



รายงานคู่มือรายละเอียดวิชา

Unmanned Aerial Vehicle Application and Image Processing

เสนอ

รศ.ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง

จัดทำโดย นาย ศุทธวัต คงภัตรนนท์ รหัสนิสิต ๖๒๖๒๖๕๕๓๓

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา

Unmanned Aerial Vehicle Application and Image Processing

การประยุกต์ใช้และการประมวลผลภาพจากอากาศยานไร้คนขับ

ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๘ มหาวิทยาลัยนเรศวร

คำนำ

รายงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคู่มือการปฏิบัติงานภาคสนามในการใช้งานเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GNSS Trimble R8s และ อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญในการกระบวนการสำรวจและทำแผนที่ในงานภูมิสารสนเทศสมัยใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นิสิตหรือผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าใจขั้นตอนการติดตั้ง การใช้งาน และการประมวลผลข้อมูลได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

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

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ลิทธิชัย ชูสำโรง อาราชาร์ดผู้สอนรายวิชา Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Application and Data Processing ที่ได้ให้คำแนะนำและความรู้ตลอดการปฏิบัติงานภาคสนาม ตลอดจนเพื่อนนิสิตทุกคนที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในทุกขั้นตอน จนทำให้รายงานฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ต้องการศึกษาการใช้งานเครื่องมือ GNSS และ UAV รวมถึงเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งานด้านภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อมต่อไป

จัดทำโดย

นาย ศุทธิวัต คงภัทรนนท์

สารบัญ

๑. คำนำ	๑
บทนำ	
๑. การทำรังวัดด้วยระบบ RTK โดยใช้ Trimble Rss	๒
๑.๑ วัตถุประสงค์ของการรังวัด RTK	๒
๑.๒ ขั้นตอนการรังวัด RTK ด้วย Trimble Rss	๒
๑.๓ ผลลัพธ์จากการรังวัด	๓
๒. คู่มือการใช้งานเครื่อง Trimble Rss	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	๘
๒.๖ การปิดงานและเก็บอุปกรณ์	๑๔
๒.๗ ผลลัพธ์	๑๕
๓. การปฏิบัติงานด้วยโดรน DJI Phantom ๔ Pro V2	๑๖
๓.๑ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้	๑๖
๓.๒ ขั้นตอนการประกอบโดรน	๑๗
๓.๓ การขออนุญาตขึ้นบิน (ตามกฎหมายไทย)	๑๙
๓.๔ ข้อห้ามสำคัญในการบินโดรน	๒๐

บทนำ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics) เป็นเครื่องมือสำคัญในการสำรวจและจัดการข้อมูล เขิงพื้นที่ โดยเฉพาะ ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GNSS) ซึ่งสามารถให้ค่าพิกัดที่มีความแม่นยำสูง และ เมื่อใช้งานร่วมกับเทคนิค Real Time Kinematic (RTK) จะช่วยลดความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งได้ใน ระดับเซนติเมตร

อุปกรณ์ Trimble R8 เป็นเครื่องรับสัญญาณ GNSS ประสิทธิภาพสูงที่สามารถรับสัญญาณจากหลายระบบ ดาวเทียม เช่น GPS, GLONASS, Galileo และ BeiDou ทำให้สามารถให้ค่าพิกัดที่มีความเสถียรและแม่นยำ เหมาะสำหรับงานสำรวจภาคสนาม เช่น การกำหนดจุดควบคุม การสำรวจภูมิประเทศ และการตรวจสอบ ความถูกต้องของข้อมูลเขิงพื้นที่

ในขณะเดียวกัน เทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) ก็เป็นนวัตกรรมที่ ช่วยให้การเก็บข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศทำได้อย่างรวดเร็ว ครอบคลุมพื้นที่กว้าง และให้ภาพที่มีความละเอียด สูง เมื่อนำข้อมูลจาก UAV มาประมวลผลร่วมกับข้อมูลพิกัดจาก GNSS ในโปรแกรม Agisoft Metashape และ QGIS จะสามารถสร้างแบบจำลองภูมิประเทศ (Digital Elevation Model: DEM) และแผนที่ภูมิศาสตร์ (Orthomosaic Map) ที่มีความถูกต้องและละเอียดสูงได้

เทคโนโลยี GNSS และ UAV มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานของหลายหน่วยงานในประเทศไทย เช่น

- กรมแผนที่ทหาร ใช้ในงานสำรวจและจัดทำแผนที่มาตราส่วนใหญ่
- กรมพัฒนาที่ดิน ใช้ในการจัดทำแผนที่การใช้ที่ดินและวิเคราะห์พื้นที่เกษตรกรรม
- กรมโยธาธิการและผังเมือง ใช้ในงานผังเมืองและติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุมชน
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเขิงพื้นที่ ในระดับประเทศ

