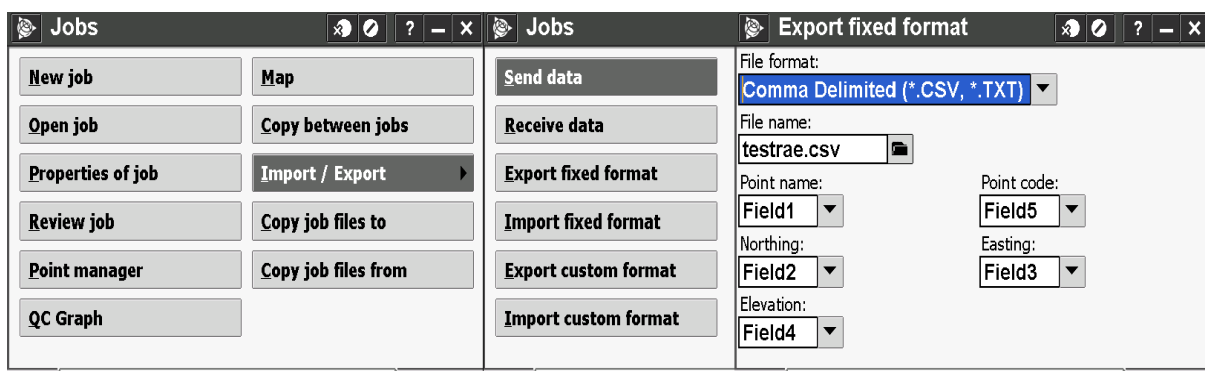
การปิดงานและเก็บอุปกรณ์

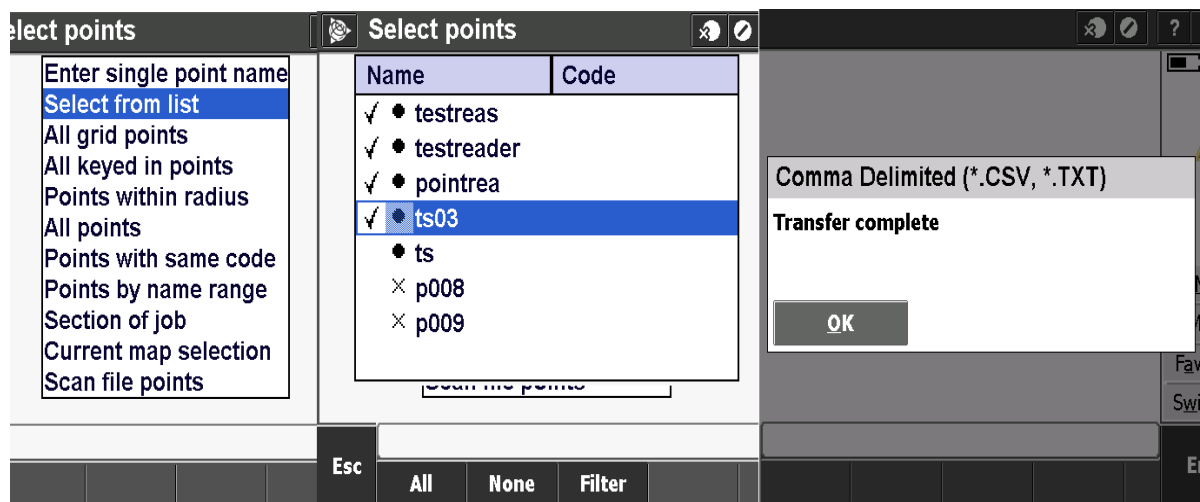
เมื่อทำงานเสร็จสิ้น ให้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้ บน Controller ไปที่ Measure → End GNSS Survey , End GNSS base survey กด Yes เพื่อยืนยันการสิ้นสุดงาน รอจน Controller ทำการปิดเครื่อง Trimble R๘s โดยอัตโนมัติ เมื่อไฟที่ตัวเครื่องดับลง ให้เก็บอุปกรณ์ทั้งหมด ถอดแบตเตอรี่ ออกจากเครื่อง GNSS ทุกครั้งหลังใช้งาน เพื่อยืดอายุการใช้งาน



ขั้นตอนการนำข้อมูลจุด Controller ของ Trimble R๘s ออกมาในรูปแบบไฟล์ CSV

เสียบแฟลชไดรฟ์เข้าตัว Controller เมื่อเข้าแล้วจะขึ้นคำว่า Hard Disk เลือก Job ที่สร้างไว้ แล้วเลือก Export ไฟล์ออกมา สามารถเลือกจุดที่ต้องการได้จากตัวเลือก select from list เลือกจุดที่ต้องการจากนั้นให้กด enter ตรวจสอบมั่นใจว่างานอยู่ในแฟลชไดรฟ์แล้ว





ผลลัพธ์

	A	B	C	D	
1	id	y	x	z	
2	agi01	1851839	627521.8	41.105	
3	agi02	1851853	627487.4	41.365	
4	agi03	1851866	627480.6	41.359	
5	agi04	1851878	627473.7	41.36	
6	agi05	1851884	627484.6	41.398	
7	agi06	1851872	627491.5	41.412	
8	agi07	1851859	627498.3	41.402	