นอกจากนี้ สถาบันการศึกษาหลายแห่งยังนำเทคโนโลยีดังกล่าวไปใช้ในการเรียนการสอนและวิจัยด้าน ภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนาทักษะและความเข้าใจของนิสิตนักศึกษาในการประยุกต์ใช้เครื่องมือภูมิ สารสนเทศในภาคปฏิบัติ

รายงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาระบวนการใช้งานเครื่อง Trimble R8 GNSS Receiver และ UAV ใน การสำรวจภาคสนาม ตั้งแต่การติดตั้งอุปกรณ์ การเก็บข้อมูล การประมวลผลภาพถ่าย ไปจนถึงการนำข้อมูล เข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสร้างแผนที่และวิเคราะห์พื้นที่อย่างถูกต้องแม่นยำ รายงานนี้จึงเป็น แนวทางสำคัญในการเรียนรู้และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในภาคปฏิบัติ และสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในงานด้านสิ่งแวดล้อม เกษตรกรรม และการวางแผนการใช้พื้นที่ในอนาคต

การสำรวจด้วยระบบ RTK โดยใช้ Trimble Rss

การสำรวจแบบ RTK (Real-Time Kinematic) เป็นเทคนิคของระบบ GNSS ที่ช่วยให้สามารถหาค่าพิกัดตำแหน่งได้อย่างแม่นยำในระดับเซนติเมตรแบบเรียลไทม์ โดยอาศัยการสื่อสารระหว่างเครื่อง Base Station และ Rover ผ่านสัญญาณวิทยุหรืออินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ Trimble Rss เป็นหนึ่งในเครื่องรับสัญญาณ GNSS ที่ได้รับความนิยมสูง เนื่องจากมีความแม่นยำสูง ใช้งานง่าย และสามารถเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ เช่น TSC3 หรือ TSC7 ได้อย่างสะดวก

วัตถุประสงค์ของการสำรวจ RTK

- เพื่อกำหนดค่าพิกัดของจุดที่สนใจในระบบพิกัด Geographic หรือ UTM ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
- เพื่อนำค่าพิกัดที่ได้ไปใช้ในงานสำรวจพื้นที่ การจัดทำแผนที่ งานออกแบบก่อสร้าง หรือการตั้งจุดควบคุมภาคสนาม
- เพื่อให้สามารถบันทึกและส่งข้อมูลพิกัดแบบเรียลไทม์ พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ทันที

ขั้นตอนการสำรวจ RTK ด้วย Trimble Rss

๑. เตรียมอุปกรณ์

- ตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง Trimble Rss ทั้งส่วนของ Base และ Rover
- ตรวจสอบระดับพลังงานของแบตเตอรี่ ความมั่นคงของขาตั้ง และการเชื่อมต่อกับคอนโทรลเลอร์ TSC3

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. การสำรวจจุดภาคสนาม

- เคลื่อนย้าย Rover ไปยังตำแหน่งที่ต้องการสำรวจ
- รอให้สัญญาณมีความนิ่งและเสถียร (Fixed Solution)
- บันทึกค่าพิกัดและรายละเอียดของจุดสำรวจ เช่น หมายเลขจุด หรือคำอธิบายตำแหน่ง

๕. การตรวจสอบและบันทึกข้อมูล

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

ผลลัพธ์จากการรังวัด

การรังวัดด้วยระบบ RTK โดยใช้อุปกรณ์ Trimble R8s สามารถให้ค่าพิกัดของ Ground Control Points (GCPs) และ Check Points ในระบบพิกัด UTM Zone ๔๗N (WGS๘๔) ได้อย่างแม่นยำในระดับเซนติเมตร ข้อมูลที่ได้จากการรังวัดสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศได้อย่างถูกต้องและเชื่อถือได้

คู่มือการใช้งานเครื่อง Trimble R8s

อุปกรณ์ในการทำงานสำรวจแบบ rtk



ได้เลยครับ นี่คือรายการชื่ออุปกรณ์อย่างเดียว (จัดเรียงเรียบร้อยแล้ว):

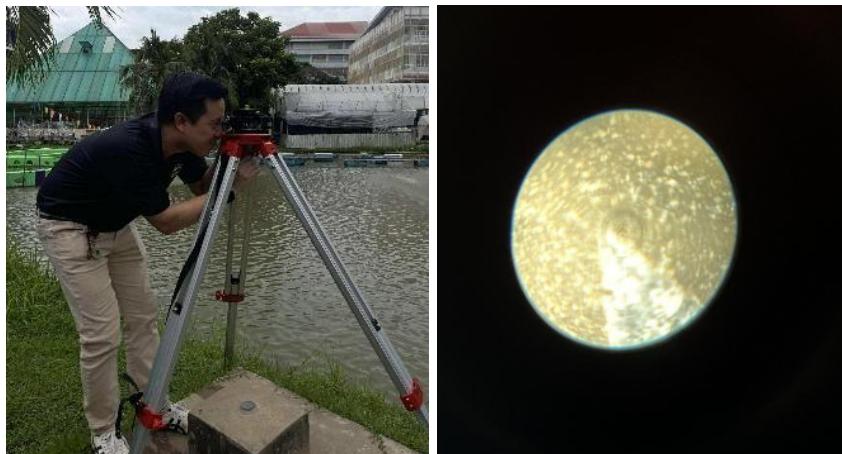
๑. TSC3 Controller with Trimble Access Field Software
๒. Trimble R8s (๒ ชุด: Base, Rover)
๓. เสาวิทยุ Internal Radio สำหรับงานสำรวจ RTK
๔. เสาขนาด ๒๐ cm
๕. แบตเตอรี่สำหรับเครื่อง Trimble R8s
๖. Tribrach และ Adapter
๗. Aluminum Tripod
๘. GNSS Pole (Survey Pole)
๙. Bipod Pole
๑๐. อุปกรณ์วัดความสูง / ตลับเมตร
๑๑. Transportation Case
๑๒. แฟลชไดร์ฟสำหรับคัดลอกข้อมูลจาก Controller
๑๓. Internal Battery Charger and Adapter

การติดตั้งตัว Base

เริ่มจากการนำขาตั้งกล้องอะลูมิเนียม (Aluminum Tripod) ไปติดตั้ง ณ จุดควบคุมที่ทราบค่าพิกัด ซึ่งจะใช้เป็นตำแหน่งฐาน (Base Station) สำหรับการรังวัด โดยให้ยึดขาข้างหนึ่งของขาตั้งกล้องเป็นขาหลัก จากนั้นปรับตำแหน่งของขาอีกสองขาให้ฐานสามหัวรบวง Tribrach อยู่ในแนวระนาบ และให้จุดกึ่งกลางของฐานอยู่ตรงกับ หมุดควบคุมที่กำหนด

เมื่อตั้งขาตั้งกล้องได้ในตำแหน่งที่เหมาะสมแล้ว ให้วาง Tribrach ลงบนฐานขาตั้งกล้อง โดยให้จุดกึ่งกลางของ Tribrach ตรงกับศูนย์กลาง ของหมุดควบคุม จากนั้นขันเกลียวชี้ให้แน่นเพื่อป้องกันการยับหรือเคลื่อน

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



รังวัดใน ขั้นตอนถัดไป

เมื่อติดตั้งฐานขาตั้งกล้องและปรับระดับเรียบร้อยแล้ว ให้นำเครื่องรับสัญญาณ Trimble R8s ที่ได้ต่อเข้า กับเสาอากาศ RTK มาประกอบเข้ากับ Tribrach บนขาตั้งกล้องที่เตรียมไว้ จากนั้นวัดความสูงของเครื่องจากจุดกึ่งกลางของเส้นสีเหลืองบนตัวเครื่องลงมาถึงพื้นดิน และจดบันทึกค่าความสูงดังกล่าวไว้ เพื่อใช้ในการคำนวณค่า พิกัดในภายหลัง

การวัดความสูงของจานรับสัญญาณ ดาวเทียมของ Trimble โดยใช้ตัลบ์เมตรสำหรับ การวัดความสูงใน แนวตั้ง มี ๒ แบบ

๑.การวัดของตัว Base วัดจาก center of bumper ถึงพื้นดิน

๒.การวัดของตัว Rover วัดจาก bottom of antenna mount ถึงพื้นดิน



เมื่อประกอบเครื่องเรียบร้อย ให้ตรวจสอบความมั่นคงของฐานโดยตรวจดูว่าขาตั้งกล่องและ Tribrach ถูก ขันแน่น ไม้โยกคลอน และฟองกลมอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางพอดี สถานที่ติดตั้งควรเป็นพื้นที่โล่ง ไม่มีสิ่งกีด ขวาง สัญญาณดาวเทียม เช่น อาคารหรือแนวต้นไม้ เพื่อให้การรับสัญญาณ GNSS มีความเสถียรและ แม่นยำสูงสุด

จากนั้นเปิดเครื่อง Trimble R8s (Base) โดยกดปุ่ม Power และรอจนไฟแสดงสถานะ (LED Indicators) ปรากฏขึ้น และงวชี้น แสดงว่าเครื่องพร้อมใช้งาน และเชื่อมต่อเครื่อง Base เข้ากับ Controller เพื่อ เข้าสู่ขั้นตอนการตั้งค่า RTK Base สำหรับเริ่มต้นการรังวัด