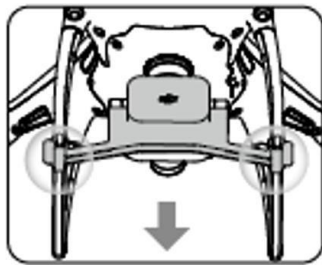
การเตรียมและประกอบโดรน DJI Phantom ๔ Pro V๒

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

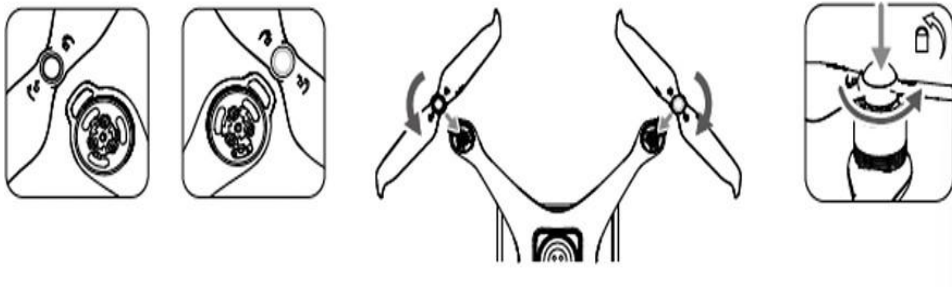
ได้แก่ ใบพัด (Propellers) จำนวน ๔ ใบ, แบตเตอรี่โดรน (Battery), การ์ดบันทึกข้อมูล (SD Card), รีโมทคอนโทรล (Remote Controller), แผ่น GCP, แท็บเล็ตหรือ iPad ที่ติดตั้งแอป DJI GS Pro, และสายเชื่อมต่อ USB/Lightning

ขั้นตอนการประกอบโดรน

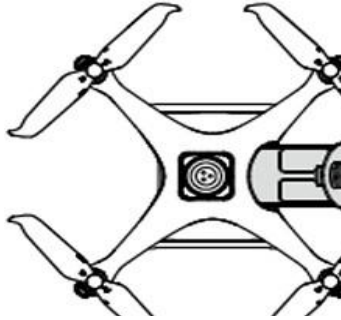
ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ : นำตัวเครื่องออกจากกล่อง ถอดที่ครอบกล่องออก ตรวจสอบสภาพภายนอก ของกล่อง และขาให้เรียบร้อย ไม่ควรมีรอยแตกหรือความเสียหาย



ใส่ใบพัด (Propellers) : ติดตั้งใบพัดให้ตรงกับสีของมอเตอร์ — ใบพัดสีเทาและสีดำต้องใส่ให้ถูก ตำแหน่ง จากนั้นหมุนล็อกตามทิศที่กำหนดจนแน่น



ใส่แบตเตอรี่ (Battery) : สอดแบตเตอรี่เข้าช่องด้านหลังเครื่องจนได้ยินเสียงคลิกล็อก



1. ใส่ SD Card : ใส่การ์ดบันทึกข้อมูลลงในช่อง SD ให้แน่น เพื่อใช้เก็บภาพและข้อมูลการบิน
2. ตรวจสอบความพร้อมก่อนเปิดเครื่อง

การขออนุญาตขึ้นบิน (ตามกฎหมายไทย)

ก่อนทำการบิน ต้องได้รับอนุญาตจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

- สำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย (CAAT) → ลงทะเบียนเครื่องและผู้ควบคุม
- สำนักงาน กสทช. → ขึ้นทะเบียนสัญญาณวิทยุ (Remote Control Frequency)
- เจ้าของพื้นที่ → หากเป็นพื้นที่เอกชน หรือในเขตสถาบัน ต้องขออนุญาตสถานที่ก่อนบิน
- ประกันภัยโดรน → ควรมีหลักฐานประกันภัยคุ้มครองตัวโดรนและบุคคลภายนอก เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของหน่วยงานและลดความเสี่ยง

ข้อห้ามสำคัญ :

การบินโดรนต้องได้รับอนุญาตและปฏิบัติตามกฎหมาย เช่น พ.ร.บ.การเดินอากาศ พ.ศ. ๒๕๕๗ และประกาศกระทรวงคมนาคม ห้ามบินก่อดังร้าย, บินซุ่ม, หรือบินเหนือชุมชน/สนามบิน/สถานที่ราชการโดยไม่มีใบอนุญาต ต้องบินไม่เกิน ๙๐ เมตร, มองเห็นโดรนตลอดเวลา, เว้นระยะห่างจากบุคคล และสิ่งปลูกสร้าง และหลีกเลี่ยงเมฆหรืออากาศยานอื่น ผู้บังคับต้องไม่เมาหรือเหนื่อยล้า ฝ่าฝืนมีโทษ จำคุกหรือปรับสูงสุด ๕๐,๐๐๐ บาท