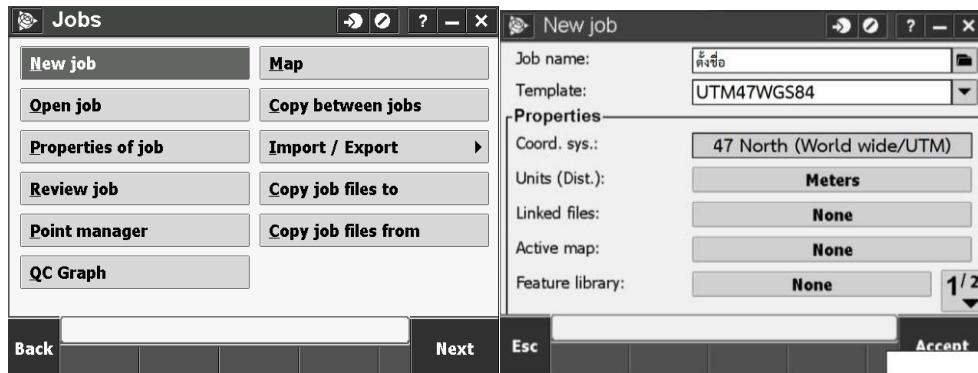


ขั้นตอนการเชื่อมต่อ Bluetooth ตัว Base

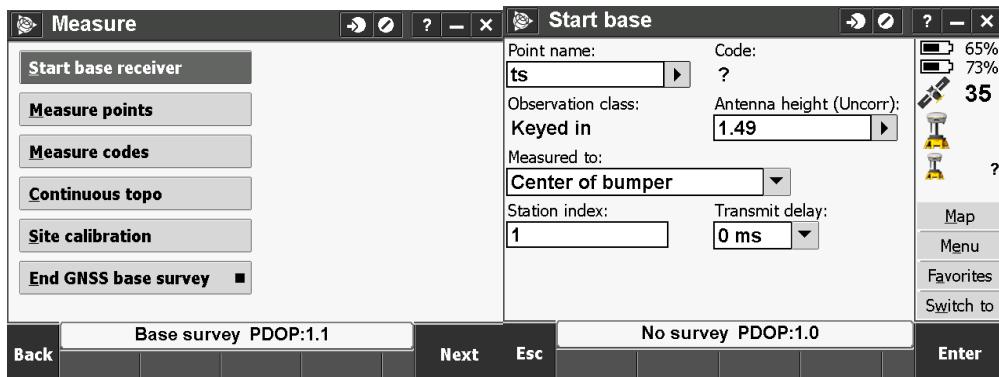
เริ่มที่การตั้งเครื่อง Base และ Rover ให้ตรงกับรหัสของเครื่องหากตั้งสลับกันจะไม่สามารถทำงานได้ ขั้นตอนจะเริ่มจากการเปิดเครื่อง คลิก Setting > Connects > Bluetooth เมื่อเลือก Base และ Rover ได้ ถูกต้อง



จากนั้นให้ทำการสร้าง Project ใหม่โดยให้คลิกที่ General Survey > Jobs > New job จากนั้นตั้งชื่อ ตามที่ต้องการ แนะนำให้ตั้งชื่อตามวันนี้แล้วต่อด้วยชื่องานที่ทำเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา และจะจำ 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 นาทีเป็นขั้นต่อไป เมื่อเชื่อมต่อสำเร็จจะมีไฟขึ้น ๓ ดวงดังรูป

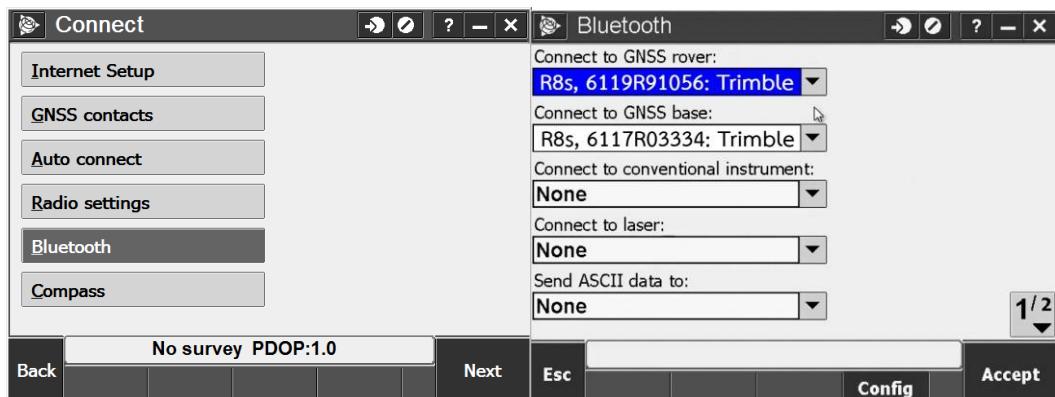


สถานะ			
OFF	ตั้ง	ตั้ง	ตั้ง
ON	-	-	สว่างนิ่ง
ระดับพลังงานต่ำ	-	-	กะพริบบถี่
จำนวน ดาวเทียม<๔ดวง	กะพริบถี่	-	-
จำนวน ดาวเทียม>๔ดวง	กะพริบช้า	-	-
บันทึกข้อมูล	-	-	กะพริบทุกๆ 30 วินาที
รับสัญญาณจาก Base	-	กะพริบเมื่อได้รับสัญญาณ	-

การติดตั้งและการทำงานของ Rover

ประกอบเครื่อง Trimble R8s อีกเครื่องเพื่อเก็บตัวรับสัญญาณที่จะใช้ในการเก็บพิกัด แล้วให้นำไปติดตั้ง กับขาตั้ง Bipod-Pole หมุนให้แน่นแล้วนำไปติดกับขาตั้ง Bipod-Pole ๒ ขา เพื่อให้การปรับฟองน้ำระดับของตัว Rover ไม่ขยับไปมา หากไม่ใช้ Bipod-Pole ๒ แล้วใช้วิธีการยืนถือให้นิ่งการเกิดการผิดพลาดของข้อมูลได้

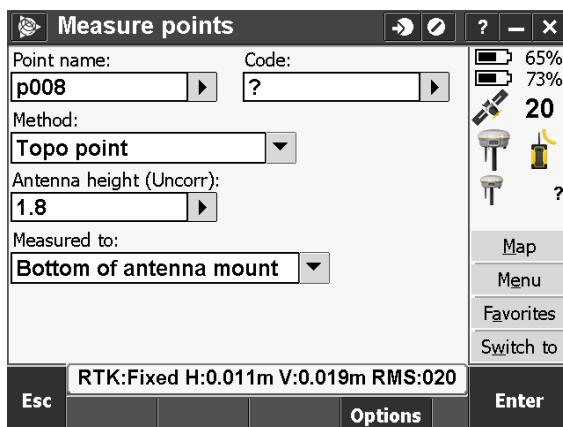
เมื่อเตรียม Rover เสร็จแล้วให้เริ่มทำการเปิดเครื่องที่ปุ่ม Power จากนั้นเชื่อมต่อ Bluetooth กับตัวรับสัญญาณ Rover กับตัวเครื่อง Controller โดยให้คลิกที่ Setting > Connects > Bluetooth ในช่องของ Rover ให้ตรงกับ serial number เลือก Accept และ ESC เพื่ออกจากหน้านี้



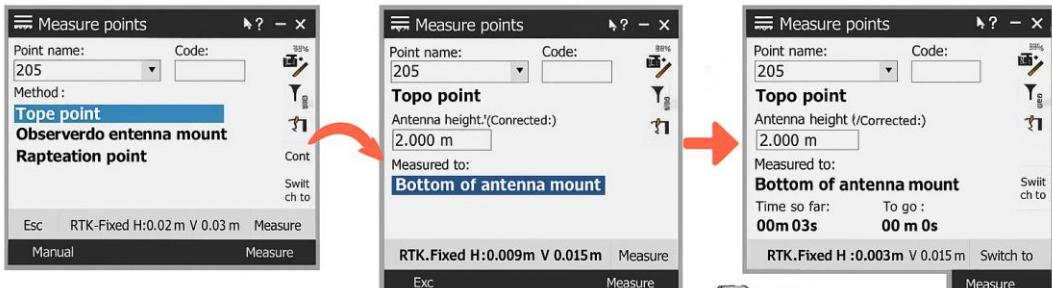
เริ่มทำการเก็บพิกัดโดยให้นำตัว Rover ไปวางที่จุดตั้งต่างที่ต้องการเก็บพิกัด ในทุกรุ่งที่มีการย้ายจุดต้องตรวจสอบฟองน้ำระดับให้อยู่ตรงกลางทุกรุ่งเพื่อความแม่นยำในการเก็บข้อมูล



การใช้ Controller เพื่อเก็บข้อมูลนั้น ให้เข้าไปที่หน้า Jobs ที่เราสร้างเอาไว้แล้วคลิกที่ Measure > RTK > Measure point กด next ตรวจสอบให้แน่ใจว่าต้องมีดาวเทียมอย่างน้อย ๕ ดวง PDOP น้อยกว่า ๒ เพื่อความถูกต้องและแม่นยำของข้อมูล แล้วกด ACCEPT



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



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



Time so far: จำนวนเวลาที่เครื่องเก็บ ข้อมูลได้ (นับเดินหน้า)

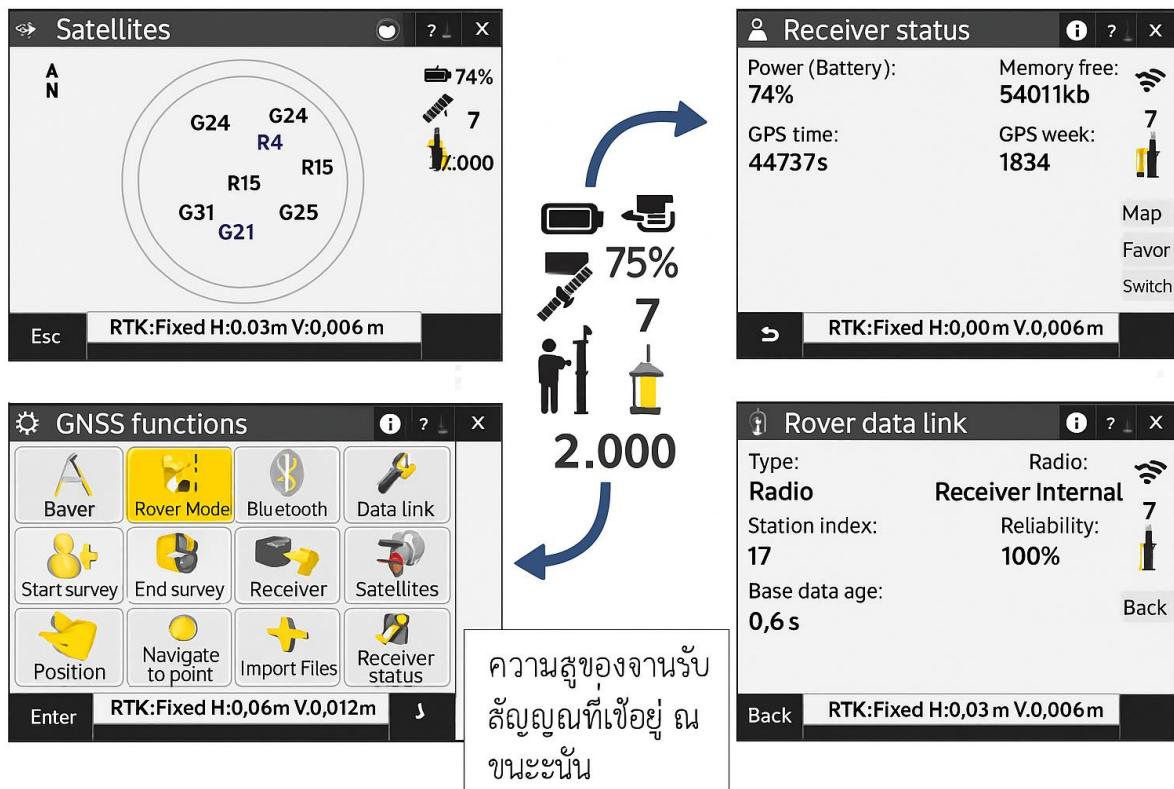
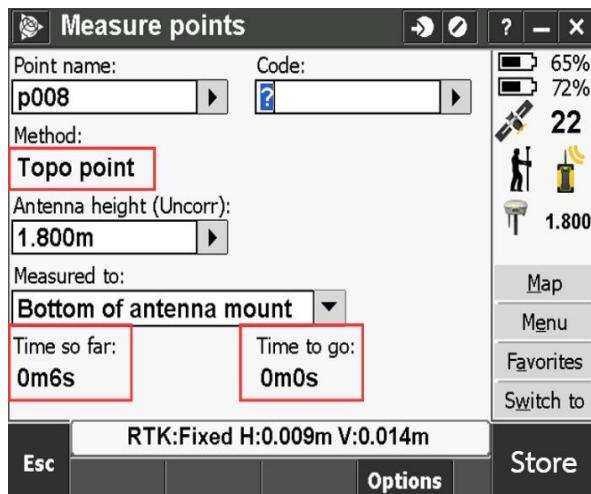
Epochs remaining: จำนวนเวลาที่ เหลืออยู่จากค่าที่กำหนด โดยเวลาจะนับถอยหลัง

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

ในระหว่างการห้ามมีการขยับตัว Rover เด็ดขาด เพราะจะวนนี้จะ Error เมื่อครบ ๓ วินาที แล้วให้คลิก Store จากนั้นจึงจะสามารถขยับตัว Rover เพื่อไปยังจุดถัดไปได้ เมื่อครบทุกจุดกด End Survey และ Shutdown ทั้งตัว Base และRover ได้เลย

ข้อควรระวัง :

หากมีความจำเป็นต้องปรับความสูงของเสา Rover จะต้องปรับค่าความสูงในช่อง Antenna Height ทุกครั้งที่ มีการเปลี่ยนแปลงความสูงของเสา เพื่อให้ค่าพิกัดที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ



ສັບສັກຜະນິເກາພີຄວາມໝາຍດັ່ງນີ້ ມີຫັກຕ່າງ Satellites

- ວົງກລມ → ແສດທຳແໜ່ງດາວເຖິມທີ່ເຄື່ອງຮັບກຳລັງໃຊ້ຈານໃນຂນະນັນ
- G = ດາວເຖິມຮະບບ GPS (ສຫຣັ້ງ)
- R = ດາວເຖິມຮະບບ GLONASS (ຮສເຊີຍ)
- B = ດາວເຖິມຮະບບ BeiDou (ຈືນ)

- E = ดาวเทียมระบบ Galileo (ยุโรป)

- สีของตัวเลข

สีน้ำเงิน = ดาวเทียมที่เครื่องรับกำลังใช้งานในการคำนวณพิกัด สีเทา = ดาวเทียมที่ตรวจจับได้แต่ยังไม่ถูกใช้หน้าต่าง GNSS Functions ใช้เลือกโหมดการทำงาน เช่น

- Base Mode → ตั้งเครื่องเป็นฐาน (Base Station)

- Rover Mode → ตั้งเครื่องเป็นโรเวอร์ (Rover) สำหรับเก็บพิกัด

- Bluetooth / Data Link → ตั้งค่าการเชื่อมต่อสัญญาณ

- Receiver Status / Satellites → ดูสถานะสัญญาณและดาวเทียมที่รับได้หน้าต่าง Receiver Status

- Battery ๑ (๗๔%) → ระดับพลังงานของแบตเตอรี่เครื่องรับ

- GPS Time / GPS Week → เวลาตามมาตรฐานของระบบดาวเทียม

- Antenna Height = ๒.๐๐๐ m → ความสูงของเสาอากาศ GNSS ที่ต้องใส่ถูกต้องทุกครั้งที่เปลี่ยนความสูงเสา

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

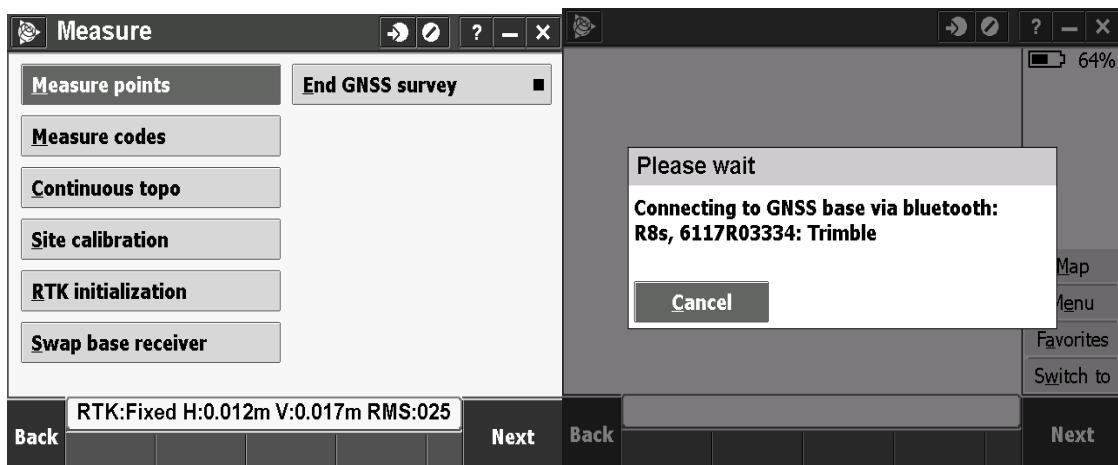
- ตัวเลข ๗ → จำนวนดาวเทียมที่ Rover ใช้งานขณะนั้น

- เปอร์เซ็นต์ ๗๕% → สถานะแบตเตอรี่ของเครื่อง

- ๒.๐๐๐ m → ความสูงเสาอากาศ (ต้องตรวจสอบทุกครั้งก่อนเริ่มงาน)

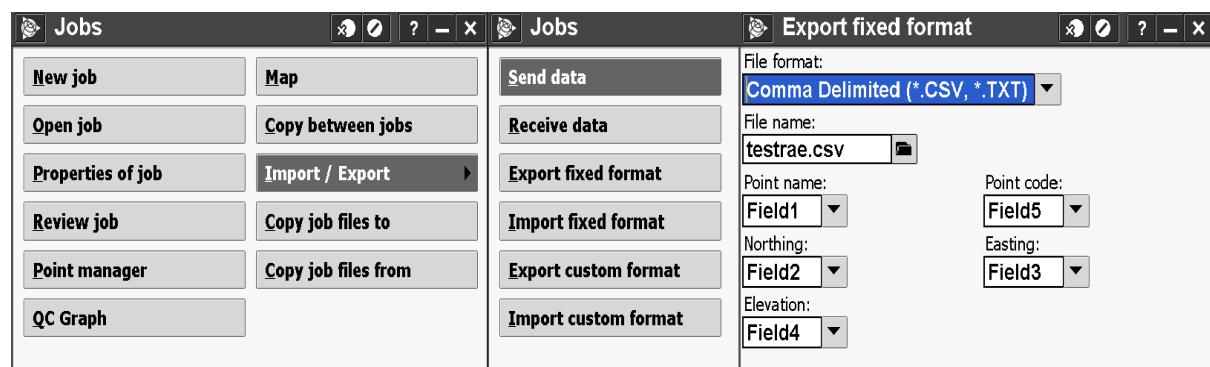
การปิดงานและเก็บอุปกรณ์

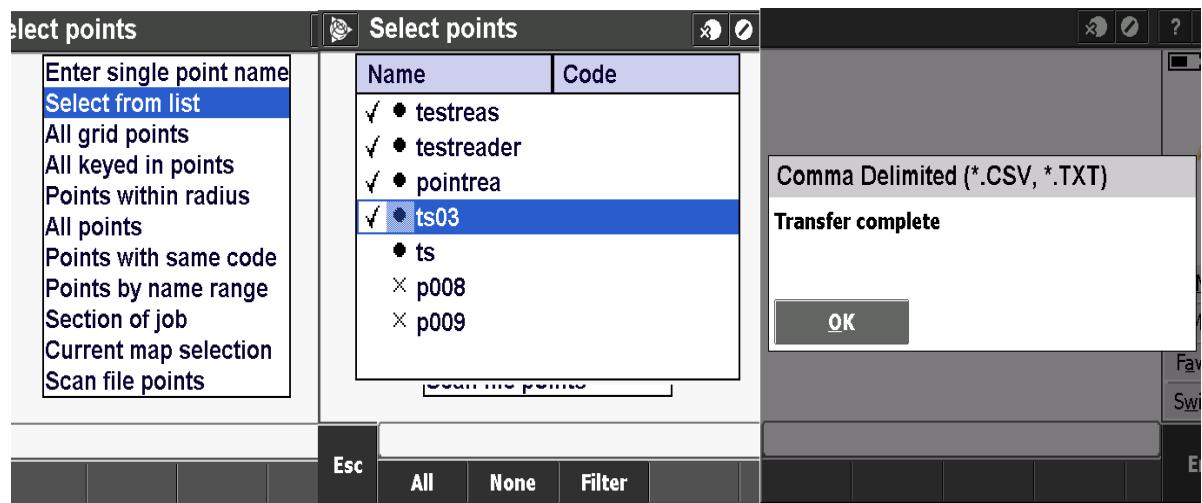
เมื่อทำงานเสร็จสิ้น ให้ทำการปิด GNSS Survey ไปที่ Measure → End GNSS Survey , End GNSS base survey กด Yes เพื่อยืนยันการสิ้นสุดงาน รอง Controller ทำการปิดเครื่อง Trimble R8s โดยอัตโนมัติ เมื่อไฟที่ตัวเครื่องดับลง ให้เก็บอุปกรณ์ทั้งหมด ถอดแบตเตอรี่ ออกจากเครื่อง GNSS ทุกครั้งหลังใช้งาน เพื่อยืดอายุการใช้งาน



ขั้นตอนการนำข้อมูลจุด Controller ของ Trimble R8s ออกมายังรูปแบบไฟล์ CSV

เสียบแฟลชไดร์ฟเข้าตัว Controller เมื่อเข้าแล้วจะขึ้นคำว่า Hard Disk เลือก Job ที่สร้างไว้แล้วเลือก Export ไฟล์ออกมา สามารถเลือกจุดที่ต้องการได้จากตัวเลือก select from list เลือกจุดที่ต้องการจากนั้นให้กด enter ตรวจสอบมั่นใจว่างานอยู่ในแฟลชไดร์ฟแล้ว





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

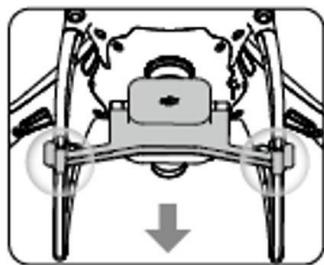
การเตรียมและประกอบโดรน DJI Phantom 4 Pro V2

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

ได้แก่ ใบพัด (Propellers) จำนวน 4 ใบ, แบตเตอรี่โดรน (Battery), การ์ดบันทึกข้อมูล (SD Card), รีโมตคอนโทรล (Remote Controller), แผ่น GCP, แท็บเล็ตหรือ iPad ที่ติดตั้งแอป DJI GS Pro, และสายชาร์จ USB/Lightning

ขั้นตอนการประกอบโดรน

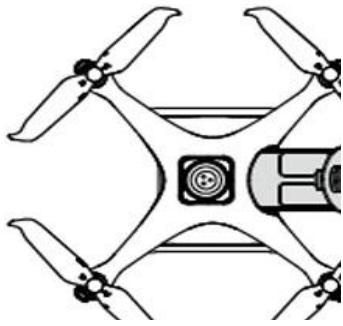
ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ : นำตัวเครื่องออกจากกล่อง ถอดที่ครอบกล้องออก ตรวจสอบสภาพภายนอก ของกล้อง และขาให้เรียบร้อย ไม่ควรมีรอยแตกหรือความเสียหาย



ใบเบพัด (Propellers) : ติดตั้งใบเบพัดให้ตรงกับสีของมอเตอร์ — ใบเบพัดสีเทาและสีดำต้องใส่ให้ถูก ตำแหน่งจากนั้นหมุนล็อกตามทิศที่กำหนดจนแน่น



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. ๒๕๔๗ และประกาศกระทรวงคมนาคม ห้ามบินก่ออันตราย, บินชำรุด, หรือบินเหนือชุมชน/สนามบิน/สถานที่ ราชการโดยไม่ได้รับอนุญาต ต้องบินไม่เกิน ๘๐ เมตร, มองเห็นโดรนตลอดเวลา, เว้นระยะห่างจากบุคคล และสิ่งปลูกสร้าง และหลีกเลี่ยงเมฆหรืออากาศยานอื่น ผู้บังคับต้องไม่มีมือเสียหรือเห็นอยล้า ฝ่าฝืนมีโทษ จำคุกหรือปรับสูงสุด ๕๐,๐๐๐ บาท